

PROPUESTA DE TÉCNICAS ANALÍTICAS MÁS LIMPIAS BASADA EN LA
COMPARACIÓN DE PROTOCOLOS Y EN LOS RESIDUOS GENERADOS EN
LOS ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES EN EL
LABORATORIO NACIONAL DE INSUMOS AGRÍCOLAS “LANIA”
PERTENECIENTE AL ICA.

KAROLL JINETH CASTAÑEDA MENDOZA
ANA ROCÍO GÓMEZ CÁRDENAS

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTÁ
2009

PROPUESTA DE TÉCNICAS ANALÍTICAS MÁS LIMPIAS BASADA EN LA
COMPARACIÓN DE PROTOCOLOS Y EN LOS RESIDUOS GENERADOS EN
LOS ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES EN EL
LABORATORIO NACIONAL DE INSUMOS AGRÍCOLAS “LANIA”
PERTENECIENTE AL ICA.

KAROLL JINETH CASTAÑEDA MENDOZA
ANA ROCÍO GÓMEZ CÁRDENAS

Tesis para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

Directora
ROSALINA GONZÁLEZ
Ingeniera Química – Msc. Tecnología Educativa.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTÁ
2009

Nota de Aceptación

Director del Proyecto

Jurado

Jurado

Bogotá D.C Julio, 2009.

*A nuestros Padres, este es el resultado de
su esfuerzo, amor y apoyo incondicional.*

*Agradecemos a Dios por llenarnos de sabiduría, persistencia,
fuerza y paciencia en nuestra carrera profesional y por
colocar en nuestras vidas unos Padres tan maravillosos.*

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCION	15
OBJETIVOS	16
1. MARCO TEORICO	17
1.1 FERTILIZANTES	17
1.1.1 Tipos de fertilizantes	17
1.1.2 Propiedades químicas de los fertilizantes	18
1.2 REACTIVOS QUIMICOS	19
1.2.1 Clasificación de los reactivos químicos	19
1.2.1.1 Sistema de clasificación según Naciones Unidas	19
1.2.1.2 Sistema NFPA (National Fire Protection Association)	22
1.2.1.3 Sistema de clasificación Directiva Europea	25
1.2.2 Almacenamiento y manejo	28
1.2.2.1 Etiqueta	28
1.2.2.2 Frases R y S (Riesgo y Seguridad)	28
1.2.3 Hoja de seguridad	29
1.2.3.1 Información General	29
1.2.4 Métodos de almacenaje	30
1.2.4.1 Sistema Orgánico e Inorgánico	30
1.2.4.2 Estantería para almacenamiento de reactivos Químicos.	30
1.3 BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS QUIMICOS	31
1.3.1 Condiciones óptimas de una bodega	32
1.3.2 Características de la bodega de almacenamiento	32

1.4 RESIDUOS CONVENCIONALES	32
1.4.1 Residuos reciclables	33
1.4.2 Residuos biodegradables	33
1.5 LABORATORIO NACIONAL DE INSUMOS AGRICOLAS LANIA – ICA	33
1.6 TÉCNICAS MÁS LIMPIAS	37
1.6.1 Herramientas utilizadas en las técnicas más limpias.	38
1.6.2 Beneficios de la aplicación de técnicas más limpias.	38
1.7 MARCO LEGAL	39
2. METODOLOGÍA	40
2.1 Etapa 1: Identificación y análisis de los procedimientos	41
2.1.1 Reuniones y visitas al laboratorio LANIA.	41
2.1.2 Revisión de protocolos	41
2.1.3 Identificación de equipos y sustancias químicas	42
2.1.4 Selección de procesos más impactantes al medio ambiente	45
2.1.4.1 Matriz Causa – Efecto protocolos LANIA – ICA	46
2.1.4.2 Matriz de Importancia Protocolos LANIA – ICA	48
2.1.4.3 Protocolos seleccionados	54
2.2 Comparación y selección de procedimientos	54
2.2.1 Recopilación de protocolos a comparar	54
2.2.2 Selección de protocolos a comparar	55
2.2.2.1 Metodología de comparación de Protocolos Propuestos	58
2.2.2.2 Análisis de resultados Matriz Causa – Efecto Protocolos Prop.	59
a) Fosforo Total	59
b) Nitrógeno Total	60
c) Nitrógeno Amoniacal	62

d) Boro.	63
2.2.2.3 Análisis de Resultados Matriz de Importancia Protocolos Prop.	65
a) Fosforo Total	65
b) Nitrógeno Total	66
c) Nitrógeno Amoniacal	67
d) Boro	68
2.2.2.4 Análisis de Resultados Matriz de Ponderación Protocolos Prop.	69
a) Fosforo Total	78
b) Nitrógeno Total	80
c) Nitrógeno Amoniacal	82
d) Boro	84
2.2.3 Balances de materia para análisis de residuos	86
2.2.4 Jerarquización de procedimientos por impactos	88
2.2.5 Selección de la técnica más limpia	88
2.3 MANEJO Y DISPOSICION DE LOS RESIDUOS GENERADOS.	90
2.3.1 Clasificación	90
2.3.2 Diagnóstico situacional del LANIA	93
2.3.3 Alternativas de Minimización	95
3. CONCLUSIONES	100
4. RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFIA	104

INDICE DE TABLAS

- TABLA 1.** – Clasificación de los fertilizantes
- TABLA 2.** – Clasificación sustancias químicas.
- TABLA 3.** – Clasificación NFPA (National Fire Protection Association)
- TABLA 4.** – Símbolos especiales para recuadro blanco.
- TABLA 5.** – Clasificación Directiva Europea.
- TABLA 6.** – Marco Legal.
- TABLA 7.** – Reactivos de Procedimientos Área Fertilizantes.
- TABLA 8.** – Clasificación Matriz Causa – Efecto Protocolos LANIA
- TABLA 9.** – Resultados Matriz Causa – Efecto Protocolos LANIA.
- TABLA 10.** – Ítems de calificación de Matriz de importancia LANIA.
- TABLA 11.** – Rangos Calificación Matriz de Importancia Fertilizantes LANIA.
- TABLA 12.** – Clasificación del impacto.
- TABLA 13.** – Resultados Matriz de Importancia
- TABLA 14.** – Procedimientos Seleccionados a Proponer.
- TABLA 15.** – Criterios De calificación Matriz de Ponderación.
- TABLA 16.** - Alternativas seleccionadas - Balances de materia
- TABLA 17.** - Resultado Metodología Propuesta.
- TABLA 18.** - Técnicas propuestas en el LANIA-ICA
- TABLA 19** – Residuos de Alternativas seleccionadas
- TABLA 20.** – Cálculo Total de residuos.
- TABLA 21.** – Calculo de la Media móvil
- TABLA 22.** – Diagnóstico situacional
- TABLA 23.** - Alternativas de Minimización Utilizando Alternativas Más Limpias
- TABLA 24.**- Descripción alternativas de minimización.

LISTA DE GRÁFICOS.

- GRÁFICO 1.** – Diagrama de Rombo.
- GRÁFICO 2.** – Etiqueta.
- GRÁFICO 3.** – Estantería de Reactivos.
- GRÁFICO 4.** – Organigrama LANIA – ICA.
- GRÁFICO 5.** – Ejemplo Matriz de compatibilidad
- GRÁFICO 6.** – Ejemplo Matriz Causa – Efecto Protocolos LANIA
- GRÁFICO 7.** – Ejemplo Matriz de Importancia LANIA
- GRÁFICO 8.** - Resultados matriz Causa-Efecto Fósforo Total.
- GRÁFICO 9.** – Resultados matriz Causa-Efecto Nitrógeno Total.
- GRÁFICO 10.** – Resultados matriz Causa-Efecto Nitrógeno Amoniacal.
- GRÁFICO 11.** – Resultados matriz Causa-Efecto Boro.
- GRÁFICO 12.** – Resultados matriz de Importancia Fósforo total
- GRÁFICO 13.** – Resultados matriz de Importancia Nitrógeno Total.
- GRÁFICO 14.** – Resultados matriz de Importancia Nitrógeno Amoniacal.
- GRÁFICO 15.** – Resultados matriz de Importancia Boro.
- GRÁFICO 16.** – Ejemplo Matriz de Ponderación.
- GRÁFICO 17.** – Resultados matriz de Ponderación Fósforo Total.
- GRÁFICO 18.** – Resultados matriz de Ponderación Nitrógeno Total.
- GRÁFICO 19.** – Resultados matriz de Ponderación Nitrógeno Amoniacal.
- GRÁFICO 20.** - Resultados matriz de Ponderación Boro.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1.** – Frases R y S (riesgo y seguridad).
- ANEXO 2.** – Pictograma peligrosidad de los reactivos.
- ANEXO 3.** – Efectos Ambientales de las Sustancias.
- ANEXO 4.** – Matriz Compatibilidad Reactivos.
- ANEXO 5.** – Matriz de Causa-Efecto Área Fertilizantes LANIA.
- ANEXO 6.** – Matriz de Importancia Área Fertilizantes LANIA.
- ANEXO 7.** – Matriz Causa – Efecto Fósforo Total.
- ANEXO 8.** – Matriz Causa – Efecto Nitrógeno Total.
- ANEXO 9.** – Matriz Causa – Efecto Nitrógeno Amoniacal
- ANEXO 10.** – Matriz Causa – Efecto Boro
- ANEXO 11.** – Matriz Importancia Fósforo Total.
- ANEXO 12.** – Matriz Importancia Nitrógeno Total.
- ANEXO 13.** – Matriz de Importancia Nitrógeno Amoniacal.
- ANEXO 14.** – Matriz de Importancia Boro.
- ANEXO 15.** Matriz Ponderación Fósforo Total, Método LANIA – ICA. Método ICONTEC, Método Estándar, Método Universidad Central de Venezuela, Método Dr. Calderón Laboratorio Ltda.
- ANEXO 16.** Matriz Ponderación Nitrógeno Total, Método LANIA – ICA, Método ICONTEC, Método Estándar, Método Normas Convenin Venezuela.
- ANEXO17.** Matriz Ponderación Nitrógeno Amoniacal, Método LANIA – ICA, Método ICONTE, Método Estándar, Método Universidad de Oviedo.
- ANEXO 18.** Matriz Ponderación Boro, Método LANIA – ICA, Método ICONTEC, Método Estándar Método Universidad Nacional Mayor de San marcos, Método Dr. Calderón Laboratorio.
- ANEXO 19.** – Producción y Venta de Fertilizantes en Colombia
- ANEXO 20.** – Procedimientos con Reacciones Químicas
- ANEXO 21.** - Resultado Balances de Materia por Área.

GLOSARIO

BALANCE DE MATERIA: es una metodología que calcula de forma exacta todos los materiales que entran, salen, se acumulan o se agotan en un procedimiento.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA: permite identificar las características de peligrosidad de un residuo, para definir su gestión y/o manejo, se encuentra estipulado en el anexo III del decreto 4741 de 2005.

FERTILIZANTE: sustancia orgánica o inorgánica que se emplea para restablecer la fertilidad de un suelo

HOJAS DE SEGURIDAD: documento que describe los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar, almacenar, la característica de peligrosidad de las sustancias y los impactos ambientales.

LANIA: el laboratorio nacional de insumos agrícolas es el encargado de realizar los análisis de control de calidad de los productos agrícolas comercializados en el país.

MATRIZ DE IMPACTO: herramienta de evaluación ambiental que permite identificar los impactos generados en un procedimiento, obra o actividad.

PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO: se trata de una serie común de pasos definidos, que permiten realizar un trabajo de forma correcta, donde se establece su principio, sustancias, cantidades, equipos entre otros.

RESUMEN

El Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas – LANIA, es el encargado de realizar el control de calidad de los productos que son utilizados en el sector agrícola como Plaguicidas, Bioinsumos y Fertilizantes.

El proyecto se enfocó en el área de Fertilizantes, donde se realiza el control de calidad de este insumo agrícola por medio de análisis químicos estipulados en un compendio de protocolos certificados.

Las practicas químicas que se realizan en el área buscan que el análisis sea preciso, veraz y efectivo, dejando de lado la importancia ambiental al momento de seleccionar las diferentes técnicas a desarrollar, sin identificar los posibles residuos que se podrían generar y que técnica y analíticamente serían las más amigables con el medio ambiente, por ello el proyecto propone la elaboración de las TÉCNICAS ANALÍTICAS MÁS LIMPIAS BASADAS EN LA COMPARACIÓN DE PROTOCOLOS Y EN LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES EN EL LANIA. Por medio de matrices Causa-Efecto y de Importancia se pudo determinar cuales de las técnicas analíticas desarrolladas el LANIA generan mayor impacto ambiental; las técnicas seleccionadas fueron: Fósforo Total, Nitrógeno Total, Boro y Nitrógeno Amoniacal.

Las técnicas desarrolladas en el LANIA se compararon con protocolos estandarizados de España, Perú, Venezuela y Colombia, estos protocolos fueron evaluados por medio matrices Causa Efecto, Matrices de Importancia, Matrices de Ponderación y Balances de materia. Esta metodología se desarrolló buscando obtener las técnicas que generara un menor impacto a la salud y al ambiente para cada uno de los procedimientos, donde el menos impactante fuese propuesto en el LANIA. Según la metodología anteriormente mencionada se obtuvo que los protocolos a proponer en el laboratorio LANIA son: Para Nitrógeno total la metodología del ICONTEC, para Nitrógeno Amoniacal la metodología de la Universidad de Oviedo de España, y para Fosforo Total y Boro la técnica del Laboratorio Dr. Calderón – Colombia.

A su vez se evidenciaron los diferentes residuos generados en cada uno de los procedimientos, en su mayoría residuos peligrosos, proponiendo sistemas de manejo y alternativas de minimización para evidenciar la producción más limpia desde la fuente y disminuir al máximo los residuos que son llevados a otros gestores de la cadena de vida de los residuos peligrosos.

ABSTRACT

The National Laboratory of Agricultural Inputs - LANIA, is responsible for conducting quality control of products used in agriculture as pesticides, Bio inputs and fertilizers. The project focused on the area of fertilizers, where realized the quality control of this agricultural input by means of chemical analyses stipulated in a compendium of certified protocols. The chemical practices are performed in the area seeking that the analysis is necessary, really and effective, leaving aside the environmental importance when selecting the different techniques to develop, without identify the potential residues that could be generated and which analytical technique is the most friendly to the environment, therefore the project proposes ANALYTICAL TECHNIQUES CLEANER BASED ON THE COMPARISON OF PROTOCOLS AND IN THE WASTE GENERATED IN THE ANALYSIS OF QUALITY CONTROL OF FERTILIZERS IN LANIA through cause-effect matrices and matrices of importance was able to determine which of the analytical techniques developed the LANIA generate greater environmental impact, selected techniques were: total phosphorus, total nitrogen, Boron and ammoniacal nitrogen.

The techniques developed in the LANIA were compared with standardized protocols of Spain, Peru, Venezuela and Colombia, these protocols were evaluated by means of cause and effect matrices, importance matrices, Weighting Matrices and Balance of matter. This methodology was developed seeking techniques that generate less impact to human health and the environment for each of the procedures where the procedure less striking was proposed in the LANIA. According to the above methodology was obtained the protocols to propose in the LANIA are: For total nitrogen methodology of ICONTEC, for ammoniacal nitrogen the methodology of the University of Oviedo in Spain, and for Total phosphorus and Boron the technical Laboratory of Dr. Calderon – Colombia. In turn evidenced different waste generated in each of the procedures, in it's most dangerous waste, which was proposed to management systems and disposal of waste were identified.

INTRODUCCIÓN

El manejo y la disposición final de los reactivos químicos a través del tiempo han incrementado su importancia debido a las consecuencias ecológicas y de salud que han causado al medioambiente y a la población, debido a las diferentes características de peligrosidad que presentan.

En este caso el Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas LANIA – ICA, en el área de fertilizantes utiliza diferentes reactivos químicos para llevar a cabo el control de calidad de los fertilizantes comercializados en todo el país, estas pruebas se realizan basadas en los diferentes protocolos establecidos por el LANIA.

Debido a lo anterior este proyecto busca proponer una metodología que permita identificar técnicas analíticas más limpias basadas en el análisis de diferentes protocolos los cuales se comparan y analizan por medio de diferentes matrices de impacto ambiental y balances de materia, logrando determinar los residuos que se pueden generar de manera cuantitativa y cualitativa y así escoger aquella alternativa que genere menos residuos impactantes al ambiente y a la salud humana, dando disposición o manejo a los posibles residuos generados y así minimizar el impacto ambiental generado en el LANIA – ICA.

La metodología para el desarrollo del proyecto se llevo a cabo en tres etapas, Etapa I: Identificación y análisis de los procedimientos del LANIA, la Etapa II: Comparación de procedimientos y la Etapa III: Manejo y disposición de los residuos. Cada etapa contiene sub-etapas las cuales explican los pasos a desarrollar. Esta metodología permite conocer, diferenciar, seleccionar las técnicas analíticas propuestas en el laboratorio.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar la propuesta de técnicas analíticas más limpias basada en la comparación de protocolos y en los residuos generados en los análisis de control de calidad de fertilizantes en el laboratorio nacional de insumos agrícolas “Lania” perteneciente al Ica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y analizar los insumos utilizados en los procedimientos que se realizan en los análisis del control de calidad de Fertilizantes en el LANIA perteneciente al ICA, para establecer las sustancias químicas contaminantes utilizadas y generadas en dichos procedimientos.
- Comparar los protocolos utilizados en el área de Fertilizantes del LANIA con protocolos estandarizados ya existentes para el análisis de fertilizantes mediante balances de materia identificando los residuos que cada uno de estos genera.
- Seleccionar las técnicas analíticas más limpias para el área de Fertilizantes en el LANIA que generen la menor cantidad de residuos impactantes al ambiente.
- Proponer los sistemas de manejo y disposición final más apropiados para los residuos generados en la sección de análisis de fertilizantes del LANIA pertenecientes al ICA.

1. MARCO TEORICO

1.1 FERTILIZANTES

Los fertilizantes son sustancias o mezclas químicas de origen natural o sintético utilizadas para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal. Estos se componen de tres elementos básicos: Nitrógeno, Fosforo y Potasio; estos elementos se denominan mayores o fundamentales, porque siempre está presente alguno de los tres o los tres en cualquier fórmula de fertilizantes.

1.1.1 Tipos de fertilizantes

Existen dos tipos de fertilizantes; simples o compuestos, desde el punto de vista de la composición de los nutrientes. Los fertilizantes simples contienen un solo nutriente y los compuestos al menos dos o varios elementos. Estos últimos muchas veces están formulados para distintas etapas del desarrollo de un cultivo. A continuación se presenta una tabla donde se especifica la clase de fertilizantes comercializados y su nombre común.

Tabla 1. Clasificación de los fertilizantes

Clase de Fertilizante	Nombre común
Fertilizantes Nitrogenados	<ul style="list-style-type: none">• Amonio fosfatado• Amonio anhidro• Nitrato de sodio• Nitrato de potasio• Sulfato de amonio• Nitrato de amonio• Nitrato cálcico• Urea• Cianamida de calcio• Cloruro de amonio
Fertilizantes Fosfatados	<ul style="list-style-type: none">• Superfosfatos simple• Superfosfato triple• Fosfato bicálcico• Fosfato de roca
Fertilizantes Potásicos	<ul style="list-style-type: none">• Cloruro potásico• Sulfato potásico• Fosforo de potasio• Silvinita

FUENTE: BOLETIN DIDACTICO ICA

En cuanto se refiere al uso con el riego, se clasificaran en dos clases:

- Fertilizantes líquidos: abastecidos en forma de soluciones saturadas listas para usar sin necesidad de tratamientos previos.
- Fertilizantes sólidos: fácilmente solubles que deben disolverse antes de comenzar la fertilización.

Los fertilizantes sólidos pueden presentarse en forma de gránulos de uno a cuatro milímetros de diámetro, como cristales o polvo grueso o fino.¹ Pueden tener cualquier color, el cual depende de los nutrientes que contienen y de su fabricación. También pueden añadirse materiales acondicionadores que ayudan al fertilizante a prevenir la formación de terrones o pueden utilizarse pigmentos para distinguir los fertilizantes.

1.1.2 Propiedades químicas de los Fertilizantes

Las propiedades químicas de los fertilizantes² determinan tanto su comportamiento en el suelo, como su manipulación y conservación. Las propiedades más destacadas son las siguientes:

- a) Solubilidad.
- b) Reacción del fertilizante sobre el pH del suelo.
- c) Higroscopicidad

¹ Suelos y Fertilizantes – Boletín Didáctico Nacional ICA.

² Ibid.

1.2 REACTIVOS QUÍMICOS

Las sustancias químicas son utilizadas en la práctica para el control de calidad de los insumos agrícolas. Son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente, además cuentan con las características CRETIP tales como: corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y daño al medio ambiente.

1.2.1 Clasificación de los reactivos químicos

A continuación se describen los diferentes sistemas de clasificación de las sustancias químicas.

1.2.1.1 Sistema de clasificación según naciones unidas

Este sistema se divide en 9 clases, aplica de manera general para transporte marítimo, terrestre y aéreo; cada una de estas modalidades tiene sus propias restricciones (para clases o productos), consignadas en códigos específicos,³ que se menciona a continuación:

³ Sistema de Clasificación Naciones Unidas

TABLA 2. Clasificación de las Sustancias Químicas

SIMBOLO	ESPECIFICACIÓN
 <p>CLASE 1: EXPLOSIVOS</p>	<p>Son sustancias sólidas o líquidas, o mezclas de ellas, que por sí mismas son capaces de reaccionar químicamente.</p>
 <p>CLASE 2: GASES</p>	<p>Son sustancias que se encuentran totalmente en estado gaseoso y una presión estándar. Existen gases Comprimidos, Licuados, Criogénicos y en solución.</p>
 <p>CLASE 3: LIQUIDOS INFLAMABLES</p>	<p>Son líquidos o mezclas de ellos, que pueden contener sólidos en suspensión o solución, y que liberan vapores inflamables por debajo de 35°C</p>
 <p>CLASE 4: SÓLIDOS CON PELIGRO DE INCENDIO</p>	<p>Los sólidos con peligro de incendio se pueden dividir en: Sólidos inflamables, Sólidos espontáneamente combustibles y Sólidos que emiten gases inflamables.</p>
 <p>CLASE 5: OXIDANTES Y PEROXIDOS ORGANICOS</p>	<p>Las sustancias oxidantes se dividen en dos subclases: las Sustancias oxidantes y los peróxidos orgánicos, estos tienen características explosivas</p>

SIMBOLO	ESPECIFICACIÓN
 <p data-bbox="325 589 624 685">CLASE 6: SUSTANCIAS TÓXICAS E INFECCIOSAS</p>	<p data-bbox="651 389 1425 636">El término tóxico puede relacionarse con "venenoso" y la clasificación para estas sustancias está dada de acuerdo con la DL50 oral, inhalatoria y dérmica. Existen dos subdivisiones: Sustancias tóxicas y Material Infeccioso.</p>
 <p data-bbox="325 927 624 987">CLASE 7: MATERIALES RADIATIVOS.</p>	<p data-bbox="651 736 1425 931">Son materiales que contienen radionúclidos y su peligrosidad depende de la cantidad de radiación que genere así como la clase de descomposición atómica que sufra.</p>
 <p data-bbox="325 1249 624 1310">CLASE 8: SUSTANCIAS CORROSIVAS.</p>	<p data-bbox="651 1019 1425 1214">Corresponde a cualquier sustancia que por reacción química, puede causar daño severo o destrucción a toda superficie con la que entre en contacto incluyendo la piel, los tejidos, metales, textiles, etc.</p>
 <p data-bbox="325 1574 624 1704">CLASE 9: SUSTANCIAS Y ARTICULOS PELIGROSOS Y MISCELANEOS.</p>	<p data-bbox="651 1344 1425 1693">Son materiales que no se encuentran incluidos en las clases anteriormente mencionadas y por tanto pueden ser transportados en condiciones que deben ser estudiadas de manera particular. Dentro de este grupo se han incluido las sustancias que ocasionan contaminación ambiental por bioacumulación o por toxicidad a la vida acuática.</p>

FUENTE: Clasificaciones Naciones Unidas

1.2.1.2 Sistema NFPA (National Fire Protection Association)

Este sistema es utilizado en almacenamiento de tanques estacionarios y bodegas, para comunicar peligros relativos a las situaciones de emergencia a entidades especializadas. Se identifican todos los riesgos inherentes a una sustancia en un solo rótulo (salud, reactividad, inflamabilidad y especiales). El rombo se divide en 4 colores, donde cada uno de ellos tiene indicado el grado de peligrosidad mediante una numeración entre 0 y 4.

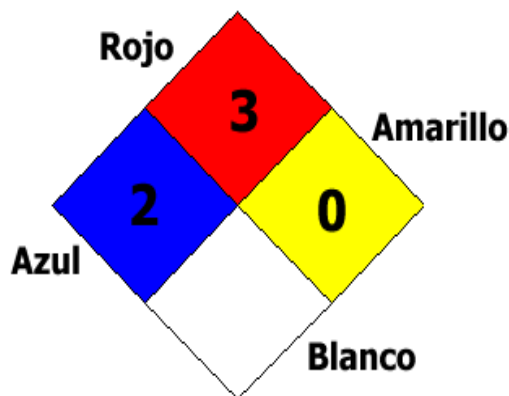
La NFPA (National Fire Protection Association), es una entidad internacional voluntaria creada para promover la protección y prevención contra el fuego, es ampliamente conocida por sus estándares (National Fire Codes), a través de los cuales recomienda prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios.⁴

La norma NFPA 704 es el código que explica el *diamante del peligro*, utilizado para comunicar los peligros de los ciertos materiales. Es importante tener en cuenta que el uso responsable de este diamante o rombo en la industria implica que todo el personal conozca tanto los criterios de clasificación como el significado de cada número sobre cada color. Así mismo, no es aconsejable clasificar los productos químicos por cuenta propia sin la completa seguridad con respecto al manejo de las variables involucradas. A continuación se presenta un breve resumen de los aspectos más importantes del diamante.

La norma NFPA 704 pretende a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, indicar los grados de peligrosidad de la sustancia a clasificar.

⁴ Ibid.

Gráfico 1. Diagrama de rombo



FUENTE: Secretaria Distrital de Ambiente, Respel de Manejo Prioritario

ROJO: Con este color se indican los riesgos a la inflamabilidad.

AZUL: Con este color se indican los riesgos a la salud.

AMARILLO: Con este color se indican los riesgos por reactividad (inestabilidad).

BLANCO: En esta casilla se harán las indicaciones especiales para algunos productos. Como producto oxidante, corrosivo, reactivo con agua o radiactivo.



TABLA 3. Clasificación NFPA (National Fire Protection Association)

No.	Azul – Salud	Rojo – Inflamabilidad	Amarillo – Reactividad
4	Sustancias que con una muy corta exposición puedan causar la muerte o daño permanente aun en caso de atención médica inmediata. Ej. Acido Fluorhídrico	Materiales que se vaporizan rápido o completamente a la temperatura y presión atmosférica ambiental, o que se dispersen y se quemen fácilmente en el aire. Ej. Acetaldehído.	Materiales que por si mismo son capaces de explotar o detonar, o de reacciones explosivas a temperatura y presión normales. Ej. Nitroglicerina
3	Materiales que bajo una corta exposición puede causar daños temporales o permanente aunque se de pronta atención médica. Ej. Hidróxido de potasio	Líquidos y sólidos que pueden encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental. Ej. Estireno.	Materiales que por si mismos son capaces de detonación explosiva que requiere de un fuerte agente iniciador o que debe calentarse en confinamiento antes de ignición, o que reaccionan explosivamente con agua. Ej. Dinitroanilina.

2	Materiales que bajo su exposición intensa o continua puede causar incapacidad temporal o posibles daños permanentes, a menos que se de tratamiento médico rápido. Ej. Trietanolamina	Materiales que deben calentarse moderadamente o exponerse a temperaturas altas antes de de que ocurra la ignición. Ej. Ortocresol.	Materiales inestables que están listos a sufrir cambios químicos violentos pero que no denotan. También debe incluir aquellos materiales que reaccionan violentamente al contacto con el agua o que puedan formar mezclas potencialmente explosivas con agua. Ej. Acido sulfúrico.
1	Materiales que bajo su exposición causan irritación pero solo daños residuales menores aún en ausencia de tratamiento médico. Ej. Glicerina.	Materiales que deben precalentarse antes de que ocurra la ignición. Ej. Aceite de palma.	Materiales que de por si son normalmente estables, pero que pueden llegar a ser inestables sometidos a presiones y temperaturas elevadas, o que pueden reaccionar en contacto con el agua, con alguna liberación de energía, aunque no en forma violenta. Ej. Acido nítrico.
0	Materiales que bajo su exposición en condiciones de incendio no ofrecen otro peligro que el de material combustible ordinario. Ejemplo: Hidrogeno.	Materiales que no se queman. Ej. Acido Clorhídrico.	Materiales que de por sí son normalmente estables aún en condiciones de incendio y que no reaccionan con el agua. Ej.: Cloruro de Bario.

FUENTE: Secretaria Distrital de Ambiente, Respel de manejo Prioritario

TABLA 4. Símbolos especiales para el recuadro blanco

SIMBOLO	SIGNIFICADO
OXI	Agente oxidante
COR	Agente corrosivo
	Reacción violenta con el agua
	Radiactividad

FUENTE: Secretaria Distrital de Ambiente, Respel de manejo Prioritario

1.2.1.3 Sistema de Clasificación y rotulado según la directiva Europea:

El sistema de clasificación y rotulado según la directiva Europea suele encontrarse en recipientes que contienen reactivos químicos o productos para la industria, provenientes de casas fabricantes cuya casa matriz se encuentra en Europa.





Para ellos, puede ser un requisito importante acompañar sus embalajes con este tipo de señalización, también durante el transporte. Este sistema de identificación de peligros se utiliza principalmente en el almacenamiento de productos químicos dentro de laboratorios o bodegas para el etiquetado de frascos o contenedores; algunas empresas multinacionales de origen Europeo, lo deben usar de manera obligatoria también durante el transporte, pero no constituye un requerimiento legal en Colombia.

Según este sistema, las sustancias se clasifican en ocho (8) grupos que son representados por sus respectivos pictogramas⁵, todos en fondo naranja y una letra.

Hay que tener en cuenta que un producto puede pertenecer a uno o a varios grupos, así:

⁵ Ibid.

TABLA 5. Clasificación Directiva Europea

SIMBOLO	ESPECIFICACIONES
 <p style="text-align: center;"><u>E</u></p>	<p>Sustancias Explosivas: Son sustancias y preparaciones que reaccionan exotérmicamente también sin oxígeno y que detonan, deflagran rápidamente o pueden explotar al calentar, por percusión, fricción o formación de chispas. Ej. Dinamita, ácido pícrico.</p>
 <p style="text-align: center;"><u>O</u></p>	<p>Sustancias Comburentes (oxidantes): Sustancias que en contacto con materiales combustibles, sobre todo por cesión de oxígeno, aumentan considerablemente el peligro de incendio y violencia del mismo. Los peróxidos orgánicos son combustibles y por tanto pueden arder espontáneamente. Ej. Peróxido de acetilo.</p>
 <p style="text-align: center;"><u>F</u></p>	<p>Sustancias fácilmente Inflamables: Líquidos con punto de inflamación inferior a 21°C, pero no son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de calor pueden inflamarse fácilmente y continuar quemando o permanecer incandescentes. Ej. Calcio, Etanol.</p>
 <p style="text-align: center;"><u>F+</u></p>	<p>Sustancias Extremadamente Inflamables: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 0 °C y un punto de ebullición de máximo 35 °C. Gases y mezclas de gases que a presión normal y temperatura usual son inflamables en el aire. Ej. Acetona, Cloroetileno, propano.</p>

 <p style="text-align: center;"><u>C</u></p>	<p>Sustancias Corrosivas: Sustancias que por contacto producen destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor. Ej. Acido clorhídrico, Soda cáustica, hipoclorito de sodio.</p>
 <p style="text-align: center;"><u>T, T+</u></p>	<p>Sustancias toxicas y muy toxicas: La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea en pequeña cantidad pueden conducir a daños considerables para la salud con posibles consecuencias mortales o irreversibles. Posibles efectos cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción. Ej. Cresoles, óxido de etileno, cromo.</p>
 <p style="text-align: center;"><u>Xn, Xi</u></p>	<p>Sustancias Nocivas: Son aquellas que por inhalación, ingestión o absorción cutánea pueden provocar daños a la salud agudos o crónicos. Posibles sensibilizantes por inhalación. Ej. Eugenol, Estireno, Xileno.</p> <p>Sustancias Irritantes: Sin ser corrosivas pueden producir inflamaciones en la piel o las mucosas, por contacto breve, prolongado o repetido. Peligro de sensibilización por contacto. Ej. Etilhexilacrilato, carbonato de sodio, ácido clorhídrico 0.1N.</p>
 <p style="text-align: center;"><u>N</u></p>	<p>Peligro para el medio ambiente: Sustancias que al ser liberadas al medio acuático o no acuático, pueden producir un daño del ecosistema por desequilibrio inmediato o posterior. Ej. Fenilhidracina, bromobenceno.</p>

FUENTE: Secretaria Distrital de Ambiente, Respel de manejo Prioritario

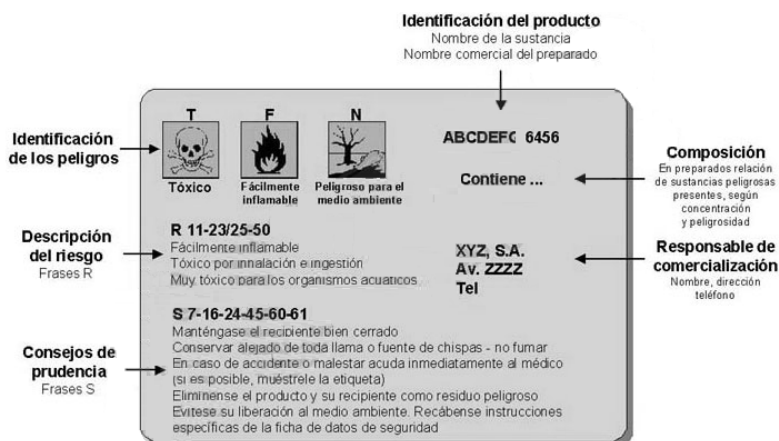
1.2.2 Almacenamiento y Manejo

El almacenamiento de las sustancias químicas cuentan con dos factores muy importantes: etiqueta y hoja de seguridad.

1.2.2.1 Etiqueta

Es aquella que permite al usuario tener todas las sustancias químicas totalmente identificadas para evitar posibles emergencias causadas por incompatibilidades o contacto con material desconocido.

Gráfico 2. Etiqueta



Fuente: Política Ambiental de Residuos Peligros - Decreto 4741 de 2005

1.2.2.2 Frases R y S (Riesgo y Seguridad)

Las frases R y S⁶ (Riesgo y Seguridad) se deben tener muy en cuenta en los sistemas de etiquetado de las sustancias químicas:

⁶ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Las frases R y S: son breves enunciados, expuestos en la etiqueta de envases que contienen sustancias químicas y que especifican de la naturaleza de los riesgos que puede presentar las sustancias químicas y preparados peligrosos. El contenido de cada una de las frases R y S no cambia, siempre es el mismo. Cada frase R y S viene identificada por la letra R y/o S, y un código numérico. (Ver **Anexo 1**).

1.2.3 Hoja de seguridad

Es la herramienta informativa utilizada como base para describir los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material.

1.2.3.1 Información general de la hoja de seguridad

A continuación se presentan las características generales del contenido de las hojas de seguridad:

- Identificación de la sustancia química.
- Generalidades sobre el producto
- Propiedades físico - químicas
- Composición.
- Identificación del peligro.
- Medidas de primeros auxilios.
- Medidas en caso de incendio.
- Medidas para prevenir accidentes.
- Riesgos a la salud
- Almacenamiento y manejo de la sustancia química.
- Requisitos de transporte y empaque

1.2.4 Métodos de almacenamiento

Existen dos métodos de almacenamiento de reactivos químicos, aplicables al LANIA-ICA: Sistema orgánico e inorgánico y Código de colores.

1.2.4.1 Sistema orgánico e inorgánico

- Debe llenar los estantes de abajo hacia arriba.
- Los reactivos más peligrosos deben estar en la parte inferior.
- Los reactivos muy volátiles e inflamables deben almacenarse lejos de la entrada y contra la pared.
- Los ácidos perclórico, nítrico y sulfúrico deben almacenarse por separado.

AZUL: Nocivos o tóxicos.

ROJO: Líquido inflamables.

AMARILLO: Reactivos, guardar totalmente separado y lejos de inflamables o combustibles.

BLANCO: Corrosivos, guardar en un lugar a prueba de corrosión.

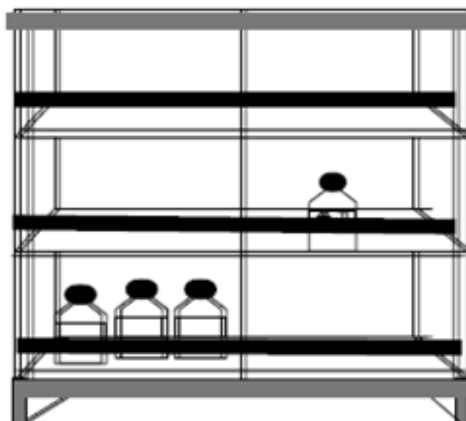
VERDE: Poco peligroso.

1.2.4.2 Estantería para almacenamiento de reactivos

La estantería debe cumplir con algunas condiciones básicas para asegurar un almacenamiento fuera de riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Inicialmente esta debe estar lo más cerca posible del suelo pero nunca sobre este. Debe poseer una barra de soporte para evitar que los frascos se muevan hacia adelante o en el peor de los casos, sean arrojados al suelo. Adicionalmente, es muy importante organizar las cajas con cajas y los envases con envases, y llenar el estante de abajo hacia arriba, esto para aprovechar eficientemente el espacio.⁷

⁷ Guía para el almacenamiento de reactivos.

Gráfico 3. Estantería de Reactivos.



Fuente: Guía para el almacenamiento de reactivos

Básicamente, la estantería debe ser de metal o cemento, debe estar anclada al suelo y a la pared, debe poseer conexión a tierra y debe contar con bandejas de polivinilo para evitar posibles derrames de reactivos químicos directamente sobre el estante.

Los diversos reactivos químicos que serán ubicadas en la estantería, preferiblemente deben estar organizados de tal forma que aquellos que se encuentren en frascos grandes se ubiquen en la parte posterior del compartimiento correspondiente del estante. En ese orden de ideas, los frascos de menor tamaño serán ubicados en la parte de adelante del compartimiento y los grandes en la parte de atrás. Los reactivos químicos más peligrosos deben ser ubicados en la parte más baja del estante, mientras que los menos peligrosos deben ubicarse en la parte superior del mismo.⁸

1.3 BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS QUIMICOS

La bodega de almacenamiento debe contar con diferentes características especiales las cuales se mencionaran a continuación.

⁸ Ibid.

1.3.1 Condiciones optimas de una bodega

Los espacios deben ser suficientes entre los estantes que almacenen los reactivos químicos. La distribución de la estantería debe ser acorde a la compatibilidad de los mismos. Se deben usar extintores de arena seca ya que estos son los apropiados para los incendios de origen químico.

1.3.2 Características de la bodega de almacenamiento

- Salida de fácil acceso. Con el fin de evitar obstáculos en una vía rápida de escape a situaciones de emergencia.
- Señalización. Para el conocimiento de las buenas prácticas a seguir por el personal operativo de la bodega.
- Muros incombustibles, para evitar la propagación de las llamas en el posible evento de un incendio.
- Aireación natural. Para evitar la posible acumulación de vapores químicos provenientes de los reactivos a utilizar.
- Iluminación: deberá existir iluminación natural, o en su defecto iluminación artificial operada con tubos fluorescentes.⁹

1.4 RESIDUOS CONVENCIONALES

Los residuos convencionales se caracterizan por qué no presentan características de peligrosidad, ni generan daño a la salud humana si no son mezclados con otros residuos peligrosos. Se pueden identificar dos clases de residuos convencionales unos que tienen potencial para ser reciclados con la posibilidad de que vuelvan al ciclo productivo, y otros que son los residuos biodegradables que son los únicos que se degradan naturalmente y no generan ningún peligro o riesgo a los seres vivos.

⁹ Ibid.

1.4.1 Residuos reciclables

Son todos aquellos residuos generados por las actividades administrativas y/o generales, los cuales no han tenido contacto con ninguna sustancia química o material contaminante, el cual podrá ser reutilizado. Algunos de estos residuos pueden ser: papel, vidrio, cartón y plástico.

1.4.2 Residuos biodegradables

Los residuos biodegradables son todos aquellos residuos que se degradan fácilmente en el medio ambiente. Estos residuos son generados en casinos y cafeterías, generalmente son residuos de alimentos. Estos residuos no se deben mezclar con los residuos peligrosos ya que se contaminarían, los residuos biodegradables tienen otro tipo de disposición final.

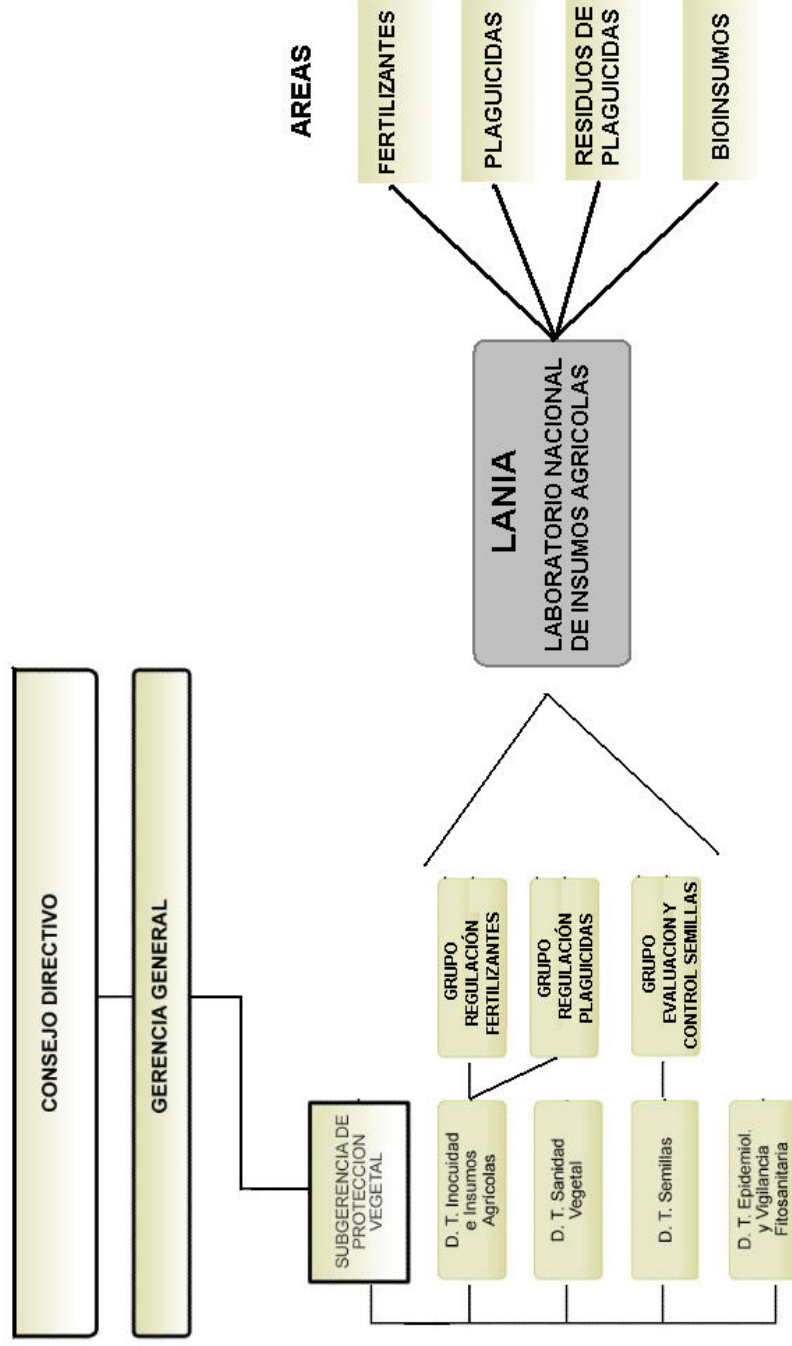
1.5 LABORATORIO NACIONAL DE INSUMOS AGRICOLAS LANIA – ICA

El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, es una entidad pública del orden nacional, adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, cuya misión es trabajar por la sanidad agropecuaria y la inocuidad en la producción primaria.

El LANIA Laboratorio Nacional de insumos agrícolas pertenece al ICA y tiene la responsabilidad de garantizar la calidad de los insumos agrícolas y las semillas que se usan en Colombia, a su vez, reglamenta y controla el uso de organismos vivos modificados por ingeniería genética para el sector agropecuario, por lo tanto cuenta con una Subgerencia de Protección Vegetal la cual a su vez está dividida en cuatro direcciones técnicas como Inocuidad e Insumos agrícolas, Sanidad Vegetal, Semillas y Epidemiología y Sanidad Fitosanitaria. (Ver **Grafico 4**)

GRÁFICO 4.

ORGANIGRAMA LANIA - ICA



FUENTE: Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas

El Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas LANIA está ubicado en el Kilómetro 14 Vía Mosquera – Tibaitata, cuenta con instalaciones que cumplen con todos los requisitos necesarios para ser un laboratorio certificado siendo óptimo para la verificación de las condiciones de fabricación de los diferentes tipos de insumos agrícolas regulando el cumplimiento de la normatividad establecida, contemplando productos durante todo su ciclo productivo, es decir, desde su fabricación hasta su distribución.

El LANIA tiene como misión ser el laboratorio que ejerce la supervisión de la calidad de los insumos agrícolas y satisfacer las necesidades de los clientes o comunidad en general logrando prestar los servicios de determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a los insumos agrícolas; ejecuta un procedimiento para desarrollar los análisis de laboratorio a los diferentes productos verificando sus características de calidad; inicia con la recepción de las muestras que pueden ser originadas y clasificadas en tres grupos: 1) muestras oficiales: muestras a las cuales el ICA solicita que sean analizadas para la verificación y control de la calidad de los insumos para la comercialización de los productos desde el punto de fabricación y/o distribución. 2) Muestras Particulares: muestras que son analizadas por solicitud de los interesados, ejemplo: agricultores y 3) Muestras investigativas: muestras que se analizan con fines investigativos Ejemplo: Universidades. Estas muestras provienen de las seccionales del ICA de todo el país, en donde se lleva un control riguroso de todos los productos que interfieren en el sector agrícola.¹⁰

Posteriormente las muestras son registradas en alguna de las cuatro áreas que le pertenecen al LANIA como son Fertilizantes, Plaguicidas, Bioinsumos y Residuos de Plaguicidas esta última siendo el área que analiza diferente material que tenga el potencial de estar contaminado con plaguicidas, en

¹⁰ LANIA- Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas

donde se le realizaran los análisis que el solicitante necesite o simplemente los análisis que el encargado considere necesarios. En la entrega se diligencian diferentes formatos para llevar un control riguroso de las muestras que entran al laboratorio y de las contra-muestras que se utilizan cuando es necesario repetir los análisis a solicitud del cliente. Al entrar la muestra a alguna de las cuatro áreas se realizan los análisis que a según el encargado considere necesario o el solicitante desee alguno en específico para cada una de las áreas de estudio.¹¹ Las instalaciones del laboratorio donde se realizan todas las pruebas y análisis para identificar las diferentes características físicas y químicas de los insumos agrícolas cuentan con una infraestructura equipada con tecnología altamente sofisticada que presenta protocolos de calibración estrictos. Por otra parte todos los análisis sin importar el tipo de área que los realice utilizan una gran variedad de reactivos químicos ubicados en una bodega cercana a las instalaciones del laboratorio, los reactivos solamente son manejados por personal autorizado y solo es abierta cuando se va a realizar un procedimiento y solamente se extraen las cantidades que serán utilizadas, la infraestructura es muy diferente a la del laboratorio en general ya que no cuenta con una buena ventilación y tampoco con características de seguridad adecuadas y visibles, existiendo la presencia de reactivos vencidos sin que se haya aconsejado alguna medida de disposición que no genere algún daño ni a los seres humano ni al medio ambiente. (Ver **Fotos 1 - 3**)



Foto 1 La bodega de reactivos
Reactivos vencidos

¹¹ Ibid.



Foto 2. Solventes de alta Peligrosidad



Foto 3 Interior de la bodega Falta de ventilación

1.6 TÉCNICAS MÁS LIMPIAS

Una técnica limpia¹² es un procedimiento que al ser aplicada no produce efectos secundarios o transformaciones al equilibrio ambiental o a los sistemas naturales (ecosistemas), buscando prevenir y minimizar eficientemente los impactos y riesgos a los seres humanos y al medio ambiente garantizando la protección ambiental, bienestar social y competitividad empresarial.

Las técnicas más limpias involucran prácticas como:

- Administración de procedimientos: medidas orientadas a prevenir perdidas de insumos o recursos como el control de uso de agua, materia prima, Minimización de desechos, optimización del manejo de materias primas.
- Sustitución de materiales: acciones tendientes a minimizar los residuos reduciendo o eliminando los materiales peligrosos que entran al proceso de análisis como sustituir solventes por agua, sustituir reactivos químicos por unos menos contaminantes, evitar el uso de ácidos

¹² LA POLITICA DE PML EN COLOMBIA.

- Cambios en tecnologías: busca modificar condiciones de proceso, minimizando consumo de recursos y generación de residuos sin disminuir la calidad del producto como limpieza mecánica en lugar de detergentes
- Aprovechamiento de Residuos: proceso de minimización de residuos consistente en recuperar productos utilizados que de otra manera se convertirían en productos de desecho como reciclaje de residuos convencionales, reutilización de productos en otros procedimientos

1.6.1 Herramientas utilizadas en las técnicas mas limpias

Estas técnicas son utilizadas para apoyar la gestión ambiental y realizar un diagnostico ambiental de los procedimientos. Existen 4 grupos: herramientas de gestión, herramientas de Diagnostico, herramientas de priorización y herramientas de mejoramiento.¹³

1.6.2 Beneficios de la aplicación de técnicas mas limpias

Al aplicar técnicas más limpias¹⁴ se obtiene una serie de beneficios tanto para la competitividad institucional como para el ambiente, entre los cuales se pueden mencionar:

- Mejora de la eficiencia de procedimientos
- Mejora de competitividad
- Ayuda en el cumplimiento de la normativa ambiental
- Ayuda en la mejora de la imagen pública
- Disminución de costos por posibles sanciones
- Minimiza impactos ambientales
- Ayuda a mejorar la calidad del medio ambiente

¹³ Consultores Ambientales de Colombia.

¹⁴ Ibid.

1.7 MARCO LEGAL.

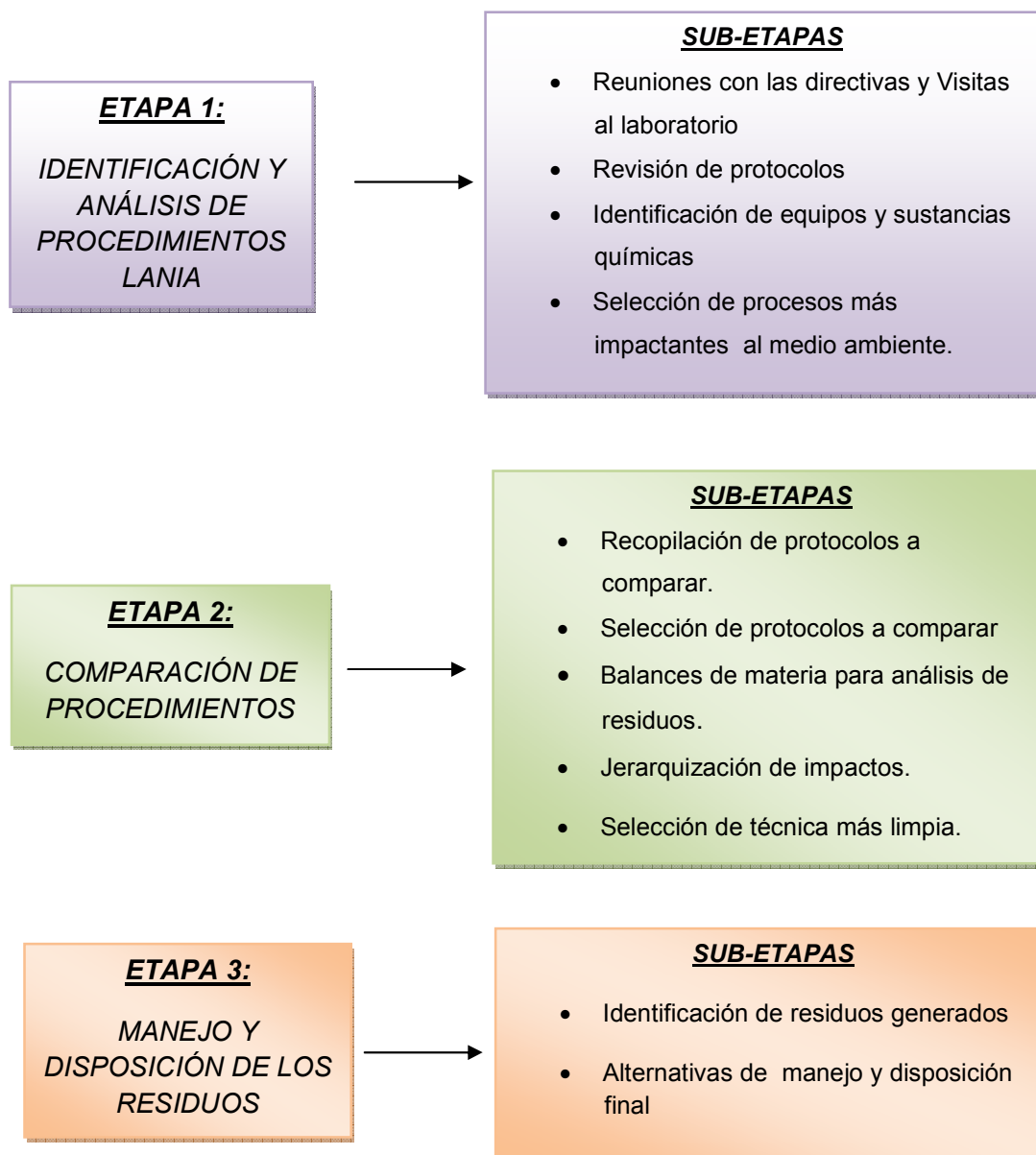
Para brindar una adecuada orientación al Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas LANIA-ICA respecto a la temática de normatividad ambiental a continuación se realiza un compendio de normas que ayudan a identificar las condiciones de actuación ambiental y agrícola con respecto al área de fertilizantes en Colombia.

TABLA 6. Marco Legal.

Decreto 1594 de 1984 Ministerio de Salud	Reglamenta parcialmente la ley 9° de 1979 y el Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a uso de aguas y residuos líquidos.
Ley 99 de 1993 Ministerio de Medio Ambiente	Reordena el Sector Público encargado de la Gestión y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
Resolución 189 de 1994 Ministerio de Medio Ambiente	Dictan regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
Resolución 150 de 2003 Instituto Colombiano Agropecuario	Reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelo para Colombia.
Decreto 4741 de 2005 MAVDT	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Resolución 0062 de 2007 MAVDT	Adoptan los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país
Ley 1252 de 2008 Congreso de la República	Prohibiciones en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos.

2. METODOLOGIA

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto, se desarrolló una metodología la cual se desarrollo mediante tres etapas, cada una de estas etapas cuenta con unas sub-etapas, dicho proyecto se llevó a cabo en la entidad más importante del sector agrícola de Colombia, el Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas LANIA perteneciente al ICA, las etapas del proyecto son las siguientes.



2.1 Etapa 1: Identificación y Análisis de los Procedimientos

La primera etapa de la metodología se desarrolló en cinco sub – etapas, que se explicarán detalladamente a continuación:

2.1.1 Reuniones y Visitas al Laboratorio

El área de fertilizantes del laboratorio LANIA cuenta con el departamento de calidad el cual es el encargado de verificar y cumplir todos los aspectos ambientales y de seguridad industrial, requisitos establecidos en la política de calidad del laboratorio. Las reuniones y visitas al laboratorio se coordinaron con el director del departamento, en estas reuniones se conocieron las instalaciones del laboratorio, los equipos, los funcionarios, la bodega de almacenamiento de las sustancias y los reactivos y las funciones del laboratorio.

2.1.2 Revisión de Protocolos

El área de fertilizantes del LANIA – ICA, cuenta con 17 protocolos estipulados, cada uno relacionando un análisis en particular, estructurando cada protocolo con objetivos del análisis, principios, reactivos utilizados, equipos, procedimiento para la preparación de sustancias y desarrollo del análisis. Estos 17 protocolos son utilizados para los procedimientos analíticos del control de calidad de los diferentes insumos de los fertilizantes manejados en el país, controlando los insumos de los comerciantes particulares, de las muestras incautadas y de las muestras de investigación. Los protocolos de fertilizantes utilizados en el laboratorio LANIA identifican los reactivos y sustancias que se utilizan para cada uno de los análisis, por ejemplo el procedimiento No. 3 busca analizar Nitrógeno Ureico en fertilizantes, utiliza reactivos como Acido Sulfúrico, Etanol, Fenolftaleína entre otros, logrando conocer el desarrollo de cada análisis según lo establecido en el procedimiento, especificando la utilización de cada uno de los reactivos y sus cantidades, la forma de elaboración de las diferentes sustancias y mezclas, el manejo de los equipos necesarios para el análisis y la obtención de los resultados. Los protocolos que existen en el LANIA para el control de

calidad de fertilizantes y que son a los que se les desarrolló un análisis comparativo y la identificación de posibles impactos ambientales son los siguientes:

Procedimientos Área Fertilizantes:

- 1) Determinación de humedad de fertilizantes
- 2) Determinación de calcio, magnesio, cobre, hierro, zinc, manganeso por absorción atómica.
- 3) Determinación de la densidad
- 4) Determinación de nitrógeno ureico
- 5) Determinación de nitrógeno nítrico y amoniacal
- 6) Determinación de nitrógeno total
- 7) Determinación de potasio total y potasio soluble en agua
- 8) Determinación de fósforo total
- 9) Determinación de biuret
- 10) Determinación de boro en abonos o fertilizantes
- 11) Determinación de carbono orgánico
- 12) Determinación de carbonatos totales en cal agrícola
- 13) Determinación de cenizas en abonos orgánicos
- 14) Determinación de nitrógeno nítrico y amoniacal por el método microkjendahl
- 15) Determinación carbono orgánico por colorimetría
- 16) Determinación de nitrógeno nítrico en abonos y fertilizantes
- 17) Determinación de nitrógeno amoniacal por el método de micro-kjeldahl

2.1.3 Identificación de Equipos y Sustancias Químicas.

Uno a uno los protocolos se analizaron teniendo en cuenta los equipos y los requerimientos técnicos que éstos necesitan, también los reactivos utilizados

para llevar a cabo el procedimiento y las cantidades, dichos procedimientos se distribuyeron en una matriz para identificar los reactivos que se utilizaban varias veces en diferentes protocolos (Ver **Tabla 7**).

Tabla 7. Reactivos de Procedimientos Área Fertilizantes LANIA

PROCEDIMIENTOS FERTILIZANTES																	
REACTIVOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sulfato de cobre (sol.)									x								
Hidróxido de sodio (sol.)				x	x	x			x			X		x			X
Tartrato sódico potásico									x								
Biuret									x								
Acido sulfúrico (liq)	x			x	x	x		X	x		x				x	x	
Rojo de metilo				x	x	x			x					x			X
Alcohol etílico- ETANOL				x	x	x			x					x			X
Acido clorhídrico	x						x	X	x			X		x			X
Fenoltaleína				x	x	x						X					X
Bifalato de potasio						x						X					X
Cloruro de calcio (sol.)													x				
Aleación de Devarda					x									x			
Acido bórico										x				x			X
Verde de Bromocresol														x			X
Dicromato de Potasio											x				x		
Sulfato ferroso											x						x
Cloruro de sodio							x										x
Permanganato de potasio																	x
Oxalato de sodio																	x
Acetato de amonio (sol)										x							
Acido etilendiamino EDTA								X	x								
Acido acético									x								
Acido tioglicólico									x								
Azometina									x								
Acido ascórbico									x								
óxido de lantano	x																
ácido nítrico	x							X									
Acido Salicílico						x											
Tiosulfato de Sodio						x											
Sulfato de sodio						x											
Dióxido de Titanio						x											
Acido perclórico								X									
Citrato de Amonio								X									
Molibdovanadato de amonio								X									
Monovanadato de Amonio								X									
Acido fosfórico								X									
Difenilamina											x						
Orto fenantrolina											x						

La identificación de cada uno de los reactivos se llevó a cabo mediante la investigación de las características basada en las hojas de seguridad de la empresa MERCK y de diferentes fuentes bibliográficas, los puntos claves a investigar fueron aspectos de peligrosidad de cada reactivo, grupo funcional, efectos en la salud, efectos en cada uno de los recursos naturales, el símbolo de peligrosidad y su incompatibilidad con los demás reactivos.

Cada reactivo se identificó con el pictograma (Ver **ANEXO 2**), que representa la característica de peligrosidad de mayor importancia que permite saber las precauciones que se deben tener en cuenta al momento de la manipulación en algún análisis químico, al momento de ser almacenado en bodegas con otros reactivos y las medidas que se deben tomar cuando ocurra un accidente para poder aplicar primeros auxilios.

El sistema de clasificación que se utilizó para identificar la característica de peligrosidad fue el de las Naciones Unidas que maneja de forma detallada 9 clases diferentes especificando las particularidades de los reactivos o sustancias que pertenezcan a esta clase, además algunas de estas clases generales contienen subclases explicando más a fondo los peligros que podrían generar en el transporte y almacenamiento, orientando cada categoría con ejemplos para su fácil ubicación.

A su vez se realizó una tabla (Ver **Anexo 3**) que muestra cada reactivo y el impacto ambiental que genera cada uno de ellos, la mayor parte de la información fue suministrada por las hojas de seguridad de cada reactivo y bibliografía de toxicología ambiental, es importante tener en cuenta que en algunos reactivos se dificultó la identificación de los impactos ya que son sustancias a las que no se les han comprobado ningún efecto en el ambiente ni en la salud humana por parte de instituciones certificadas.

Esta tabla fue permite la identificación de los procedimientos que generarán mayor impacto ambiental y para poder calificar las matrices causa - efecto y de importancia explicada posteriormente.

La matriz de compatibilidad (Ver **Anexo 4**) ayudo en el desarrollo de las matrices ya que permitió identificar los posibles peligros causados entre las sustancia, conocer las sustancias mas peligrosas, la reactividad que hay entre las sustancias. A continuación se muestra un esquema de la matriz de compatibilidad.

GRÁFICO 5. Ejemplo Matriz de Compatibilidad

RESIDUOS	1. Sulfato cobre	2. Hidróxido sodio	3. Tartrato sódico	4. Biuret	5. Acido sulfúrico (liq)	6. Rojo de metilo	7. Etanol	8. Acido clorhídrico	9. Fenolftaleína	10. Biftalato de potasio	11. cloruro de calcio (sol.)	12. Aleación de Devarda	13. Acido bórico	14. Verde de Bromocresol	15. Dicromato de Potasio	16. Sulfato de ferroso	17. Cloruro de sodio	18. Permanganato de potasio	19. Oxalato de sodio	20. Acetato de amonio (sol)	21. Acido etilendiamino EDTA	22. Acido acético	23. Acido tioglicolico	24. Azometina
1 Sulfato de cobre (sol.)	1																							
2 Hidróxido de sodio (sol.)	1	1																						
3 Tartrato sódico potásico	1	1	1																					
4 Biuret	1	2	2	1																				
5 Acido sulfúrico (liq)	2	1	1	2	1																			
6 Rojo de metilo	3	1	1	2	1	1																		
7 Etanol	3	1	1	1	1	1	1																	
8 acido clorhídrico	2	1	1	2	1	1	1	1																
9 Fenolftaleína	3	1	1	2	1	1	1	1	1															
10 Biftalato de potasio	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1														
11 cloruro de calcio (sol.)	1	2	2	1	2	3	3	2	3	1	1													
12 Aleación de Devarda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
13 Acido bórico	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1											
14 verde de Bromocresol	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1										
15 Dicromato de Potasio	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1									
16 Sulfato de ferroso	2	1	1	2	1	3	3	1	3	1	2	1	1	1	1	1								
17 Cloruro de sodio	1	2	2	1	2	3	3	2	3	1	1	1	2	2	1	2	1							
18 Permanganato de potasio	1	1	1	2	1	3	3	1	3	1	2	1	2	1	1	2	1							
19 Oxalato de sodio	1	2	2	1	2	3	3	2	3	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1					
20 Acetato de amonio (sol)	1	2	2	1	2	3	3	2	3	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1				
21 Acido etilendiamino EDTA	1	1	1	2	1	3	3	1	3	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1			
22 Acido acético	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1		
23 Acido tioglicolico	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	
24 Azometina	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1

Fuente: Autores.

2.1.4 Selección de Procesos Más Impactantes al Medio Ambiente

La selección de los procesos que generen mayor impacto al ambiente mediante el desarrollo de los análisis químicos en el LANIA, se determinaron por medio de la matriz causa-efecto y la matriz de importancia, estas matrices permiten identificar y evaluar las interacciones entre los

procedimientos y los factores ambientales, identificando los componentes que se vean más afectados por estas actividades.

La matriz causa-efecto y la matriz de importancia son una herramienta de fácil desarrollo que a su vez permite la fácil comprensión del lector. Estas matrices se complementan una a la otra, ya que la matriz de causa y efecto califica factores ambientales mediante una escala que determina el investigador y la matriz de importancia distingue impactos en diferentes escalas de forma detallada y sus escalas son estandarizadas.

2.1.4.1 Matriz Causa – Efecto, Protocolos LANIA - ICA

Para el desarrollo de la matriz causa – efecto se tuvo en cuenta una distribución en columnas y filas. Las filas se organizaron con 5 componentes ambientales, cada componente contiene elementos que especifican el recurso que puede ser impactado. Las columnas se organizaron con los 17 procedimientos llevados a cabo en el LANIA – ICA y cada procedimiento contiene los reactivos utilizados en el desarrollo de la práctica, los reactivos utilizados en el LANIA – ICA fueron organizados alfabéticamente y a cada uno de estos se les asignó un número el cual se colocó en el procedimiento en el que el reactivo es utilizado. A continuación se muestra un esquema de la matriz

GRÁFICO 6. Ejemplo Matriz Causa – Efecto Protocolos LANIA

COMPONENTE	PROCEDIMIENTOS	HUMEDAD	Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn				DENSIDAD	NITROGENO URBCO					NITROGENO NTRICO Y AMONIACAL					NITROGENO TOTAL											
	ELEMENTOS	0	5	8	12	31	0	12	14	25	26	33	12	14	15	25	26	33	11	12	14	17	24	25	26	33	36	38	
ATMOSFERICO	AIRE		3	5				5	5				5	5						5	5								
	RUIDO																												
GEOSFERICO	SUELO		5	1				5		3	3		5			3	3	1		5				3	3	5	3		
HIDROSFERICO	AGUA		3	3	5			5	5	1	5	5	5	5	1	5	5	1	5	5		3	1	5	5	5	3		
	FAUNA		5	5	5			5	1				5	1						5	1								
BIOTICO	VEGETACION		5	5	5	1		5	1				5	1						5	1						3	1	
	POBLACION		5	5	5			5		1			5		1	1				5		1		1					
SUBTOTAL		0	23	22	25	1	0	25	17	2	8	8	25	17	1	2	8	8	2	25	17	1	3	2	8	8	13	7	
TOTAL		0	71				0	60					61					86											

Fuente: Autores

Para identificar el impacto generado por los reactivos se estableció una calificación que se dividió en 3 niveles de impacto (Ver **Tabla 8.**) y cada uno de estos tuvo un número que permitió obtener una calificación cuantitativa del impacto que genera cada reactivo.

El criterio de calificación se basó en la información obtenida en las hojas de seguridad de cada uno de los reactivos, de las diferentes fuentes de información (toxnet, ecotox, iris y textos) y la matriz de compatibilidad de los reactivos, enfocando principalmente los efectos al ambiente y a la salud generados por cada uno de los reactivos. Los 3 tipos de calificación son:

Tabla 8. Clasificación Matriz Causa – Efecto Protocolos LANIA

<u>Clasificación del Impacto</u>	<u>Calificación</u>
Impacto Bajo	1
Impacto Medio	3
Impacto Alto	5

- **Análisis de resultados:**

La matriz causa – efecto (ver **Anexo 5**) se calificó según los parámetros mencionados anteriormente, se realizó la sumatoria de calificación de cada uno de los reactivos valorando el efecto que el reactivo causa al elemento ambiental. En cada procedimiento se totalizó el resultado arrojado por cada uno de los reactivos obteniendo así un valor total identificando el nivel de impacto de cada proceso.

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la matriz permiten concluir que los procedimientos más impactantes son:

Tabla 9. Resultados Matriz Causa – Efecto Protocolos LANIA

<u>Procedimiento</u>	<u>Calificación</u>
Fosforo Total	116
Nitrógeno Total	86
Nitrógeno amoniacal Micro Kjendahl	85
Boro	83

El reactivo que obtuvo una mayor calificación y que por ende es el más contaminantes es el Acido sulfúrico con una calificación de 25/35 contra un mínimo de 1/35, sus características de peligrosidad confirman los resultado de la tabla.

2.1.4.2 Matriz de importancia protocolos LANIA – ICA

La matriz de importancia busca identificar el nivel de influencia y afectación que genere determinada actividad o proceso, basando la evaluación en datos establecidos donde las diferentes categorías tienen rangos de calificación que miden la influencia de la actividad y cada una de estas es valorada de forma cuantitativa para identificar la actividad que presenta mayor importancia, este lo determina la fórmula establecida por la metodología de la matriz.¹⁵

A continuación se explica cada uno de los ítems utilizados para calificar la matriz de importancia.

¹⁵ Identificación, descripción y evaluación de Impacto Ambiental.

**TABLA 10. ITEMS DE CALIFICACIÓN DE MATRIZ DE IMPORTANCIA
LANIA**

<u>Núcleo</u>	<u>Descripción</u>
Naturaleza	Es aquel que determina si la actividad o procedimiento genera un impacto positivo o negativo (+/-), entendiendo por positivo la generación de beneficios genérico para el ambiente y la población, y negativo perdidas a nivel contaminante, riesgos y deterioro de la salud humana.
Intensidad (I)	Describe el grado de destrucción o modificación que pueda generar el procedimiento al medio ambiente, sus niveles de calificación son: Bajo, Medio, Alto y Muy alto
Extensión (EX)	Describe el área de influencia que puede abarcar el impacto que genere la actividad o procedimiento realizado, se califica como: Puntual, Parcial, Extenso y Total
Momento (MO)	Describe el tiempo o plazo en que se manifiesta el impacto en el área afectada, se califica con: Largo plazo, Medio Plazo, Inmediato
Persistencia (PE)	Describe la permanencia del efecto o impacto en el tiempo, se califica como Fugaz, Temporal, Permanente.

<p>Reversibilidad (RV)</p>	<p>Describe la posibilidad de reconstruir o recuperar el impacto que se generó y en cuánto tiempo se lograría, se califica como: Corto plazo, Mediano plazo e Irreversible</p>
<p>Sinérgia (SI)</p>	<p>Describe la regularidad o frecuencia en que se presenta la manifestación del impacto, se califica como: Sin sinergismo, Sinérgico y Muy sinérgico</p>
<p>Acumulación (AC)</p>	<p>Describe el incremento o acumulación progresiva del impacto que genere la actividad o el proceso, se califica como: Simple o Acumulativo.</p>
<p>Efecto (EF)</p>	<p>Describe la relación causa – efecto del impacto, en donde se tiene una incidencia inmediata a algún factor ambiental o no inmediata por la intervención de otro factor, se califica como: Directo o Indirecto.</p>
<p>Periodicidad (PR)</p>	<p>Describe la regularidad en que se presenta la manifestación del impacto generado por las actividades o procedimientos, se califica como: Irregular, Periódico y Continuo.</p>
<p>Recuperabilidad (MC)</p>	<p>Describe la posibilidad de reconstrucción de los efectos generados por el impacto por medios humanos en relación con el tiempo, se califica como: Recuperable de manera inmediata, Recuperable a mediano plazo, Mitigable e irrecuperable.</p>

Tabla 11. RANGOS DE CALIFICACIÓN MATRIZ DE IMPORTANCIA

AREA FERTILIZANTES – LANIA

Naturaleza	Beneficioso	(+)	Sinergia (SI) (Regularidad De la Manifestación)	Sin Sinergismo	1	
	Perjudicial	(-)		Sinérgico	2	
Muy Sinérgico				4		
Intensidad (I) (Grado de Destrucción)	Baja	1	Acumulación (AC) (Incremento Progresivo)	Simple	1	
	Media	2				
	Alta	4		Acumulativo	4	
	Muy Alta	8				
	Total	10				
Extensión (EX) (área de influencia)	Puntual	1	Efecto (EF) (Relación Causa - Efecto)	Indirecto	1	
	Parcial	2				
	Extenso	4		Directo	4	
	Total	8				
Momento (MO) (Plazo de Manifestación)	Largo plazo	1	Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)	Irregular	1	
	Medio Plazo	2				
	Inmediato	4		Periódico	2	
	Critico	+4			Continuo	4
Persistencia (PE) (Permanencia del Efecto)	Fugaz	1	Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)	Recuperable de inmediata	1	
	Temporal	2		Recuperable a mediano Plazo	2	
				Permanente	4	Mitigable
Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)	Corto Plazo	1		Recuperable a largo plazo		
				Irrecuperable	8	
	Medio Plazo	2	IMPORTANCIA (I) $I = \pm(3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$			
	Largo plazo	3				
Irreversible	4					

Los resultados que se obtengan de la valoración de la importancia del efecto ambiental de cada procedimiento, se puede clasificar como impacto de la siguiente manera:

Tabla 12. Clasificación del Impacto.

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	RANGO
COMPATIBLE (CO)	< ó = 25
MODERADO (M)	>25 y < ó = 50
SEVERO (S)	>50 y < ó = 75
CRITICO (C)	>75

La distribución de la matriz (Ver **Anexo 6**) se estableció por medio de filas y columnas, las filas identifican los núcleos de calificación descritos anteriormente y las columnas identifican la calificación dada a cada uno de los 17 procedimientos a evaluar, como se evidencia en el siguiente grafico.

GRAFICO 7. Ejemplo Matriz de Importancia LANIA

PROCEDIMIENTOS ELEMENTOS	PROCEDIMIENTOS						
	1. HUMEDAD	2. Ca,Mg,Cu,Fe, Zn,Mn	3. DENSIDAD	4. NITROGENO UREICO	5. NITROGENO Y AMONIAICAL NITRICO	6. NITROGENO TOTAL	7. POTASIO TOTAL Y SOLUBLE
Naturaleza	+	-	+	-	-	-	-
Intensidad (I) (Grado de Destrucción)	1	4	1	2	2	8	2
Extensión (EX) (área de influencia)	1	2	1	2	2	2	2
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	2	2	2	2	2	2	2
Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	2	2	2	4	2
Acumulación (AC) (incremento progresivo)	1	4	1	4	4	4	4
Efecto (EF) (Relación causa Efecto)	4	4	4	4	4	4	4
Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	2	2	2	2	2
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	2	2	2	2	2	2	2
Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)	1	4	1	2	2	4	2
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)	2	4	2	4	4	4	2
TOTAL	21	-40	21	-32	-32	-54	-30

Fuente: Autores

- Análisis de resultados:

La calificación dada a los aspectos de la matriz de importancia (Ver **Tabla 11**) fueron basados en los datos e información obtenida en la matriz de causa – efecto, tales como cantidad de los reactivos, grado de peligrosidad, frecuencia de realización del análisis y efectos ambientales.

Los resultados obtenidos (Ver **Tabla 13.**) en el desarrollo de la matriz permiten concluir que los procedimientos más impactantes son:

Tabla 13. Resultados Matriz de Importancia

<u>Procedimiento</u>	<u>Calificación</u>
Fosforo Total	-54
Nitrógeno Total	-54
Boro	-44
Nitrógeno amoniacal micro Kjendahl	-42

Estos datos fueron obtenidos mediante el cálculo de la ecuación establecida en esta metodología. La formula es:

$$\text{Importancia} = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Según la calificación del impacto los procedimientos seleccionados se encuentran ubicados en las categorías de:

SEVERO para los procedimientos de Fosforo Total y Nitrógeno Total con puntuaciones de 54 puntos encontrando dentro del rango de esta calificación siendo >50 y $< \text{ó} = 75$ y de impacto MODERADO los procedimientos de Boro y Nitrógeno Amoniacal con puntuaciones de 44 y 42 respectivamente, encontrándose en el rango de >25 y $< \text{ó} = 50$.

2.1.4.3 Protocolos seleccionados

Según los resultados obtenidos en las matrices de importancia (Ver **Anexo 6**) se concluyó que ambas matrices concordaron con la selección de los 4 procedimientos que en su desarrollo están generando mayor impacto al ambiente, estos 4 procedimientos se compararan con otros protocolos y se analizaran en el desarrollo de la siguiente etapa. Los 4 procedimientos seleccionados fueron:

- 1- Determinación de Fosforo total
- 2- Determinación de Nitrógeno total
- 3- Determinación de Boro
- 4- Determinación de Nitrógeno Amoniacal método micro kjendahl

2.2 Etapa 2: Comparación y selección de procedimientos

Esta etapa se desarrolló en diferentes fases, mediante la recopilación de material bibliográfico de diferentes fuentes bibliográficas (internet, libros, normas, etc.) y luego se realizó el proceso de selección de los procedimientos a comparar con los análisis escogidos en la etapa anterior. Esta etapa se desarrolló con la descripción de las siguientes sub-etapas:

2.2.1 Recopilación de Protocolos a Comparar

Esta etapa se desarrolló mediante la búsqueda de todo tipo de recopilación bibliográfica de fuentes confiables como: ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación), Métodos Estándar, Laboratorios Certificados, Procedimientos de investigación de Universidades Nacionales e Internacionales, información de Internet y de Libros químicos.

La búsqueda de estos protocolos se enfocó en encontrar procedimientos que manejaran diferentes metodologías que marcarán una diferencia (metodología, sustancias, tecnología y cantidades) entre estos y los protocolos desarrollados en el LANIA – ICA.

2.2.2 Selección de Protocolos a Comparar

Se encontró una gran variedad de procedimientos para comparar con cada uno de los análisis seleccionados en la etapa anterior, el fundamento de selección de estos procedimientos tuvo en cuenta las siguientes características:

- Metodologías detalladas

Se buscó que las metodologías explicarán detalladamente su fundamento teórico, paso a paso su procedimiento, las cantidades requeridas de reactivos y equipos utilizados.

- Operatividad del procedimiento.

El aspecto de operatividad se evaluó teniendo en cuenta que los procedimientos utilizarán reactivos de fácil comercialización y adquisición en el país y equipos que el laboratorio del LANIA tuviera en sus instalaciones.

- Confiabilidad de la fuente

Los procedimientos a seleccionar debían contar con el respaldo de una entidad o institución reconocida a nivel nacional y/o internacional la cual demostrará que el procedimiento es factible de realizar en otros laboratorios.

Con base a lo anterior los análisis seleccionados fueron:

- Las fuentes bibliográficas, de internet y de diferentes laboratorios tenidas en cuenta para la comparación de los protocolos se describirán a continuación.

TABLA 14. PROCEDIMIENTOS SELECCIONADOS A PROPONER

<u>Método</u>	<u>Fuente</u>	<u>Descripción</u>
Determinación de Fosforo total, Boro, Nitrógeno total y Nitrógeno amoniacal ¹⁶	ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones)	ICONTEC es el único organismo nacional que normaliza y certifica las diferentes actividades en el país y certifica la calidad de productos y servicios.
Determinación de Fosforo total, Boro, Nitrógeno total y Nitrógeno Amoniacal ¹⁷	METODOS ESTANDAR	Los métodos estandarizados fueron creados por la APHA que es la asociación Americana de Salud Publica por la necesidad de contar con métodos analíticos de laboratorio a nivel internacional.
Determinación de Nitrógeno Total ¹⁸	NORMAS CONVENIN VENEZUELA (Comisión Venezolana de Normas Industriales)	Este comité es el encargado de crear normas para higiene industrial, seguridad industrial y normas técnicas necesarias para el desarrollo de diferentes actividades.

¹⁶ NORMAS TECNICAS COLOMBIANA – ICONTEC.

¹⁷ Métodos estándar para el examen de aguas

¹⁸ Normas Convenin Venezuela

Determinación de Nitrógeno Amoniacal ¹⁹	UNIOVI (Universidad de Oviedo España)	Este procedimiento es utilizado en el área de Ingeniería Técnica Forestal, con profundización en explotaciones forestales para en el área de química II para fertilizantes.
Determinación de Fosforo Total y Boro ²⁰	Dr. Calderón Laboratorios I.t.d.a	Es un laboratorio Colombiano de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del sector agrícola, con certificación nacional
Determinación de Fosforo Total ²¹	Universidad Central de Venezuela	La facultad de ciencias con énfasis en análisis químico, cuenta con una guía de métodos de análisis que se desarrollan en la cátedra.
Determinación de Boro ²²	Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Perú)	En la facultad de química e ingeniería química se desarrollo un método alternativo para el desarrollo de este análisis.

FUENTE: AUTORES

¹⁹ UNIVERSIDAD DE OVIEDO

²⁰ LABORATORIO Dr. CALDERON – BOGOTÁ.

²¹ UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

²² UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS.

2.2.2.1 Metodología de Comparación de Protocolos Propuestos

La metodología aplicada consistió en la comparación de los procedimientos seleccionados en el numeral anterior y los procedimientos que generan mayor impacto en el LANIA, para ello se realizaron matrices causa – efecto y matrices de importancia según las metodologías explicadas en los numerales 2.1.4.1 y 2.1.4.2, permitiendo identificar los impactos generados por los reactivos utilizados en cada procedimiento según los diferentes elementos ambientales evaluados y poder determinar los análisis o metodologías que presenten mayor importancia ambiental en su desarrollo.

Por otra parte se realizó una matriz de ponderación para cada alternativa seleccionada a comparar, considerando la metodología recomendada en el documento The Scientific and Technical Advisory Panel of the GEF United Nations Environment Programme UNEP, la cual permitió evaluar cada alternativa por medio de criterios ambientales, técnicos, y de información, que son ponderados con escalas modificadas por el evaluador, en este caso la matriz fue estructurada con tres núcleos (Impactos, Recursos Necesarios e información), cada uno fue compuesto por ítems diferentes y calificado con escala entre 0 y 1 si se cumple o no la condición del ítem establecido en cada alternativa. La metodología de esta matriz será explicada detalladamente en el numeral 2.2.2.4.

A continuación se presentan los resultados y análisis obtenidos en cada una de las matrices de los procesos a comparar para seleccionar la técnica analítica más limpia.

2.2.2.2 Análisis Resultados Matriz Causa – Efecto Protocolos Propuestos

Para dar la calificación a la matriz causa – efecto, se tuvieron en cuenta los criterios de calificación establecidos en el numeral 2.1.4.1. Se revisó detalladamente cada uno de los procedimientos y se analizó el tipo de reactivos utilizados, además, los reactivos utilizados en los procedimientos de la Tabla 14. Se analizaron con base a sus características ambientalmente y sus características de peligrosidad documentadas en las hojas de seguridad, determinando así el impacto ambiental que estos pueden generar, identificados en el **Anexo 3**.

a) Matriz Causa – Efecto Fósforo Total

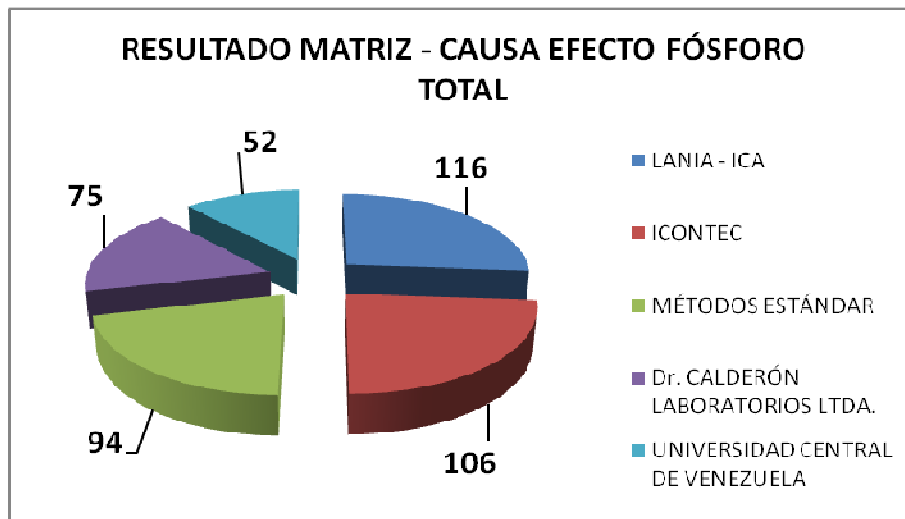
Los resultados obtenidos por la sumatoria de calificación de cada uno de los reactivos que valora el posible impacto que pueden generar las sustancias en los elementos ambientales y la sumatoria total de estos (Ver **Anexo 7**.), permitieron concluir que la técnica analítica que genera un menor impacto a los elementos ambientales es la técnica de la Universidad Central de Venezuela, obteniendo un valor de 52 debido al manejo de 5 reactivos en el análisis, teniendo en cuenta que existe la presencia de ácido clorhídrico que obtuvo una valoración de 23 con relación a los demás reactivos siendo una sustancia que genera un impacto considerable.

Por otra parte los procedimientos del ICONTEC y del LANIA presentan los mayores valores como 106 y 116 respectivamente, debido a la cantidad de reactivos utilizados que están entre nueve y diez sustancias, representando un aumento significativo de la calificación, teniendo en cuenta que la mayoría son ácidos catalogados con las más altas numeraciones por el efecto que generan en los elementos ambientales como agua, suelo, fauna, población, entre otros, que son valorados con cinco y tres como impactos medios y altos.

El método estándar y el método del Laboratorio del Dr. Calderón presentan calificaciones intermedias con valores entre 94 y 75 ya que presentan una cantidad entre seis y ocho reactivos que en su mayoría no generan impacto en ningún elemento ambiental y al mismo tiempo cuentan con ácidos como clorhídrico y nítrico que son valorados con calificaciones de impacto alto en los elementos de agua, suelo y población entre otros.

Los resultados se muestran en la siguiente gráfica:

Gráfico 8. RESULTADOS MATRIZ CAUSA –EFECTO FÓSFORO TOTAL



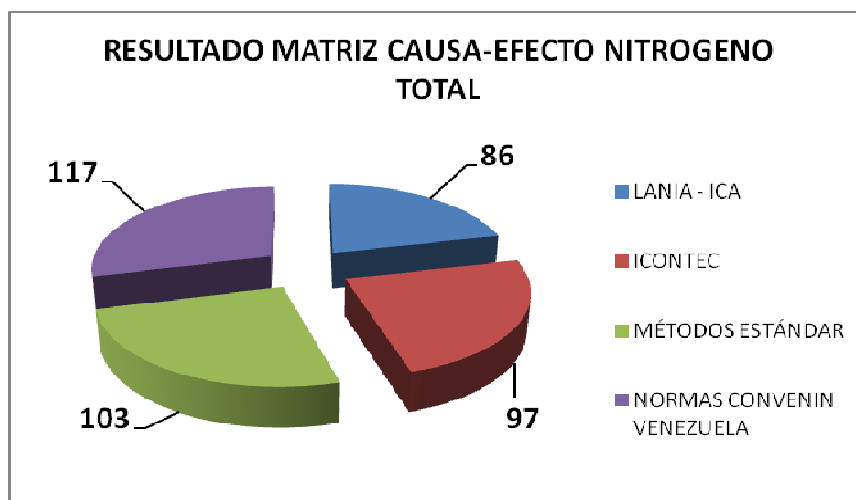
b) Matriz Causa – Efecto Nitrógeno Total

Los resultados obtenidos en la sumatoria total de la calificación de cada uno de los diferentes procedimientos comparados para determinar nitrógeno total (Ver **Anexo 8.**) permiten concluir que la técnica analítica que genera un menor impacto a los elementos ambientales es la técnica del LANIA – ICA, presentando un valor de 86 ya que esta técnica solo utiliza dos ácido en comparación con las demás, generando así bajas calificaciones de impactos altos, además los otros reactivos que intervienen en el procedimiento son de un impacto medio, afectando solo los elementos de suelo y de agua en su mayoría.

Por otra parte los métodos propuestos por las normas CONVENIN de Venezuela y por el Método Estándar son las que mayor valoración presentan con puntuación de 117 y 103 respectivamente, causada por la cantidad de reactivos utilizados que oscila entre 10 y 12 sustancias las cuales así generen un impacto medio o bajo en los elementos ambientales la sumatoria va a ser mayor en comparación con los demás, se debe tener en cuenta que la presencia de ácidos también aumenta considerablemente la calificación ya que impactan casi todos los elementos ambientales y la sumatoria individual de estos reactivos oscila entre 20 y 25 puntos concluyendo que son reactivos muy importantes para el proceso.

Finalmente el método del ICONTEC se encuentra en un rango medio con una puntuación de 97, determinada por la menor cantidad de ácidos presentes en el proceso en comparación con los dos procedimientos anteriormente mencionados, además solo presenta 3 reactivos con puntuaciones individuales mayores de 10 puntos, es decir reactivos que impactan de manera alta o media los elementos ambientales como suelo, agua, vegetación y población entre otros. Los resultados se muestran en la siguiente gráfica:

**Gráfico 9. RESULTADOS MATRIZ CAUSA – EFECTO
NITRÓGENO TOTAL**



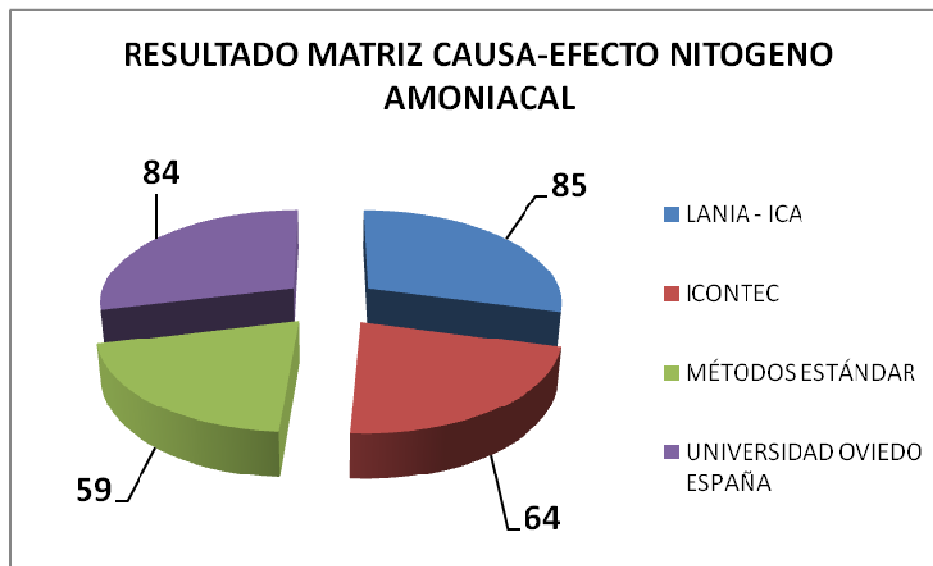
c) Matriz Causa – Efecto **Nitrógeno Amoniacal**

Los resultados obtenidos por la sumatoria de calificación de cada uno de los reactivos y la sumatoria total de estos valores identificando el método que impacta en mayor o en menor cantidad los elementos ambientales (Ver **Anexo 9.**) permitieron concluir que la técnica analítica que genera un menor impacto es la técnica de Métodos Estándar, presentando una calificación de 59 puntos con la presencia de un solo ácido y de dos reactivos que generan impacto a los elementos ambientales con valoración de 1, es decir, impactos bajos, y el no uso de Etanol en el análisis que es uno de los reactivos que genera gran calificación.

El método que sigue en orden de menor a mayor en la calificación es el del ICONTEC, utilizando la misma cantidad de reactivos que la técnica anterior, presenta Etanol en su proceso, valorando el impacto de los elementos como aire, agua y suelo entre otros con 5 es decir impacto alto, además, utiliza ácido clorhídrico que es valorado en la sumatoria individual con 23, afectando elementos como población, vegetación, agua entre otros.

Finalmente los métodos de la universidad de Oviedo – España y el método del LANIA calificados con 84 y 85 respectivamente, son los métodos con más valoración por la utilización de más de tres ácidos en sus procesos como clorhídrico y sulfúrico con puntuación individual mayor a 20, además los elementos que se ven más afectados por los reactivos utilizados son suelo, agua, vegetación y población por el peligro que representan a la salud humana. Los resultados se muestran en la siguiente gráfica:

**Gráfico 10. RESULTADOS MATRIZ CAUSA – EFECTO
NITROGENO AMONIACAL**

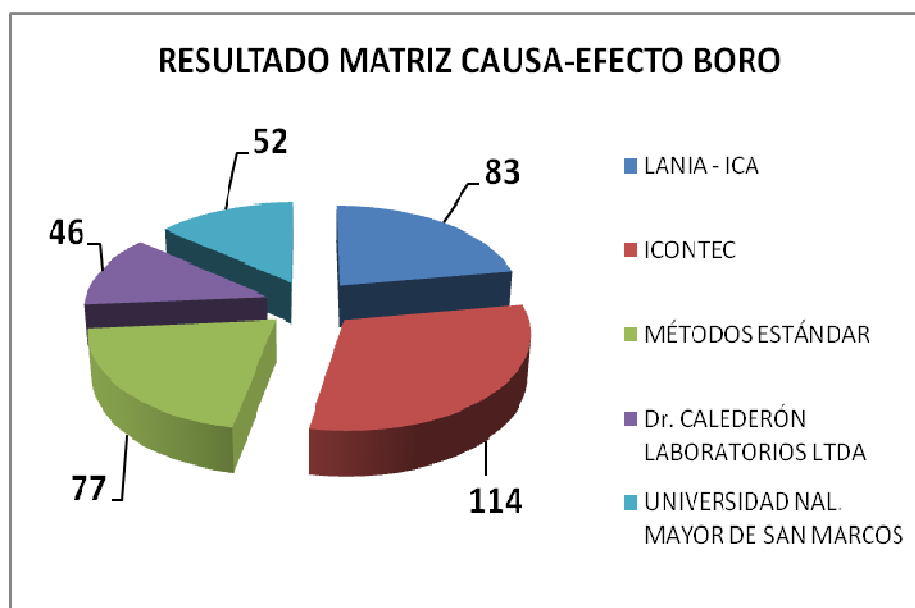


d) Matriz Causa – Efecto Boro

Los resultados obtenidos por la sumatoria de calificación de cada uno de los reactivos valorando el posible impacto que pueden generar las sustancias en los elementos ambientales (Ver **Anexo 10.**), permiten concluir que la técnica analítica que genera un menor impacto a los elementos ambientales es la técnica del Método Quinalizarina realizado por el Dr. Calderón Laboratorios Ltda., con una calificación de 46 puntos en comparación con los demás procedimientos, debido al uso de solo tres reactivos, teniendo en cuenta que entre estos se encuentra el ácido sulfúrico con una calificación individual de 25, demostrando su importancia ambiental, los datos son compensados con el valor presentado por el reactivo de la Quinalizarina que solo presenta impacto en el elemento de población por su característica de peligrosidad al contacto con él, pero no se han comprobado efectos ambientales en los demás recursos.

Por otra parte los métodos determinados por la Universidad Mayor de San Marcos de Perú y en el Método Estándar presentan una calificación media con valores de 52 y 77 respectivamente, mostrando el uso de más de 2 ácidos en sus procesos y entre 4 y 5 sustancias con valoraciones individuales entre 20 y 25 puntos evidenciando impactos en los elementos Fauna, Agua, Suelo, Aire entre otros, finalmente los puntajes más altos se presentaron en los métodos del ICONTEC y del LANIA con valoración de 114 y 83 respectivamente, demostrando el uso de más de 4 ácidos en el proceso con calificaciones individuales de 15, 20 y 23 entre otros, evidenciando el impacto a recursos o elementos ambientales como Agua, Suelo y Población en su mayoría con impacto alto y medio. Los resultados se muestran en la siguiente Gráfica:

Gráfico 11. RESULTADOS MATRIZ CAUSA- EFECTO DE BORO



2.2.2.3 Análisis resultados Matriz de Importancia Protocolos Seleccionados

Para dar la calificación a la matriz de importancia, se tuvo en cuenta los criterios de calificación establecidos en el numeral 2.1.4.2. Se reviso detalladamente los resultados obtenidos en la matriz de causa – efecto lo cual permitió dar una calificación objetiva según los parámetros establecidos en la metodología, lo cual permitió evidenciar los impactos de manera global para cada procedimiento.

a) Matriz Importancia Fósforo Total

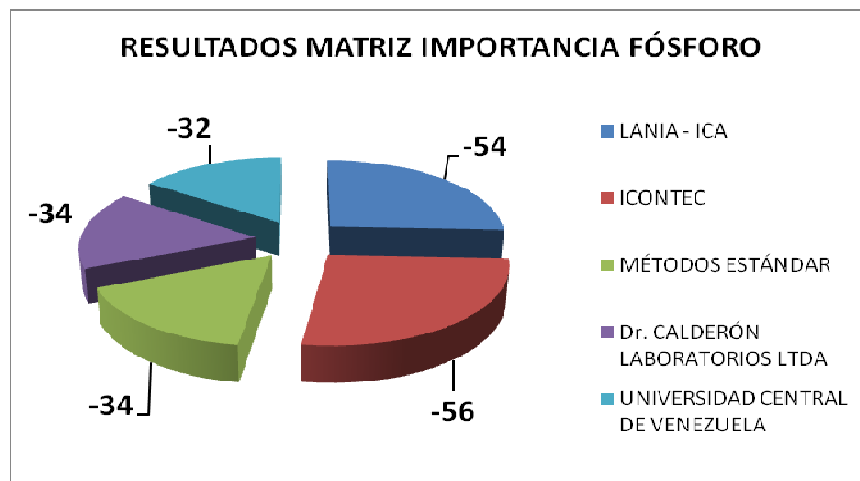
Los resultados obtenidos basados en los parámetros establecidos en la metodología de la Matriz de Importancia (Ver **Anexo 11.**) permiten concluir que la técnica más limpia es la de Universidad Central de Venezuela con una calificación de 32 puntos, determinando baja importancia del efecto ambiental del procedimiento y ubicándose en el rango de Impacto Moderado (M), así como los métodos del Dr. Calderón Laboratorios Ltda. y Métodos Estándar que fueron catalogados con 34 puntos encontrándose en el mismo rango de la técnica seleccionada.

Estos tres procedimientos solamente se diferencian en la calificación que se les dio al núcleo de Reversibilidad en donde se expresa la posibilidad de reconstrucción del impacto causado, siendo menor en la técnica de la Universidad Central por los reactivos que utiliza y por los elementos ambientales que estos afectan.

Por otra parte los métodos del ICONTEC y del LANIA manejan puntuaciones de 56 y 54 respectivamente catalogándose en el rango de Impacto Severo, demostrando que estos procedimientos son de gran importancia ambiental por el efecto que causan a los elementos analizados.

Los resultados se pueden evidenciar en la siguiente gráfica:

Gráfico 12. RESULTADOS MATRIZ DE IMPORTANCIA FÓSFORO TOTAL



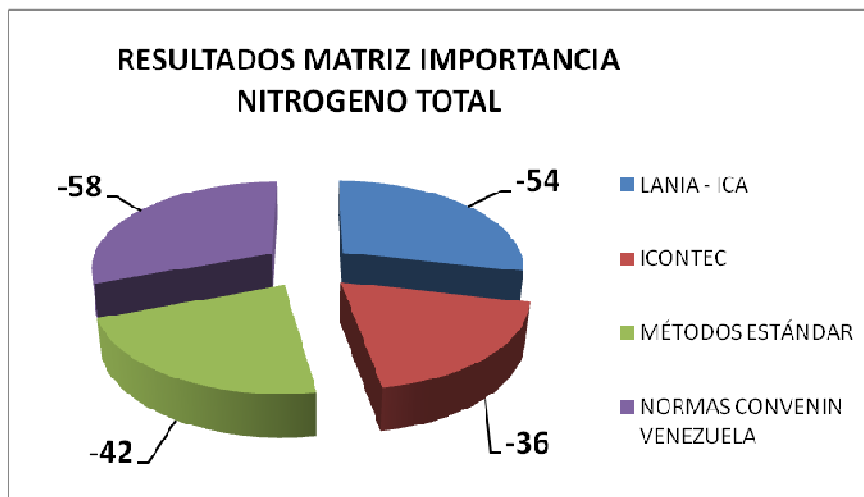
b) Matriz Importancia Nitrógeno Total

Los resultados obtenidos basados en los parámetros establecidos en la metodología de la matriz de importancia (Ver **Anexo 12.**), permiten concluir que la técnica más limpia es de la ICONTEC con una calificación de 36 puntos siendo la que menos importancia en los efectos ambientales genera, ubicándose en el rango de Impacto Moderado (M), ya que las puntuaciones de los núcleos de intensidad, extensión y momento muestran una valoración baja, basadas en el criterio de utilización de reactivos que generan algún impacto a los elementos ambientales.

Por otra parte los métodos de las Normas Convenin de Venezuela y la del LANIA, muestran las valoraciones más altas con puntuación de 58 y 54 respectivamente, catalogándose en el rango de Impacto Severo, causados por las altas calificaciones en los núcleos de Intensidad, Momento y Periodicidad entre otros, por la utilización de una gran variedad de reactivos que generan determinados impactos en los elementos ambientales.

Los resultados se pueden evidenciar en la siguiente gráfica:

**Gráfico 13. RESULTADOS MATRIZ DE IMPORTANCIA
NITROGENO TOTAL**



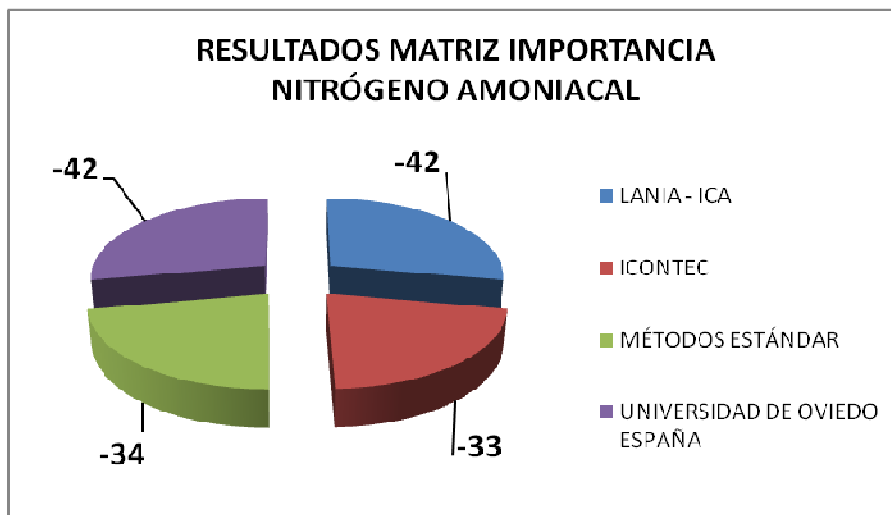
c) **Matriz Importancia Nitrógeno Amoniacal**

Los resultados obtenidos basados en los parámetros establecidos en la metodología de la matriz de importancia (Ver **Anexo 13.**), permiten concluir que la técnica más limpia es la de ICONTEC, con una valoración de 33 puntos, ubicándose en el rango de Impacto Moderado (M), ya que los núcleos de Intensidad y Momento presentan una baja valoración, generando una diferencia cuantitativa considerable con relación a los demás procedimientos.

Por otra parte los métodos del LANIA y de la Universidad de Oviedo presentan una calificación de 42 puntos ubicando el impacto en un grado Moderado, identificando estos procedimientos como los de mayor importancia ambiental por los efectos que generan, los reactivos y el desarrollo del análisis, a los diferentes elementos ambientales.

Los resultados se pueden evidenciar en la siguiente gráfica:

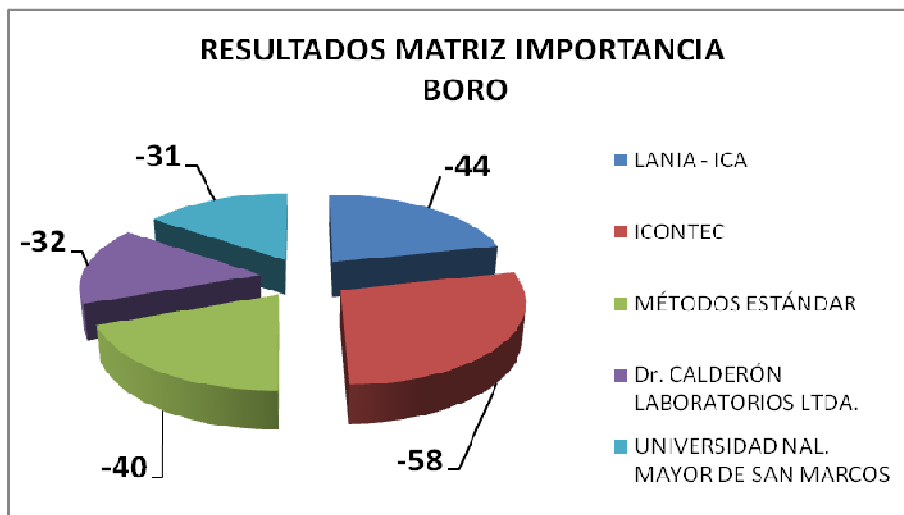
**Gráfico 14. RESULTADOS MATRIZ DE IMPORTANCIA
NITRÓGENO AMONIACAL**



d) Matriz Importancia Boro

Los resultados obtenidos basados en los parámetros establecidos en la metodología de la matriz de importancia (Ver **Anexo 14.**), permiten concluir que la técnica más limpia es la de la Universidad de San Marcos, con una puntuación de 31, catalogando el procedimiento en el rango de Impacto Moderado, evidenciando bajas calificaciones en los núcleos de Periodicidad, Intensidad y Sinergia en comparación con los demás, esto se debe a la información adquirida por la matriz causa – efecto donde se puede saber la cantidad de reactivos que utiliza y el efecto ambiental que puede generar la sustancia para conocer la importancia ambiental de cada análisis según su metodología. Por otra parte los métodos de ICONTEC, LANIA y Métodos Estándar presentan una calificación de 58, 44 y 40 puntos respectivamente, demostrando que el ICONTEC es un proceso de gran importancia ambiental ya que se considera Impacto Severo por los altos valores en el núcleo de Intensidad por el grado de destrucción que causan los reactivos utilizados en el procedimiento estipulados en la matriz causa – efecto. Los resultados se pueden evidenciar en la siguiente gráfica:

**Gráfico 15. RESULTADOS MATRIZ DE IMPORTANCIA
BORO**



2.2.2.4 Análisis de Resultados de la Matriz de Ponderación Protocolos Propuestos

La Matriz de Evaluación por Ponderaciones (Ver **Gráfico 17.**) se realizó para poder identificar ventajas y desventajas en aspectos técnicos, ambientales entre otros, de los métodos seleccionados a comparar con los cuatro análisis más impactantes realizados en el LANIA, identificando las técnicas más limpias con posibilidades de ser implementadas para modificar las metodologías que actualmente se utilizan en el Laboratorio y que generen algún impacto ambiental, teniendo en cuenta los resultados de los demás medios de evaluación ambiental (Matriz Causa – Efecto, Matriz Importancia).

La matriz de Ponderaciones evaluó núcleos propuestos por el investigador, los cuales presentaron una variedad de ítems que fueron calificados por medio de una escala, en este caso entre cero (0) y uno (1), con cero aquellos ítems que necesitaran por ejemplo menos recursos o que generan menos impactos ambientales y con uno (1) los ítems que necesitarán por ejemplo más recursos o que generarán mayores impactos en elementos como aire, agua, etc.

Esta calificación permitió que la evaluación fuera de forma global y objetiva en su valoración sin puntos medios. Cada ítem especificó dos condiciones y estableció en qué momento se calificará con la escala ya mencionada, determinando si el procedimiento cumplía o no la condición.

De acuerdo a la descripción anterior de calificación, los ítems que obtuvieron la ponderación más baja fueron los procedimientos considerados como los mejores en relación a los demás y por lo tanto fueron los métodos que se consideraron como técnicas analíticas más limpia en esta metodología de evaluación, para que posteriormente estos resultados en conjunto con los resultados de las demás metodologías de evaluación ambiental definieran de manera concluyente cuales iban a ser los mejores protocolos y los más amigables con el medio ambiente.

La matriz de ponderación se realizó a cada una de las opciones que se contemplaron para la comparación de las cuatro metodologías seleccionadas, en total la cantidad de matrices que se generaron fueron 18 las cuales se podrán visualizar en los **Anexos 15 - 18**.

Grafico 16. Ejemplo Matriz de Ponderación

FOSFORO TOTAL	DETERMINACION DE FOSFORO TOTAL - METODO LANIA						
NUCLEO	IMPACTO						
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	(5/6)
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	
VALOR	10	5	2	9	5	6	
PONDERACION	1	1	0	1	1	1	
NUCLEO	RECURSOS NECESARIOS						TOTAL
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N		(1/5)
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S		
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1		
VALOR	NO	SI	65	SI	SI		
PONDERACION	0	1	0	0	0		
NUCLEO	INFORMACIÓN		PONDERACION TOTAL				
	F.B	TOTAL					
UNIDADES	N/S	(1/1)	(7/12)				
ESCALA	0 - 1						
VALOR	NO						
PONDERACION	1						

Fuente: Autores

De acuerdo a la anterior información, los núcleos que se tuvieron en cuenta para la evaluación de cada alternativa fueron tres en total, cada uno con diferente cantidad de ítems o de puntos a calificar, los cuales serán explicados detalladamente a continuación mostrando la descripción de cada uno, la escala en que se pondero el ítem, las unidades y el valor que se debe poner en la casilla de valor.

Los núcleos establecidos se muestran a continuación:

1. NUCLEO IMPACTO

Este núcleo evalúa que procedimiento genera el menor impacto a los recursos naturales más importantes como agua, aire y suelo, además determina los posibles impactos a la salud de la población y que proceso presenta gran cantidad de reactivos siendo el que más impacto genera. Los ítems que se tuvieron en cuenta son los siguientes:

a) Número de Reactivos Utilizados (RU)

Indica la cantidad de reactivos que utiliza cada procedimiento determinando si utiliza más de cinco o menos de cinco reactivos, considerando más contaminante el procedimiento o técnicas que maneje más reactivos.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: Unid.
- Casilla VALOR: Se ingresa la cantidad de reactivos que son utilizados en cada procedimiento, determinados en las matrices de Causa - Efecto de cada análisis.
- Ponderación:

0 ----- **<** 5 (menos de cinco reactivos utilizados en cada procedimiento)

1 ----- **>** 5 (más de cinco reactivos utilizados en cada procedimiento)

b) Número de Sustancias Ácidas utilizadas en el proceso (SA)

Indica la cantidad de reactivos ácidos que se utilizan en cada procedimiento, teniendo en cuenta que estas sustancias son las de mayor impacto generan al ambiente, determinando si las técnicas seleccionadas manejan más de cinco o menos de cinco de estas sustancias nocivas.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: Unid.
- Casilla VALOR: En esta casilla se ubicará la cantidad de reactivos ácidos que el procedimiento utilice, adquiriendo la información de la matriz de Causa – Efecto según sea la técnica a evaluar.
- Ponderación:
 - 0 ---- < 5 (menos de cinco ácidos utilizados en cada procedimiento).
 - 1 ---- > 5 (más de cinco ácidos utilizados en cada procedimiento).

c) Componente Aire:

Este ítem evalúa la cantidad de reactivos que según la información de las hojas de seguridad y el Anexo C, afectan el recurso Aire cuando presentan un manejo inadecuado o en el momento de realizar la práctica. Identifica las técnicas que presentan más de cinco o menos de cinco reactivos impactantes al aire.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: Unid.
- Casilla VALOR: En esta casilla se pone la cantidad de reactivos que generen algún nivel de impacto (Alto, Medio, Bajo) en el recurso Aire que está presente en la matriz Causa – Efecto, según sea el procedimiento que se esté evaluando.
- Ponderación:
 - 0 -----< 5 (menos de cinco reactivos que impactan el aire por procedimiento).
 - 1 -----> 5 (más de cinco reactivos que impactan el aire por procedimientos).

d) Componente Agua:

Este ítem evalúa la cantidad de reactivos que según la información de las hojas de seguridad y el Anexo C, afectan el recurso Agua cuando presentan un manejo inadecuado o en el momento de realizar la práctica. Identifica las técnicas que presentan más de cinco o menos de cinco reactivos impactantes al agua.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: Unid.
- Casilla VALOR: En esta casilla se pone la cantidad de reactivos que generen algún nivel de impacto (Alto, Medio, Bajo) en el recurso Agua que está presente en la matriz Causa – Efecto, según sea el procedimiento que se esté evaluando.
- Ponderación:
 - 0---<5 (menos de cinco reactivos que impactan el agua por procedimiento).
 - 1--->5 (más de cinco reactivos que impactan el agua por procedimientos).

e) Componente Suelo:

Este ítem evalúa la cantidad de reactivos que según la información de las hojas de seguridad y el Anexo C, afectan el recurso Suelo cuando presentan un manejo inadecuado o en el momento de realizar la práctica. Identifica las técnicas que presentan más de cinco o menos de cinco reactivos impactantes al suelo.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: Unid.
- Casilla VALOR: En esta casilla se pone la cantidad de reactivos que generen algún nivel de impacto (Alto, Medio, Bajo) en el recurso Suelo que está presente en la matriz Causa – Efecto, según sea el procedimiento que se esté evaluando.
- Ponderación:
 - 0---<5 (menos de cinco reactivos que impactan el suelo por procedimiento).
 - 1--->5 (más de cinco reactivos que impactan el suelo por procedimientos).

f) Salud:

Este ítem evalúa si el procedimiento utiliza menos o más de tres reactivos con calificación de impacto Alto (5) en el ítem de Población, de acuerdo a los datos generados en la matriz de Causa-Efecto según sea la técnica que se esté evaluando.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: Unid.
- Casilla de VALOR: En esta casilla se pone la cantidad de reactivos que presentan la valoración de 5 como impacto alto en la matriz de Causa – Efecto, según sea el proceso a evaluar.
- Ponderación:
 - 0 ----- < 3 (Utiliza menos de Tres reactivos de la tabla.)
 - 1 ----- > 3 (Utiliza Tres o más reactivos de la tabla.)

2. NUCLEO RECURSOS NECESARIOS

Este núcleo determina que procedimiento o alternativa presentan ventajas o desventajas en los aspectos de los recursos que necesita cada procedimiento para poder llevarse a cabo como son requerimientos electrónicos, complejidad del proceso, compatibilidad de la alternativa con las instalaciones del LANIA si en algún momento se llegará a implementar y la accesibilidad de los reactivos en cuanto al control legal en su comercialización, ya que son reactivos de alta peligrosidad en su mayoría. Los ítems que se tuvieron en cuenta son los siguientes:

g) Requerimientos Electrónicos utilizando equipos en el análisis (R.E)

Se evalúan los requerimientos electrónicos de cada alternativa seleccionada para determinar si el procedimiento necesita algún tipo de equipo, pudiendo determinar si el análisis es posible desarrollarlo de forma manual o necesariamente de forma automatizada.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: NO/SI
- Casilla de VALOR: En esta casilla se determina si el procedimiento SI requiere o NO requiere el uso de equipos electrónicos en alguna etapa del proceso para la determinación del elemento químico que se desee.
- Ponderación:
 - 0** ---- No requiere equipos electrónicos “NO”
 - 1** ---- Requiere equipos electrónicos “SI”

h) Utiliza Acido Sulfúrico en el procedimiento (AS)

Este ítem determina si el proceso requiere el uso de Acido Sulfúrico en alguna etapa del análisis, conociendo que este reactivo es uno de los más peligrosos y de mayor cuidado por los efectos que causa en el ambiente y en salud. Se puede conocer su uso por medio de la matriz Causa – Efecto de cada análisis.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: NO/SI
- Casilla de VALOR: En esta casilla se determina si el procedimiento SI requiere o NO acido sulfúrico en alguna etapa de todo el análisis.
- Ponderación:
 - 0** ---- No requiere uso de acido sulfúrico “NO”
 - 1** ---- Requiere uso de acido sulfúrico “SI”

i) Operatividad

En este ítem se determina la complejidad del procedimiento analítico, si es complejo en un rango de 71 – 100 %, y si es sencillo en un rango entre 0 – 70 %, logrando establecer la facilidad de que cualquier profesional del laboratorio pueda desarrollar la técnica o por el contrario se dificulte por la presencia de etapas complicadas.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: %
- Casilla de VALOR: En esta casilla se pone el porcentaje, en que según el evaluador y con la información detallada de cada procedimiento, se puede ubicar el análisis, si es sencillo o si es complicado, siendo el 100% el valor máximo de dificultad.
- Ponderación:
 - 0** ---- Si el proceso es sencillo se encuentra entre 0 – 70%
 - 1** ---- Si el proceso es complicado se encuentra entre 71 - 100%

j) Compatibilidad de la Metodología. (C.M)

En este ítem se determina la posibilidad de SI se ajustan o NO, las diferentes técnicas que se están evaluando a las instalaciones del laboratorio LANIA, teniendo en cuenta si los equipos que se utilizan los posee el LANIA, si el espacio es el necesario, entre otras cosas.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: NO/SI
- Casilla de VALOR: En esta casilla de pone si la técnica o procedimiento tiene la posibilidad de ajustarse o no a las instalaciones según sea el criterio del evaluador, basado en el protocolo ya establecido.
- Ponderación:
 - 0** --- La metodología se ajusta a las instalaciones del LANIA “SI”
 - 1** --- La metodología no se ajusta a las instalaciones de LANIA “NO”

k) Autoridad Nacional (A.N)

En este ítem se determina que procedimientos utilizan algunos reactivos controlados por alguna autoridad nacional como la Dirección Nacional de Estupefacientes en cuanto a su comercialización y su uso.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: NO/SI
- Casilla de VALOR: En la casilla se determina si el procedimiento utiliza algún reactivo que se encuentre controlado por alguna Autoridad Nacional en especial Estupefaciente.
- Ponderación:
 - 0** ---- Los reactivos son controlados por la Autoridad Nacional (SI)
 - 1** ---- Los reactivos no son controlados por la Autoridad Nacional (NO)

3. NUCLEO: INFORMACIÓN.

Este núcleo busca determinar la accesibilidad a la información bibliográfica en donde se muestra cada protocolo o procedimiento de forma detallada por etapas, con cantidades y equipos necesarios para su ejecución. Teniendo en cuenta todas las fuentes bibliográficas existentes como son libros, internet, normas documentadas solo por las bibliotecas de las instituciones, entre otros.

I) Fuente Bibliográfica (F.B)

En este ítem se pretende identificar la accesibilidad a la información por parte del público en general, determinando si los documentos se encuentran por vía electrónica, libros, bibliotecas entre otros, o por el contrario son documentos confidenciales, controlados, que necesitan ser comprados para poder acceder a ellos.

- ESCALA: 0 – 1 UNIDADES: NO/SI
- Casilla de VALOR: En esta casilla se determina si el procedimiento es de fácil adquisición o acceso al público o por el contrario son confidenciales.
- Ponderación:
 - 0** --- Los procedimientos son de fácil acceso público (SI)
 - 1**--- Los procedimientos son confidenciales y no tienen fácil acceso al público (NO).

ESCALA DE CALIFICACIÓN TOTAL:

Para la evaluación de la matriz de ponderación se establecieron tres (3) núcleos los cuales cada uno de ellos cuenta con ítems, para un total de doce (12) ítems, lo cual permite determinar la valoración de la peor y la mejor alternativa estableciendo la mejor técnica, demostrando un análisis de laboratorio limpio y amigable con el medio ambiente.

Tabla 15. Criterios de Calificación Matriz de Ponderación

CRITERIO	RESULTADO
0 – 4	Técnicas con posibilidad de aplicarse.
5 – 8	Técnicas que necesitan cambios y revisiones.
9 – 12	Técnicas NO convenientes.

- Análisis de Resultados matrices de Ponderación Protocolos a Comparar

Los resultados que se obtuvieron en las matrices de ponderación se agruparon en las cuatro determinaciones seleccionadas en el numeral 2.1.4.3, logrando establecer que protocolo o procedimiento es el que tiene mayores ventajas en comparación con los otros presentando el valor más bajo de calificación, teniendo en cuenta la escala y rango que se mostro en la Tabla 15.

- a) Matriz de Ponderación Fosforo Total:

Para evaluar las diferentes alternativas para determinar Fosforo Total se realizaron cinco matrices de ponderaciones, en donde cada una determinaba la calificación de los tres núcleos establecidos según las características de cada alternativa seleccionada. De acuerdo con la Tabla 15. Donde se muestran los rangos de calificación de la matriz, existen dos alternativas que se encuentran en el criterio

de Técnicas con posibilidades de aplicarse, cada una con calificación Total de 4/12, perteneciendo a los procesos planteados por la Universidad Central de Venezuela y del Dr. Calderón Laboratorios LTDA.

Se identificó la valoración de cada núcleo de estas dos alternativas en las matrices de ponderación que se muestran en el *Anexo 15*, evidenciando un subtotal de 1/6 en el Núcleo de Impacto en ambas matrices, demostrando el bajo impacto al ambiente que genera el desarrollo de cualquiera de estas dos alternativas dando como resultado la mayoría de las ponderaciones en cero (0); en el núcleo de Recursos Necesarios se presentó un subtotal de 3/5 demostrando que es el aspecto en donde más se generan desventajas en ambas alternativas con ponderaciones en su mayoría de uno (1); por último el núcleo de Información muestra un subtotal de 0/1 demostrando que la base de datos para ambos procedimientos es accesible para el público en general.

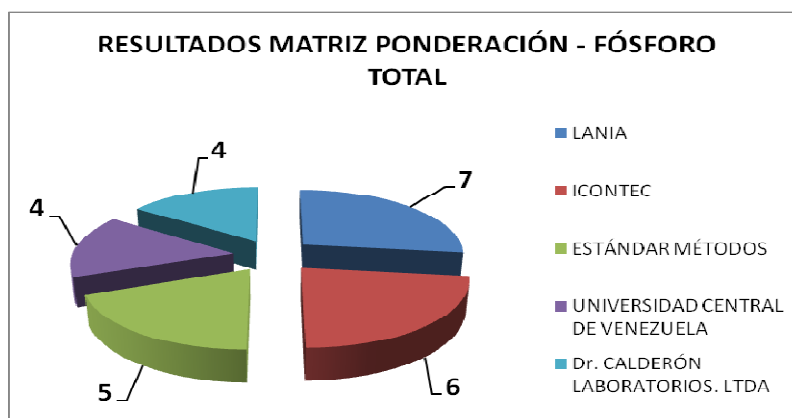
Por otra parte las tres alternativas restantes planteadas por los Métodos Estándar, ICONTEC y LANIA, se agruparon en el criterio de las Técnicas que necesitan Cambios y Revisiones, presentaron calificaciones de 5,6 y 7 respectivamente, evidenciando sus resultados en el *Anexo 15*, en donde la alternativa del LANIA mostro la valoración más alta en relación con las demás y una calificación en el núcleo de Impacto de 5/6 con ponderaciones en su mayoría de 1, presentando una desventaja marcada en el posible impacto ambiental que puede causar el desarrollo de esta alternativa, siendo la última opción para aconsejar o proponer; en los núcleos de Recursos Necesarios y de Información se obtuvieron subtotales de 1/5 y 1/1 respectivamente, evidenciando que no son de importancia los recursos que se utilizan para desarrollar el procedimiento y que por el contrario la accesibilidad para adquirir esta técnica es muy limitada por lo que es información confidencial.

Las matrices de ponderación del ICONTEC y de los Métodos Estándar muestran una valoración en el núcleo de Impacto de 3/6 demostrando que son técnicas que generan impactos ambientales de forma moderada – alta y que con modificaciones y con revisiones podrían tener la posibilidad de ser técnicas más

limpias; por otra parte el núcleo de Recursos Necesarios muestra una diferencia de un punto entre las dos alternativas entre 3 y 2, evidenciando que son técnicas que requieren recursos de manera significativa categorizándolas como alternativas intermedias; por ultimo en el núcleo de Información con subtotales de 0/1 se evidencia que las dos son técnicas o procedimientos que son accesibles al público en general en medio magnético o en diferente bibliografía.

Los resultados obtenidos de las matrices de ponderación se pueden evidenciar en la siguiente gráfica:

Gráfico 17. RESULTADOS MATRIZ PONDERACIÓN FÓSFORO TOTAL



b) Matriz de Ponderación Nitrógeno Total:

Para evaluar las diferentes alternativas que determinan Nitrógeno Total, se realizaron cuatro matrices de ponderación en donde se evalúa cada opción según los núcleos que se plantearon para determinar cual presentaba menos desventajas que las demas.

Según los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la Tabla 15. que categorizó las alternativas en diferentes rangos, identificando que no existe ninguna opción que este catalogada en el criterio de Técnica con posibilidad de aplicarse por la calificación que presentaron, ya que superan el rango de cero a cuatro.

Por otra parte las cuatro alternativas que se evaluaron en el Anexo 16, se ubicaron en el rango de 5 a 8 como Técnicas que necesitan cambios y Revisiones,

pero la que genero la menor calificación fue la alternativa de los Métodos Estandar con una valoración de 5/12, presentando en el núcleo de Impacto una calificación de 3/6, lo que demostró que no es una técnica apta para aplicar por que genera impactos considerables resultado de las ponderaciones en su mayoría de 1; en el núcleo de Recursos Necesarios se evidencia una calificación de 2/5 mostrando que esta técnica tiene ventaja sobre las demas por los bajos recursos utilizados y en el núcleo de Información se presentó el valor mas bajo de 0/1, demostrando que esta técnica es de accesibilidad amplia para toda clase de publico.

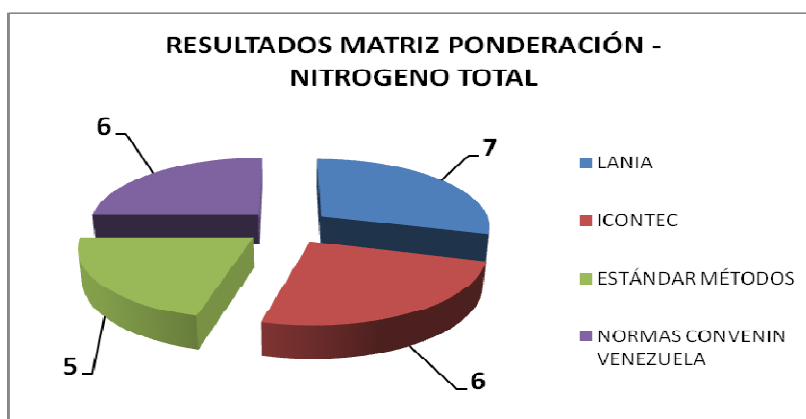
Por otra parte las matrices de ponderación de las alternativas establecidas por las Normas Convenin de Venezuela y por el ICONTEC presentaron un valor Total de 6/12, siendo alternativas que se encuentran en el rango de procedimientos que necesitan ser mejorados y revisados, ya que presentaron en el núcleo de Impacto la calificación de 4/6 y 3/6 respectivamente, evidenciando la importancia que presenta el impacto ambiental que genera el desarrollo de la técnica de las Normas Convenin ya que muestra mas ponderaciones con valoración de uno (1) que la otra alternativa; en el núcleo de Recursos Necesarios se obtuvo para las Normas Convenin una valoración de 2/5 y para el ICONTEC el subtotal de 3/5, dando mayor significancia al último procedimiento ya que necesita más recursos para lograr desarrollar la técnica que se propone; por último en el núcleo de información las dos técnicas presentaron un subtotal de 0/1, demostrando que son técnicas que se pueden consultar de manera sencilla, ya que se encuentran a disposición del publico en general.

Finalmente la técnica o procedimiento que presentó la calificación mas alta de las cuatro alternativas con un puntaje de 7/12 fue del LANIA, mostrando que es una propuesta que presenta muchas desventajas en el núcleo de Impacto con un subtotal de 4/6 que tuvo varias ponderaciones con calificación de 1, señalando que es una tecnica que impacta los recursos naturales de forma significativa en relación a las demas propuestas; en el núcleo de Recursos Necesarios mostro un subtotal de 2/5 similar a la calificación de otras alternativas analizadas

anteriormente, demostrando que es un núcleo que no define de forma significativa las desventajas de una técnica, ya que en este caso no son necesarios muchos recursos para el desarrollo de esta técnica y finalmente el núcleo de Información presento un puntaje de 1/1 revelando que es una tecnica complicada de adquirir por ser información confidencial que solo personal autorizado puede consultar por pertenecer a una entidad del estado y por ser procedimientos que evaluan la calidad de productos que son comercializados a nivel nacional.

Los resultados obtenidos en las cuatro matrices de ponderación se pueden evidenciar en la siguiente gráfica:

**Gráfico 18. RESULTADOS MATRIZ PONDERACIÓN
NITRÓGENO TOTAL**



c) Matriz de ponderación Nitrógeno Amoniacal

Para poder analizar las alternativas que determinan Nitrógeno Amoniacal fue necesario desarrollar cuatro matrices de ponderación en donde se calificaba cada opción según los tres núcleos establecidos en la metodología, logrando evidenciar los resultados obtenidos en los *Anexos 17*.

Al evaluar todas las técnicas se pudo determinar que existe una opción que se ubica en el rango de Técnica con posibilidad de aplicarse perteneciendo al procedimiento desarrollado por la Universidad de Oviedo en España con una valoración total de 4/12, presentando en el núcleo de Impacto un subtotal de 2/6 demostrando que en el núcleo más importante de la matriz de ponderación, esta

propuesta presenta muchas ventajas por los bajos impactos ambientales que podría causar en el momento de realizar el análisis; en el núcleo de Recursos Necesarios el subtotal que se obtuvo fue 2/5, demostrando que no son necesarios demasiados recursos técnicos y físicos para lograr desarrollar esta técnica en cualquier laboratorio; en el núcleo de Información se obtuvo un valor de 0/1 lo que demuestra la accesibilidad de la técnica al público en general y su fácil adquisición por parte de cualquier institución que desee desarrollar este procedimiento.

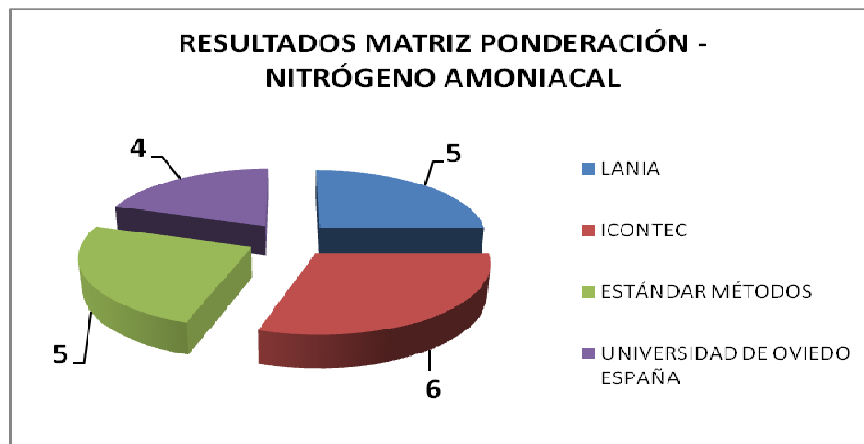
Por otra parte se presentaron dos alternativas con don puntajes totales de 5/12, como es la de LANIA y Métodos Estándar, ubicándolas en el criterio de Técnicas que necesitan ser revisadas y mejoradas, demostrando los resultados en las calificaciones de los núcleos como en el núcleo de Impacto los subtotales fueron 2/6 y 3/6 respectivamente, donde se evidencia que la opción de Métodos Estándar presenta más impactos a los recursos naturales que la alternativa del LANIA, demostrando que este núcleo es de gran importancia para la calificación de la matriz; en el Núcleo de Recursos Necesarios se evidencia en las dos opciones una calificación de 2/5 dando una significancia mínima a los recursos o materiales que son necesarios en las dos alternativas para lograr desarrollar los procedimientos; en el núcleo de Información si existe una diferencia marca y es que en el LANIA el subtotal fue de 1/1, ya que es información confidencial que solo personal autorizado puede acceder a ella por ser perteneciente a una institución del estado, por el contrario el subtotal de Métodos Estándar fue de 0/1 demostrando la facilidad de adquisición de esta alternativa, encontrándola en información bibliográfica de forma sencilla.

Finalmente la alternativa con mayor puntaje es la que pertenece al ICONTEC con calificación de 6/12, ubicándola en el criterio de Técnica que necesita ser revisada y modificada, según las calificaciones de los núcleos, el de Impacto obtuvo un subtotal de 3/6 demostrando que genera alteraciones en el medio al momento de realizar la práctica; en el núcleo de Recursos Necesarios obtuvo una calificación de 3/5, bastante alta en comparación con las calificaciones de las demás

opciones, mostrando que son necesarios varios recursos para poder llevar a cabo esta alternativa; Por último el núcleo de Información, presento un subtotal de 0/1 ya que es información de fácil acceso al público.

Los resultados de las matrices se pueden evidenciar en la siguiente gráfica:

**Gráfico 19. RESULTADOS MATRIZ PONDERACIÓN
NITRÓGENO AMONICAL**



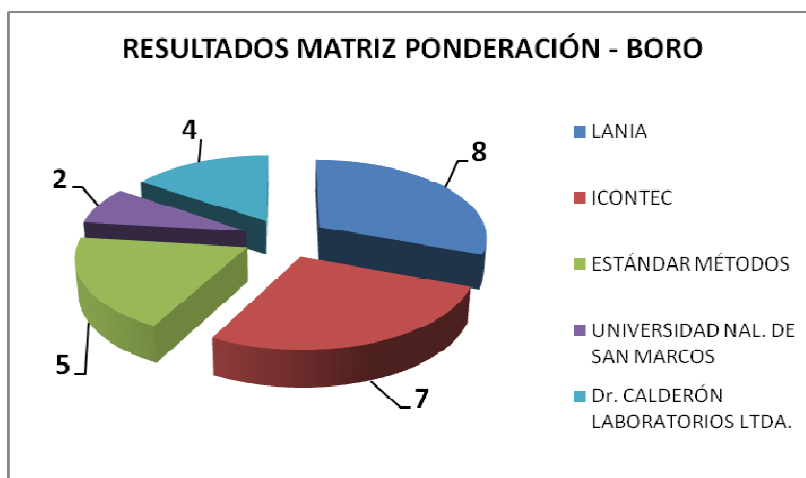
d) Matriz de ponderación Boro

Para poder analizar las alternativas que determinan Boro fue necesario desarrollar cinco matrices de ponderación en donde se calificaba cada opción según los tres núcleos establecidos en la metodología, logrando evidenciar los resultados obtenidos en el *Anexo 18*.

Al evaluar todas las técnicas se pudo determinar que existen dos opciones que se ubica en el rango de Técnica con posibilidad de aplicarse perteneciendo al procedimiento desarrollado por la Universidad Nacional de San Marcos y Dr Calderon Laboratorios Ltda. con una valoración total de 2/12 y 4/12 respectivamente, presentando la alternativa más baja en el núcleo de Impacto un subtotal de 0/6 y para la segunda opción la misma calificación en este núcleo demostrando que es el núcleo más importante de la matriz de ponderación, esta propuesta presenta muchas ventajas por los bajos impactos ambientales que

podría causar en el momento de realizar el análisis; en el núcleo de Recurso Necesarios el subtotal que se obtuvo en la primera opción fue de 2/5 y en la segunda opción fue de 4/5, demostrando que no son necesarios demasiados recursos técnicos y físicos para lograr desarrollar la primera opción por el contrario la segunda alternativa tiene un puntaje alto siendo el núcleo decisivo en el puntaje final; en el núcleo de Información las dos alternativas obtuvieron la misma puntuación de 0/1 lo que demuestra la accesibilidad de las técnicas al público en general y su fácil adquisición por parte de cualquier institución que desee desarrollar este procedimiento. Por otra parte se presentaron tres alternativas con puntajes totales de 5/12, 7/12 y 8/12 perteneciendo a las alternativas pertenecientes a el Estándar Métodos, LANIA y al ICONTEC, ubicándolas en el criterio de Técnicas que necesitan ser revisadas y mejoradas, demostrando los resultados en las calificaciones de los núcleos como en el núcleo de Impacto los subtotales fueron 2/6, 5/6 y 5/6 respectivamente, donde se evidencia que la opción de Métodos Estándar presenta menos impactos a los recursos naturales que las demás alternativas, demostrando que este núcleo es de gran importancia para la calificación de la matriz. Los resultados de las matrices se pueden evidenciar en la siguiente gráfica:

**Gráfico 20. RESULTADOS MATRIZ PONDERACIÓN
BORO**



2.2.3 Balances de materia para análisis de residuos

Esta etapa del proyecto se realizó teniendo en cuenta los análisis que se están comparando en cada una de las áreas, los cálculos realizados reflejan un modelo de la metodología que se debe seguir para el balance de materia, el cual busca conocer los posibles residuos que son generados en el desarrollo de cada una de las prácticas.

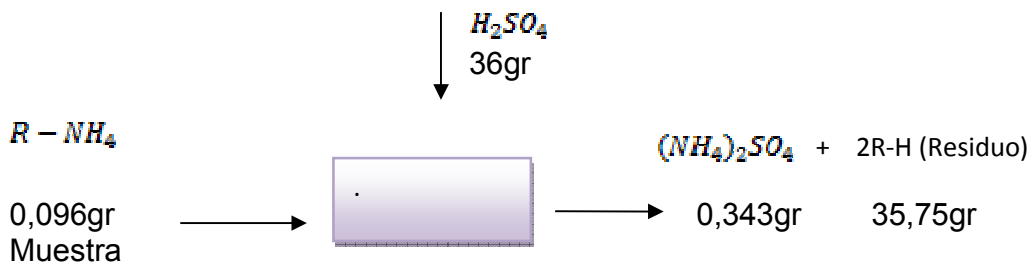
Para realizar los balances de materia se determinó la muestra que sería analizada, ya que en Colombia existen más de 3200 tipos de fertilizantes producidos y comercializados en todo el país²³, el fertilizante escogido fue el Triple 15, el cual tiene un contenido de N, P, y K cada uno de estos en una concentración del 15%, el criterio tenido en cuenta para la selección de la muestra fue basada en la tabla de registro de producción y venta de los fertilizantes en Colombia, lo cual arroja un 47,3% (**Ver Anexo 19.**) de producción y venta siendo este el fertilizantes más utilizado en el país, y que por ende es la muestra que más es analizada en el LANIA.

El desarrollo de los balances de materia tuvo en cuenta los pasos desarrollados en cada uno de los protocolos, las posibles reacciones que mostrarán los residuos que se generan en cada una de las prácticas, la cantidad de la muestra utilizada y la cantidad de cada uno de los reactivos suministrados en cada prueba. La metodología de los cálculos fue por el método estequiométrico que permite conocer las cantidades suministradas y producidas en cada reacción (**Ver Anexo 20**), también se asumió una eficiencia de reacción del 100% se tomó un ejemplo de un tipo de fertilizante y como ya se mencionó existen más muestras la cuales pueden variar los residuos generados en el análisis de las muestras. Resultados balances de materia (**Ver Anexo 21**).

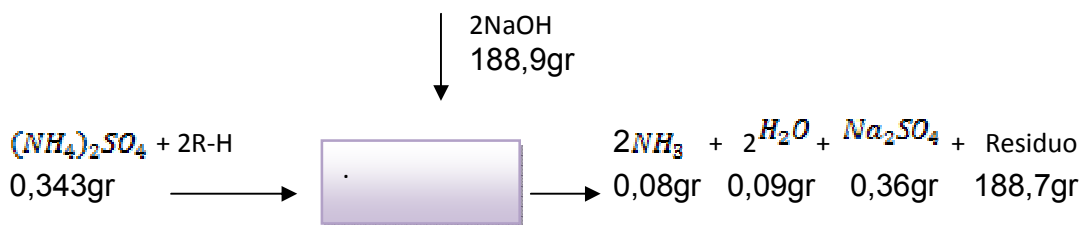
²³ Registro de fertilizantes producidos y comercializados.

A continuación se mostrara un esquema del desarrollo de los balances de materia de uno de los procedimientos analizados.

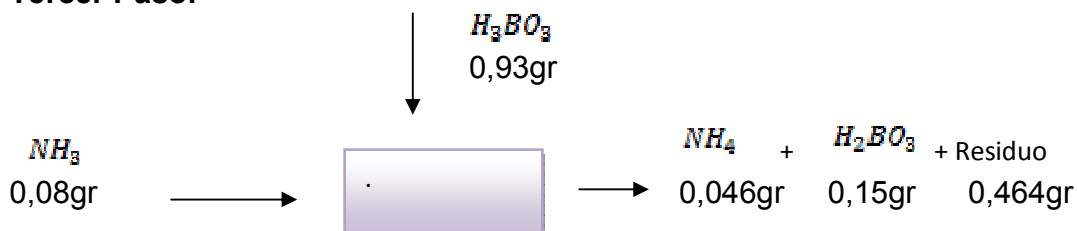
Primer Paso.



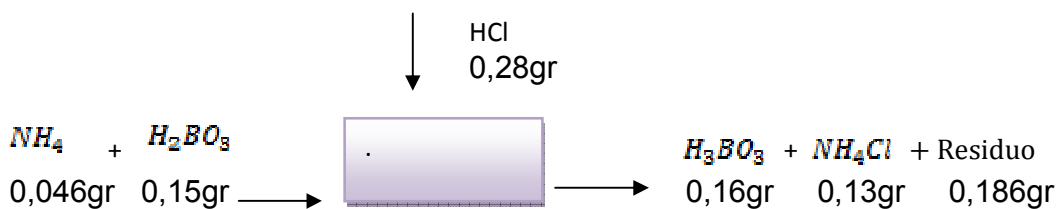
Segundo Paso.



Tercer Paso.



Cuarto Paso.



Este es un modelo de la forma en que fueron realizados los balances de masa, este corresponde al análisis del Nitrógeno Total y el método es Normas Convenin de Venezuela, aquí se aprecia paso a paso el procedimiento donde se tiene en cuenta la cantidad de la muestra, los reactivos químicos empleados en el procedimiento, las reacciones químicas y los posibles residuos que allí se generan.

2.2.4 Jerarquización de Procedimientos Por Impactos

La jerarquización de los procedimientos se basó en los resultados obtenidos en cada uno de los balances de materia, allí se realizó una sumatoria de todos los posibles residuos generados en la alternativa en estudio, donde la suma de las cantidades de los residuos muestran cual alternativa es la que genera mayor o menor cantidad de residuos y así mismo permite identificar los residuos generados en cada uno de los análisis.

Los análisis que generan menor cantidad de residuos y que son propuestos por los balances de materia son:

TABLA 16. Alternativas seleccionadas - Balances de materia

<i>Procedimiento</i>	<i>Alternativas Propuesta</i>
Nitrógeno Total	Icontec
Fósforo Total	Dr. Calderón Laboratorio
Nitrógeno Amoniacal	Universidad de Oviedo
Boro	Dr. Calderón Laboratorio

2.2.5 Selección de la técnica más limpia

La selección de la alternativa seleccionada para proponer al Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas LANIA-ICA relacionará cada resultado obtenido en los métodos de selección de alternativas descritos anteriormente, A continuación se mostrará una tabla la cual recopila dichas alternativas para seleccionar la que genere menor impacto al medio ambiente.

TABLA 17. Resultado Metodología Propuesta.

Metodología	Fosforo total	Nitrógeno total	Nitrógeno amoniacal	Boro
Matriz Causa – efecto	U. central de Venezuela	LANIA	Estándar métodos	Dr. Calderón
Matriz Importancia	U. central de Venezuela	ICONTEC	ICONTEC	Universidad de San marcos
Matriz Ponderación	Dr. Calderón	Estándar métodos	Universidad de Oviedo	Universidad de San marcos
Balances de Materia	Dr. Calderón	ICONTEC	Universidad de Oviedo	Dr. Calderón

Las diferentes metodologías propuestas tendrán un porcentaje de calificación lo cual permitirá a la técnica con mayor puntuación ser la técnica propuesta. Estos porcentajes tuvieron en cuenta la importancia y la característica de cada una de las metodologías evaluadas. La metodología de calificación es la siguiente:

- Matriz Causa – Efecto. Calificación 30%
- Matriz de Importancia. Calificación 20%
- Matriz Ponderación. Calificación 20%
- Balances de Materia. Calificación 30%

Siguiendo estos parámetros, metodología, estudio de impactos y revisión bibliográfica las técnicas de análisis para el control de calidad de los fertilizantes propuestas en el LANIA – ICA son:

TABLA 18. - Técnicas propuestas en el LANIA-ICA

Análisis	Técnica escogida
Fosforo total	Dr. Calderón
Nitrógeno total	ICONTEC
Nitrógeno amoniacal	Universidad de Oviedo
Boro	Dr. Calderón

2.3 SISTEMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

En la etapa anterior se determinaron las alternativas o técnicas analíticas más limpias, seleccionando un protocolo para cada una de las cuatro determinaciones, así mismo se presentaron los posibles residuos que se generarían en cada una de las alternativas seleccionadas, por ello fue necesario darles un manejo y disposición logrando implementar una gestión ambiental buscando principalmente la minimización de los residuos generados por medio de diversas alternativas que disminuyan la cantidad desde la fuente y permitan una disposición en las mismas instalaciones evitando la presencia de empresas externas o la extracción de los residuos hacia otras zonas, disminuyendo costos de tratamiento y de disposición final.

2.3.1 Clasificación

Los residuos que se presentan en los protocolos o técnicas seleccionadas están dentro del grupo de residuos peligrosos por el tipo de características de peligrosidad (**Ver Anexo 2**) que cada uno de ellos presenta, donde se evidencia que existen sustancias corrosivas, tóxicas, nocivas e inflamables.

Los residuos generados en las prácticas fueron identificados por medio del desarrollo de balances de materia, lo cual permitió identificar los diferentes residuos generados en cada uno de los procedimientos (**Ver Tabla No. 19**). Estos residuos evidencian diferentes tipos de peligrosidad y al encontrarse diluidos no es posible conocer el riesgo principal o la característica de peligrosidad del residuo, limitando la posibilidad de catalogarlos en los anexos I y II del Decreto 4741 de 2005 y desconociendo la forma de segregarlos y almacenarlos, por lo tanto es necesario desarrollar una caracterización físico-química de los residuos generados para determinar su peligrosidad según el anexo III del Decreto ya mencionado. El IDEAM elaboró los parámetros para el desarrollo de la caracterización físico-química, de muestreo y análisis de laboratorio, mediante la expedición de la Resolución No. 0062 del 30 de Marzo de 2007, llamado Protocolos de Muestreo y Análisis de Laboratorio para Caracterización Físico - Química de Respel.

TABLA No. 19 RESIDUOS DE ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

RESIDUOS	CARACTERISTICA DE PELIGROSIDAD
DETERMINACIÓN DE NITROGENO TOTAL	
Acido Salicílico	CORROSIVO
Tiosulfato de Sodio	NOCIVO
Acido Sulfúrico	CORROSIVO
Hidróxido de Sodio	CORROSIVO
Sulfato de Sodio	NOCIVO
Sulfato de Potasio	NOCIVO
Sulfato de Cobre	TÓXICO
Fenolftaleína	INFLAMABLE
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL	
Acido Nítrico	CORROSIVO
Molibdato de Amonio	CORROSIVO
Vanadato de Amonio	TÓXICO
Azul de Metileno	INFLAMABLE
DETERMINACIÓN DE NITROGENO AMONIACAL	
Acido Sulfúrico	CORROSIVO
Hidróxido de Sodio	CORROSIVO
Acido Bórico	TÓXICO
Verde de Bromocresol	INFLAMABLE
DETERMINACIÓN DE BORO	
Acido Sulfúrico	CORROSIVO
Quinalizarina	TÓXICO
Fenolftaleína	INFLAMABLE

Fuente: Autores

Al realizar la caracterización físico – química de los Respel se podrá identificar el tipo de peligrosidad predominante en los residuos y por medio de una matriz de compatibilidad se logrará identificar si los residuos pueden ser segregados en los mismos contenedores sin ningún riesgo o por el contrario es necesario seleccionarlos y separarlos según su característica. De la misma manera con esta información se podrá determinar el tipo de contenedor, su material y la forma en que deben ser etiquetados para poderlos diferenciar y distinguir con su respectivo pictograma, el diamante de seguridad y las observaciones necesarias para que el personal del laboratorio o los encargados de los residuos los puedan manipular. Por otra parte con los datos obtenidos de los balances de materia se identificó la producción de cada residuo peligroso según el análisis que se seleccionó, por lo tanto es posible catalogar el laboratorio según la producción de residuos en Kg /mes dentro de alguno de los tres tipos como grande, mediano y pequeño generador propuestos en el Decreto. Por ello fue necesario relacionar los resultados obtenidos en los balances de materia, donde se identifican las producciones de los residuos peligrosos generados al momento de realizar cada determinación, con las frecuencias de realización de los análisis al mes (**Ver Tabla No. 20**).

Tabla No. 20 CÁLCULO TOTAL DE RESIDUOS

PERIODO 2008	NITROGENO TOTAL									FOSFORO TOTAL			
	Acido Salicilico	Tiosulfato de Sodio	Acido Sulfúrico	Hidróxido de Sodio	Sulfato de Sodio	Sulfato de Potasio	Sulfato de Cobre	P2O5	K2O	Acido Nítrico	Molibdato Amonio	Vanadato Amonio	K2O
ENERO	0,01	0,15	6,5	1,4	0,25	0,01	0,03	0,2	0,07	0,5	0,2	0,06	0,02
FEBRERO	0,03	0,2	8	1,6	0,3	0,01	0,03	0,2	0,07	0,7	0,3	0,08	0,02
MARZO	0,04	0,3	10,5	2,5	0,4	0,03	0,06	0,2	0,1	1,1	0,4	0,1	0,04
ABRIL	0,04	0,25	9,6	1,9	0,3	0,02	0,04	0,2	0,09	0,6	0,3	0,1	0,03
MAYO	0,03	0,2	7	1,7	0,3	0,01	0,04	0,2	0,08	0,7	0,3	0,08	0,02
JUNIO	0,03	0,2	8	1,6	0,3	0,01	0,03	0,2	0,07	1,1	0,4	0,1	0,04
JULIO	0,04	0,3	10,5	2,5	0,4	0,03	0,06	0,2	0,1	0,8	0,3	0,09	0,03
AGOSTO	0,03	0,2	7	1,7	0,3	0,01	0,04	0,2	0,08	0,8	0,3	0,09	0,03
SEPTIEMBRE	0,03	0,2	8,5	2	0,3	0,02	0,05	0,2	0,1	0,8	0,3	0,09	0,03
OCTUBRE	0,03	0,2	8	1,6	0,3	0,01	0,03	0,2	0,07	1,1	0,4	0,1	0,04
NOVIEMBRE	0,03	0,2	7	1,7	0,3	0,01	0,04	0,2	0,08	0,5	0,2	0,06	0,02
DICIEMBRE	0,04	0,3	10,5	2,5	0,4	0,03	0,06	0,2	0,1	0,7	0,3	0,08	0,02

PERIODO 2008	BORO				NITROGENO AMONIAL				TOTAL DE RESIDUOS (Kg/MES)	
	Acido Sulfúrico	Quinalizarina	P2O5	K2O	Acido Sulfúrico	Hidróxido de Sodio	Acido Bórico	P2O5		K2O
ENERO	1,5	0,01	0,1	0,08	1,2	2,3	1,2	0,01	0,01	15,81
FEBRERO	1,7	0,01	0,1	0,07	1,35	2,52	1,32	0,02	0,01	18,64
MARZO	2,1	0,01	0,2	0,09	1,4	2,6	1,5	0,02	0,01	23,7
ABRIL	1,8	0,01	0,2	0,09	1,3	2,4	1,5	0,01	0,01	20,79
MAYO	2	0,01	0,2	0,08	1,62	3	1,6	0,02	0,01	19,18
JUNIO	2,2	0,01	0,1	0,09	1,2	2,3	1,3	0,01	0,01	19,3
JULIO	1,7	0,01	0,1	0,08	1,3	2,5	1,3	0,02	0,01	22,37
AGOSTO	2,1	0,01	0,2	0,09	1,2	2,3	1,2	0,01	0,01	15,8
SEPTIEMBRE	2,1	0,01	0,2	0,08	1,35	2,52	1,32	0,02	0,01	20,23
OCTUBRE	1,8	0,01	0,2	0,09	1,4	2,6	1,2	0,02	0,01	19,41
NOVIEMBRE	1,5	0,01	0,1	0,08	1,62	3	1,6	0,02	0,01	18,26
DICIEMBRE	2,1	0,01	0,2	0,07	1,2	2,3	1,4	0,02	0,01	22,54
TOTAL										236,03

Se logró identificar las generaciones de cada residuo en Kg / mes y desarrollando una sumatoria de todos los residuos generados se totalizó la producción de residuos que el laboratorio generaría al año, estos datos fueron utilizados para el cálculo de la media móvil. La media móvil es el promedio durante un año de la producción de residuos totales que se generan, lo que permitió clasificar que el laboratorio se encuentra dentro de la categoría de Pequeño generador con una producción de 20 Kg/mes como lo muestra la Tabla No. 21.

Tabla No. 21 Cálculo de la Media Móvil

Periodo 2008	TOTAL RESPEL (Kg/mes)	MEDIA MOVIL (Kg/Mes)
MES 1	15,81	
MES 2	18,64	
MES 3	23,7	
MES 4	20,79	
MES 5	19,18	
MES 6	19,3	19,6
MES 7	22,37	20,6
MES 8	15,8	20,2
MES 9	20,23	19,6
MES 10	19,41	19,4
MES 11	18,26	19,2
MES 12	22,54	19,8
TOTAL RESPEL GENERADOS	236,03	
PROMEDIO DE GENERACIÓN		20 Kg/Mes

Fuente: Autores

2.3.2 Diagnóstico situacional del LANIA

Para evidenciar las medidas o alternativas de minimización de los residuos fue necesario conocer con anterioridad la situación actual de las actividades que se desarrollan en las instalaciones del laboratorio para poder identificar las fallas mediante un diagnóstico. **(Ver Tabla No. 22).**

Tabla No. 22 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

ETAPA	DIAGNÓSTICO
Recepción de muestras	Las muestras son llevadas al LANIA en envases plásticos que son dejados por el proveedor de la muestra o funcionario del ICA y desechados por el laboratorio sin ningún control como residuos convencionales y manejados sin contemplar algunas medidas de reciclaje o reutilización.
Solicitud de reactivos a utilizar en los análisis.	Los reactivos se encuentran almacenados en una bodega la cual solo se abre cuando se van a realizar los análisis para extraer las sustancias necesarias, pero no se controlan las cantidades que el personal debe utilizar, por lo tanto se presentan desperdicios, derrames de materias primas y riesgos de accidentes por lo que se manejan grandes cantidades de sustancias.
Preparación de soluciones madre para cada análisis.	En cada análisis que se realiza en el LANIA se tiene la política de calidad de realizar una solución madre para cada determinación, garantizando así la falta de impurezas y de posibles errores en los cálculos, certificando un análisis exacto y de optima calidad; vertiendo a la cañería todas las soluciones una en su mayoría con características acidas y básicas.
Desarrollo de los análisis en el Laboratorio (Fosforo, Nitrógeno, Boro)	A los protocolos desarrollados en el LANIA nunca se les aplico una metodología para identificar, antes de ser utilizados, que residuos generaban al momento de desarrollar el análisis, ni alguna comparación con otras técnicas para determinar si existían procesos más limpios a los actuales, solo fueron seleccionados buscando exactitud y calidad en el análisis sin contemplar algún aspecto ambiental para su aplicación.

ETAPA	DIAGNÓSTICO
Lavado de instalaciones y material utilizado en los análisis.	A las instalaciones del LANIA se les realiza un procedimiento de limpieza con desinfectantes y detergentes que no son seleccionados por ser biodegradables si no por ser los más efectivos, utilizando grandes cantidades de agua vertiendo todo a la cañería sin ningún control de aguas, caja de inspección o técnicas de ahorro.

Con base a esta información se logró proponer los fundamentos para una producción más limpia utilizando medidas que minimizaran la generación de los residuos.

2.3.3 Alternativas de minimización

Lo que se busca en la gestión y planeación de los residuos peligrosos es encontrar medidas que minimicen su presencia o generación lo que más sea posible y en el momento en que no se encuentren o no existan estas medidas se procederá al manejo, tratamiento y disposición de los residuos peligrosos generados.

Identificando cual era la situación del laboratorio se procedió a determinar las alternativas de minimización que permitieran disminuir los residuos que se generan en el proceso de los análisis químicos en el área de control de calidad de los Fertilizantes; utilizando medidas de producción más limpia como reutilización, cambio de procesos, optimización y buenas prácticas, brindando como implicaciones disminución en el aspecto económico, ahorro en materias primas y disminución de los impactos ambientales generados por el desarrollo de los análisis químicos. **(Ver Tabla No. 23).**

Tabla No. 23 ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN USANDO TÉCNICAS MÁS LIMPIAS

ETAPA	ALTERNATIVA	CLASIFICACIÓN	IMPLICACIÓN		
			TÉCNICA	ECONOMICA	AMBIENTAL
Recepción de muestras	Reutilización de envases	REUTILIZACIÓN	Menos cantidad de residuos a disponer.	Menores costos por el transporte y disposición de los envases.	Menor cantidad de residuos peligrosos a manejar y disponer.
Solicitud de reactivos a utilizar en los análisis.	Control estricto de cantidad de reactivos a utilizar	OPTIMIZACIÓN	Ahorro de materias primas, evitando desperdicios y caducidad de reactivos.	Menores gastos por compra de materias primas que caducan y son desperdiciadas.	Menos cantidad de residuos químicos peligrosos que tienen que ser manejados y dispuestos.
Preparación de soluciones madre para cada análisis.	Purificación de Soluciones madre para mantener la pureza y poder reutilizar.	REUTILIZACIÓN	Menor cantidad de reactivos utilizados para otros análisis.	Disminución de costos por insumos y por manejo de residuos.	Disminución de Residuos químicos en los vertimientos
Desarrollo de los análisis en el Laboratorio (Fosforo, Nitrógeno, Boro)	Comparar técnicas que generen menos residuos y determinen el mismo análisis químico.	CAMBIO EN EL PROCESO	Disminución en la generación de residuos para manejar y disponer.	Disminución de costos por manejo y disposición de residuos químicos generados en los análisis.	Disminución de residuos peligrosos a manejar y disponer.
Lavado de instalaciones y material utilizado en los análisis.	Utilizar detergentes biodegradables y optimización de uso de agua.	BUENA PRACTICA	Disminución de consumos de agua y determinación de las cantidades necesarias.	Ahorro de agua	Disminución en el uso del agua.

FUENTE: AUTORES

Identificadas las alternativas de minimización para cada una de las etapas que se presentan al momento de realizar los análisis químicos fue necesario detallar más a fondo la manera en que se llevaran a cabo para que la gestión ambiental pueda desarrollarse de forma correcta y se pueda generar la menor cantidad de residuos peligrosos en las instalaciones del LANIA. (Ver Tabla No. 24).

Tabla No. 24 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN

ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN
Reutilización de envases	<ul style="list-style-type: none"> - Al momento de recibir la muestra, se re-ensasara en recipientes que serán llevados al área de los análisis. - Los envases serán devueltos al proveedor o al funcionario que solicita el análisis para que los pueda reutilizar en otra toma y transporte de las muestra. - Los envases utilizados en el laboratorio para manejar las muestras, una vez terminados los análisis, deben ser lavados y esterilizados para recibir las próximas muestras.
Control estricto de cantidad de reactivos a utilizar	<ul style="list-style-type: none"> - El funcionario que vaya a realizar los análisis químicos deberá informar al jefe de control de calidad, que tipo de determinación va a desarrollar, las sustancias a utilizar, cantidades exactas de cada reactivo y los equipos que va a utilizar. - En la bodega de almacenamiento se entregaran solamente los reactivos solicitados con anterioridad y en las cantidades que se especificaron.

	<ul style="list-style-type: none"> - Se diligenciará un reporte de las sustancias que son utilizadas y sus cantidades para lograr determinar que reactivos son consumidos rápidamente, los reactivos vencidos, la solicitud de pedidos a los proveedores y su frecuencia.
<p style="text-align: center;">Purificación de Soluciones madre para mantener la pureza y poder reutilizar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Las soluciones madre serán preparadas de forma diaria y no por cada análisis que se realice en el laboratorio. - La solución madre será utilizada para el primer análisis químico, posteriormente se llevará a un sistema de precipitación y filtración para retirar todas las impurezas que se puedan presentar. - Se procederá a analizar la solución para determinar los sólidos suspendidos que tendrán que ser iguales a la solución inicial. - Se realizará una prueba de Ph según sea el caso para verificar las condiciones de la solución. - Será utilizada nuevamente esta solución madre para el siguiente análisis químico.
<p style="text-align: center;">Comparar técnicas que generen menos residuos y determinen el mismo análisis químico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Por medio de herramientas de evaluación como matrices de causa – efecto, importancia y de ponderación comparar los protocolos que están siendo desarrollados con protocolos de diferentes instituciones y países para identificar si existen técnicas más limpias con posibilidad de ser ejecutadas en las instalaciones.

	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar la comparación de los protocolos por medio de balances de materia identificando las cantidades exactas de los residuos. - Determinar procedimientos que cumplan con los requerimientos técnicos, de calidad, de exactitud, certificación y ambiental buscando la menor generación de residuos peligrosos y un equilibrio entre lo técnico y el medio ambiente.
<p style="text-align: center;">Utilizar detergentes biodegradables y optimización de uso de agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La dotación de detergentes debe cumplir con características biodegradables y de bajo impacto ambiental. - Los vertimientos generados por el lavado y limpieza de las instalaciones deben ser recogidos en un tanque de almacenamiento antes de ser arrojados a los canales de aguas negras. - Se debe realizar un tratamiento por medio de floculantes especiales que retiren los tensoactivos del agua residual permitiendo realizar el vertimiento con mínimas cantidades de detergentes. - Solicitar a un laboratorio certificado el desarrollo de una caracterización de aguas del vertimiento antes y después del tratamiento para verificar que las condiciones del agua residual cumplan con la norma. - Para el ahorro de agua manejar equipos de alta presión para evitar el desperdicio del recurso.

CONCLUSIONES.

- El análisis de los protocolos desarrollados en el LANIA permitió identificar los diferentes procedimientos que generan mayor impacto al ambiente y a la salud, así mismo permitió conocer el tipo de sustancias químicas utilizadas, las cantidades requeridas para el desarrollo de la práctica y calificar y seleccionar los procesos más impactantes los cuales deben ser comparados con otras alternativas, los procedimientos seleccionados fueron: Nitrógeno Total, Fósforo Total, Boro y Nitrógeno Amónico
- Los insumos utilizados en los procedimientos de control de calidad de los Fertilizantes en el LANIA en su mayoría son sustancias químicas como ácidos, sales, indicadores y bases que presentan características corrosivas, tóxicas, inflamables los cuales en el desarrollo de la práctica generan residuos que en la actualidad no tienen ningún tipo de manejo o disposición y por consiguiente están generando un impacto al ambiente y a la salud.
- A través de este trabajo se evidencia que existen diferentes alternativas para el desarrollo de los análisis químicos, ya que a nivel nacional e internacional existen laboratorios, entidades y material bibliográfico que a través de investigaciones han creado metodologías que han sido estudiadas y se ha comprobado su eficiencia, obteniendo los resultados esperados, comprobando que existen diversas técnicas para el desarrollo de los análisis.

- La metodología para la selección de los procedimientos se basó en tres características; procedimiento detallado, operatividad y confiabilidad de la fuente, lo cual permitió escoger fuentes y metodologías claras, sencillas y confiables.
- La búsqueda basada en diferentes fuentes como Internet, Bibliotecas, Normas estandarizadas, entre otros, permitió seleccionar los protocolos que serían comparados con los análisis del LANIA, los protocolos seleccionados fueron escogidos del ICONTEC, Universidad Mayor de San Marcos – Perú, Universidad Central de Venezuela, Normas CONVENIN - Venezuela, Universidad de Oviedo-España, Estándar Métodos. El método de comparación de dichos procedimientos se basó en matrices de impacto las cuales utilizaron criterios específicos de calificación que a su vez permitieron seleccionar las prácticas menos impactantes e identificar las más impactantes al medio ambiente.
- Los balances de materia se realizaron a los diferentes protocolos seleccionados a comparar, estos balances permitieron identificar detalladamente las sustancias químicas requeridas en cada procedimiento, las cantidades, las reacciones que se forman en cada una y a su vez conocer los residuos que cada una de las prácticas genera, siendo esta una metodología eficaz para la identificación de residuos que permite diseñar alternativas de minimización.
- Por medio de la metodología de análisis de los procedimientos basada en las matrices de impacto y los balances de materia realizados a cada uno de los protocolos seleccionados y teniendo en cuenta los criterios de calificación, se concluyó que los procedimientos seleccionados para ser propuestos como nuevas técnicas en el

LANIA – ICA son: Para Fósforo total la metodología del Dr. Calderón Laboratorios – Colombia, para Nitrógeno total la metodología de ICONTEC – Colombia, para Boro la metodología del Dr. Calderón Laboratorios – Colombia y para Nitrógeno amoniacal la metodología de la Universidad de Oviedo – España.

- El LANIA – ICA según la cantidad de residuos que genera se encuentra clasificado como pequeño generador con 20Kg/mes, por lo tanto se propuso un manejo de los residuos en el área de análisis para posteriormente transportarlos y darles un almacenamiento temporal y que finalmente sean tratados por una empresa gestora externa.
- Según los cálculos y los balances realizados a los procedimientos seleccionados, los residuos generados son: ácido salicílico, Tiosulfato de sodio, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, sulfato de sodio, sulfato de potasio, sulfato de cobre, ácido nítrico, molibdato de amonio, quinalizarina y ácido bórico, entre otros. La producción de estos residuos fue calculada en 20 kg/mes a lo que se propuso desarrollar la caracterización fisicoquímica de estos residuos para conocer y definir su peligrosidad.

RECOMENDACIONES

- Las matrices de impacto y los balances de materia son una herramienta clave para conocer detalladamente los residuos generados en las prácticas de laboratorio, metodología la cual debe ser tomada en cuenta antes de realizar una práctica, pues estas permiten conocer con antelación los posibles riesgos ambientales y a la salud que estos pueden generar.
- Los laboratorios encargados de realizar diferentes prácticas deben analizar y estudiar alternativas de desarrollo de dichas prácticas antes de su implementación, pues queda evidenciado que existen diferentes alternativas que cumplen con los requisitos de calidad de los resultados y que a su vez generan menos daño al ambiente y a la comunidad.
- Se aconseja realizar anualmente la caracterización físico-química de los residuos, esto con el fin de controlar, registrar y conocer las características de peligrosidad generados en las prácticas.
- Se recomienda llevar a cabo planes de seguimiento y control de las alternativas de minimización propuestas para lograr identificar cambios o modificaciones para disminuir los residuos.

BIBLIOGRAFIA

- INSTITUTO COLOMBIANO AGRICOLA – ICA. Boletín Didáctico Nacional de Fertilizantes - Suelos y Fertilizantes. 1990.
- JUAN PABLO BONILLA. La Política de PML en Colombia, , Ph.D Especialista Ambiental Banco Mundial-2006
- MANAHAN, S.E. Introducción a la Química Ambiental.. México: Ed. Reverté, S.A. , 2007.
- NORMAS TECNICAS COLOMBIANA – ICONTEC.- 2008
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Métodos Estándar para el examen de aguas - - México Interamericana, 1963.
- PERRY. Manual del Ingeniero Químico - Tomo 1. 1992
- NORMA PATRICIA JIMENEZ VARGAS. Plan Integral para la Gestión Interna de Residuos en los Laboratorios de Epidemiología en el Instituto Nacional de Salud de Bogotá D.C. - 2003
- JUAN GABRIEL ALVARADO CARDENAS. Manejo y Tratamiento de los Residuos Líquidos provenientes de Laboratorio de Química del Centro de Control de Contaminación del Pacífico. TUMACO. – 2005
- DANIEL NICOLAS ROZO. Diseño del Manual de procedimientos para la optimización de las condiciones de Bioseguridad y disposición de residuos peligrosos en los laboratorios nacionales de diagnóstico vegetal y veterinario del ICA.- 2007.

INTERNET:

- A.R.P SURATEP Link: www.suratep.com
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo -
LINK: www.insht.es
- Identificación, Descripción y Evaluación de Impacto Ambiental -
MONOGRAFIA <http://www.monografias.com/trabajos14/impacto-ambient/impacto-ambient.shtml>- 2003
- <http://portal.sencamer.gob.ve/> NORMAS CONVENIN VENEZUELA-2008
- <http://www.uniovi.es/QFAnalitica/trans/quimFores/PRACTICA%203.pdf>
– UNIVERSIDAD DE OVIEDO – 2005
- <http://www.drcalderonlabs.com/> - LABORATORIO Dr. CALDERON –
BOGOTÁ. 2008
- <http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/LIApregrado/archivos/Guia%20para%20fotocolorimetria.pdf> - UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA – 2007
- http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/ing_quimica/voI5_n2/a08.pdf - UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS – 2006

ANEXO No. 1: Frases de Riesgo, Seguridad y Combinados

FRASES R (Riesgo).

- Propiedades fisicoquímicas.

Símbolo	Especificaciones
R1	Explosivo en estado seco.
R2	Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición
R3	Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
R4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
R5	Peligro de explosión en caso de calentamiento.
R6	Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.
R7	Puede provocar incendios.
R8	Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
R9	Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
R10	Inflamable.
R11	Fácilmente inflamable.
R12	Extremadamente inflamable.
R14	Reacciona violentamente con el agua.
R15	Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
R16	Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
R17	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
R18	Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.
R19	Puede formar peróxidos explosivos.
R44	Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.

- Propiedades Toxicológicas.

Símbolo	Especificaciones
R20	Nocivo por inhalación.
R21	Nocivo en contacto con la piel.
R22	Nocivo por ingestión.
R23	Tóxico por inhalación.
R24	Tóxico en contacto con la piel.
R25	Tóxico por ingestión.
R26	Muy tóxico por inhalación
R27	Muy tóxico en contacto con la piel.
R28	Muy tóxico por ingestión.
R29	En contacto con agua libera gases tóxicos.
R30	Puede inflamarse fácilmente al usarlo
R31	En contacto con ácidos libera gases tóxicos
R32	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos
R33	Peligro de efectos acumulativos.
R34	Provoca quemaduras.
R35	Provoca quemaduras graves.
R36	Irrita los ojos.
R37	Irrita las vías respiratorias.
R38	Irrita la piel.
R39	Peligro de efectos irreversibles muy graves.
R40	Posibles efectos cancerígenos
R41	Riesgo de lesiones oculares graves.
R42	Posibilidad de sensibilización por inhalación.
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
R65	Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar

- Efectos específicos sobre la salud

Símbolo	Especificaciones
R45	Puede causar cáncer.
R46	Puede causar alteraciones genéticas hereditarias
R48	Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada
R49	Puede causar cáncer por inhalación.
R60	Puede perjudicar la fertilidad.
R61	Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto
R62	Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
R63	Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R64	Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
R66	La exposición puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel
R67	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo
R68	Posibilidad de efectos irreversibles

- Efectos sobre el Medio Ambiente

Símbolo	Especificaciones
R50	Muy tóxico para los organismos acuáticos.
R51	Tóxico para los organismos acuáticos.
R52	Nocivo para los organismos acuáticos.
R53	Puede provocar efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R54	Tóxico para la flora.
R55	Tóxico para la fauna.
R56	Tóxico para los organismos del suelo.
R57	Tóxico para las abejas.
R58	Peligroso para la capa de ozono.
R59	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.

COMBINACION DE FRASES R

Símbolo	Especificaciones
R14/15	Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.
R15/29	En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables
R20/21	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
R20/22	Nocivo por inhalación y por ingestión.
R20/21/22	Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R21/22	Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
R23/24	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R23/25	Tóxico por inhalación y por ingestión.
R23/24/25	Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R24/25	Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R26/27	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R26/28	Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
26/27/28	Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R27/28	Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.
R36/38	Irrita los ojos y la piel.
R36/37/38	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
R37/38	Irrita las vías respiratorias y la piel.
R39/23	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación
R39/24	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
R39/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
R39/23/24	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel
R39/23/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
R39/24/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
R39/23/24/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, ingestión
R39/26	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación
R39/27	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel

R39/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
R39/26/27	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel
R39/26/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión
R39/27/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
R39/26/27/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel
R14/15	Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables
R15/29	En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.
R20/21	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
R20/22	Nocivo por inhalación y por ingestión.
R20/21/22	Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R21/22	Nocivo en contacto con la piel y por ingestión
R23/24	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R23/25	Tóxico por inhalación y por ingestión
R23/24/25	Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R24/25	Tóxico en contacto con la piel y por ingestión
R26/27	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R26/28	Muy tóxico por inhalación y por ingestión
R26/27/28	Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R27/28	Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.
R36/38	Irrita los ojos y la piel.
R36/37/38	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
R37/38	Irrita las vías respiratorias y la piel
R39/23	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
R39/24	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
R39/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
R39/23/24	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel
R39/23/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
R39/24/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión
R39/23//24/25	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel

R39/26	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
R39/27	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel
R39/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
R39/26/27	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel
R39/26/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión
R39/27/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión
R39/26/27/28	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel

FRASES S (Seguridad)

Almacenamiento y Manipulación

Símbolo	Especificaciones
S1	Consérvese bajo llave.
S2	Manténgase fuera del alcance de los niños.
S3	Consérvese en lugar fresco.
S4	Manténgase lejos de locales habitados
S5	(líquido apropiado a especificar por el fabricante).
S6	(gas inerte a especificar por el fabricante).
S7	Manténgase el recipiente bien cerrado.
S8	Manténgase el recipiente en lugar seco.
S9	Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
S12	No cerrar el recipiente herméticamente.
S13	Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
S14	Consérvese lejos de (materiales incompatibles a especificar por el fabricante)
S15	Conservar alejado del calor.
S16	Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.
S17	Manténgase lejos de materiales combustibles
S18	Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
S33	Evítese la acumulación de cargas electrostáticas

S47	Consérvese a una temperatura no superior a °C (a especificar por el fabricante).
S48	Consérvese húmedo con - (medio apropiado a especificar por el fabricante).
S49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
S51	Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
S52	No usar sobre grandes superficies en locales habitados

- Higiene personal

Símbolo	Especificaciones
S20	No comer ni beber durante su utilización.
S21	No fumar durante su utilización
S22	No respirar el polvo.
S23	No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación adecuada a especificar
S24	Evítese el contacto con la piel.
S25	Evítese el contacto con los ojos.

- Incidentes / Accidentes

Símbolo	Especificaciones
S26	En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua, acúdase a un médico
S27	Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
S28	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente
S43	En caso de incendio (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar agua").
S45	En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico
S46	En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.
S62	En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase al médico y muéstrele la etiqueta
S63	En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada
S64	En caso de ingestión, lavar la boca con agua (solamente si la persona está consciente)

- Vertidos y Residuos

Símbolo	Especificaciones
S29	No tirar los residuos por el desagüe.
S35	Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles
S40	Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles
S56	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos peligrosos
S57	Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente
S59	Remitirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.
S60	Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
S61	Evítese su liberación al medio ambiente. instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad

- Equipos de Protección

Símbolo	Especificaciones
S36	Úsese indumentaria protectora adecuada.
S37	Úsese guantes adecuados
S38	En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.
S39	Úsese protección para los ojos/la cara.
S42	Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado
S53	Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.








- Reactividad / Incompatibilidad

Símbolo	Especificaciones
S30	No echar jamás agua a este producto
S50	No mezclar con ... (a especificar por el fabricante).

COMBINACION FRASES S (SEGURIDAD).

Símbolo	Especificaciones
S1/2	Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
S3/7	Consérvese el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.
S3/9/14	Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de (materiales incompatibles).
S3/9/14/49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado
S3/9/49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado
S3/14	Consérvese en lugar fresco y lejos de (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
S7/8	Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco
S7/9	Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado
S7/47	Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese a una temperatura no superior a - ° C
S20/21	No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
S24/25	Evítese el contacto con los ojos y la piel
S27/28	Después del contacto con la piel quítese inmediatamente toda la ropa manchada.
S29/35	No tirar los residuos por el desagüe; elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
S29/56	No tirar los residuos por el desagüe; elimínese esa sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos
S36/37	Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.
S36/37/39	Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara
S36/39	Úsense indumentaria adecuada y protección para los ojos/la cara
S37/39	Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
S47/49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).

ANEXO 2. Peligrosidad de los Reactivos.

REACTIVO	GRUPO FUNCIONAL	PICTOGRAMA
Acido Acetico, acido ascorbico, Acido Borico, Acido Fósforico, Acido Ortofósforico, Acido Perclorico, Acido Salicilico, Acido Sulfurico, Hidroxido de Sódio	HIDROXIACIDO	 CORROSIVO
Acido Clorhídrico	HIDRAXIDO	 IRRITANTE
acido etilendiamino EDTA	AMINO	 IRRITANTE
Acido Tioglicólico	HIDROXIACIDO	 TOXICO
Acetato de Amonio, Cloruro de sodio, Dicromato de Potasio, Monovanadato de Amonio, Permanganato de Potasio, sulfato de Cobre, Sulfato ferroso	SAL	 TOXICO
Biftalato de Potasio, Citrato de Amonio, Cloruro de Calcio, Oxalato de Sódio, Sulfato de sódio, Tiosulfato de Sódio, Zinc, Carbonato de Sodio	SAL	 IRRITANTE
Etanol	HIDROXILO	 INFLAMABLE
Difenilamina	AMINO	 TOXICO
Dioxido de Titanio, Oxido de Lantano	OXIDO	 IRRITANTE
Molibdovanadato de Amonio	SAL	 CORROSIVO
Tartrato Sódico Potasico, Sulafato Potasio	SAL	 NOCIVO

ANEXO 3.

EFFECTOS AMBIENTALES DE LAS SUSTANCIAS - REACTIVOS

REACTIVO	EFECTO AMBIENTAL
<p><i>Acetato de Amonio</i></p>	<p>BIODEGRABILIDAD: Fácilmente biodegradable. EFECTOS BIOLÓGICOS: Toxicidad para los peces <i>Gambusia affinis</i> CL50: 238mg/l/96hr. Para iones amónicos: efectos biológicos en peces es toxico desde 0,3mg/l. para las especies de alimento para peces es toxico desde 0,3mg/l. No presenta problemas ecológicos.</p>
<p><i>Acido Acético</i></p>	<p>BIODEGRABILIDAD: Buena (<70%) biodegradabilidad, fácilmente eliminable. COMPORTAMIENTO EN COMPORTEMIENTOS ECOLOGICOS: Reparto: log P(oct): -0,17 sustancia anhidra, no hay bioacumulación. Efectos ecotóxicos y biológicos: efecto perjudicial por desviación del pH, corrosivo incluso en forma diluida. Toxicidad Acuática: TLm=75 ppm/96 h/ bluegill/ agua fresca;251 mg/ l /96 h mosquito. DBO5=52-62. No presenta evidencias de carcinogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad según experimentos con animales. No se acumula en el cuerpo, éste es fácilmente transformado y excretado, o es usado para la producción de otras sustancias requeridas para el funcionamiento corporal.</p>
<p><i>Acido Bórico</i></p>	<p>BIODEGRABILIDAD: Los métodos para determinación de la biodegradabilidad no son aplicables para sustancias inorgánicas. Comportamiento en compartimientos ecológicos: REPARTO: log P(oct): 0,757 (25°C), experimentalmente. No es de esperar bioacumulación. EFECTOS ECOTOXICOS Y BIOLOGICOS: Toxicidad para los peces: <i>Gambusia affinis</i> LC50: 5600mg/l/96hr Toxicidad de Daphnia: <i>Daphnia magna</i> Ce50: 133mg/l/48hr</p>

	<p>Toxicidad para las algas: <i>desmodesmus subspicatus</i> CI10: 24mg/l/96hr (sal sódica). Toxicidad de Bacterias: <i>Ps, putida</i> CE10: 1580mg/l/30 min (sal sódica). Recomendación: No incorporar a suelos ni acuíferos. Impacto ambiental: No se previene cualquier bio-acumulación. Ecotoxicidad: Efectos biológicos: Toxicidad en peces: <i>Gambusia affinis</i> LC50: 5600 mg/1t/ 96h. El boro es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, pero en grandes cantidades puede ser fitotóxico.</p>
<p><i>Acido Clorhídrico</i></p>	<p>EFECTOS BIOLÓGICOS: Tóxico para organismos acuáticos por desviación del pH. Efectos tóxicos sobre peces y plancton. A pesar de la dilución forma todavía mezclas cáusticas con agua. El ácido clorhídrico propiamente dicho y el formado por reacción resulta letal desde 25mg/l para peces; <i>leuciscus idus</i> LC50: 862mg/l (solución 1N)</p> <p>Perjuicio del crecimiento de la planta. No incorporar en suelos ni acuíferos. AIRE: No hay suficiente evidencia del impacto ambiental del ácido clorhídrico en el aire. AGUA: El ácido clorhídrico se disocia casi completamente y reacciona rápidamente con sales presentes sobre todo en aguas residuales. Esta reacción produce cloruros. SUELO: El ácido clorhídrico reacciona con todos los componentes químicos del suelo formando cloruros, Un derrame de ácido pudiera dañar temporalmente la zona de suelo afectado formando cloruro férrico y manchando el suelo de color amarillento rojizo. La toxicidad aguda en plantas se manifiesta por amarillamiento y defoliación. No existe potencialidad de factores de bioacumulación o bioconcentración.</p>
<p><i>Acido Etilendiamino EDTA</i></p>	<p>Degradación rápida en aire. Biodegradabilidad: Difícilmente eliminable (decremento de DOC=carbono orgánico disuelto <20%). DBO5: 0,01mg/kg DBO<1% del ThOD/5d Biodegradabilidad: 0%/28d DQO: 0,85mg/mg</p>

	<p>DQO<20% del ThOD/28d</p> <p>Efectos biológicos: Efecto perjudicial en organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático</p> <p>Toxicidad para los peces: L macrochirus LC50: 41mg/l/96h (en agua blanda).</p> <p>Toxicidad de Dafnia: Daphnia magna CE50: 625mg/l/24h (EDTA, sal sódica).</p> <p>Toxicidad de Bacterias: Ps: putida CE50: 28mg/l/16h</p> <p>No incorporar en suelos ni acuíferos.</p>
<p><i>Acido Nítrico</i></p>	<p><u>EFECTOS BIOLÓGICOS</u>: tóxico para organismos acuáticos como peces y plancton. Efecto perjudicial por desviación del pH. A pesar de la dilución forma todavía mezclas causticas con agua. No produce consumo biológico de oxígeno. Peligroso para agua potable.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No incorporar a suelos ni acuíferos. • Los compuestos nitrogenados de carácter ácido, como los óxidos de Nitrógeno y el Acido Nítrico generan una amplia gama de efectos en el ambiente, incluyendo cambios en la composición de algunas especies de vegetación en ecosistemas acuáticos y terrestres, reducción de visibilidad, acidificación de cuerpos de agua dulce, eutricación de aguas costeras y de estuarios e incrementos de toxinas peligrosas para peces y otros organismos acuáticos. <p><u>SUELO</u>: El Acido Nítrico puede alcanzar el suelo por acción de las lluvias que lo limpian de la atmósfera o por derrames directos producto de accidentes o malos manejos en las plantas de producción o transformación. Gracias a sus características de alta reactividad se incorpora a las cadenas alimenticias en forma de nutrientes.</p> <p><u>AIRE</u>: El Acido Nítrico está presente en la atmósfera gracias a la interacción de Óxidos de Nitrógeno (NO y NO2 principalmente) con Ozono y humedad atmosféricos en presencia de sustancias catalíticas como aerosoles metálicos y radiaciones ultravioleta del sol.</p> <p>Durante la noche en lugares de atmósferas muy contaminadas y con alta presencia de ozono, el Oxido de Nitrógeno (V) (N2O5) se transforma en Acido Nítrico por acción de una reacción heterogénea con agua.</p> <p><u>AGUA</u>: Al igual que en la tierra, al Acido Nítrico entra en los lechos de agua por medio de la lluvia</p>

	<p>ácida y por derrames directos; también se genera en forma de Nitratos por acción de bacterias nitrificantes que transforman NO₂ – en NO₃ -. En el agua, el Acido Nítrico se disocia completamente en sus iones constitutivos, NO₃ - y H⁺, promoviendo la disminución del pH y generando un peligro muy alto para especies acuáticas aún en bajas concentraciones.</p>
<p><i>Acido orto-fosfórico</i></p>	<p>Biodegradabilidad: Sustancia inorgánica, no produce consumo biológico de oxígeno. Efectos biológicos: efecto perjudicial en organismos acuáticos. Corrosivo incluso en forma diluida. Efecto perjudicial por desviación del pH. Los compuestos de fosforo, en función de su concentración pueden favorecer la eutrofia de acuíferos. No incorporar en suelos ni acuíferos.</p>
<p><i>Acido Perciórico</i></p>	<p>EFFECTOS BIOLÓGICOS: efecto perjudicial por desviación del pH. A pesar de su dilución, forma aun mezclas tóxicas y corrosivas con el agua. No incorporar a suelos ni acuíferos.</p>
<p><i>Acido Salicílico</i></p>	<p>BIODEGRABILIDAD: fácilmente biodegradable No incorporar en suelos ni acuíferos</p>
<p><i>Acido Sulfúrico</i></p>	<p><u>Efecto toxico</u> sobre peces y algas. Corrosivo en forma diluida. <u>Efecto biológico</u>: efecto perjudicial en organismos acuáticos, efecto perjudicial por desviación del pH siendo el principal impacto ambiental del ácido sulfúrico. El rango de pH acuoso que no es del todo letal para los peces es de 5-9. Por debajo de un pH de 5.0 se produce una rápida disminución de las especies de peces y de la biota que los sustenta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No produce consumo biológico de oxígeno. Existe peligro para el agua potable en caso de penetración en suelos y/o acuíferos. Posible neutralización en depuradoras • El impacto ambiental secundario del ácido sulfúrico está en que su presencia incrementa la toxicidad de otros contaminantes, tales como los sulfuros y los metales, a través de su disolución.

	<ul style="list-style-type: none"> • El Acido Sulfúrico no se acumula a lo largo de las cadenas alimenticias. <p><u>SUELO</u>: Los derrames de este material sobre el suelo se contrarrestan por la presencia de otros químicos como el amoniaco, que se generan naturalmente por la descomposición de material orgánico y por el metabolismo de algunos microorganismos.</p> <p><u>AIRE</u>: En el aire la forma común del Acido Sulfúrico corresponde a la de aerosoles que se encuentran asociados con otras partículas contaminantes sólidas o líquidas, las que poseen un amplio intervalo de tamaños.</p> <p>Las vías por las que el Acido Sulfúrico puede alcanzar la atmósfera se enumeran a continuación, aunque sin un orden específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emisión directa a partir de fuentes industriales - Transformación de Oxidos de Azufre hasta Acido Sulfúrico - Oxidación de sulfuro de Hidrógeno en el aire <p><u>AGUA</u>: El Acido Sulfúrico en las vías de agua se presenta por causa de las precipitaciones en forma de lluvia ácida y Derrames accidentales, éstos son representativos solo en la medida de la cantidad liberada. El Acido Sulfúrico disuelto en agua se disocia y su anión se asocia con otros cationes como calcio, magnesio y aluminio. En capas superficiales del océano, el ion Sulfato se forma por la disolución de dióxido de Azufre que posteriormente se transforma a Acido sulfuroso y finalmente en Acido Sulfúrico. Este fenómeno no se presenta con tanta severidad en aguas dulces debido a la ausencia de sales presentes en ellas. Las sustancias que intervienen en la generación de Acido Sulfúrico en medio acuoso pueden incluir iones como ClO4 -2, VO2 +, Fe+2, Fe+3, Mn+2 y Ni+2 (4, 6, 11).</p>
<p><i>Acido Tioglucolico</i></p>	<p>EFECTO BIOLÓGICO: efecto perjudicial en organismos acuáticos. Efecto toxico sobre peces y algas. Peligrosos para el agua potable. No es de esperar un enriquecimiento en organismos. No incorporar en suelos ni acuíferos</p>
<p><i>Azul de Metileno</i></p>	<p>Efecto toxico para peces, no se degrada fácilmente</p>

<i>Biuret</i>	Riesgo para el medio acuatico alto. – Riesgo para el medio terrestre medio. Altamente toxico en toda la cadena trofica
<i>Cloruro de Amonio</i>	Tóxico para peces
<i>Cloruro de Calcio</i>	EFECTO BIOLÓGICO: Aumenta la dureza del agua, en altas concentraciones causa efectos nocivos en organismos acuáticos. En condiciones adecuadas de manejo no genera problemas ecológicos.
<i>Cloruro de Sodio</i>	Ecotoxicidad: Límite Medio de Tolerancia (LMT) para el pez mosquito, 125 ppm/96hr (agua dulce); Límite Medio de Tolerancia (LMT) para el pez sol (<i>Lepomis macrochirus</i>), 88 88 mg/48hr (agua del grifo). Destino medioambiental: Este compuesto químico no es móvil en su forma sólida, aunque absorbe la humedad muy fácilmente. Una vez líquido, el hidróxido de sodio se filtra rápidamente en el suelo, con la posibilidad de contaminar las reservas de agua.
<i>Dicromato de Potasio</i>	EFECTO BIOLÓGICO: muy tóxico para organismos acuáticos. A largo plazo puede generar efectos negativos al medio ambiente acuático. No incorporar a suelos ni acuíferos.
<i>Di-fenilamina</i>	BIODEGRABILIDAD: no se degrada fácilmente. EFECTOS BIOLÓGICOS: Muy tóxico para organismos acuáticos. A largo plazo puede generar efectos negativos al medio ambiente acuático. No incorporar a suelos ni acuíferos
<i>Dióxido de Titanio</i>	Causa efecto toxico para los peces. Manteniendo en condiciones adecuadas de manejo no ocasiona daños al ambiente
<i>Etanol</i>	No se debe permitir que el producto pase a las alcantarillas o a cursos de agua. Evitar la penetración en el terreno. Evitar la emisión de disolventes a la atmósfera. El etanol es una fuente de combustible que arde formando dióxido de carbono y agua, como la gasolina sin plomo convencional. Para reducir la contaminación a el aire se requiere la adición de oxigeno para reducir emisiones del monóxido de carbono

<p style="text-align: center;"><i>Hidróxido de Sodio</i></p>	<p><u>EFECTO BIOLÓGICO:</u> Efecto tóxico sobre peces y plancton. Efecto perjudicial por desviación de pH. Posible mortandad de peces. No produce consumo biológico de oxígeno. No incorporar a suelos ni acuíferos.</p> <p><u>SUELO:</u> El hidróxido de sodio liberado en el suelo se separa en sus iones por acción de la humedad y reacciona rápidamente con sustancias ácidas presentes en el suelo. Esta sustancia no se acumula a lo largo de las cadenas alimenticias.</p> <p><u>AIRE:</u> Cuando se libera en la atmósfera, el hidróxido de sodio se lava por acción de lluvias y cae en el suelo o en lechos de agua donde se neutraliza. Por acción de vapores ácidos reacciona en el aire y cae con la lluvia en forma de sales no tóxicas.</p> <p><u>AGUA:</u> Esta sustancia puede ingresar a vías de agua por acción de desagües industriales que no cumplen con las normas de control ambiental. Es especialmente peligrosa para todos los organismos acuáticos por sus propiedades irritantes. Esta sustancia es una base fuerte y en agua, ésta se separa en sus iones constitutivos Na^+ y OH^-, provocando disminución en la acidez del agua con la que entra en contacto. Gracias a sustancias ácidas también presentes en los lechos acuosos de manera natural, el hidróxido de sodio se neutraliza y forma sales normalmente no tóxicas.</p>
<p><i>Mono-vanadato de amonio</i></p>	<p>EFECTO BIOLÓGICO: Tóxico para organismos acuáticos</p>
<p><i>Nitrato de Magnesio</i></p>	<p>Muy soluble en agua, afecta la fauna marina</p>
<p><i>Nitrato de Potasio</i></p>	<p>Contamina el agua potable, afecta los peces</p>
<p><i>Nitrato de Sodio</i></p>	<p>Causa mortandad a peces, altera el pH , no incorporar a suelos ni acuíferos</p>
<p><i>Oxalato de Sodio</i></p>	<p>Manteniendo las condiciones adecuadas no genera problemas ecológicos.</p>

<p><i>Oxido de lantano</i></p>	<p>Manteniendo las condiciones adecuadas no genera problemas ecológicos.</p>
<p><i>Oxido Mercurico</i></p>	<p>No incorporar en acuíferos, letal para peces y fauna marina</p>
<p><i>Permanganato de Potasio</i></p>	<p>EFECTO BIOLÓGICO: Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede provocar a largo plazo efectos negativos al medio ambiente. Efecto bactericida. Peligroso para el agua potable. No incorporar en suelos ni acuíferos.</p> <p>Junto con el nitrógeno y el fósforo, el potasio es uno de los macronutrientes esenciales para la supervivencia de las plantas. Su presencia es de gran importancia para la salud del suelo, el crecimiento de las plantas y la nutrición animal. Su función primaria en las plantas es su papel en el mantenimiento de la presión osmótica y el tamaño de la célula, influyendo de esta forma en la fotosíntesis y en la producción de energía, así como en la apertura de los estomas y el aporte de dióxido de carbono, la turgencia de la planta y la translocación de los nutrientes. Como tal, el elemento es requerido en proporciones relativamente elevadas por las plantas en desarrollo.</p> <p>Las consecuencias de niveles bajos de potasio se muestran por variedad de síntomas: restricción del crecimiento, reducción del florecimiento, cosechas menos abundantes y menor calidad de producción.</p> <p>Elevados niveles de potasio soluble en el agua pueden causar daños a las semillas en germinación, inhiben la toma de otros minerales y reducen la calidad del cultivo.</p> <p>AIRE: El Manganeseo elemental y sus compuestos inorgánicos, a estar de sus bajas presiones de vapor, pueden existir en el aire como partículas de materia suspendida derivada de las emisiones industriales o de la erosión del suelo. Las partículas de materia que contienen Manganeseo se remueven de la atmósfera principalmente mediante sedimentación gravitacional o en la lluvia.</p> <p>Las partículas de materia que contienen Manganeseo presentes en el suelo pueden transportarse al aire. Su comportamiento y transporte están determinados por el tamaño y la densidad de la partícula y la velocidad y dirección del viento. Se estima que la presencia de Manganeseo en un 80% en la materia suspendida está asociada a la partícula con el Diámetro Equivalente de Masa Medio (MMED) menor a 5 µm, y el 50% de este Manganeseo está asociado con las partículas con</p>

	<p>MIMED menor a 2 µm. Teniendo en cuenta esta información, el tamaño de partículas de Manganeso pequeñas está dentro del rango respirable, y se espera una distribución muy difundida en el aire respirado. Se encuentra muy poca información disponible acerca de las reacciones atmosféricas de Manganeso; sin embargo, el Manganeso puede reaccionar con gases como con el Dióxido de Azufre y el Dióxido de nitrógeno, pero no se ha demostrado la ocurrencia de esas reacciones en la atmósfera.</p> <p>AGUA: El transporte y partición del Manganeso en agua está controlado por la solubilidad del compuesto de Manganeso presente. En la mayoría de aguas (pH 4-7), predomina el Manganeso II y está asociado principalmente con el carbonato, el cual tiene una solubilidad relativamente baja. La solubilidad del Manganeso II puede controlarse mediante el equilibrio de óxido de Manganeso, ya que el Manganeso puede cambiar de estado de oxidación. En algunos tipos de lechos acuosos, el Manganeso tiende a controlarse mediante la formación de sulfuro muy poco soluble. En aguas subterráneas con bajos niveles de Oxígeno, el Manganeso IV puede reducirse a Manganeso II química y bacteriamente. El Manganeso en agua puede sufrir bioconcentración de forma significativa.</p> <p>SUELO: El Manganeso que usualmente se transporta en los ríos se adsorbe en los sedimentos. La tendencia de los compuestos de Manganeso a adsorberse en el suelo y sedimentos es muy variable, dependiendo principalmente de la capacidad de intercambio catiónico y de la composición orgánica del suelo. El estado de oxidación del Manganeso en el suelo y sedimentos puede alterarse por la actividad microbiológica.</p>
<p><i>Sulfato de Cobre</i></p>	<p>Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Efecto fungicida. Los iones Cu son tóxicos para peces, algas, protozoos y bacterias. No incorporar en suelos ni acuíferos</p>
<p><i>Sulfato de Manganeso</i></p>	<p>Tóxico para organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.</p>
	<p>Causa efectos tóxicos a los peces, no incorporar a suelos ni acuíferos Este compuesto químico no es móvil en su forma sólida, aunque absorbe la humedad muy fácilmente. Una vez líquido, el sodio se filtra rápidamente en el suelo, con la posibilidad de contaminar las reservas de agua.</p>

<p><i>Sulfato de Sodio</i></p>	<p>Altos contenidos de iones de sodio en las aguas de regadío, afecta la permeabilidad del suelo y causa problemas de infiltración. Esto es porque el sodio cuando esta presente en el suelo es intercambiable por otros iones. El calcio y el magnesio son cationes que forman parte de los complejos estructurales que forman el suelo generando una estructura granular apropiada para los cultivos. El exceso de iones de sodio desplaza el calcio (Ca) y magnesio (Mg) y provoca la dispersión y desagregación del suelo. El suelo se vuelve duro y compacto en condiciones secas y reduce la infiltración de agua y aire a través de los poros que conforman el suelo.</p>
<p><i>Tartrato Sódico Potásico</i></p>	<p>Altamente tóxico en toda la cadena trófica. Efecto ecotóxico importante en medios acuáticos Peces (Cu) = 1 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico. Peces (C. auratus) (Cu) = 0,01 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico. Bivalvos (Cu) = 0,55 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico. Ostras (Cu) = 0,1 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico. Riesgo para el medio acuático = Alto Riesgo para el medio terrestre = Medio No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos.</p>
<p><i>Acido Fosfórico, Aleación de Devarda, Azometina, Bifitalato de Potasio, Molibdvanadato de amonio, Rojo de Metilo, Tiosulfato de Sodio, Verde Bromocresol</i></p>	<p>No incorporar a suelos ni acuíferos</p>

Acido Ascórbico,
Citrato de Amonio,
Fenolftaleína,
Ortofenantrolina,
Oxido Cúprico,
Oxido de Titanio,
Sulfato Ferroso,
Tetra-borato de
Sodio

No se ha comprobado impacto generado por estas sustancias por ninguna institución reconocida o algún estudio o proyecto de investigación.

ANEXO 4. MATRIZ DE COMPATIBILIDAD AREA FERTILIZANTES

RESIDUOS	1. Sulfato cobre	2. Hidróxido sodio	3. Tarttrato sódico	4. Biuret	5. Acido sulfúrico (liq)	6. Rojo de metilo	7. Etanol	8. Acido clorhídrico	9. Fenolftaleína	10. Biftalato de potasio	11. cloruro de calcio (sol.)	12. Aleación de Devarda	13. Acido bórico	14. Verde de Bromocresol	15. Dicromato de Potasio	16. Sulfato de fierro	17. Cloruro de sodio	18. Permanganato de potasio	19. Oxalato de sodio	20. Acetato de amonio (sol)	21. Acido etilendiamino EDTA	22. Acido acético	23. Acido tioglicólico	24. Azometina	
1 Sulfato de cobre (sol.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 Hidróxido de sodio (sol.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 Tarttrato sódico potásico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4 Biuret	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5 Acido sulfúrico (liq)	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6 Rojo de metilo	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7 Etanol	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8 acido clorhídrico	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9 Fenolftaleína	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10 Biftalato de potasio	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11 cloruro de calcio (sol.)	1	2	2	1	2	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12 Aleación de Devarda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13 Acido bórico	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14 verde de Bromocresol	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15 Dicromato de Potasio	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16 Sulfato de fierro	2	1	1	2	1	3	3	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17 Cloruro de sodio	1	2	2	1	2	3	3	2	3	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18 Permanganato de potasio	1	1	1	2	1	3	3	1	3	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
19 Oxalato de sodio	1	2	2	1	2	3	3	2	3	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
20 Acetato de amonio (sol)	1	2	2	1	2	3	3	2	3	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
21 Acido etilendiamino EDTA	1	1	1	2	1	3	3	1	3	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
22 Acido acético	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
23 Acido tioglicólico	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
24 Azometina	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1

FUENTE: AUTORES

RESIDUOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
25. Acido ascórbico	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26. Oxido de lantano	1	1	2	1	2	3	2	3	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1
27. Acido nítrico	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
28. Soda																									1
29. Acido Salicilico	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
30. Tiosulfato de Sodio	1	1	2	1	2	3	2	3	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2
31. Sodio Sulfato	1	2	2	1	2	3	2	3	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2
32. Dióxido de Titanio	1	1	2	1	2	3	2	3	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2
33. Potasio																									1
34. Acido Perciónico	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
35. Citrato de Amonio	1	1	2	1	2	3	2	3	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2
36. Molibdo-Monovanadato	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1
37. vanadato Mono	1	1	2	1	1	3	2	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
38. Acido fosfórico	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39. Difenil-Difeni-amina	1	2	2	1	2	3	2	3	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2
40. Ortófen.																									
41. Acido ortofosf.	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
38. Acido fosfórico																									
37. Monovanadato de Amonio																									
36. Molibdovanadato de amonio																									
35. Citrato de Amonio																									
34. Acido perclórico																									
33. Potasio																									
32. Dióxido de Trantio																									
31. Sulfato de sodio																									
30. Tiosulfato de Sodio																									
29. Acido Salicilico																									
28. Soda																									
27. Acido nítrico																									
26. Oxido de lantano																									
41. Acido ortofosfórico																									
40. Orto fenantrolina																									
39. Difenilamina																									

FUENTE: AUTORES

COMPONENTE	PROCEDIMIENTOS	POTASIO TOTAL Y SOLUBLE	FOSFORO TOTAL																BIURET								BORO						
			5	21	5	6	7	8	10	12	19	27	28	12	14	18	26	33	34	37	1	2	3	4	5	6	13	16					
ATMOSFERICO	ELEMENTOS	5	21																														
	AIRE						3		5			5	5								3												
	RUIDO																																
GEOGRAFICO	SUELO	5		5	3	3	1	5																									
	AGUA	3	5	3	3	3	3	5	5	1	3	1	5	5	3	5	5	1	1	1													
BIOTICO	FAUNA	5	3	5				5				5	1	1							3												
	VEGETACION	5		5				5				5	1																				
SOCIAL	POBLACION	5	3	5			5	5	5	3	5	1	5								5	1	5	5									
SUBTOTAL		23	11	23	6	11	22	15	25	4	8	2	25	17	7	8	8	6	5	1	11	1	20	23	6	15	6						
TOTAL		34		116																76								83					

FUENTE: AUTORES

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Acetato de amonio (sol) | 15. Aleacion de Devarda | 29. Orto fenantrolina |
| 2. Acido acetico | 16. Azometina | 30. Oxalato de sodio |
| 3. Acido ascorbico | 17. Bifitalato de potasio | 31. oxido de lantano |
| 4. Acido boric | 18. Biuret | 32. Permanganato de potasio |
| 5. Acido clorhidrico | 19. Citrato de Amonio | 33. Rojo de metilo |
| 6. Acido etilendiamino EDTA | 20. cloruro de calcio (sol.) | 34. Sulfato de cobre (sol.) |
| 7. Acido fosforico | 21. Cloruro de sodio | 35. Sulfato ferroso |
| 8. acido nitrico | 22. Dicromato de Potasio | 36. Sulfato de sodio |
| 9. Acido ortofosforico | 23. Difenilamina | 37. Tartrato sodico potasico |
| 10. Acido perclorico | 24. Dioxido de Titanio | 38. Triosulfato de Sodio |
| 11. Acido Salicilico | 25. Fenofitaína | 39. verde de Bromocresol |
| 12. Acido sulfurico (liq) | 26. Hidroxido de sodio (sol.) | |
| 13. Acido tioglicolico | 27. Molibdovanadato de amonio | |
| 14. Etanol | 28. Monovanadato de Amonio | |

COMPONENTE	PROCEDIMIENTOS	CARBONO ORGANICO						CARBONATOS TOTALES			CENIZAS	NITROGENO NITRICO Y AMONIACAL MICRO- KJENDAHL								
		9	12	22	23	29	35	5	17	25		26	4	5	14	15	26	33	39	
ATMOSFERICO	ELEMENTOS																			
	AIRE		5																	
	RUIDO																			
GEOSFERICO	SUELO	1		3	3			5			3									
HIDROSFERICO	AGUA	1	5	3	3			3		1	5									
BIOTICO	FAUNA		5					5												
	VEGETACION	1	5					5												
SOCIAL	POBLACION	1	5				1	1	5	1	1									
	SUBTOTAL	4	25	6	6	1	1	23	1	2	8	1	1	20	23	17	1	8	8	6
	TOTAL						43				34									79

FUENTE: AUTORES

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Acetato de amonio (sol) | 15. Aleacion de Devarda | 29. Orto fenantrolina |
| 2. Acido acetico | 16. Azometina | 30. Oxalato de sodio |
| 3. Acido ascorbico | 17. Bifalato de potasio | 31. oxido de lantano |
| 4. Acido borico | 18. Biuret | 32. Permanganato de potasio |
| 5. Acido clorhidrico | 19. Citrato de Amonio | 33. Rojo de metilo |
| 6. Acido etilendiamino EDTA | 20. cloruro de calcio (sol.) | 34. Sulfato de cobre (sol.) |
| 7. Acido fosforico | 21. Cloruro de sodio | 35. Sulfato ferroso |
| 8. acido nitrico | 22. Dicromato de Potasio | 36. Sulfato de sodio |
| 9. Acido ortofosforico | 23. Difenilamina | 37. Tairtrato sodico potasio |
| 10. Acido perclorico | 24. Dioxido de Titanio | 38. Tiosulfato de Sodio |
| 11. Acido Salicilico | 25. Fenofaleina | 39. verde de Bromocresol |
| 12. Acido sulfurico (liq) | 26. Hidroxido de sodio (sol.) | |
| 13. Acido triaglicolico | 27. Molibdovanadato de amonio | |
| 14. Etanol | 28. Monovanadato de Amonio | |

COMPONENTE	PROCEDIMIENTOS	CARBONO ORGANICO COLORIMETRIA					NITROGENO NITRICO					NITROGENO AMONIAICAL MICRO-KJENDAHL					
		12	22	12	21	30	32	35	4	5	14	17	25	26	33	39	
ATMOSFERICO	ELEMENTOS	12	22	12	21	30	32	35	4	5	14	17	25	26	33	39	
	AIRE	5		5			5		5	5							
GEOGRAFICO	RUIDO																
	SUELO		3						5	5	5		3	3	3		
HIDROGRAFICO	AGUA	5	3	5	5	5	5		3	5		1	5	5	3		
	FAUNA	5		5	3				5	1							
BIOTICO	VEGETACION	5		5		5	5		5	1							
	POBLACION	5		5	3	1	1	1	5	5	1	1					
SUBTOTAL		25	6	25	11	1	15	1	20	23	17	1	2	8	8	6	
TOTAL		31					53					85					

FUENTE: AUTORES	
1. Acetato de amonio (sol)	15. Aleacion de Devarda
2. Acido acetico	16. Azometina
3. Acido ascorbico	17. Biftalato de potasio
4. Acido borico	18. Biuret
5. Acido clorhidrico	19. Citrato de Amonio
6. Acido etilendiamino EDTA	20. cloruro de calcio (sol.)
7. Acido fosforico	21. Cloruro de sodio
8. acido nitrico	22. Dicromato de Potasio
9. Acido ortofosforico	23. Difetilamina
10. Acido perclorhico	24. Dioxido de Titanio
11. Acido Salicilico	25. Fenofaleina
12. Acido sulfurico (liq)	26. Hidroxido de sodio (sol.)
13. Acido tioglicolico	27. Molibdovanadato de amonio
14. Etanol	28. Monovanadato de Amonio
	29. Orto fenantrolina
	30. Oxalato de sodio
	31. oxido de lantano
	32. Permanganato de potasio
	33. Rojo de metilo
	34. Sulfato de cobre (sol.)
	35. Sulfato ferroso
	36. Sulfato de sodio
	37. Tartrato sodico potasico
	38. Tiosulfato de Sodio
	39. verde de Bromocresol

ANEXO 6. MATRIZ DE IMPORTANCIA AREA FERTILIZANTES - LANIA

ELEMENTOS	PROCEDIMIENTOS	1. HUMEDAD	2. Ca,Mg,Cu,Fe, Zn,Mn	3. DENSIDAD	4. NITROGENO UREICO	5. NITROGENO Y AMONIAICAL	6. NITROGENO TOTAL	7. POTASIO TOTAL Y SOLUBLE
	Naturaleza	+	-	+	-	-	-	-
	Intensidad (I) (Grado de Destrucción)	1	4	1	2	2	8	2
	Extensión (EX) (área de influencia)	1	2	1	2	2	2	2
	Momento (MO) (Plazo de manifestación)	2	2	2	2	2	2	2
	Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	2	2	2	4	2
	Acumulación (AC) (incremento progresivo)	1	4	1	4	4	4	4
	Efecto (EF) (Relación causa Efecto)	4	4	4	4	4	4	4
	Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	2	2	2	2	2
	Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	2	2	2	2	2	2	2
	Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)	1	4	1	2	2	4	2
	Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)	2	4	2	4	4	4	2
TOTAL		21	-40	21	-32	-32	-54	-30

IMPORTANCIA=(3*I + 2* EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)

ELEMENTOS	PROCEDIMIENTOS	8. FOSFORO TOTAL	9. BIURET	10. BORO	11. CARBONO ORGANICO	12. CARBONATOS TOTALES	13. CENIZAS
	Naturaleza	-	-	-	-	-	-
	Intensidad (I) (Grado de Destrucción)	8	2	4	2	2	1
	Extensión (EX) (área de influencia)	2	2	2	2	2	1
	Momento (MO) (Plazo de manifestación)	2	2	2	2	2	2
	Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	4	2	2	2
	Acumulación (AC) (incremento progresivo)	4	4	4	4	4	1
	Efecto (EF) (Relación causa Efecto)	4	4	4	4	4	4
	Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)	4	2	4	2	2	2
	Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	2	2	2	2	2	2
	Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)	4	2	4	2	2	2
	Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)	4	2	4	4	4	4
	TOTAL	-54	-30	-44	-32	-32	-24

FUENTE: AUTORES

IMPORTANCIA=(3 * I + 2 * EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)

PROCEDIMIENTOS ELEMENTOS	14.NITROGENO NITRICO Y AMONIACAL MICRO- K JENDAHL	15. CARBONO ORGANICO COLORIMETRIA	16. NITROGENO NITRICO	17. NITROGENO AMONIACAL MICRO-K JENDAHL
Naturaleza	-	-	-	-
Intensidad (I) (Grado de Destrucción)	2	2	2	4
Extensión (EX) (área de influencia)	2	2	2	2
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	2	2	2	2
Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	2	2
Acumulación (AC) (incremento progresivo)	4	4	4	4
Efecto (EF) (Relación causa Efecto)	4	4	4	4
Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	2	4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	2	2	2	2
Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)	2	4	4	4
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)	4	4	4	4
TOTAL	-32	-34	-38	-42

FUENTE: AUTORES

IMPORTANCIA=(3*I + 2* EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC,

ANEXO 7. MATRIZ CAUSA – EFECTO FOSFORO TOTAL

COMPONENTE	PROCESO	LANIA - ICA										ICONTEC										METODOS ESTANDAR										DR. CALDERON LABORATORIOS LDTA.										UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA									
		FOSFORO TOTAL										FOSFORO TOTAL										METODO COLORIMETRICO										METODO MOLIBDATO VANADATO DE AMONIO										METODO AZUL DE HETERO - POLIACIDO									
		2	3	4	5	6	7	10	17	18	2	4	5	6	12	15	16	19	20	21	2	4	6	11	12	14	15	16	4	5	6	12	16	22	2	8	9	16	23												
ATMOSFERICO	ELEMENTOS																																																		
	AIRE																																																		
GEOSEFERO	SUELO																																																		
	AGUA																																																		
BIOTICO	FAUNA																																																		
	VEGETACION																																																		
SOCIAL	POBLACION																																																		
	SUBTOTAL	23	11	22	15	25	4	6	8	2	23	22	15	25	3	3	8	1	3	3	23	22	25	2	3	8	3	8	22	15	25	3	8	2	23	3	11	8	7												
TOTAL		116										106										94										75										52									

FUENTE: AUTORES

1. Acido cítrico	7. Citrato de amonio	13. Hidróxido de amonio	19. Nitrato de magnesio
2. Acido clorídrico	8. Cloruro estannoso	14. Hidróxido de Sodio	20. Nitrato de potasio
3. Acido fosfórico	9. Dihidrogenofosfato de potasio	15. Metavanadato de amonio	21. Nitrato de sodio
4. Acido nítrico	10. Edta	16. Molibdato de amonio	22. Vanadato de amonio
5. Acido perclórico	11. Fenolftaleína	17. Molibdovanadato de amonio	23. Zinc
6. Acido sulfúrico	12. Fosfato Potásico	18. Monovanadato de amonio	

ANEXO 9. MATRIZ CAUSA – EFECTO NITROGENO AMONIACAL

FUENTE	LANIA - ICA																ICONTEC						METODOS ESTANDAR						UNIVERSIDAD DE OVIEDO - ESPAÑA					
	NITROGENO AMONIACAL																NITROGENO AMONIACAL						METODOS SAL DE FENOL						NITROGENO AMONIACAL					
PROCESOS	1	2	5	8	10	11	14	16	2	4	6	8	11	14	2	7	9	11	12	15	1	2	3	11	13									
ELEMENTOS	1	2	5	8	10	11	14	16	2	4	6	8	11	14	2	7	9	11	12	15	1	2	3	11	13									
ATMOSFERICO	5		5									5									5		5											
RUIDO																																		
GEOSFERICO	5	5	5	5	3	3	3	3	5	5	3	5	3	3	5	3	1	3	1		5	5			3									
HIDROSFERICO	3	5	5	1	5	5	3	3	3	3	5	5	5	5	3	3	5	5	3	1		3	5	5	3									
BIOTICO	5	5	1						5	1	1	1			5	1	1					5	5		1									
SOCIAL	5	5	1	1					5	5	1	1			5	5	3	1	1	1	5	5	5		3									
SUBTOTAL	20	23	1	17	2	8	8	6	23	1	7	17	8	8	23	7	11	8	7	3	20	23	25	8	8									
TOTAL	85																64						59						84					

FUENTE: AUTORES

1. ACIDO BORICO	7. CLORURO DE AMONIO	13. PEROXIDO DE HIDROGENO
2. ACIDO CLORHIDRICO	8. ETANOL	14. ROJO DE METILO
3. ACIDO SULFURICO	9. FENOL	15. SULFATO MANGANOSO
4. ALEACION DE DEVARDA	10. FENOLFTALEINA	16. VERDE DE BROMOCRESOL
5. BIFTALATO DE POTASIO	11. HIDROXIDO DE SODIO	
6. CITRATO TERBUTILICO	12. HIPOCLORITO DE SODIO	

ANEXO 10. MATRIZ CAUSA – EFECTO BORO

COMPONENTE	PROCESOS	LANIA - ICA										ICONTEC										METODOS ESTANDAR					DR. CALDERON LABORATORIOS LDTA.					UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR SAN MARCOS PERU				
		BORO										BORO										METODO DEL CARMIN					METODO QUINALIZARINA					BORO				
ATMOSFERICO	ELEMENTOS	1	2	3	4	6	10	11	12	1	2	3	4	6	8	11	12	13	14	15	4	5	6	9	15	4	9	16	4	7	13	15				
	AIRE	3	5								3	5						3			5			5		5	5		5	3						
GEOSFERICO	RUIDO																																			
	SUELO	5	5	5	3	3				5	5	5	3	3	5	3	5			5	5		5	3	5			5	1		3					
HIDROSFERICO	AGUA	1								3	5	3	3	1	5	5			3	5	5	5	5	5			3	1	5	5						
	FAUNA	3								3					5		3												5							
BIOTICO	VEGETACION														5	5												5								
	POBLACION	5	1	5	5	5				5	1	5	5	5		1	5			5	1	5	5	5	5	5	1	5	5	1						
SUBTOTAL		1	11	1	20	23	15	6	6	1	11	1	20	23	15	6	6	2	21	8	20	1	23	25	8	20	25	1	20	22	2	8				
TOTAL		83										114										77					46					52				

FUENTE: AUTORES

1. Acetato de amonio	7. Acido nítrico	13. Fenolftaleina
2. Acido acético	8. Acido perclórico	14. Hidróxido de amonio
3. Acido ascórbico	9. Acido sulfúrico	15. Hidróxido de sodio
4. Acido bórico	10. Acido tioglicólico	16. Quinalizarina
5. Acido Carminico	11. Azometina	
6. Acido clorhídrico	12. Edta	

ANEXO 11. MATRIZ DE IMPORTANCIA FOSFORO TOTAL

ELEMENTOS	PROCEDIMIENTOS	LAMIA - ICA	ICONTEC	METODOS ESTANDAR	DR. CALDERON LABORATORIOS L.T.D.A	UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
	Naturaleza	-	-	-	-	-
	Intensidad (I) (Grado de Destrucción)	8	8	2	2	2
	Extensión (EX) (área de influencia)	2	2	2	2	2
	Momento (MO) (Plazo de manifestación)	2	4	2	2	2
	Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	2	2	2
	Acumulación (AC) (incremento progresivo)	4	4	4	4	4
	Efecto (EF) (Relación causa Efecto)	4	4	4	4	4
	Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)	4	4	2	2	2
	Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	2	2	2	2	2
	Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)	4	4	4	4	2
	Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)	4	4	4	4	4
	TOTAL	-54	-56	-34	-34	-32

FUENTE: AUTORES

ANEXO 12. MATRIZ DE IMPORTANCIA NITROGENO TOTAL

ELEMENTOS	PROCEDIMIENTOS	LAINIA - ICA	ICONTEC	METODOS ESTANDAR	NORMAS CONVENIN VENEZUELA
Naturaleza		-	-	-	-
Intensidad (I) (Grado de Destrucción)		8	2	4	8
Extensión (EX) (área de influencia)		2	2	2	2
Momento (MO) (Plazo de manifestación)		2	2	2	4
Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)		4	4	4	4
Acumulación (AC) (incremento progresivo)		4	4	4	4
Efecto (EF) (Relación causa Efecto)		4	4	4	4
Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)		2	2	2	4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)		2	2	2	2
Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)		4	4	4	4
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)		4	4	4	4
TOTAL		-54	-36	-42	-58

FUENTE: AUTORES

ANEXO 13. MATRIZ DE IMPORTANCIA NITROGENO AMONIACAL

PROCEDIMIENTOS ELEMENTOS	LANIA - ICA	ICONTEC	METODOS ESTANDAR	UNIVERSIDAD DE OVIEDO - ESPAÑA
Naturaleza	-	-	-	-
Intensidad (I) (Grado de Destrucción)	4	2	2	4
Extensión (EX) (área de influencia)	2	2	2	2
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	2	1	2	2
Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)	2	2	2	2
Acumulación (AC) (incremento progresivo)	4	4	4	4
Efecto (EF) (Relación causa Efecto)	4	4	4	4
Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)	4	2	2	4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	2	2	2	2
Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)	4	4	4	4
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)	4	4	4	4
TOTAL	-42	-33	-34	-42

FUENTE: AUTORES

ANEXO 14. MATRIZ DE IMPORTANCIA BORO

PROCEDIMIENTOS ELEMENTOS	LAINIA - ICA	ICONTEC	METODOS ESTANDAR	DR. CALDERON LABORATORIOS L.T.D.A	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Naturaleza	-	-	-	-	-
Intensidad (I) (Grado de Destrucción)	4	8	4	2	2
Extensión (EX) (área de influencia)	2	2	2	2	2
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	2	4	2	2	2
Sinergia (SI) (Regularidad de la Manifestación)	4	4	2	2	2
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	4	4	4	4	4
Efecto (EF) (Relación causa Efecto)	4	4	4	4	4
Periodicidad (PR) (Regularidad de la Manifestación)	4	4	2	2	1
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	2	2	2	2	2
Reversibilidad (RV) (Posibilidad de Reconstrucción)	4	4	4	2	2
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos)	4	4	4	4	4
TOTAL	-44	-58	-40	-32	-31

FUENTE: AUTORES

ANEXO - 15 MATRIZ PONDERACIÓN FÓSFORO TOTAL, MÉTODO LANIA

DETERMINACION DE FOSFORO TOTAL - METODO LANIA										
IMPACTO										
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL			
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.				
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	(5/6)		
VALOR	10	5	2	9	5	6				
PONDERACION	1	1	0	1	1	1				
RECURSOS NECESARIOS										
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL				
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S					
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	(1/5)			
VALOR	NO	SI	65	SI	SI					
PONDERACION	0	1	0	0	0	0				
INFORMACIÓN										
	F.B	TOTAL	PONDERACION							
UNIDADES	N/S		TOTAL							
ESCALA	0 - 1		(1/1)							
VALOR	NO									
PONDERACION	1		(7/12)							

MATRIZ PONDERACIÓN FÓSFORO TOTAL, MÉTODO ICONTEC

DETERMINACION DE FOSFORO TOTAL - METODO ICONTEC										
IMPACTO										
RECURSOS NECESARIOS										
FOSFORO TOTAL										
NUCLEO										
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL			
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.				
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1				
VALOR	10	4	2	5	3	5				
PONDERACION	1	0	0	1	0	1	(3/6)			
NUCLEO										
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL				
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S					
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1					
VALOR	SI	SI	88	SI	SI					
PONDERACION	1	1	1	0	0	(3/5)				
NUCLEO										
	INFORMACIÓN		PONDERACION							
	F.B	TOTAL	TOTAL							
UNIDADES	N/S	(0/1)								
ESCALA	0 - 1									
VALOR	SI									
PONDERACION	0	(6/12)								

MATRIZ PONDERACIÓN FÓSFORO TOTAL, MÉTODO ESTANDAR

FOSFORO TOTAL		DETERMINACION DE FOSFORO TOTAL - METODO ESTANDAR									
NUCLEO		IMPACTO									
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL				
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.				
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1				
VALOR	8	3	2	6	3	4					
PONDERACION	1	0	0	1	0	1					
RECURSOS NECESARIOS											
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL					
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S	N/S					
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1					
VALOR	SI	SI	70	SI	SI	SI					
PONDERACION	1	1	0	0	0	0					
NUCLEO		INFORMACIÓN									
	F.B	TOTAL	PONDERACION TOTAL								
UNIDADES	N/S										
ESCALA	0 - 1										
VALOR	SI										
PONDERACION	0										
			(0/1)								
			(5/12)								
			(2/5)								
			(3/6)								

MATRIZ PONDERACIÓN FÓSFORO TOTAL, MÉTODO Dr. CALDERON LABORATORIO LTDA

FOSFORO TOTAL		DETERMINACION DE FOSFORO TOTAL - METODO Dr. CALDERON LABORATORIOS LTDA									
NUCLEO		IMPACTO									
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL				
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.					
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1					
VALOR	6	3	2	4	3	2					
PONDERACION	1	0	0	0	0	0					
RECURSOS NECESARIOS											
NUCLEO	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL					
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S						
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1						
VALOR	SI	SI	80	SI	SI						
PONDERACION	1	1	1	0	0						
NUCLEO	INFORMACIÓN		PONDERACION		TOTAL						
	F.B	TOTAL	TOTAL		TOTAL						
UNIDADES	N/S										
ESCALA	0 - 1										
VALOR	SI										
PONDERACION	0										
(1/6)											
(3/5)											
(0/1)											
(4/12)											

ANEXO - 16 MATRIZ PONDERACIÓN NITRÓGENO TOTAL, MÉTODO LANIA - ICA

NITRÓGENO TOTAL		DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL - METODO LANIA									
NUCLEO		IMPACTO									
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL				
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.					
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1				
VALOR	10	2	2	9	10	1					
PONDERACION	1	0	0	1	1	0					
RECURSOS NECESARIOS											
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL					
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S						
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1					
VALOR	SI	SI	60	SI	SI	SI					
PONDERACION	1	1	0	0	0	0					
NUCLEO		INFORMACIÓN									
	F.B	TOTAL									
UNIDADES	N/S										
ESCALA	0 - 1										
VALOR	NO										
PONDERACION	1										
		PONDERACION TOTAL									
					(7/12)						
				(1/1)							
				(4/6)							
				(2/5)							

MATRIZ PONDERACIÓN NITRÓGENO TOTAL, MÉTODO ICONTEC

DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL - METODO ICONTEC										
IMPACTO										
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL			
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.				
ESCALA	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1				
VALOR	12	2	2	10	8	1				
PONDERACION	1	0	0	1	1	0				
RECURSOS NECESARIOS										
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL				
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S					
ESCALA	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1					
VALOR	SI	SI	80	SI	SI					
PONDERACION	1	1	1	0	0					
INFORMACIÓN										
	F.B	TOTAL								
UNIDADES	N/S									
ESCALA	0-1									
VALOR	SI									
PONDERACION	0									
		PONDERACION TOTAL								
		(0/1)		(6/12)						
				(3/5)						
				(3/6)						

ANEXO - 17 MATRIZ PONDERACIÓN NITRÓGENO AMONIACAL, MÉTODO LANIA - ICA

NITROGENO AMONIACAL		DETERMINACION DE NITROGENO AMONIACAL - METODO LANIA									
NUCLEO		IMPACTO									
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL				
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.					
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1				
VALOR	8	2	2	6	6	2					
PONDERACION	1	0	0	1	0	0					
RECURSOS NECESARIOS											
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL					
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S						
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1					
VALOR	SI	NO	75	SI	SI						
PONDERACION	1	0	1	0	0						
NUCLEO		INFORMACIÓN									
	F.B	TOTAL	PONDERACION								
	N/S		TOTAL								
ESCALA	0 - 1		(1/1)								
VALOR	NO		(5/12)								
PONDERACION	1		(2/5)								

MATRIZ PONDERACIÓN NITRÓGENO AMONIACAL, MÉTODO ICONTEC

NITRÓGENO AMONIACAL		DETERMINACION DE NITRÓGENO AMONIACAL - METODO ICONTEC									
NUCLEO		IMPACTO									
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL				
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.				
ESCALA	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1				
VALOR	6	1	1	5	5	1	1				
PONDERACION	1	0	0	1	1	1	0				
RECURSOS NECESARIOS											
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL					
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S						
ESCALA	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1						
VALOR	SI	SI	75	SI	SI						
PONDERACION	1	1	1	0	0						
NUCLEO		INFORMACIÓN									
	F.B	TOTAL	PONDERACION								
	N/S		TOTAL								
ESCALA	0-1		(0/1)								
VALOR	SI		(6/12)								
PONDERACION	0		(3/5)								

MATRIZ PONDERACIÓN NITRÓGENO AMONIACAL, MÉTODO ESTANDAR

NITROGENO AMONIACAL		DETERMINACION DE NITROGENO AMONIACAL - METODO ESTANDAR										
NUCLEO		IMPACTO										
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL					
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.						
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1						
VALOR	6	1	0	6	5	1						
PONDERACION	1	0	0	1	1	0						
RECURSOS NECESARIOS												
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL						
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S							
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1							
VALOR	SI	NO	75	SI	SI							
PONDERACION	1	0	1	0	0							
NUCLEO		INFORMACIÓN										
	F.B	TOTAL	PONDERACION									TOTAL
UNIDADES	N/S		TOTAL									
ESCALA	0 - 1											
VALOR	SI											
PONDERACION	0											
			(0/1)									(5/12)
												(2/5)
												(3/6)

MATRIZ PONDERACIÓN BORO, MÉTODO ICONTEC

DETERMINACION DE BORO - METODO ICONTEC										
IMPACTO										
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL			
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.			
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1			
VALOR	11	5	3	8	7	5				
PONDERACION	1	1	0	1	1	1				
RECURSOS NECESARIOS										
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL				
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S	N/S				
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1				
VALOR	SI	NO	80	SI	SI	SI				
PONDERACION	1	0	1	0	0	0				
INFORMACIÓN										
	F.B	TOTAL								
UNIDADES	N/S	(0/1)								
ESCALA	0 - 1									
VALOR	SI	(7/12)								
PONDERACION	0									

MATRIZ PONDERACIÓN BORO, MÉTODO ESTANDAR

BORO		DETERMINACION DE BORO - METODO ESTANDAR									
NUCLEO		IMPACTO									
	RU	SA	AIRE	AGUA	SUELO	SALUD	TOTAL				
UNIDADES	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	Unid.				
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1				
VALOR	5	2	2	3	3	3	3				
PONDERACION	1	0	0	0	0	0	1				
RECURSOS NECESARIOS											
	R.E	AS	OPERATIVIDAD	C.M	A.N	TOTAL					
UNIDADES	N/S	N/S	%	N/S	N/S	N/S					
ESCALA	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1					
VALOR	SI	SI	75	SI	SI	SI					
PONDERACION	1	1	1	0	0	0					
NUCLEO		INFORMACIÓN									
	F.B	TOTAL									
UNIDADES	N/S										
ESCALA	0 - 1										
VALOR	SI										
PONDERACION	0										
		PONDERACION TOTAL					(5/12)				
		(0/1)					(3/5)				

ANEXO 19. PRODUCCION Y VENTA DE FERTILIZANTES EN COLOMBIA AÑO 2007

CLASE	FUENTE	Kg			Lt				
		PRODUCCION	%	VENTAS	PRODUCCION	%	VENTAS		
ACONDICIONADOR ORGANICO DE SUELOS	ACIDOS HUMICOS	63.464.629	0,00%	62.339.000,0	0,00%	2.200	0,01%	1.383,0	0,01%
	COMPOST	1.522.200	3,98%	2.430.400,0	3,56%	252.956	0,12%	21.968,0	0,10%
	GALLINAZAS	891.368	0,11%	772.003,0	0,14%	200.765	0,09%	5.005,0	0,02%
	HUMUS (LEONARDITAS)	746.983	0,05%	732.603,0	0,04%	60.600	0,33%	60.641,0	0,31%
	NPK + VINAZAS	91.500	0,01%	94.660,0	0,01%	1080	0,00%	1.624,6	0,01%
	OTROS	1.138	0,00%	6.233,0	0,00%	62000000	38,21%	8.127.262,0	37,98%
	POLIACRILAMIDAS		0,00%		0,00%	2782	0,01%		0,00%
	COMBRICOMPUESTO	73.300	0,00%	70.640,0	0,00%				
	LEONARDITAS	67.081.008	4,18%	86.437.596,0	3,80%	8511063	39,66%	8.224.350,6	35,46%
	MICORRIZAS		0,00%		0,00%	3500	0,02%	3.400,0	0,02%
	NK	1.391.000	0,00%	901.000,0	0,05%				
	NK + MENORES	1.391.000	0,00%	901.000,0	0,00%	18879	0,08%	17.374,0	0,08%
	FOSEFATO DIAMONICO (DAP)	584.360	0,04%	576.463,0	0,03%	18879	0,09%	17.374,0	0,08%
	FOSEFATO MONOAMONICO (MAP)	14.760	0,00%	12.825,0	0,00%				
	FOSEFATOS DE AMONIO	8.000	0,00%	8.000,0	0,00%				
	NP	3.344	0,00%	3.344,0	0,00%				
	OTROS NP		0,00%		0,00%				
	UREA + FOSFATO	5.082	0,00%	22.638,0	0,00%				
	UREA + FOSFATO	616.436	0,04%	653.376,0	0,04%				
	NPK	511.643.713	31,95%	510.868.457,0	29,20%	1795623	8,37%	1.786.621,0	8,35%
	NPK + MATERIA ORGANICA	314.000	0,02%	341.000,0	0,02%				
	NPK + MENORES	149.360	0,01%	152.750,0	0,01%				
	NPK + Mg	26.233.600	1,68%	27.215.750,0	1,56%				
	NPK + SECUNDARIOS (Ca, Mg, S)	268.343.141	16,75%	260.434.574,0	14,95%	5691	0,03%	5.691,0	0,03%
	NPK + SECUNDARIOS (Ca, Mg, S) + MENORES	7.223.875	0,45%	29.668.750,0	1,70%				
	NPK LIBERACION LENTA		0,00%	124.524,0	0,01%				
	FOSEFATO DIPOFOSICO	814.607.679	50,86%	826.806.650,0	47,37%	1601214	8,38%	1.792.312,0	8,38%
	FOSEFATO DE POTASIO	8.500	0,00%	8.050,0	0,00%				
	PK	419.860	0,03%	444.625,0	0,03%	0	0,00%	29.666,0	0,14%
	AZUFRE	428.360	0,03%	452.875,0	0,03%	0	0,00%	5.762,0	0,03%
	BORO	7.983.690	0,50%	7.948.443,0	0,45%	31832	0,15%	35.460,0	0,17%
	CAL	11.186	0,00%	8.325,0	0,00%				
	CAL MAGNESIANA	8.635.380	0,53%	8.652.450,0	0,49%				
	CALES AGRICOLAS (CALIZAS)	4.772.450	0,30%	5.800.650,0	0,33%				
	DOLOMITAS	18.532.681	1,16%	37.646.851,0	2,15%				
	KIESERITA	22.085	0,00%	21.972,0	0,00%				
	MAGNESITAS	1.541.860	0,10%	1.484.350,0	0,08%				
	MENORES	3.563.101	0,22%	2.805.919,0	0,16%				
	NPK	890.760	0,06%	878.770,0	0,05%				
	OTRAS ENMIENDAS	9.390	0,00%	8.650,0	0,00%	871	0,00%	7.260,0	0,00%
	SECUNDARIOS + MENORES	10.043.987	0,63%	8.984.842,0	0,51%				
	SULFATO DE MAGNESIO		0,00%		0,00%				
	SULFATO DE POTASIO		0,00%		0,00%	94	0,00%	-	0,00%
	YESOS (SULFATOS DE CALCIO)	574.287	0,04%	636.360,0	0,03%				
	ZINC	113.060	0,01%	88.500,0	0,01%				
	CAL DOLOMITA	343.766	0,02%	331.453,0	0,02%				
	OTROS	56.951.471	3,56%	75.196.555,0	4,30%	32.797	0,15%	22.667,0	0,11%
	ROCAS FOSFORICAS (FOSFORITAS)	9.623.000	0,61%	8.373.000,0	0,48%	1000	0,00%	962,9	0,00%
	BORO	9.623.000	0,61%	152.850,0	0,01%	1000	0,00%	962,9	0,00%
	K + SECUNDARIOS (Ca, Mg, S)	96.766	0,01%	97.334,0	0,01%	100	0,00%	72,0	0,00%
	MENORES		0,00%		0,00%				
	NPK		0,00%		0,00%	3000	0,01%	2.712,0	0,01%
	NPK + SECUNDARIOS (Ca, Mg, S)		0,00%		0,00%				

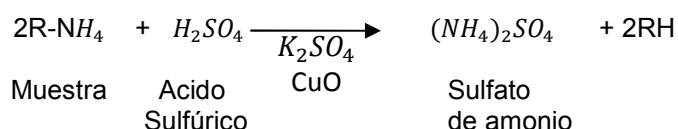
ANEXO 20. – PROCEDIMIENTO CON REACCIONES QUIMICAS

DETERMINACIÓN NITROGENO TOTAL

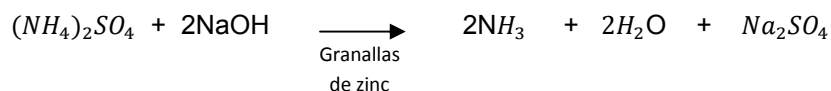
1. MÉTODO: NORMAS CONVENIN VENEZUELA.

Procedimiento.

1. Se pesan 0,5gr de muestra y se colocan en el digestor Kjendhal. Se añaden 5gr de sulfato de potasio, 5gr de oxido cúprico y 20 ml de acido sulfúrico concentrado.



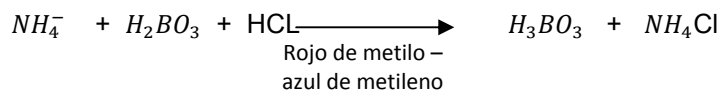
2. Se somete a digestión durante 45min a 60min, se enfría, se añaden 300ml de agua y 5gr de granallas de zinc. Se tapa el balón y se coloca en el destilador. Se agrega cuidadosamente 100ml de solución de hidróxido de sodio al 45% y se destila hasta recoger un volumen de 200ml a 300ml.



3. Se preparan los frascos colectores con 100ml de acido bórico y 5 gotas de la solución indicadora rojo de metilo y azul de metileno, y se colocan al extremo del tubo de recolección.



4. Se valora con acido clorhídrico 0,5N bajo agitación constante hasta obtener un viraje de verde a gris.



2. MÉTODO: ESTANDAR MÉTODOS.

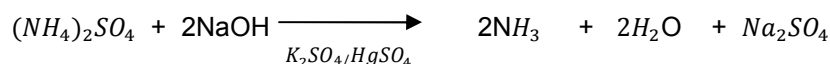
Procedimiento:

1. Tomar 1gr de muestra en un matraz Kjendahl de 800ml, y añádanse con cuidado 50ml de reactivo de Acido sulfúrico. Añádanse cuentas de vidrio mezcle, caliente bajo vitrina para eliminar vapores ácidos. Hiérvase enérgicamente hasta que el volumen se reduzca a unos 20 a 25 ml y se observe humo blanco abundante. Continúe la digestión durante otros 30

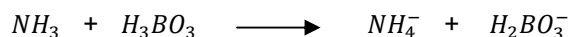
min. Tras la digestión, déjese enfriar el matraz y su contenido, dilúyase a 300ml con agua y mézclese.



- Añádanse con cuidado 50ml de la solución de NaOH para formar una capa alcalina en el fondo del matraz.



- destílese y recójase 200ml de destilado bajo la superficie de 50ml de solución absorbente. Utilícese solución simple de ácido bórico (0,93gr) cuando se vaya a determinar el amoniaco. Llévase el extremo del condensador muy por debajo del nivel de la solución absorbente sin permitir que la temperatura del condensador supere los 9°C. bájese el destilado recogido para que no esté en contacto con el tubo de suministro y continúe la destilación durante 1 o 2 minutos finales para limpiar el condensador.



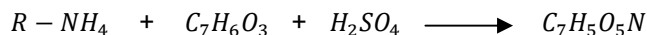
- Titular con 2 gotas de HCL.



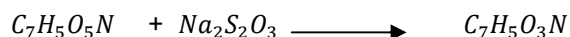
3. MÉTODO ESTANDAR

Procedimiento:

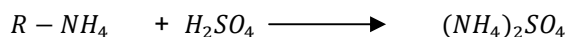
- Se pesan 2,2gr de muestra y se colocan en el balón en el balón Kjendahl. Se agregan 40ml de ácido sulfúrico que contenga 2g de ácido salicílico. Se agita hasta mezcla completamente y se deja en reposo 30min.



- Luego se agregan 5ml de Tiosulfato de sodio. Se agita y se deja en reposo 5min y se calienta suavemente hasta que disminuya la espuma. Luego se suprime el calentamiento. Se agrega al balón kjendahl 2gr de muestra catalizadora. Se hierve vivamente hasta que clarifique la solución y luego durante 30min mas.



- El producto de estos pasos formo:



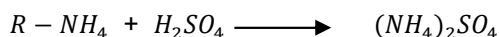
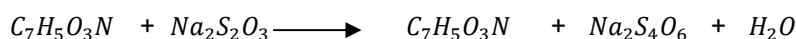
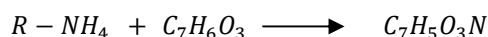
4. Luego se enfría el aire se agrega aproximadamente 200ml de agua, se refrigera exteriormente hasta temperatura ambiente, se agregan granallas de zinc para regular la ebullición, se inclina el balón y se agregan 60ml de solución de hidróxido de sodio o la cantidad suficiente para hacer el medio fuertemente alcalino.



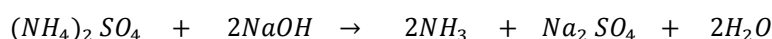
4. MÉTODO: PROCEDIMIENTO - METODO LANIA - ICA

Procedimiento:

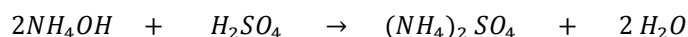
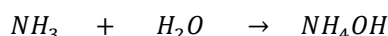
1. Pesar 0,3 gr de la muestra, se transfiere cuantitativamente al balón de Kjendahl, adicionar 1 gr de ácido salicílico, 2gr de Tiosulfato de sodio y 40gr de ácido sulfúrico 100% [].



2. Agregar 120ml de hidróxido de sodio al 40% y destilar, conectar el balón al refrigerante que el extremo del refrigerante quede en el balón



3. Agregar este en una trampa de vapor sumergiéndolo en un erlenmeyer de 500ml que contenga 50ml de H_2SO_4 [], calentar el balón

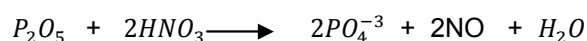


DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL.

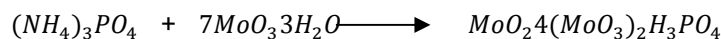
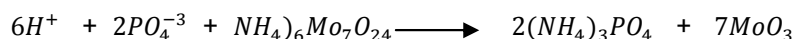
1. MÉTODO: CENTRAL DE VENEZUELA

Procedimiento:

1. Se toma 0,25gr de muestra y se le adicionan 10ml de ácido nítrico.



2. Se adicionan 10 ml de molibdato de amonio. Se pasan las soluciones a matraces de 100 ml y se completa hasta el enrase; se mezcla bien.



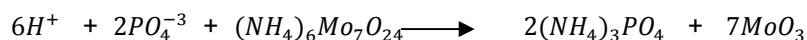
2. MÉTODO: Dr. CALDERÓN LABORATORIOS LTDA.

Procedimiento:

1. Pesa 0.5 gramos de muestra seca y molida, se lleva a un tubo de ensayo de 2.5 cm de diámetro x 35 cm de altura, se agrega de 3.0 ml de mezcla acida (HNO₃) dependiendo del cultivo, luego se coloca en la placa de digestión.



2. Se agregan 2 ml de agua destilada y 1 ml de la solución Molibdato-Vanadato de Amonio, desarrollándose inmediatamente el color amarillo, se deja 5 minutos en reposo, y se lee a una longitud de onda de 430 nm.



3. MÉTODO: ESTANDAR MÉTODOS.

Procedimiento:

1. Póngase 35 g de muestra en un matraz aforado de 50ml y añádanse 330 ml de ácido nítrico y 10 ml de reactivo vanadato-molibdato y dilúyase hasta la señal con agua destilada.

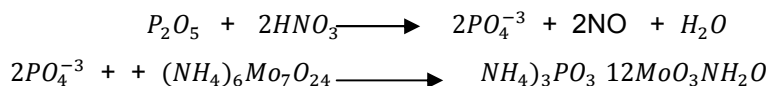
Prepárese un blanco con 35ml de agua destilada en lugar de la muestra. Al cabo de 10min médase la absorvancia de la muestra frente a un blanco a longitud de onda de 400 a 490 nm, en función de la sensibilidad deseada



4. MÉTODO: ICONTEC.

Procedimiento:

1. Tome 1gr de muestra en un matraz aforado agregue 30 ml de ácido nítrico y 20 ml de reactivo molibdato y dilúyase hasta la señal con agua destilada.

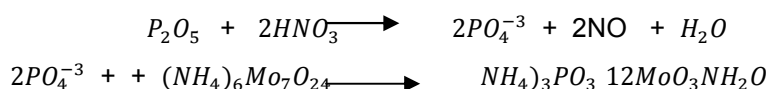


5. MÉTODO: LANIA-ICA.

1. Pesar la cantidad de la muestra de acuerdo al grado garantizado según tabla.

Tipo de muestra P2O5	Peso (gr)	Volumen (ml)
15 – 26%	0,50	500

Transferir cuantitativamente al erlenmeyer de 500ml, adicionar 100ml de HNO_3 . Adicionar 10ml de ácido clorhídrico [] durante 15 min y lavar con agua desmineralizada y llevar a volumen. Filtrar y llevarlo a alícuota de 5ml y llevar a balón de 100ml, agregar 20ml de sln de molibdovanadato de amonio y completar a vol. 30 min de reposo para desarrollo del color y determinar absorbancia.

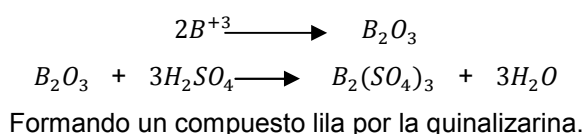


DETERMINACIÓN DE BORO.

1. MÉTODO: Dr. CALDERÓN LABORATORIOS LTDA.

Procedimiento:

1. Se pesan 0.5 gramos de muestra seca, se lleva a un crisol de porcelana y se empieza la calcinación en una mufla hasta obtener cenizas blancas o grises dependiendo del cultivo, se deja enfriar, se diluye con 10 ml de H_2SO_4 5N, se calienta hasta comienzo de los primeros hervores, se deja reposar durante 1 hora y se filtra (papel filtro Whatman 40). Del filtrado se toman 0.5 ml, se agregan 5 ml del reactivo de Quinalizarina, se agita, se tapa y se dejan en cuarto oscuro durante 20 minutos, luego se hace lectura de Boro en el Colorímetro a una longitud de onda de 620 nm. De igual manera se procede con los patrones y el blanco.

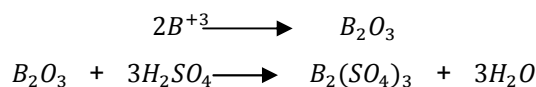


2. MÉTODO: ESTANDAR MÉTODOS.

Procedimiento:

1. Tratamiento previo de la muestra: si la muestra contiene menos de 1mg de boro/L llévese con la pipeta una porción con 2 a 20µg de boro en una capsula de platino; alcalinícese con NaOH al 1N, evapore a sequedad en baño de vapor. Si es necesario destruya la sustancia orgánica con temperaturas de 500 a 550 °C. añádase 10ml de ácido sulfúrico y mézclase y déjese enfriar a temperatura ambiente.

Añádanse 10ml de reactivo de carmín, mézclense bien y después de 45 a 60min, mídase la absorvancia a 585nm en una cubierta de 1cm utilizando el blanco como referencia.

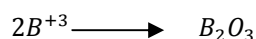


Colorante con reactivo de carmín

3. MÉTODO: ICONTEC.

Procedimiento:

- Se toman 125gr de muestra, se muelen y se mezcla hasta homogenizar. Muestras solubles en agua: se pesa la cantidad de muestra indicada y se transfiere a un erlenmeyer con cuello esmerilado de 500ml. Se adicional 125ml de agua destilada, se instala el erlenmeyer en el equipo de refrigeración y se lleva a ebullición durante 15min. Se deja enfriar, se filtra a través de papel filtro, el papel se recoge en un matraz de 250ml. Se adicionan 15ml de la solución reguladora con pH 4,7 y 4ml de Azometina. Se diluye a volumen, se mezcla vigorosamente y se deja en reposo.
- Se adicionan 2ml de ácido perclórico y se continua con la preparación simultáneamente un blanco: se transfieren 2ml de ácido perclórico a un matraz de 50ml y se adicionan 15ml de la solución reguladora con pH 4,7 y 4ml de Azometina
- Se construye el grafico indicando en las abscisas la concentración de las soluciones patrones de boro y en las ordenadas los valores correspondientes de absorvancia.



4. MÉTODO: LANIA-ICA.

Procedimiento:

Pesar 0.5 gr de muestra y transferir cuantitativamente al erlermeyer de vidrio de 250 ml. Adicionar aproximadamente 50 ml de agua desmineralizada y calentar suavemente hasta ebullición por 10 a 15 minutos, dejar enfriar y transferir a balón de Nalgene de 250 ml, completar a volumen con agua desmineralizada. Hacer las diluciones necesarias para que la concentración de la muestra quede dentro del rango de la curva. Filtrar si es necesario, tomar

alícuota de 5 ml, transferir a tubo de Nalgene de 40 ml y adicionar 2 ml de solución reguladora de Ph, 2 ml de solución de Azometina y 1 ml de solución EDTA 0.025 M, Homogenizar y dejar en reposo por 2 horas y leer concentración de boro.



5. MÉTODO: ICONTEC.

Se pesa 7 gr de muestra con precisión se pesa en un crisol de porcelana. A la muestra se le añade una gota de fenolftaleina y se neutraliza con 116 ml de hidroxido de sodio. Se seca a 100°C y luego se calcina a 550°C por 2hr se deja enfriar en un desecador.

La muestra se vierte cuantitativamente en un vaso de precipitados con la ayuda de pequeños volúmenes de agua desionizada, se realiza filtrado a vacío y se vierte a un vaso de precipitado de 50ml. Se realiza la curva de calibración a las condiciones establecidas y se leen las soluciones de la muestra.

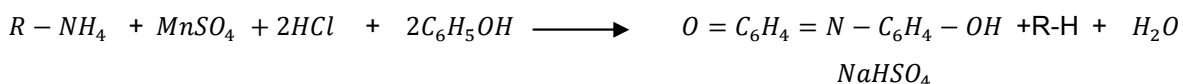


DETERMINACIÓN DE NITROGENO AMONICAL

1. METODO: ESTANDAR MÉTODOS.

Procedimiento:

1. Tome 2,6gr de muestra, añada 1gr de solución de sulfato manganeso en un vaso de 50ml. Póngase sobre un agitador magnético y añádase 50ml de reactivo de ácido hipocloroso. Añádanse 0,6ml de la sal de fenol utilizando una pipeta. Agítese enérgicamente, mídase la absorbancia utilizando un blanco de reactivos para ajustar el 0 del espectrofotómetro la formación del color es completa a los 10min.



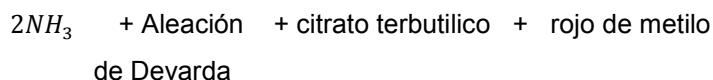
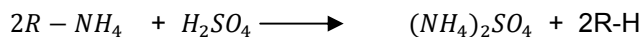
2. METODO: ICONTEC.

Procedimiento:

Se pesan de 3,5g de muestra molida, y se coloca en balón Kjendahl. El volumen de ácido sulfúrico debe ser de 50ml, la muestra se coloca en el tubo de reacción de 800 ml con 3 g de Aleación de Devarda y de 1 ml a 3 ml de citrato terbutílico. Agregar 12,5 ml de hidróxido de sodio al 20% en el tubo de reacción.

TITULACIÓN con rojo de metilo:

Se agregan al erlemeyer dos o tres gotas de indicador rojo de metilo y se titula el exceso de ácido con solución de hidróxido de sodio 0.1 M (0.1 N), se realiza un blanco sin muestra en la toma anterior.



3. **MÉTODO: UNIVERSIDAD DE OVIEDO.**

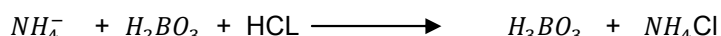
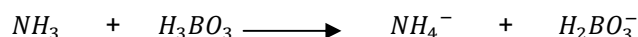
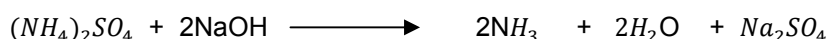
Procedimiento:

1. se toman 0.3 g de muestra de fertilizante, se hace una disolución y se agregan en un tubo de destilación y se añade sucesivamente los siguientes reactivos:

Aproximadamente 10 mL de ácido sulfúrico 96% y 5 mL de peróxido de hidrógeno medidos en una probeta. Se introducen los tubos en el digestor previamente calentado a 250°C durante unos 30 minutos aproximadamente, hasta que el contenido de los tubos esté perfectamente transparente.

Posteriormente la muestra se deja enfriar y se introducen los tubos en el destilador. Se programa el destilador, para que añada 50 mL de agua destilada y 150 mL de NaOH 30% (p/v). Se destila durante aprox. 5 minutos recogiendo el destilado sobre 25 mL de ácido bórico 4% (p/v).

A continuación se procede a la valoración del amoníaco. Se homogeniza y carga la bureta con HCl 0,1 M. Se va dejando caer la disolución poco a poco sobre la muestra hasta viraje del indicador mixto que contiene el ácido bórico del azul al incoloro anotando en la libreta de laboratorio el volumen de HCl 0,1 M gastado.



ANEXO 21. Resultados Balances de Materia

BALANCE DE MATERIA DE NITROGENO TOTAL

NITROGENO TOTAL - NORMAS CONVENIN DE VENEZUELA				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% N	0.096	0.096	MUESTRA 15% N	-
Acido Sulfúrico	36	0.98	Acido Sulfúrico	35.02
Sulfato de Amonio	0.34	0.34	Sulfato de Amonio	0.34
Hidróxido de Sodio	188.9	0.5	Hidróxido de Sodio	188.4
Amoniaco	0.08	0.08	Amoniaco	0
Acido Bórico	0.93	0.17	Acido Bórico	0.76
Ion amonio	0.046	0.046	Ion amonio	0
Ion Borato	0.15	0.15	Ion Borato	0
Acido Clorhídrico	0.28	0.28	Acido Clorhídrico	0
Sulfato de Potasio	5	0	Sulfato de Potasio	5
Oxido Cúprico	5	0	Oxido Cúprico	5
P2O5	0.34	0	P2O5	0.34
K2O	0.18	0	K2O	0.18

NITROGENO TOTAL - ESTANDAR METODOS				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% N	0.2	0.2	MUESTRA 15% N	-
Acido Sulfúrico	88.2	1	Acido Sulfúrico	87.2
Sulfato de Amonio	0.73	0.73	Sulfato de Amonio	0
Hidróxido de Sodio	94.4	0.8	Hidróxido de Sodio	93.6
Amoniaco	0.19	0.19	Amoniaco	0
Acido Bórico	0.93	0.35	Acido Bórico	0.58
Acido Clorhídrico	0.28	0.28	Acido Clorhídrico	0
Sulfato de Potasio	5.4	0	Sulfato de Potasio	5.4
P2O5	0.69	0	P2O5	0.69
K2O	0.36	0	K2O	0.36

NITROGENO TOTAL - LANIA – ICA				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA O CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUOS	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% N	0.058	0.058	MUESTRA 15% N	-
Acido Salicílico	1	0.44	Acido Salicílico	0.55
Acido Nitro salicílico	0.48	0.48	Acido Nitro salicílico	0
Tiosulfato de Sodio	2	0.51	Tiosulfato de Sodio	1.49
Acido Sulfúrico	40	0.32	Acido Sulfúrico	38.8
Sulfato de Amonio	0.42	0.42	Sulfato de Amonio	0
Hidróxido de Sodio	188.9	0.26	Hidróxido de Sodio	188.6
Amoniaco	0.054	0.054	Amoniaco	0
Sulfato de Sodio	94.5	0	Sulfato de Sodio	94.5
Dióxido de Titanio	2.73	0	Dióxido de Titanio	2.73
P2O5	0.20	0	P2O5	0.20
K2O	0.10	0	K2O	0.10

NITROGENO TOTAL – ICONTEC * (ALTERNATIVA SELECCIONADA)					
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA O CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUOS	CANTIDAD (g)	CANTIDAD (150) (Kg/Mes)
MUESTRA 15% N	0.35	0.35	MUESTRA 15% N	-	
Acido Salicílico	3	2.6	Acido Salicílico	0.27	0.04
Acido Nitro salicílico	2.87	2.87	Acido Nitro salicílico	0	
Tiosulfato de Sodio	5	3.0	Tiosulfato de Sodio	1.89	0.28
Acido Sulfúrico	72	1.862	Acido Sulfúrico	69.67	10.45
Sulfato de Amonio	2.5	2.5	Sulfato de Amonio	0	
Hidróxido de Sodio	17.3	1.52	Hidróxido de Sodio	16.5	2.5
Amoniaco	0.64	0.64	Amoniaco	0	
Sulfato de Sodio	2.69	0	Sulfato de Sodio	2.69	0.40
Sulfato de Potasio	0.16	0	Sulfato de Potasio	0.16	0.024
Sulfato de Cobre	0.43	0	Sulfato de Cobre	0.43	0.06
P2O5	1.51	0	P2O5	1.51	0.22
K2O	0.79	0	K2O	0.79	0.11

BALANCE DE MATERIA FOSFORO TOTAL

FOSFORO TOTAL - UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% P	0.17	0.17	MUESTRA 15% P	-
Acido Nítrico	15	0.14	Acido Nítrico	13.71
Fosfatos	0.226	0.226	Fosfatos	0
Molibdato Amonio	25	1.41	Molibdato Amonio	22.2
N	0.048	0	N	0.34
K2O	0.09	0	K2O	0.18

FOSFORO TOTAL - Dr. Calderón Laboratorios Ltda. *(ALTERNATIVA SELECCIONADA)					
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)	CANTIDAD (200) (Kg/Mes)
MUESTRA 15% P	0.34	0.34	MUESTRA 15% P	-	
Acido Nítrico	5.79	0.30	Acido Nítrico	5.49	1.09
Fosfatos	0.45	0.45	Fosfatos	0	
Molibdato Amonio	5	2.83	Molibdato Amonio	2.15	0.43
Vanadato Amonio	0.6	0	Vanadato Amonio	0.6	0.12
N	0.096	0	N	0.096	0.02
K2O	0.18	0	K2O	0.18	0.036

FOSFORO TOTAL - Estándar Métodos				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% P	24	24	MUESTRA 15% P	-
Acido Nítrico	189	21.42	Acido Nítrico	163.8
Fosfatos	32.3	32.3	Fosfatos	0
Molibdato Amonio	25	2.83	Molibdato Amonio	2.15
Vanadato Amonio	1.5	0	Vanadato Amonio	1.5
N	6.72	0	N	6.72
K2O	12.6	0	K2O	12.6

FOSFORO TOTAL - ICONTEC				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% P	2.5	2.5	MUESTRA 15% P	-
Acido Nítrico	45	2.016	Acido Nítrico	42.08
Fosfatos	3.04	3.04	Fosfatos	0
Molibdato Amonio	40	18.96	Molibdato Amonio	17.5
Vanadato Amonio	2	0	Vanadato Amonio	2
N	0.675	0	N	0.675
K2O	2.4	0	K2O	2.4

FOSFORO TOTAL - LANIA				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% P	0.5	0.5	MUESTRA 15% P	-
Acido Nítrico	7.5	2.016	Acido Nítrico	5.49
Fosfatos	2.67	2.67	Fosfatos	0
Molibdato Amonio	40	18.96	Molibdato Amonio	17.5
Vanadato Amonio	2	0	Vanadato Amonio	2
EDTA	25	0	EDTA	25
Citrato de Amonio	50	0	Citrato de Amonio	50
N	0.64	0	N	0.64
K2O	1.20	0	K2O	1.20

BALANCES DE MATERIA DE BORO

BORO - Dr. CALDERON LABORATORIOS LTDA * (ALTERNATIVA SELECCIONADA)					
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)	CANTIDAD (100) (Kg/Mes)
MUESTRA 8% B	0.04	0.04	MUESTRA 8% B	-	
Oxido de boro	0.13	0.13	Oxido de boro	0	
Acido Sulfúrico	18.4	0.55	Acido Sulfúrico	17.6	1.76
Quinalizarina	0.01	0	Quinalizarina	0.01	0.001
P2O5	0.18	0	P2O5	0.18	0.018
K2O	0.09	0	K2O	0.09	0.009
NH4	0.05	0	NH4	0.05	0.005

BORO - Universidad Mayor de San Marcos				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 8% B	0.56	0.56	MUESTRA 8% B	-
Hidróxido de Sodio	49.88	7.4	Hidróxido de Sodio	42.48
Acido Nítrico	5.79	0.30	Acido Nítrico	5.49
P2O5	2.56	0	P2O5	2.56
K2O	1.35	0	K2O	1.35
NH4	0.72	0	NH4	0.72

BORO – ESTANDAR METODOS				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 8% B	0.16	0.16	MUESTRA 8% B	-
Oxido de boro	0.51	0.51	Oxido de boro	0
Acido Sulfúrico	18.4	2.17	Acido Sulfúrico	15.8
Reactivo Carmín	2	0	Quinalizarina	2
P2O5	1.3	0	P2O5	1.3
K2O	0.72	0	K2O	0.72
NH4	0.38	0	NH4	0.38

BORO – LANIA /ICA				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 8% B	0.04	0.04	MUESTRA 8% B	-
Oxido de boro	0.12	0.12	Oxido de boro	0
Azometina	1.8	0	Quinalizarina	1.8
Acetato de Amonio	20	4.2	Acetato de Amonio	15.8
Acido Acético	30	2.8	Acido Acético	27.2
EDTA	2	0	EDTA	2
P2O5	0.18	0	P2O5	0.18
K2O	0.09	0	K2O	0.09
NH4	0.05	0	NH4	0.05

BORO – ICONTEC				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 8% B	10	10	MUESTRA 8% B	-
Oxido de boro	15	15	Oxido de boro	0
Azometina	4	0	Azometina	4
Acido Perclórico	1.5	0	Acido Perclórico	1.5
Acetato de Amonio	15	0	Acetato de Amonio	15
EDTA	4	0	EDTA	4
P2O5	3.2	0	P2O5	3.2
K2O	0.9	0	K2O	0.9
NH4	11	0	NH4	11

BALANCES DE MATERIA NITROGENO AMONICAL

NITROGENO AMONICAL - UNIVERSIDAD DE OVIEDO * (ALTERNATIVA SELECCIONADA)					
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)	CANTIDAD (100) (Kg/Mes)
MUESTRA 15% N	0.2	0.2	MUESTRA 15% N	-	
Acido Sulfúrico	18	4.5	Acido Sulfúrico	13.5	1.35
Hidróxido de Sodio	30.5	5.3	Hidróxido de Sodio	25.2	2.52
Acido Bórico	22.5	9.3	Acido Bórico	13.2	1.32
Acido Clorhídrico	0.28	0.28	Acido Clorhídrico	0	
P2O5	0.20	0	P2O5	0.20	0.02
K2O	0.10	0	K2O	0.10	0.01

NITROGENO AMONICAL – ESTANDAR METODOS				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% N	0.5	0.5	MUESTRA 15% N	-
Sulfato de Magnesio	2	2	Sulfato de Magnesio	0
Acido Hipocloroso	60.2	0.92	Acido Hipocloroso	59.2
Fenol	0.7	0.24	Fenol	0.45
Indo fenol	1.9	0	Indo fenol	1.9
Cloruro de Magnesio	1.25	0	Cloruro de Magnesio	1.25
P2O5	18.2	0	P2O5	18.2
K2O	12.1	0	K2O	12.1

NITROGENO AMONICAL – LANIA/ICA				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% N	0.3	0.3	MUESTRA 15% N	-
Acido Sulfúrico	64.4	5.5	Acido Sulfúrico	58.9
Hidróxido de Sodio	40	5.1	Hidróxido de Sodio	34.9
Fenolftaleína	1	0	Fenolftaleína	1
Acido Bórico	17.5	3.2	Acido Bórico	14.3
Verde de Bromocresol	5	0	Verde de Bromocresol	5
Acido Clorhídrico	0.28	0.28	Acido Clorhídrico	0
P2O5	1.37	0	P2O5	1.37
K2O	0.72	0	K2O	0.72

NITROGENO AMONICAL – ICONTEC				
ENTRADAS	CANTIDAD (g)	SALIDA o CANTIDAD QUE REACCIONA (g)	RESIDUO	CANTIDAD (g)
MUESTRA 15% N	0.3	0.3	MUESTRA 15% N	-
Acido Sulfúrico	40.5	7.5	Acido Sulfúrico	33
Hidróxido de Sodio	30	9.1	Hidróxido de Sodio	20.9
Rojo de Metilo	1	0	Rojo de Metilo	1
Aleación de Devarda	17.5	0	Aleación de Devarda	17.5
Citrato Terbutilico	12.5	0	Citrato Terbutilico	12.5
P2O5	1.37	0	P2O5	1.37
K2O	0.72	0	K2O	0.72

