

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



**DETERMINACIÓN DE NITRITOS EN PASTOS *Pennisetum purpureum*
(NAPIER) Y *Digitaria swazilandensis* (SWAZI), UTILIZADOS PARA
ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO EN LA FINCA SANTA ROSA,
MUNICIPIO DE ACAJUTLA, SONSONATE.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR

AHISHA MURRIELL LUCHA

ELISSA EDITH RIVAS CARDOZA

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA**

SEPTIEMBRE DE 2008

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO ARÉVALO

SECRETARIA

MSc. MORENA LIZETTE MARTÍNEZ DE DÍAZ

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE ÁREA DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Ing. Rina Lavinia Hidalgo de Medrano

ASESORA DE ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Licda. María Luisa Ortíz de López

DOCENTES DIRECTORES

MSc. María Elisa Vivar de Figueroa

Ing. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos:

- A Dios todopoderoso por brindarnos el entendimiento y perseverancia en la obtención de este logro en nuestras vidas.
- A MSc. María Elisa de Figueroa por sus consejos y conocimientos que compartió con nosotras, teniendo la oportunidad de trabajar en conjunto en esta investigación.
- A Ing. Ludwing Vladimir Leyton por asesorarnos y darnos todo su apoyo en la realización de nuestro trabajo de tesis.
- A Lic. Argentina de Villatoro y don Ernesto Villatoro por su confianza y apoyo en la investigación realizada.
- A Ing. Mario Bermudez quien por su amabilidad y paciencia fué un guía en la solución de nuestros problemas.
- A Lic. María Odette Rauda Acevedo, Ing. Rina Lavinia Hidalgo de Medrano y Lic. María Luisa Ortíz de López, por la dedicación en sus observaciones con el interés de orientarnos para poder concluir con satisfacción nuestra investigación.

A todas aquellas personas que nos brindaron su ayuda, muchas gracias.

Ahisha Lucha y Elissa Rivas.

AGRADECIMIENTO

- A Dios Todopoderosos y a nuestra madre la Virgen María por darme fuerzas de seguir adelante.
- A mi madre, Sonia del Carmen por su gran amor, por sus esfuerzos, confianza y guiarme por el buen camino durante toda mi vida.
- A mis hermanos Carlos Roberto, Yessenia, Rafael y Johanna por estar a mi lado en todo momento.
- A mi sobrina Fátima por acompañarme todos los domingos de estudio.
- A Ing. Hugo Castellanos por toda su ayuda y amistad.
- A MSc. María Elisa Vivar de Figueroa por brindarme su amistad, por confiar en mí y estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.
- A Carol Hernández, Karina Herrera y Jenny Mejía por brindarme tanto cariño y confianza a seguir con este trabajo.
- A Elissa Rivas por ser mi amiga y animarme a seguir con este trabajo.
- A mis asesoras por su orientación durante el trabajo realizado.
- Al Departamento de Análisis Químico e Instrumental, gracias por el cariño y confianza que depositaron en mí.

Ahisha Murriell Lucha.

AGRADECIMIENTO

He logrado una meta más en mi vida y dedico este logro:

- A Dios por brindarme sabiduría e inteligencia para culminar felizmente mi profesión estando siempre a mi lado en los momentos lindos y difíciles para fortalecerme grandemente.
- A mis padres Edith Cardoza, Gonzalo Ayala y José Rivas por su esfuerzo, sacrificio, amor, consejos y dedicación incondicional para la formación de mi vida.
- A mi familia que siempre han estado dispuestos a ayudarme para ver realizada mi carrera como profesional.
- A Ahisha por su amistad y paciencia en explicarme, manteniendo un equilibrio para conservar siempre nuestra amistad.
- A Sra. Estela de Velásquez por creer en mí, brindándome su apoyo y paciencia para terminar mi trabajo de graduación.
- A Lic. Balmore Martínez por su amistad, consejos y palabras de ánimo para seguir siempre adelante con mis metas.

A todos ustedes dedico este triunfo,

Elissa Edith Rivas Cardoza.

INDICE

CONTENIDO	Nº Páginas
RESUMEN	
CAPITULO I	
1.0 Introducción	xviii
CAPITULO II	
2.0 Objetivos	
CAPITULO III	
3.0 Marco teórico.	23
3.1 La ganadería en El Salvador.	23
3.1.1 Importancia económica de la ganadería en El Salvador.	24
3.2 Generalidades sobre la alimentación del ganado bovino.	25
3.2.1 Generalidades del pasto Napier.	26
3.2.2 Generalidades del pasto Swazi.	28
3.3 Fertilización de los pastos.	30
3.3.1 Forma de aplicación de fertilizantes.	30
3.3.2 Fertilizantes nitrogenados.	32
3.4 El nitrógeno en los pastos.	33
3.5 Nitritos en pastos.	37
3.5.1 Proceso biológico-químico.	37
3.5.1.1 Intoxicación y síntomas.	38
3.5.1.2 Tolerancia y toxicidad por consumo de nitratos.	40
3.5.1.3 Análisis toxicológicos.	41
3.5.1.4 Tratamiento.	41
3.6 Materia verde.	42

3.7 Análisis de suelo.	42
3.7.1 Lugar de muestreo.	42
3.7.2 Universo.	42
3.7.3 Muestras.	43
3.7.4 Establecimiento de zonas de muestreo.	43
3.7.5 Recolección de muestras.	43
3.7.6 Análisis de rutina en suelo de los cultivos de los pastos en estudio de la finca santa rosa.	44
3.8 Breve descripción de la Finca Santa Rosa.	46
CAPITULO IV	
4.0 Diseño metodológico	48
4.1 Tipo de estudio.	48
4.2 Investigación bibliográfica.	48
4.3 Investigación de campo.	49
4.3.1 Universo.	49
4.3.2 Muestra.	49
4.3.3 Diseño experimental.	50
4.3.4 Diseño estadístico.	52
4.3.5 Análisis estadístico.	53
4.4 Parte experimental.	55
4.4.1 Lugar de muestreo.	55
4.4.2 Establecimiento de las parcelas.	55
4.4.3 Recolección de muestras.	55
4.4.4 Procedimiento experimental.	56

4.4.4.1 Preparación de la muestra.	56
4.4.4.2 Preparación del estándar de nitritos.	57
CAPITULO V	
5.0 Resultados y discusión de resultados.	59
5.1 Resultados de nitritos en pastos.	59
5.2 Resultados de materia verde.	68
CAPITULO VI	
6.0 Conclusiones	74
CAPITULO VII	
7.0 Recomendaciones	77
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

1. Ubicación de la Finca Santa Rosa.
2. Procedimiento para determinación de pH en suelos.
3. Procedimiento para determinación de nitrógeno nítrico.
4. Procedimiento para determinación de materia orgánica.
5. Procedimiento para determinación de nitrógeno total.
6. Procedimiento para determinación espectrofotométrica de fósforo.
7. Procedimiento para determinación de potasio por fotometría de llama.
8. Imagen del rumen.
9. Proceso biológico-químico de la conversión de hemoglobina en metahemoglobina.
10. Procedimiento para determinación de nitritos en pastos.
11. Metodología general del trabajo.
12. Tabla de distribución de "t-Student".
13. Diagrama de preparación de la muestra de pastos en estudio.
14. Diagrama de preparación del estándar de nitritos.
15. Preparación de reactivos.

INDICE DE CUADROS

Cuadros N°

1. Resultado de análisis inicial de suelo en parcelas no fertilizadas.
2. Resultado de análisis final de suelo en parcelas no fertilizadas.
3. Resultado de análisis final de suelo en parcelas fertilizadas.
4. Norma de calidad de nitritos en pastos.

INDICE DE FIGURAS

Figura N°

1. Fotografía del pasto *Pennisetum purpureum* (Napier).
2. Fotografía del pasto *Digitaria swazilandensis* (Swazi).
3. Imagen del rumen.
4. Proceso biológico-químico de la conversión de hemoglobina en metahemoglobina.
5. Diagrama de la metodología general de trabajo.
6. Preparación de la muestra de pastos en estudio.
7. Preparación del estándar de nitritos.
8. Rendimiento de materia verde (Kg/Ha) en pasto *Pennisetum purpureum* (Napier).
9. Rendimiento de materia verde (Kg/Ha) en pasto *Digitaria swazilandensis* (Swazi).

INDICE DE TABLAS

Tabla N°

1. Determinación de nitritos.
2. Porcentaje de nitritos en pastos *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi).
3. Porcentajes de nitritos en pastos sin fertilización.
4. Porcentajes de nitritos en pastos con fertilización.
5. Rendimiento de materia verde (Kg/Ha) en pasto *Pennisetum purpureum* (Napier).
6. Rendimiento de materia verde (Kg/Ha) en pasto *Digitaria swazilandensis* (Swazi).
7. Tabla de distribución de "t-Student".

ABREVIATURAS

cm.....	Centímetro
cm ²	Centímetro Cuadrado
Ej.....	Ejemplo
g.....	Gramo
Ha.....	Hectárea
HCl.....	Ácido Clorhídrico
K.....	Potasio
Kg.....	Kilogramo
m ²	Metro Cuadrado
mg.....	Miligramos
mL.....	Mililitro
mm.....	Milímetros
mv.....	Materia Verde
N.....	Nitrógeno
NaNO ₂	Nitrito de Sodio
nm.....	Nanómetro
NO ₂ ⁻	Nitrito
NO ₃ ⁻	Nitrato
P.....	Fósforo
Ppm.....	Partes Por Millón
Rpm.....	Revoluciones Por Minuto

RESUMEN

La investigación tuvo como finalidad la determinación de la concentración de nitritos en los pastos *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi), obteniendo también el rendimiento de materia verde en diferentes niveles de fertilización y edades de corte. Se realizaron análisis de suelo (materia orgánica, pH, nitrógeno total, nitrógeno nítrico, potasio y fósforo) al inicio y al final de la investigación.

Para el desarrollo del estudio se realizó un muestreo en la Finca Santa Rosa, Cantón El Coyol, Municipio de Acajutla, Sonsonate, durante el período de marzo a julio del año 2008; las muestras de pastos y suelos fueron analizados en los laboratorios de Química Agrícola de la Facultad de Química y Farmacia y de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Los análisis de las dos especies de pastos se realizaron aplicando el método espectrofotométrico descrito en el manual de Química Agrícola Aplicada IV de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Para la verificación de la calidad de los pastos se utilizó como referencia la Norma de calidad establecida por la Universidad de Florida. El análisis estadístico se efectuó mediante la prueba de "t- Student" por el método de parcelas apareadas.

Según los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que la concentración de nitritos en los pastos en estudio son menores de 0.07 % de nitritos (NO_2^-), encontrándose dichos pastos en un nivel seguro, por lo cual son aptos para el consumo del ganado bovino en la finca Santa Rosa.

Se recomienda a los ganaderos establecer un plan de monitoreo en sus pastizales, con el fin de evaluar la concentración de nitritos con respecto a las fertilizaciones utilizadas para la producción de materia verde sin poner en riesgo la salud del ganado bovino.

CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

El Salvador es un país con grandes problemas en el sector agropecuario, uno de los cuales es la baja producción y calidad de los pastos para alimentación del ganado. Los principales riesgos de estos problemas están representados por la presencia de nitritos que han sido acumulados por las plantas como producto de la fijación biológica del nitrógeno, o bien como producto de una fertilización nitrogenada.

Los nitratos y nitritos se hallan estrechamente ligados como causa de intoxicación, siendo el principio tóxico las altas concentraciones de nitratos (NO_3^-) presentes en las plantas en crecimiento, el cual posteriormente se reduce a nitrito (NO_2^-) a partir de la acción de la microflora del rumen del bovino.

La toxicidad por nitritos está ligada al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados. Se recomienda que pastos con concentraciones de nitritos arriba del 0.7% no sean utilizados como alimento para el ganado.

Para obtener altos rendimientos y calidad de los pastos se requiere un buen manejo de ellos, esto incluye tener un control sobre la selección de la especie, un programa de fechas de corte adecuado, características del suelo, tipo de fertilizante, control de malezas, plagas y enfermedades, aspectos descuidados en la mayoría de los pastizales en El Salvador. Para la alimentación del ganado, los precios cada vez más elevados de los

cereales y de los complementos proteícos, así como su demanda cada vez mayor para otros procesos productivos donde su uso resulta más eficiente ⁽¹⁷⁾.

Los agricultores necesitan desarrollar la capacidad de hacer cada vez un uso más eficaz de las praderas, estimulando las innovaciones e involucrándolos en el proceso de aprendizaje durante el cual estarán expuestos a nuevos conocimientos, situaciones y tecnologías ⁽⁴⁾.

Con el fin de evaluar la concentración de nitritos en los pastos de la finca Santa Rosa, ubicada en el Cantón El Coyol, municipio de Acajutla, Sonsonate (Anexo N° 1); Se estudian dos especies de pasto los cuales son ***Pennisetum purpureum*** (Napier) y ***Digitaria swazilandensis*** (Swazi) en diferentes intervalos de corte y la fertilización utilizada en cada pasto.

El diseño estadístico utilizado para determinar la concentración de nitritos en los pastos en estudio es la prueba “t” de Student con diseño de parcelas apareadas. Las variables investigadas son la edad de corte, la fertilización y la especie de pasto. El método de análisis es espectrofotométrico y la lectura de absorbancia es a una longitud de onda de 520 nm.⁽¹⁵⁾

La falta de estudios sobre la intoxicación por nitritos en el ganado bovino en El Salvador motivó la realización de esta investigación: “Determinación de la concentración de nitritos en las especies de pastos: ***Pennisetum purpureum*** (Napier) y ***Digitaria swazilandensis*** (Swazi)”.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar nitritos en pastos *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi), utilizados para alimentación de ganado bovino en la finca Santa Rosa, municipio de Acajutla, Sonsonate.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1. Identificar la acumulación de nitritos en los pastos *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi).
- 2.2.2. Cuantificar la concentración de nitritos según la edad de corte en las diferentes especies de pastos estudiadas.
- 2.2.3. Establecer la relación entre los diferentes niveles de fertilización y la concentración de nitritos encontrados.
- 2.2.4. Relacionar con base a los resultados obtenidos si los pastos analizados en el período de marzo a julio del año 2008 son adecuados para alimentación del ganado bovino.

CAPITULO III
MARCO TEÓRICO

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 LA GANADERÍA EN EL SALVADOR

El mantenimiento de los hatos en condiciones aceptables exige a los ganaderos inversiones fuertes de capital.

Algunos autores ⁽¹⁷⁾ explican que la cantidad de animales no es garantía de estabilidad, porque “hay una crisis generalizada que nos está afectando a todos, ya que todo ha subido y cuesta mantener la ganadería”, “desde hace algunos años, la ganadería ha venido experimentando un descenso preocupante en el quehacer lechero”. El sector de la industria lechera se enfrenta a varios problemas para sostenerse en el negocio. Los ganaderos que se dedican a la crianza de ganado lechero son los primeros en quejarse debido a la crisis ⁽¹⁸⁾.

Para que el desarrollo agrícola sea sostenible los agricultores deben tener capacidad de respuesta a esas situaciones y oportunidades cambiantes para poder incrementar al máximo su producción ⁽³⁾.

En El Salvador, la competitividad en la actividad de cría de ganado para producción de carne o leche y en la industria láctea o de la carne, constituye un serio desafío. Éste es mayor cuando hay limitantes estructurales para la escala de operación sobre todo cuando se está expuesto a altos riesgos de desastres y a mercados inestables. Esta situación se agrava cuando, ante el proceso de globalización de la economía y de las relaciones entre las sociedades, hay que

competir con productores y empresas transnacionales con mucha más capacidad y que además reciben cuantiosos subsidios de sus gobiernos ⁽¹⁷⁾.

3.1.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA GANADERÍA EN

EL SALVADOR ⁽¹⁾.

Históricamente, el sector ganadero ha tenido una importancia clave en la economía del país. La ganadería, según el Banco Central de Reserva (BCR), contribuyó con el 18% del Producto Interno Bruto agrícola de El Salvador en el año de 2001. Según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), la ganadería bovina genera más de 150,000 empleos directos en la fase de producción, transporte y procesamiento, es el subsector que más empleos genera en producción animal, ya que la producción de cerdos y avicultura comercial genera 8,000 y 7,000 empleos, respectivamente.

El costo de producción es determinado por dos factores principales: densidad de ganado por pasto (carga animal) y nivel de tecnificación. Para que un país tenga un costo competitivo tiene que presentarse por lo menos una de estas características.

3.2 GENERALIDADES SOBRE LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO.

Una planta o parte de la planta tiene que llenar varios requisitos para ser considerada como alimento del ganado: aceptabilidad por parte de los animales, la disponibilidad y su aporte de nutrientes ⁽⁶⁾. El mejor momento para iniciar el pastoreo es inmediatamente después del crecimiento rápido y antes de la floración y asemillado. Con ésto, se obtiene alta producción y calidad nutricional del forraje y pasto. En vacas lecheras y animales con desarrollo rápido, el pastoreo se puede iniciar antes del momento mencionado, con lo cual, los animales obtendrán forraje y pasto de mejor calidad nutricional ⁽¹²⁾. Las plantas tienen la capacidad de transformar la energía solar y los elementos nutritivos del suelo y de la atmósfera, en compuestos asimilables por los animales que comen de ellas ⁽⁶⁾.

- PASTOS: se conoce con éste nombre a las diferentes plantas que forman los prados de los cuales se alimenta el ganado; proveen nutrientes a los herbívoros, lo que representa un potencial en la alimentación y a la vez un recurso económico para el agricultor ⁽³⁾.

- FORRAJES: son cualquier parte comestible no dañina de una planta, que tiene un valor nutritivo y que está disponible para ser consumida por los animales. Las plantas o sus partes que no puedan ser alcanzadas por los animales, especialmente por su altura excesiva, no pueden ser consideradas como forraje ⁽⁸⁾.

3.2.1 GENERALIDADES DEL PASTO NAPIER.

Nombre común: **Napier**

Nombre científico: ***Pennisetum purpureum***

Familia: **Gramínea.**



Figura N° 1. ***Pennisetum purpureum*** (Napier).

Otros nombres con los cuales se conoce a nivel mundial son pasto elefante, búfala, hierba de Napier, gigante, pasto Napier, pasto uganda. Entre las características más destacadas se encuentran que es un pasto de corte, propio para forraje verde y ensilaje; excelente para la alimentación de volumen para el ganado de leche en establos. Se encuentra en zonas cuya precipitación es mayor de 1000 mm anuales; es una especie tropical y subtropical; prefiere los climas cálidos y húmedos; soporta las inundaciones cortas y suelos ácidos, pero es muy resistente tanto al exceso de agua, como a la sequía.

Se dá mejor en suelos fértiles aunque se adapta a suelos de baja fertilidad. No progresa en suelos donde los períodos de lluvia son prolongados ⁽¹⁵⁾.

ORIGEN:

Es originario del África tropical, su valor forrajero fué descubierto por el coronel Napier y recomendado al Departamento de Agricultura de Rhodesia alrededor del año 1910, donde fué ensayada con éxito. En 1913, fué introducida a Norte América, difundiéndose su cultivo en América Central, Cuba y Australia ⁽³⁾.

DESCRIPCIÓN:

Es una gramínea macollosa que puede llegar a medir 3 metros de altura, las hojas pueden medir 70 cm. de largo por 3 de ancho y presentan superficie y bordes rugosos. La inflorescencia es en forma de panícula cilíndrica, larga y pubescente. En zonas altas el corte se puede realizar cada 120 días, pero en zonas bajas cada 45 días ⁽³⁾. Al estudiar en la India el valor nutritivo de las hojas, tallos y planta entera del pasto Napier llegaron a la conclusión que es mejor no dar de comer al ganado los tallos más duros, si se quiere que la ración sea más digestible y se necesite menos energía para su digestión.

MÉTODO DE SIEMBRA: por la poca fertilidad de la semilla sexual, se utiliza el material vegetativo para la propagación y puede efectuarse en cualquier época del año. Se utiliza el método de cadena, el cual consiste en cortar los tallos en

pedazos de 90 a 150 cm, que contengan no menos de 2 ó 3 entrenudos y sembrarlos en hileras en forma sencilla o en traslape, a una distancia de 80 cm a 1 metro entre surco y una profundidad de 15 a 20 cm. También se puede sembrar por estacas ⁽²⁾.

3.2.2 GENERALIDADES DEL PASTO SWAZI.

Nombre común: **Swazi**.

Nombre científico: ***Digitaria swazilandensis***.

Familia: **Gramínea**.



Figura N° 2. ***Digitaria swazilandensis* (Swazi)**.

El pasto swazi (suasi), también conocido como pangola suasi. Es una gramínea perenne semi postrada, se adapta a las regiones tropicales y subtropicales. Por su hábito de crecimiento, se utiliza para mejorar la estructura del suelo, prevenir la erosión y controlar la proliferación de malezas. El pasto suazi es de

gran agresividad y capaz de producir gran cantidad de materia verde. Prefiere suelos fértiles, de buen drenaje y acidez moderada (pH 5.5-6.5) ⁽³⁾.

ORIGEN:

Nativa del África del Sur y Swazilandia; En El Salvador fué introducido en 1984 por medio de material vegetativo proveniente de Panamá.

DESCRIPCIÓN:

Forma estolones largos y finos que enraízan rápidamente, tallos muy ramificados, postrados, después erectos con muchos brotes de hojas; siendo su follaje suave, palatable y de poca altura (aproximadamente 35 a 40 cm) ⁽³⁾.

MÉTODO DE SIEMBRA:

Se utiliza semilla vegetativa (estolones), ya que no produce semilla sexual viable. Si la siembra se realiza por surcos, se recomienda que la cantidad de estolones a emplear varía entre 1.000 a 1.200 Kg/Ha. Una vez que el pasto se ha establecido en las áreas sembradas, se procede a la preparación de las áreas restantes, la cual será cubierta progresivamente por los nuevos estolones sin la necesidad de sembrar ⁽¹⁰⁾.

3.3 FERTILIZACIÓN DE LOS PASTOS ⁽⁹⁾.

Fertilizante es una sustancia o mezcla química natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

La fertilización es una práctica indispensable para mantener y/o mejorar la sustentabilidad de los suelos y alcanzar rendimientos rentables y sostenidos en el tiempo.

El análisis de suelo (Anexos N° 2, 3, 4, 5, 6, 7) es la principal herramienta en el manejo de la fertilidad de los suelos, ya sea para determinar deficiencias y necesidades de fertilización, así como también para monitorear la evolución de la disponibilidad de nutrientes en sistemas fertilizados.

El objetivo de una fertilización es satisfacer los requerimientos de nutrientes del cultivo en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad.

3.3.1 FORMA DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES.

Es posible clasificar los diferentes sistemas de fertilización de la siguiente manera:

VOLEO O COBERTURA TOTAL.

Este método implica la colocación de fertilizante en la totalidad del terreno antes o después de la siembra.

-Antes de la siembra: Conviene incorporarlo con arado y con las labores previas a la implantación.

Incorporación Profunda: Es muy adecuada cuando se implantan cultivos de importantes sistemas radiculares, suelos pobres o empobrecidos en los cuales se hacen correcciones de pH y de nutrientes con fertilizantes fosfatados y/o potásicos o en aplicaciones de nitrógeno anhidro.

Incorporación superficial: Se utiliza en la implantación de pasturas nuevas y en cualquier cultivo. Es muy importante en siembra directa, con el fin de aumentar el nivel de nitrógeno del suelo presiembra.

Sin incorporación: Se emplea en las mismas situaciones que la incorporación superficial. Lo ideal es aplicar éste sistema antes de que nazcan las plantas para que éstas dispongan de nutrientes desde el inicio.

-Después de la siembra:

Con incorporación: se realiza cuando falta nitrógeno en los cultivos.

Sin incorporación: se aplica en las pasturas viejas y en las recién sembradas.

EN BANDAS LATERALES.

Este método consiste en aplicar el fertilizante al costado (5-10 cm.) y por debajo (7-15 cm.) de la semilla en el momento de la siembra. Éste es el sistema más aconsejable para la implantación de los cultivos. Permite incorporar dosis más elevadas de abono que en la aplicación en el surco y hace más eficiente el

aprovechamiento de los nutrientes, sobre todo cuando se aplican fertilizantes nitrogenados (Urea, Nitrato y Sulfato de Amonio), fosfato-nitrogenados o nitrogenados-potásicos (Nitrato de Potasio).

EN EL SURCO.

-Junto con la semilla:

Debajo del surco (15 cm): todas las formas de aplicación en el surco deben complementarse con aplicaciones al voleo, dependiendo de los requerimientos, pues en general se aplican dosis que no satisfacen al cultivo.

ENTRE LÍNEAS.

Es la aplicación de fertilizantes sobre cultivos establecidos, entre los surcos de siembra. Éste es un sistema complementario de la fertilización en el surco, en bandas laterales y al voleo, porque permite complementar las dosis de nitrógeno necesario al cultivo y superar imprevistos: por ejemplo las deficiencias de nitrógeno causadas por abundantes lluvias.

3.3.2 FERTILIZANTES NITROGENADOS.

El nitrógeno (N) es absorbido por las raíces generalmente bajo las formas de NO_3^- y NH_4^+ . Su asimilación se diferencia en el hecho de que el ión nitrato se encuentra disuelto en la solución del suelo, mientras que gran parte del ión amonio está adsorbido sobre las superficies de las arcillas. El contenido de

nitrógeno en los suelos varía en un amplio espectro, pero valores normales para la capa arable son del 0,2 al 0,7%. Éstos porcentajes tienden a disminuir acusadamente con la profundidad. El nitrógeno tiende a incrementarse al disminuir la temperatura de los suelos y al aumentar las precipitaciones atmosféricas.

Como resultado en el suelo podemos encontrar nitrógeno orgánico (proteínico, ácidos nucleicos y azúcares) e inorgánico (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-). Siendo, el orgánico el más abundante (85 al 95% son valores normales).

3.4 EL NITRÓGENO EN LOS PASTOS ⁽¹⁰⁾.

El nitrógeno es un elemento que se encuentra tanto en las partes vivas como en las partes inorgánicas de nuestro planeta. El ciclo de Nitrógeno es uno de los ciclos bioquímicos, y es muy importante para los ecosistemas. El nitrógeno se mueve muy lentamente a través del ciclo y, en su trayectoria, se vá almacenado en reservorios tales como la atmósfera, organismos vivos, suelos, y océanos ⁽⁵⁾.

Todas las plantas y los animales necesitan nitrógeno para hacer aminoácidos, proteínas y DNA, pero el nitrógeno en la atmósfera no está presente de forma que se pueda utilizar. Los seres vivos pueden hacer uso de las moléculas de nitrógeno en la atmósfera cuando éstas son separadas por rayos o fuegos, por cierto tipo de bacterias, o por bacterias asociadas con plantas leguminosas.

Otras plantas obtienen el nitrógeno que necesitan de los suelos o del agua donde viven, la mayoría de ellos en forma de nitrato inorgánico (NO_3^-).

Altos niveles de nitrato pueden ser encontrados en las plantas debido a la sobre fertilización. Ésto puede dañar al ganado mucho más que si el nitrato es ingerido al beber agua con elevada concentración de nitratos.

El nitrógeno es el nutrimento que más requieren las praderas de gramíneas.

Después de cada pastoreo, se sugiere aplicar alrededor de 50-00-00 de N-P-K, respectivamente. La aplicación de una dosis mayor de nitrógeno puede aumentar la producción de forraje, pero aumenta el riesgo de intoxicación por nitratos ⁽¹⁴⁾. Los nitratos son el principal precursor de proteína en los forrajes; sin embargo, ésta conversión puede alargarse y ocurrir una acumulación excesiva bajo los siguientes factores:

- **TIEMPO ATMOSFÉRICO:** el nitrato puede acumularse en las plantas durante los períodos de tiempo cálido y seco, pero es necesaria cierta humedad a nivel de las raíces para que ocurra absorción, por ello, irónicamente la acumulación de nitrato es mayor durante períodos de sequía moderada. Las plantas que sobreviven a la sequía muestran elevados contenidos en nitrato bastantes días después de las primeras lluvias. Por ello, el aprovechamiento del forraje y pasto debe retrasarse de 3 a 14 días después de la última lluvia. Las bajas temperaturas favorecen la acumulación de nitrato al reducir la actividad de las enzimas responsables de su conversión a

proteína. Las heladas pueden producir acumulación de nitrato por destrucción del área hojosa que limita la actividad fotosintética y por tanto la conversión de nitrato a proteína vegetal, con el consiguiente acumulo en los tallos y ramas.

- FALTA DE LUZ SOLAR: la utilización del nitrato por las plantas está íntimamente ligada a la fotosíntesis. La luz provee la energía para ambos procesos. Las plantas que han estado sometidas durante días a una iluminación deficiente, por ejemplo, tras un período de cielos nubosos contendrán mayores niveles de nitrato. Igualmente, a primera hora de la mañana las plantas tienen más nitrato que a mediodía.
- HERBICIDAS: la aplicación de herbicidas interrumpe el normal crecimiento de las plantas y puede ocasionar el aumento temporal del contenido en nitrato. Por otra parte, los herbicidas reducen el riesgo de intoxicación por nitrato ya que las plantas adventicias de los cultivos que se pretende eliminar normalmente contienen más nitrato que dichos cultivos.
- ENFERMEDAD: las enfermedades de las plantas pueden ocasionar acumulo de nitrato por interrupción del crecimiento.
- ESPECIE VEGETAL: determinadas especies vegetales comunes, como por ejemplo la col, nabo, remolacha, son particularmente propensas a acumular nitrato. Los cereales destinados a forrajes suelen

presentar elevados contenidos en nitrato. Las gramíneas de invierno acumulan más nitrato que las de primavera-verano. Las leguminosas son las especies menos problemáticas.

- ESTADO DE CRECIMIENTO: las plantas jóvenes tienen más nitrato y éste contenido disminuye al avanzar el desarrollo vegetativo.
- FERTILIZACIÓN NITROGENADA: la presencia de un elevado contenido de nitrógeno en el suelo puede favorecer el acumulo de nitrato pero no es una causa tan importante como aquellas que suponen una detención del crecimiento.
- DESEQUILIBRIO DE NUTRIENTES EN EL SUELO: la falta de determinados microelementos (molibdeno, cobre, hierro, azufre, magnesio, manganeso) que participan en los sistemas enzimáticos del metabolismo vegetal pueden provocar acumulación de nitrato. El exceso de potasio y la falta de fósforo se han asociado con la acumulación de nitrato en las plantas.
- MÉTODO DE APROVECHAMIENTO DEL CULTIVO: la utilización de los forrajes y pastos verdes, es la forma más peligrosa, seguida por los henos.

3.5 NITRITOS EN PASTOS.

El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O_3); el símbolo químico del nitrato es NO_3^- . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO_2^-).

Los nitritos (NO_2^-) están formados por un átomo de nitrógeno y dos de oxígeno y pueden provenir de los nitratos (NO_3^-). El nitrito es el radical univalente NO_2^- o un compuesto que lo contenga, tal como una sal o un éster de ácido nitroso ⁽⁴⁾.

3.5.1 Proceso biológico-químico que se produce por la ingestión de nitratos que son convertidos a nitritos.

El rumen (Anexo N° 8) es la primera división del estómago de un animal rumiante, en el cual la mayor parte de la comida se recolecta inmediatamente después de ser tragada y desde el cual es más tarde devuelto a la boca en forma de bolo alimenticio para ser mascado mejor.

El proceso biológico químico (Anexo N° 9) que se produce por la ingestión de nitratos que son convertidos a nitritos es el siguiente: en el rumen o panza e intestinos existe una extraordinaria cantidad de microorganismos (bacterias, microflora y fauna biológica) que transforman los nitratos en nitritos estos últimos pasan a la sangre, donde la hemoglobina - parte esencial del glóbulo rojo- es transformada por el ión nitrito en metahemoglobina, que es la composición química tóxica.

La función de la hemoglobina es oxidarse formando oxihemoglobina, para ceder a los tejidos de las diferentes partes del cuerpo el oxígeno necesario para que puedan vivir las demás células; pero si esa hemoglobina se combina con el ión nitrito (metahemoglobina), aunque dispone también de oxígeno, no lo libera, es decir, que los glóbulos no pueden ceder a los tejidos el oxígeno que tienen y consecuentemente se dificulta la respiración normal de todo el sistema histológico, es decir, de los diferentes tejidos del cuerpo.

Al formarse metahemoglobina el oxígeno de los tejidos se agota y el animal muere, pues entra en estado de coma, sofocación y anoxia total; la hemoglobina no participa entonces en su función específica de oxidación que es vital.

3.5.1.1 Intoxicación y síntomas:

Los nitratos ingeridos por los bovinos son convertidos a nitritos y amonio. Aparentemente éste último paso es limitante, lo cual ocasiona que los nitritos se acumulen y sean absorbidos a través de la pared del rumen y se combinen con la hemoglobina para formar la metahemoglobina. Altos niveles de éste compuesto, ocasionan que la sangre cambie a un rojo muy oscuro, la membranas mucosas se muestran pálidas o decoloradas, el animal presenta espasmos, el pulso y la respiración se aceleran, los animales parecen sofocados, se observa taquicardia, se presenta diarrea y orina frecuente. Temperatura corporal inferior a la normal.

A medida que la metahemoglobina avanza en su acción tóxica, el cuadro se agrava, aparece ataxia locomotriz, los animales marchan como "borrachos", muestran debilidad general y suelen caer con graves contracciones musculares. Es bastante característico que caigan prácticamente clavando la cabeza; a veces arremeten contra árboles o alambrados -puede haber ceguera-, muriendo entre 18 y 48 horas después de la ingestión. En animales con sintomatología no muy aguda se han presentado casos de abortos y una real disminución en la producción de leche y la muerte de animales.

Al existir una mayor cantidad de nitratos en el forraje y pasto, existe una mayor posibilidad de altas concentraciones de nitritos en el rumen y presentarse la intoxicación ⁽⁴⁾.

Algunos autores ⁽⁴⁾ sostienen que si la presencia de nitratos en una ración es del 0,5 % existiría una causa potencial de envenenamiento; si es del 1,5%, habría un peligro real, y cuando el porcentaje supere el 2%, se produce el envenenamiento.

En nuestro medio rural hay a veces serias dificultades para éste tipo de investigaciones, debiendo limitarse al diagnóstico presuntivo, complementado por los datos y constataciones que se puedan hacer o que provengan de la experiencia de muchos años de veterinarios de campo.

-El método cuantitativo para determinar la concentración de nitritos (Anexo N° 15) en especies vegetales es el método espectrofotométrico ⁽⁴⁾.

3.5.1.2 Tolerancia y toxicidad por consumo de nitrato:

La tolerancia del animal al nitrato ingerido depende de la capacidad ruminal de utilización del nitrógeno contenido en el mismo y de la adaptación de los sistemas fisiológicos afectados. Los factores que determinan la tolerancia son:

-Ritmo de ingestión de nitrato, es decir, cantidad contenida en el alimento o agua y velocidad a que es consumido, que a su vez dependerá del acceso a la comida y al agua (limitado o a libre disposición).

-Velocidad de digestión del alimento y consecuente liberación del nitrato presente en el contenido celular vegetal al medio ruminal. Los forrajes y pastos verdes liberan su contenido celular más lentamente que los forrajes conservados.

-Tasa de conversión del nitrito a amoníaco en el rumen, dependiente del poder reductor existente, es decir, de la cantidad de carbohidratos fácilmente degradables ingeridos diariamente.

-Cantidad de nitrato arrastrado con la fase líquida ruminal hacia tramos posteriores del tubo digestivo que a su vez es función del nivel de alimentación. Éste fenómeno reduce la cantidad de nitrato disponible para su reducción por las bacterias ruminales⁽⁹⁾.

3.5.1.3 Análisis toxicológicos:

Al efectuar la necropsia se deduce muchas veces que el color de la sangre es sumamente oscuro, adquiere un tono marrón chocolate como consecuencia de la falta de oxigenación de la sangre, la cual tiene una coagulación inferior a la normal, gastroenteritis y congestión generalizada en órganos como el corazón, pulmones y tráquea, manchas pequeñas como de picaduras en las membranas serosas que envuelven algunas vísceras, y cianosis en las mucosas. Para hacer un diagnóstico preciso y rápido se debe realizar un análisis cualitativo de todo el material ⁽⁴⁾.

3.5.1.4 Tratamiento:

El uso adecuado de un tratamiento oportuno puede salvar animales, pero hay que actuar con rapidez.

El tratamiento consiste en reducir la metahemoglobina a oxihemoglobina, para lo que resulta casi específico el azul de metileno por vía intravenosa, a razón de 10 mg por kilo de peso, y en solución al 1%, aunque hay quienes prefieren una dosificación algo menor, oscilante en 1-2 mg por kilo de peso y en soluciones también del 1 al 4% ⁽⁴⁾.

3.6 MATERIA VERDE

La biomasa es la cantidad de materia verde que se produce en un área determinada para la producción de pasto. Se expresa en Kg/Ha. Es de gran utilidad para los agricultores porque les indica la cantidad de materia verde que se está produciendo cuando un sistema se está fertilizando, de manera que se pueda calcular la cantidad de materia verde que se obtiene de un pastizal ⁽¹⁹⁾.

3.7 ANÁLISIS DE SUELO

El suelo es un sistema muy complejo que sirve como soporte de las plantas, como depósito de agua, así también de otros elementos necesarios para el desarrollo de los vegetales. El suelo es conocido como un ente vivo en el que habitan gran cantidad de seres vivos como pequeños animales, insectos, microorganismos (hongos y bacterias) que influyen en la vida y desarrollo de las plantas de una forma u otra.

3.7.1 Lugar de muestreo:

Finca Santa Rosa, Cantón el Coyol, Municipio de Acajutla, Sonsonate.

3.7.2 Universo:

- Cuatro parcelas de (2x2) m² de *Pennisetum purpureum* (Napier).
- Cuatro parcelas de (2x2) m² de *Digitaria swazilandensis* (Swazi).

3.7.3 Muestras:

- Dos kilogramos de suelo de las parcelas no fertilizadas de *Pennisetum purpureum* (Napier).
- Dos kilogramos de suelo de las parcelas con fertilización de *Pennisetum purpureum* (Napier).
- Dos kilogramos de suelo de las parcelas sin fertilización de *Digitaria swazilandensis* (Swazi).
- Dos kilogramos de suelo de las parcelas con fertilización de *Digitaria swazilandensis* (Swazi).

3.7.4 Establecimiento de zonas de muestreo:

La toma de las muestras de suelo fué representativa de cada una de las parcelas, teniendo en cuenta que existen cuatro parcelas para cada especie de pasto de las cuales dos están sujetas a fertilización y dos sin fertilización. Cada zona de muestreo se estableció a 15 cm de las parcelas muestreadas.

3.7.5 Recolección de muestras:

Al comenzar el estudio, se realizó análisis de rutina inicial al suelo del cultivo de cada especie de pasto sin fertilización, al terminar el estudio también se realizó un análisis de rutina final en los mismos suelos de los cultivos de los pastos en estudio tomados en el análisis inicial de suelo.

Obtención de muestras: se limpió el lugar de toma de muestra para eliminar restos vegetales. Se recolectaron las muestras de suelo por medio de una pala, cavando un hoyo de 20 cm de profundidad. Después de recolectar las muestras se trasladaron en una bolsa plástica transparente hacia el laboratorio de Química Agrícola Aplicada de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

3.7.6 Análisis de rutina en suelo de los cultivos de los pastos en estudio de la Finca Santa Rosa.

Se tomaron las muestras de cada una de las parcelas con iguales condiciones de tratamiento, posterior se mezclaron de la siguiente manera:

MUESTRA “A”: Suelo de las dos parcelas de Napier sin fertilización.

MUESTRA “B”: Suelo de las dos parcelas de Napier con fertilización.

MUESTRA “C”: Suelo de las dos parcelas Swazi sin fertilización.

MUESTRA “D”: Suelo de las dos parcelas Swazi con fertilización.

La mezcla de cada muestra se repitió de 10 a 15 veces. Después se tamizaron las muestras y se colocaron sobre papel hasta completar un peso aproximado de dos kilogramos. Con estas muestras se realizaron los diferentes análisis de suelos descritos en Anexos N° 2, 3, 4 y 5. En el Cuadro N° 1 se muestran los resultados de los análisis de suelo inicial, mientras que en los Cuadros N° 2 y 3 se muestran los resultados de los análisis de suelo finales obtenidos de los cultivos de los pastos en estudio de la Finca Santa Rosa.

Cuadro N° 1: RESULTADO DE ANÁLISIS INICIAL EN PARCELAS NO FERTILIZADAS.

Cultivo Parámetro	Muestra Napier	Muestra Napier	Muestra Swazi	Muestra Swazi
pH en agua	6.2	6.46	6.6	6.54
Materia orgánica	3.87%	3.37%	4.13%	4.85%
Nitrógeno nítrico	Menor 35ppm	Menor 35ppm	Menor 35ppm	Menor 35ppm
Nitrógeno total	0.69%	0.74%	0.66%	0.62%
Potasio (ppm)	8.13	7.74	15.07	12.39
Fósforo	2.93%	7.21%	3.82%	5.40%

Cuadro N° 2: RESULTADO DE ANÁLISIS FINAL EN PARCELAS NO FERTILIZADAS.

Cultivo Parámetro	Muestra A	Muestra C
pH en agua	6.50	6.30
Materia orgánica	4.50%	4.10%
Nitrógeno nítrico	Menor 35 ppm	Menor 35 ppm
Nitrógeno total	1.03%	0.87%
Potasio(ppm)	5.54	9.70
Fósforo	1.93%	4.14%

Donde:

MUESTRA "A": Suelo de parcelas de pasto Napier sin fertilización.

MUESTRA "C": Suelo de parcelas de pasto Swazi sin fertilización.

Cuadro N° 3: RESULTADO DE ANÁLISIS FINAL EN PARCELAS FERTILIZADAS.

Cultivo Parámetro	Muestra B	Muestra D
pH en agua	6.13	6.50
Materia orgánica	5.07%	3.48%
Nitrógeno nítrico	Menor 35 ppm	Menor 35 ppm
Nitrógeno total	1.84%	0.98%
Potasio(ppm)	16.23	13.86
Fósforo	10.52%	9.60%

Donde:

MUESTRA “B”: Suelo de las parcelas de pasto Napier con fertilización.

MUESTRA “D”: Suelo de las parcelas de pasto Swazi con fertilización.

3.8 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA FINCA SANTA ROSA

El departamento de Sonsonate se encuentra ubicado en la Zona Occidental de El Salvador. El Municipio de Acajutla se encuentra en la zona Suroeste del Departamento de Sonsonate; La Finca Santa Rosa se encuentra ubicada en el Cantón y crío El Coyol, Municipio de Acajutla, Sonsonate. Se encuentra limitada por una quebrada llamada Quebrada Los Tres Ríos. Existe un río que atraviesa la finca llamado Río El Coyol, el cual es utilizado en el sistema de riego para los cultivos de toda la finca.*

* Ernesto Villatoro. 2008. Entrevista sobre Descripción de la Finca Santa Rosa. Cantón El Coyol, Acajutla, Sonsonate. San Salvador, El Salvador.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

La investigación comprende un tipo de estudio transversal y experimental.

El estudio se realizó desde el mes de marzo a julio del año 2008, cuantificándose la concentración de nitritos presentes en los pastos *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi) en diferentes edades de corte y fertilización, encontrándose la influencia de éstas variables con respecto a la posible intoxicación del ganado bovino por nitritos en los pastos.

La presente investigación es un estudio que comprende tres partes:

- Investigación bibliográfica.
- Investigación de campo.
- Parte experimental.

4.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Recopilación de información de libros, trabajos de graduación, manuales etc. en los siguientes lugares:

Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.

Biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Biblioteca de la Universidad Católica de Occidente (UNICO).

Biblioteca de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).

Revistas agropecuarias.

Internet.

4.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

Ésta se realizó en la finca Santa Rosa del Cantón El Coyol, Acajutla, Sonsonate durante el período de marzo a julio del año 2008. Recolectando muestras de dos especies de pasto: *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi), a diferentes edades de corte con y sin aplicación de fertilizante, realizando un estudio inicial y final del suelo de la finca.

4.3.1 Universo.

Fué el área de tres manzanas de la finca Santa Rosa cultivadas con pasto *Pennisetum purpureum* (Napier) y dos manzanas de cultivo de *Digitaria swazilandensis* (Swazi), para alimentación del ganado bovino.

4.3.2 Muestra.

La constituyeron las 8 parcelas de (2x2) m² establecidas en los pastizales de la finca Santa Rosa, se establecieron cuatro parcelas en los pastizales cultivados

con *Pennisetum purpureum* (Napier) y cuatro parcelas en los pastizales cultivados con *Digitaria swazilandensis* (Swazi).

Las 8 parcelas se establecieron de acuerdo a las siguientes características:

- Homogeneidad de la parcela.
- Libre de maleza u otra vegetación.
- Fácil acceso a la parcela.
- La superficie del terreno a nivel.

4.3.3 Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fué de parcelas apareadas (prueba de “t” de Student), que contiene un arreglo de parcelas correspondientes al tipo de pastos y niveles de fertilización así como subdivisiones que corresponden a las diferentes edades de corte, haciendo un total de 16 tratamientos con dos repeticiones cada tratamiento.

Estructura de tratamientos:

Los tratamientos estaban formados por la combinación de dos especies de pastos, dos niveles de fertilización y cuatro edades de corte, como se describe a continuación:

- Las especies de pastos:

V₁= Swazi.

V₂= Napier.

- Los niveles de fertilización:

F_1 = testigo o sin fertilización.

F_2 =Fertilización usada localmente (urea 46% N).

- Las edades de corte:

E_1 = 21 días.

E_2 = 28 días.

E_3 = 35 días.

E_4 = 42 días.

-Identificación de tratamientos:

V_1F_1 : pasto Swazi sin fertilización.

V_1F_2 : pasto Swazi con fertilización.

V_2F_1 : pasto Napier sin fertilización.

V_2F_2 : pasto Napier con fertilización.

Variables:

Variables Dependientes:

- Concentración de nitritos por unidad de materia verde.
- Rendimiento de materia verde (MV) del pasto (Kg MV /Ha).

Variables Independientes (Factores en estudio):

- Especies de Pastos.
- Edad de Corte.
- Niveles de fertilización Nitrogenada.

4.3.4 Diseño estadístico ⁽¹¹⁾.

Para aceptar o rechazar la hipótesis propuesta en la investigación se realizó el análisis estadístico para las dos especies de pastos en estudio.

El diseño estadístico utilizado fué la prueba “t de Student “ con el método de parcelas apareadas.

La prueba t-Student se utiliza para evaluar las posibilidades que dos medias sean significativamente diferentes, generando en primer lugar una población de diferencia de medias. Una de las formas de investigación más simple consiste en aparear unidades en forma tal, que cada par de parcelas a las cuales se asignen los tratamientos en estudio, sean similares en sus características, midiendo en esa forma la efectividad que estos producen.

Cuando se tienen los mismos sujetos en ambas condiciones, es posible comparar los pares de puntajes obtenidos por cada sujeto, en cada una de las condiciones.

Algunas de las situaciones que permiten el uso de este método están:

1. Cuando se tienen únicamente dos tratamientos por comparar.
2. Cuando es posible aparear.
3. Para comparar parcelas, unas sometidas a un tratamiento determinado y otras no.
4. Para estudiar el comportamiento de dos variedades en una misma localidad.

HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Para llegar a tomar decisiones, conviene hacer determinados supuestos o conjeturas acerca de la población que se estudiará; tal supuesto, que puede ser cierto o falso se llama hipótesis estadística.

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN (H):

“Los pastos de la finca Santa Rosa, *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi) sin fertilización, presentan una concentración de nitritos menor que las mismas especies de pastos sujetos a fertilización en el mismo período de tiempo”.

4.3.5 Análisis estadístico ⁽¹¹⁾.

La evaluación de las variables en estudio se realizó mediante la prueba de “t” de Student por el método de parcelas apareadas con un nivel de confianza del 95%, con ello se determinó la significancia estadística de la concentración de nitritos para los efectos de fertilización y edad de corte dentro de cada especie de los pastos en estudio.

Para realizar el análisis estadístico se determinaron las diferencias entre cada uno de los valores apareados, considerando dichas diferencias; luego se obtuvo el valor de “t calculada” relacionando el promedio de las diferencias y el error estándar del promedio de la serie de diferencias obtenidas; luego este valor se

comparó con el límite mínimo de significación obtenido en la tabla de “t de Student” (Anexo N° 12) de la siguiente forma:

Si $|t_c| > t$ (tablas), n-1 (G.L.); se acepta la hipótesis de la investigación.

Si $|t_c| < t$ (tablas), n-1 (G.L.); se rechaza la hipótesis de la investigación.

Fórmulas a utilizar para el análisis estadístico:

$$|t_c| = \frac{\bar{d}}{S_d} = \frac{\text{Promedio de las diferencias}}{\text{Error estandar de la media}}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum \text{Algebraica de las diferencias}}{\text{Numero de pares (n)}}$$

$$S^2 = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n - 1}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

Donde:

$|t_c|$: Valor absoluto de la “t” calculada.

n: Número de pares en estudio.

S²: Varianza.

S_d: Error estándar de la media.

\bar{d} : promedio de las diferencias.

4.4 PARTE EXPERIMENTAL.

4.4.1 Lugar de muestreo.

Las muestras se obtuvieron de la finca Santa Rosa ubicada en el cantón El Coyol, municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate.

4.4.2 Establecimiento de las parcelas.

Se escogieron al azar en el área de cultivo más representativo, cuatro parcelas de estudio para cada especie de pasto (obteniendo un total de 8 parcelas) de dimensión de $(2 \times 2) \text{ m}^2$ cada una, practicándoles el corte que se realiza en la finca para alimentación bovina, de las cuales dos parcelas se fertilizaron normalmente y las otras dos no se fertilizaron.

Las 8 parcelas se establecieron de acuerdo a las características mencionadas en “Investigación de campo: muestra (página 49)”.

4.4.3 Recolección de muestras.

La recolección de los pastos para este trabajo se llevó a cabo de la siguiente manera: la obtención de las muestras se realizó en las diferentes edades de corte de los pastos en estudio, colocando al azar un marco de madera de $(50 \times 50) \text{ cm}^2$ sobre una parte de la parcela de $(2 \times 2) \text{ m}^2$ del pasto a analizar.

Se cortó el pasto contenido dentro del marco al ras del suelo, se envuelve en el papel kraft y se coloca dentro de una bolsa plástica debidamente identificada para ser transportada en una hielera hacia el Laboratorio de Química Agrícola

Aplicada de la Facultad de Química y Farmacia, de la Universidad de El Salvador.

4.4.4 Procedimiento experimental⁽¹⁶⁾

4.4.4.1 Preparación de la muestra (Anexo N° 13)

Procedimiento:

- Se picó finamente las muestras de pastos.
- Se pesó 8.0 g de material fresco.
- Se colocó la muestra en un beaker de 250 mL de capacidad, tapandolo con un vidrio de reloj.
- Se adicionaron 100.0 mL de HCl 0.1N, se tapó nuevamente el beaker y se agitó el contenido hasta que la muestra estaba completamente húmeda. Se dejó reposar por una hora, agitándolo ocasionalmente para que se efectuara la extracción completa de nitritos, se le adicionó 1.0 g de carbón activado, y se agitó bien. Se filtró el extracto en papel filtro.
- Con pipeta, se transfirió 1.0 mL de extracto y 9.0 mL de solución al 20% de ácido acético, a un tubo de centrifuga provisto de tapón, se agregó aproximadamente 0.5 g de polvo indicador de Bray, se tapó y agitó cada tubo durante 1 minuto. Esta solución se mantuvo alejada de la luz intensa.
- Se colocaron los tubos en un porta tubos de la centrifuga operando por 5 minutos a 3000 rpm. Se filtró y luego se vertió la solución limpia en una celda del espectrofotómetro.

- Se determinó la absorbancia a 520 nm. Ajustando previamente el espectrofotómetro Perking Elmer a 100 % de transmitancia y a 0 % de absorbancia con un blanco para ser sometido al mismo tratamiento que las muestras.

4.4.4.2 Preparación del estándar de nitritos (Anexo N° 14).

Se pesaron exactamente 0.15 g de NaNO_2 (que es equivalente a 0.10 g de NO_2^-), colocándolo en un balón volumétrico de 100.0 mL, se diluyó y agitó, llevándolo a volumen (solución madre de 1000 ppm de nitritos).

De esta solución se tomaron 10.0 mL y se colocaron en un balón volumétrico de 100.0 mL y aforar (solución de trabajo de 100 ppm de nitritos).

De esta solución de trabajo se prepararon las siguientes soluciones conteniendo las concentraciones de 2 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm de nitritos (NO_2^-).

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1 RESULTADOS DE NITRITOS EN PASTOS.

Para determinar si las especies de pastos en estudio son aptos o no para el consumo del ganado bovino de la Finca Santa Rosa, se tomó como referencia la Norma de calidad establecida por la Universidad de Florida ⁽¹⁷⁾, clasificándolos de la siguiente manera:

Cuadro N° 4. NORMA DE CALIDAD DE NITRITOS EN PASTOS.

% NO ₂ ⁻	NIVEL
0.0-0.07	Seguro
0.07-0.15	No, en animales en gestación.
0.15-0.20	Límite
Mayor de 0.21	Tóxico

Las muestras de pastos tomadas para analizar las concentraciones de nitritos se seleccionaron tomando en cuenta la especie del pasto, la fertilización y la edad de corte.

- DETERMINACIÓN DE NITRITOS EN PASTOS.

Las absorbancias de los estándares y muestras de las dos especies de pastos se obtuvieron a partir del método espectrofotométrico a una longitud de onda de 520 nm.

La curva de calibración obtenida a partir de los estándares se muestra a continuación:

Concentración del Estándar (ppm)	Absorbancia
0.0	0.000
2.0	0.293
5.0	0.560
10.0	0.852
15.0	1.143
20.0	1.423

Utilizando una calculadora científica se introdujeron los datos en el programa de gráficas, se introdujo la absorbancia de cada una de las muestras para obtener la concentración en partes por millón leídas en la curva.

Ejemplo:

La muestra V_1F_1 con un intervalo de corte de 21 días tiene una absorbancia de 0.433 se introduce este valor en la calculadora y se ordena la función de interpolar en X y se obtiene el resultado de las partes por millón igual a 3.866, posteriormente se hace el cálculo para obtener el porcentaje de nitritos:

$$\% \text{ de nitritos} = \frac{\text{ppm leídas} \times \text{F.D} \times 100}{(1 \times 10^6)(P_{mx})}$$

FD= factor de dilución.

P_{mx} = peso de muestra

$$\% \text{ de nitritos} = \frac{\text{ppm leídas} \times \text{F.D} \times 100}{(1 \times 10^6)(P_{mx})} = \frac{3.866 \text{ ppm} \times 100 \times 100}{(1 \times 10^6) (8.0 \text{ g})}$$

$$\% \text{ de nitritos} = 0.0048325 \%$$

$$\% \text{ de nitritos} = 4.8325 \times 10^{-03} \%$$

Tabla N° 1: DETERMINACIÓN DE NITRITOS.

Edad de corte (días)	Código	Absorbancia		ppm leídas		% de NO ₂ ⁻	
		a	b	a	b	a	b
21	V ₁ F ₁	0,433	0,382	3,866	2,607	4.8325x10 ⁻⁰³	3.2587x10 ⁻⁰³
	V ₁ F ₂	1,980	1,386	27,828	19,479	3.4785x10 ⁻⁰²	2.4349x10 ⁻⁰²
	V ₂ F ₁	0,140	0,149	0,956	1,017	1.1950x10 ⁻⁰³	1.2712x10 ⁻⁰³
	V ₂ F ₂	0,157	0,168	1,072	1,147	1.3400x10 ⁻⁰³	1.4337x10 ⁻⁰³
28	V ₁ F ₁	0,163	0,206	1,113	1,406	1.3912x10 ⁻⁰³	1.7575x10 ⁻⁰³
	V ₁ F ₂	0,636	0,543	5,678	4,848	7.0975x10 ⁻⁰³	6.0600x10 ⁻⁰³
	V ₂ F ₁	0,027	0,041	0,184	0,279	2.5000x10 ⁻⁰⁴	3.4875x10 ⁻⁰⁴
	V ₂ F ₂	0,075	0,068	0,512	0,464	6.4000x10 ⁻⁰⁴	5.8000x10 ⁻⁰⁴
35	V ₁ F ₁	0,109	0,048	0,744	0,328	9.3000x10 ⁻⁰⁴	4.1000x10 ⁻⁰⁴
	V ₁ F ₂	0,204	0,089	1,392	0,607	1.7400x10 ⁻⁰³	7.5875x10 ⁻⁰⁴
	V ₂ F ₁	0,010	0,012	0,068	0,082	8.5000x10 ⁻⁰⁵	1.0250x10 ⁻⁰⁴
	V ₂ F ₂	0,043	0,052	0,293	0,355	3.6625x10 ⁻⁰⁴	4.4375x10 ⁻⁰⁴
42	V ₁ F ₁	0,015	0,002	0,102	0,014	1.2750x10 ⁻⁰⁴	1.7500x10 ⁻⁰⁵
	V ₁ F ₂	0,028	0,091	1,91	0,621	2.3875x10 ⁻⁰⁴	7.7525x10 ⁻⁰⁴
	V ₂ F ₁	0,001	0,004	0,007	0,027	8.7500x10 ⁻⁰⁶	3.3750x10 ⁻⁰⁵
	V ₂ F ₂	0,014	0,027	0,095	0,184	1.1875x10 ⁻⁰⁴	2.3000x10 ⁻⁰⁴

En la tabla N° 1, se muestran las absorbancias de nitritos de las muestras de pastos en estudio por duplicado, leídas a una longitud de onda de 520 nm en el espectrofotómetro UV-Visible Perking Elmer.

Donde:

V₁F₁: pasto Swazi sin fertilización.

V₁F₂: pasto Swazi con fertilización.

V₂F₁: pasto Napier sin fertilización.

V₂F₂: pasto Napier con fertilización.

a, b : representan las dos repeticiones de cada tratamiento.

Discusión de resultados:

Las concentraciones de nitritos encontrados en los pastos *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi), en el período de marzo a julio del año 2008, son adecuados para la alimentación del ganado bovino por encontrarse las concentraciones de nitritos dentro del nivel “Seguro” según la Norma de calidad de la Universidad de Florida (Cuadro N° 4).

En la tabla N° 1 se muestra la acumulación de nitritos por duplicado de los pastos en estudio, siendo mayor en pastos que se encontraban sujetos a fertilización tanto Napier como Swazi. En términos generales, la concentración de nitritos en los pastos estudiados tiende a disminuir en la medida que éstos incrementan su edad de corte. Este comportamiento puede observarse tanto en las parcelas sujetas a fertilización como en aquellas no fertilizadas como se muestra en la tabla N° 2.

Tabla N° 2: PORCENTAJES DE NITRITOS EN PASTOS *Pennisetum purpureum* (NAPIER) Y *Digitaria swazilandensis* (SWAZI).

Edad de corte (días)	V ₁ F ₁ (% NO ₂ ⁻)	V ₁ F ₂ (% NO ₂ ⁻)	V ₂ F ₁ (% NO ₂ ⁻)	V ₂ F ₂ (% NO ₂ ⁻)
21	4.8325x10 ⁻⁰³	3.4785x10 ⁻⁰²	1.19500x10 ⁻⁰³	1.3400x10 ⁻⁰³
21	3.2587x10 ⁻⁰³	2.4349x10 ⁻⁰²	1.2712x10 ⁻⁰³	1.4337x10 ⁻⁰³
28	1.3912x10 ⁻⁰³	7.0975x10 ⁻⁰³	2.5000x10 ⁻⁰⁴	6.4000x10 ⁻⁰⁴
28	1.7575x10 ⁻⁰³	6.0600x10 ⁻⁰³	3.4875x10 ⁻⁰⁴	5.8000x10 ⁻⁰⁴
35	9.3000x10 ⁻⁰⁴	1.7400x10 ⁻⁰³	8.5000x10 ⁻⁰⁵	3.6625x10 ⁻⁰⁴
35	4.1000x10 ⁻⁰⁴	7.5875x10 ⁻⁰⁴	1.0250x10 ⁻⁰⁴	4.4375x10 ⁻⁰⁴
42	1.2750x10 ⁻⁰⁴	2.3875x10 ⁻⁰⁴	8.7500x10 ⁻⁰⁶	1.1875x10 ⁻⁰⁴
42	1.7500x10 ⁻⁰⁵	7.7525x10 ⁻⁰⁴	3.3750x10 ⁻⁰⁵	2.3000x10 ⁻⁰⁴

Donde:

V_1F_1 : pasto Swazi sin fertilización.

V_1F_2 : pasto Swazi con fertilización.

V_2F_1 : pasto Napier sin fertilización.

V_2F_2 : pasto Napier con fertilización.

Discusión de resultados:

El comportamiento mostrado en la tabla N° 2 puede deberse a que el nivel de fertilización (200Kg de N/ Ha) utilizado en la propiedad es suficiente solamente para permitir un mayor desarrollo y producción de materia verde.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN PASTOS.

Método de parcelas apareadas: este método se aplicó a ambos pastos en estudio de la manera siguiente:

MÉTODO DE PARCELAS APAREADAS EN PASTOS SIN FERTILIZACIÓN.

El par número 1 para los pastos sin fertilización lo comprenden las muestras V_1F_1 y V_2F_1 con fecha de corte de 21 días (Tabla N° 1).

- Determinar diferencias de medias (d), para cada par de datos.

$$d = (V_1F_1E_1) - (V_2F_1E_1)$$

Donde:

V_1F_1 : pasto Swazi sin fertilización.

V_2F_1 : pasto Napier sin fertilización.

E₁: 21 días

$$d = (V_1 F_1 E_1) - (V_2 F_1 E_1) = 4.8325 \times 10^{-03} - 1.1950 \times 10^{-03} = 3.6375 \times 10^{-03}$$

-Promedio de diferencias

$$\bar{d} = \frac{\sum \text{Algebraica de las diferencias}}{\text{Número de pares}(n)}$$

$$= 9.4300 \times 10^{-03} / 8 = 1.17875 \times 10^{-03}$$

-Varianza (S²):

$$s^2 = \frac{\sum d^2 - (\sum d)^2 / n}{n-1} = [2,1292 \times 10^{-05} - ((9,4300 \times 10^{-03})^2 / 8)] / (8-1)$$

$$= 1.4538 \times 10^{-06}$$

-Error estándar de la media:

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

$$= \sqrt{(1.4538 \times 10^{-06} / 8)}$$

$$= 4.2629 \times 10^{-04}$$

-Valor de *t* – calculada:

$$|t_c| = \frac{d}{S_{\bar{d}}} = \frac{\text{Promedio de las diferencias}}{\text{Error estandar de la media}}$$

$$= 1.17875 \times 10^{-03} / 4.2629 \times 10^{-04}$$

$$= 2.76514$$

Valor de *t* -calculada en pastos sin fertilización: 2.76514.

Tabla N° 3: PORCENTAJES DE NITRITOS EN PASTOS SIN FERTILIZACIÓN

No. de par	Edad de corte (días)	V_1F_1 (% NO_2^-)	V_2F_1 (% NO_2^-)	d	d^2
1	21	4.8325×10^{-03}	1.1950×10^{-03}	3.6375×10^{-03}	1.3231×10^{-05}
2	21	3.2588×10^{-03}	1.2713×10^{-03}	1.9875×10^{-03}	3.9502×10^{-06}
3	28	1.3913×10^{-03}	2.5000×10^{-04}	1.1413×10^{-03}	1.3025×10^{-06}
4	28	1.7575×10^{-03}	3.4875×10^{-04}	1.4088×10^{-03}	1.9846×10^{-06}
5	35	9.3000×10^{-04}	8.5000×10^{-05}	8.4500×10^{-04}	7.1403×10^{-07}
6	35	4.1000×10^{-04}	1.0250×10^{-04}	3.0750×10^{-04}	9.4556×10^{-08}
7	42	1.2750×10^{-04}	8.7500×10^{-06}	1.1875×10^{-04}	1.4102×10^{-08}
8	42	1.7500×10^{-05}	3.3750×10^{-05}	-1.6250×10^{-05}	2.6406×10^{-10}
	Σ	1.2725×10^{-02}	3.2950×10^{-03}	9.4300×10^{-03}	2.1292×10^{-05}
	Media	1.5906×10^{-03}	4.1188×10^{-04}	1.1788×10^{-03}	2.6614×10^{-06}

Donde:

V_1F_1 : pasto Swazi sin fertilización.

V_2F_1 : pasto Napier sin fertilización.

MÉTODO DE PARCELAS APAREADAS EN PASTOS CON FERTILIZACIÓN.

- Determinar diferencias de medias (d) para cada par de datos.

$$d = (V_1F_2E_1) - (V_2F_2E_1)$$

Donde:

V_1F_2 : pasto Swazi con fertilización.

V_2F_2 : pasto Napier con fertilización.

E_1 : 21 días.

$$d = (V_1F_2E_1) - (V_2F_2E_1) = 3.4785 \times 10^{-02} - 1.3400 \times 10^{-03} = 3.3445 \times 10^{-02}.$$

-Promedio de diferencias:

$$\bar{d} = \frac{\sum \text{Algebraica de las diferencias}}{\text{Numero de pares (n)}}$$

$$= 7.0652 \times 10^{-02} / 8 = 8.8315 \times 10^{-03}$$

-Varianza (S^2):

$$S^2 = \frac{\sum d^2 - (\sum d)^2 / n}{n-1} = [1.7177 \times 10^{-03} - ((7.0652 \times 10^{-02})^2 / 8)] / (8-1)$$

$$= 1.5625 \times 10^{-04}$$

-Error estándar de la media:

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

$$= \sqrt{(1.5625 \times 10^{-04} / 8)}$$

$$= 6.2499 \times 10^{-03}$$

-Valor de t - calculada:

$$/t_c / = \frac{\text{Promedio de las diferencias}}{\text{Error estándar de la media}} = 8.8315 \times 10^{-03} / 6.2499 \times 10^{-03}$$

$$= 1.4130$$

Valor de t - calculada en pastos con fertilización: 1.4130

Tabla N° 4: PORCENTAJES DE NITRITOS EN PASTOS CON FERTILIZACIÓN.

Nº de par	Edad de corte	V ₁ F ₂ (% NO ₂ ⁻)	V ₂ F ₂ (% NO ₂ ⁻)	d	d ²
1	21	3.4785x10 ⁻⁰²	1.3400x10 ⁻⁰³	3.3445x10 ⁻⁰²	1.1186x10 ⁻⁰³
2	21	2.4349x10 ⁻⁰²	1.4337x10 ⁻⁰³	2.2915x10 ⁻⁰²	5.2511x10 ⁻⁰⁴
3	28	7.0975x10 ⁻⁰³	6.4000x10 ⁻⁰⁴	6.4575x10 ⁻⁰³	4.1699x10 ⁻⁰⁵
4	28	6.0600x10 ⁻⁰³	5.8000x10 ⁻⁰⁴	5.4800x10 ⁻⁰³	3.0030x10 ⁻⁰⁵
5	35	1.7400x10 ⁻⁰³	3.6625x10 ⁻⁰⁴	1.3738x10 ⁻⁰³	1.8872x10 ⁻⁰⁶
6	35	7.5875x10 ⁻⁰⁴	4.4375x10 ⁻⁰⁴	3.1500x10 ⁻⁰⁴	9.9225x10 ⁻⁰⁸
7	42	2.3875x10 ⁻⁰⁴	1.1875x10 ⁻⁰⁴	1.2000x10 ⁻⁰⁴	1.4400x10 ⁻⁰⁸
8	42	7.7525x10 ⁻⁰⁴	2.3000x10 ⁻⁰⁴	5.4525x10 ⁻⁰⁴	2.9730x10 ⁻⁰⁷
	Σ	7.5804x10⁻⁰²	5.1525x10⁻⁰³	7.0652x10⁻⁰²	1.7177x10⁻⁰³
	Media	9.4755x10⁻⁰³	6.4406x10⁻⁰⁴	8.8315x10⁻⁰³	2.1471x10⁻⁰⁴

Donde:

V₁F₂: pasto Swazi con fertilización.

V₂F₂: pasto Napier con fertilización.

- ACEPTACIÓN O RECHAZO DE HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN:

Para la prueba de t -Student el valor de la t -tabulada para 7 grados de libertad con un nivel de confianza del 95% es de 1.895 (Anexo N° 12).

El valor de t - calculada: 2.76514 en pastos sin fertilización.

El valor de t - calculada: 1.4130 en pastos con fertilización.

Discusión de resultados

Con un nivel de confianza del 95%, 7 grados de libertad en pastos sin fertilización el resultado es /2.765/ >1.895, y en pastos con fertilización el

resultado es $/1.413/ < 1.895$, se acepta la hipótesis propuesta en la investigación la cual dice:

“Los pastos de la finca Santa Rosa, *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi) sin fertilización, presentan una concentración de nitritos menor que las mismas especies de pastos sujetos a fertilización en el mismo período de tiempo”.

5.2 RESULTADOS DE MATERIA VERDE.

La producción de materia verde está directamente relacionada con el nivel de fertilización que reciben los cultivos de los pastos. En la Finca Santa Rosa se estudió el nivel de aplicación de fertilizante (urea 46 % N). El cálculo de la cantidad de nitrógeno por unidad de superficie se establece a continuación:

CÁLCULO DE NITRÓGENO POR HECTÁREA.

Cantidad de urea (46% de N) utilizada para fertilizar fué: 173.91 g/parcela.

Teniendo cada parcela una dimensión de 4 m^2 , ésto implica: 43.48 g/m^2 de fertilizante.

Entonces si 1 hectárea equivale a $10,000 \text{ m}^2$

$43.48 \text{ g} \text{-----} 1 \text{ m}^2$

X $\text{-----} 10,000 \text{ m}^2$

$X = 434,800 \text{ g/Ha}$

$434,800 / 1000 = 434.8 \text{ kg/Ha de urea.}$

Si la urea aporta 46% de Nitrógeno, entonces:

$$434.8 \text{ kg} \times 0.46 = \mathbf{200 \text{ kg de N/Ha.}}$$

Discusión de resultados:

Los rendimientos en producción de materia verde para las diferentes edades de corte se presentan de manera respectiva para los pastos Napier y Swazi en las tablas respectivas N° 5 y 6 para ambos tratamientos.

Tabla N° 5: RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE (Kg/Ha) EN PASTO *Pennisetum purpureum* (NAPIER).

Edad de corte (días)	Sin fertilización	Con fertilización
21	1058.5	3780.0
28	3940.0	8272.5
35	5520.0	16787.0
42	11438.5	22792.5

En la tabla N° 5 es posible observar diferencias importantes en la producción de materia verde a medida que la edad de corte incrementó de 21 a 42 días, produciendo una diferencia de 10,380.00 Kg/Ha en las parcelas no fertilizadas. En las parcelas que recibieron fertilización, el incremento de materia verde fué de 19,012.50 Kg/Ha.

Tabla N° 6: RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE (Kg/Ha) EN PASTO *Digitaria swazilandensis* (SWAZI).

Edad de corte (días)	Sin fertilización	Con fertilización
21	2970.0	6600.0
28	5655.0	9350.0
35	8695.0	16260.0
42	10195.0	19530.0

En la tabla N° 6 es posible observar que existen diferencias cuantitativas importantes de materia verde en la medida que la edad de corte incrementó de 21 a 42 días. En las parcelas sin fertilizar el incremento de materia verde fué de 7,225.00 Kg/Ha, mientras que en las parcelas que recibieron fertilización fué de 12,930.00 Kg/Ha; evidenciando así el efecto benéfico que tiene la aplicación del fertilizante en los cultivos de las especies de pastos en estudio.

En las figuras N° 8 y 9 se muestra la tendencia de materia verde en las dos especies de pastos:

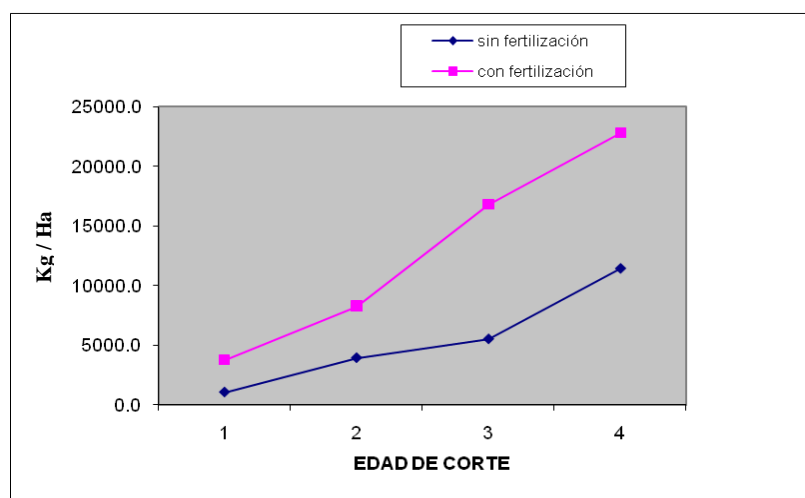


Figura N° 8: RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE (Kg/Ha) EN PASTO *Pennisetum purpureum* (NAPIER).

Donde:

Edades de corte 1= 21 días

2= 28 días

3= 35 días

4= 42 días

Discusión de resultados:

Al comparar las parcelas del pasto Napier con fertilización y sin fertilizar, se observa en la gráfica que la cantidad de materia verde producida por las parcelas fertilizadas fué mayor que en las parcelas no fertilizadas.

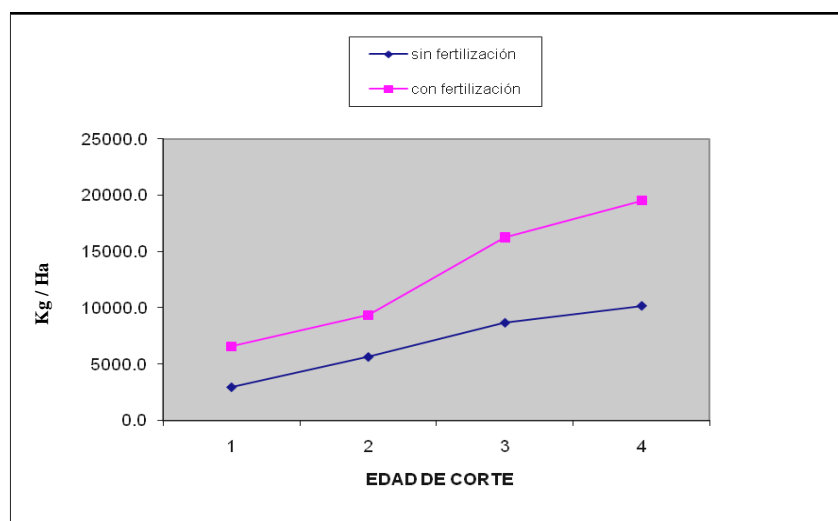


Figura N° 9: RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE (Kg/Ha) EN PASTO *Digitaria swazilandensis* (SWAZI).

Donde:

Edades de corte 1= 21 días.

2= 28 días.

3= 35 días.

4= 42 días.

Discusión de resultados:

Al comparar las parcelas del pasto Swazi con fertilización y sin fertilizar, se observa en la gráfica que la cantidad de materia verde producida por las parcelas fertilizadas fué mayor que en las parcelas no fertilizadas.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. Los pastos investigados en este trabajo: *Pennisetum purpureum* (Napier) y *Digitaria swazilandensis* (Swazi), reportan concentraciones de nitritos inferiores a los límites establecidos por la Norma de calidad de la Universidad de Florida (0.0-0.07% de NO_2^-), encontrándose en un nivel seguro, por lo que son adecuados para el consumo de bovinos sin riesgo alguno de intoxicación o efectos colaterales en el animal.
2. La edad de corte es un factor que determina la cantidad de pasto disponible para la alimentación del ganado, incrementando la cantidad de materia verde a mayor edad de corte.
3. Existe una relación numérica directa entre la aplicación de fertilizantes y la concentración de nitritos en los pastos estudiados, encontrándose menores concentraciones de nitritos en las parcelas no fertilizadas.
4. La fertilización nitrogenada en un nivel de 200 kg de N/Ha permite un incremento sustancial en la producción de materia verde sin poner en riesgo la salud de los animales.

5. Es evidente que a los 42 días de edad de corte para ambas especies de pastos existe un mayor rendimiento de materia verde para consumo del ganado lechero.

6. Se puede observar diferencia en los rendimientos de materia verde en las parcelas que recibieron fertilización con respecto a las que no se fertilizaron. Esto demuestra el efecto benéfico de la fertilización aplicada, con lo cual se obtiene un incremento notable en el recurso alimenticio.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Extender el desarrollo de la investigación en los **pastos *Pennisetum purpureum*** (Napier) y ***Digitaria swazilandensis*** (Swazi) tomando como base otros períodos de tiempo.
2. Llevar a cabo determinaciones de nitritos en los pastos estudiados en otras zonas del país, donde las condiciones de fertilidad del suelo y niveles de fertilización utilizados sean diferentes.
3. Establecer investigaciones en otros recursos alimenticios utilizados para la alimentación del ganado bovino en la finca Santa Rosa con el fin de obtener la respuesta al problema de las muertes por posibles intoxicaciones del ganado bovino.
4. Realizar investigaciones con otras variedades de pastos y forrajes utilizados para alimentación animal que tengan amplia utilización en el sector ganadero nacional.
5. Promover un buen control de calidad en los pastos y forrajes utilizados para alimentación del ganado bovino a efecto de prevenir intoxicaciones y sus efectos colaterales.

6. Investigar el efecto del incremento en la concentración de nitritos por efecto de las variaciones climáticas en otras zonas del país.
7. Desarrollar una investigación en pastos aplicando distintos niveles de fertilización, cuantificando la concentración de nitritos en las diferentes edades de corte, con el fin de obtener el mayor rendimiento de materia verde sin que el nivel de fertilizante aplicado afecte la salud de los animales.
8. Proponer en el sector ganadero un programa de fertilización acorde al requerimiento de nitrógeno en los pastizales sin causar daño a los animales.
9. Utilizar como base el trabajo realizado en los pastos de la Finca Santa Rosa en el período de marzo a julio del año 2008, para futuras investigaciones sobre la concentración de nitritos en otras especies de pastos y forrajes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Banco Multisectorial de Inversiones, 2001. La ganadería lechera en El Salvador (en línea). Consultado el 18 de febrero de 2008. Disponible en: <http://www.bmi.gob.sv/pls/portal/url/ITEM/200864A0210558CE3C92001>
2. Benavides Ortiz, E. 2003. Causas de muerte súbita en bovinos en pastoreo en las sabanas de América Tropical. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Bogotá, D.C. Colombia. EBO, Versión 2. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>.
3. Bonilla, S. y otros. 1993. Estimación del punto óptimo de cosecha de los pastos elefante (*Penicetum purpureum, schum*) Var. Napier y Swazi (*Digitaria swazilandensis, stent*), durante época seca, bajo riego en el departamento de Sonsonate. Trabajo de graduación. Facultad de ciencias agronómicas. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, C.A. 1-21 p.
4. Dante, E. y otros. 1973. Chalares peligrosos (en línea). México. Dinámica rural. Consultado 23 de enero de 2008. Disponible en: <http://www.producción-animal.com.ar/>
5. Gonzáles López. E. y otros. 1989. Estudio comparativo de la determinación de nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y fosfatos en diferentes fuentes de agua y su efecto en el medio ambiente. Trabajo de graduación. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, C.A. 4-5 p.

6. Guevara, E. y otros. 1996. Nuevos materiales forrajeros para la producción de leche y carne en las sabanas de Venezuela (en línea). Venezuela, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Consultado 4 de febrero de 2008. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/eventos/ii_simposio_pastca2006/13.pdf
7. [http:// wikipedia.org/](http://wikipedia.org/). Consultado el 17 de junio de 2008
8. Huss D.1996. Principios de manejo de praderas naturales. 2ª edición. Santiago de Chile. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. 3p.
9. Martínez Marín, A. y otros. Efectos del nitrato en la alimentación de rumiantes/en línea). Andalucía, España. Consultado 2 de febrero del 2008. Disponible en: <http://www.ergormix.com>.
10. Navarro, L. Gramíneas más usadas en el cultivo de pastos en la región Nor Oriental (en línea). Estación experimental FONAIAP Anzoátegui. Consultado 20 de enero del 2008. Disponible en: <http://www.cniap.gob.ve/publica/divulga/fd29/textogramíneas.htm>
11. Nuila de Mejía, J. 2002. Manual de diseños experimentales para ciencias agronómicas. 18-37 p.
12. Núñez Hernández. G, y otros. Manejo agronómico de praderas de gramíneas de clima templado en México (en línea). México. Oregon Seed Council. Consultado 20 de enero del 2008. Disponible en <http://www.producción-animal.com.ar/>

13. Sandoval Centeno, B. 2007. Características agronómicas y nutricionales de Asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales. Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. Trabajo de graduación Maestría en Ciencias Agronómicas.
14. Torres Gamez, J. E. 2004. Intoxicación por nitratos y nitritos en rumiantes: relación con la caída del ganado. Colombia. Disponible en: <http://www.ergormix.com>.
15. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. 2008. Manual de laboratorio de Química Agrícola Aplicada I. 2008. San Salvador, El Salvador, C.A. Var. p.
16. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. 2007. Manual de laboratorio de Química Agrícola Aplicada IV. San Salvador, El Salvador, C.A. 27-30 p.
17. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences Center for Tropical Agriculture. 1982. Compilación de datos analíticos y biológicos en la preparación de cuadros de composición de alimentos para uso en los trópicos de América latina. 4901-1, 4901-8 p.
18. Zaldaña, C. 2003. El estado actual de la ganadería de producción de leche (en línea). Santa Ana, El Salvador. Diario de occidente Santa Ana. Consultado el 2 de marzo de 2008. Disponible: <http://www.elsalvador.com/DIARIOS/OCCIDENTE/2003/11/21/PORTADA/nota1.html>.
19. Zea Salgueiro, J. 1990. Producción de carne con pastos y forrajes. Madrid, España. Editores mundi-prensa. 162-223 p.

GLOSARIO (4, 7,10)

ANOXIA TOTAL: an: privación; oxia: oxígeno. Falta de oxigenación.

ATAXIA LOCOMOTRIZ: perturbación en los movimientos de las extremidades.

CIANOSIS: mucosas que se tornan de color azulado.

EL ENSILAJE: es una técnica de conservación que se basa en procesos químicos y biológicos generados en los tejidos vegetales cuando éstos contienen suficiente cantidad de hidratos de carbono fermentables y se encuentran en un medio de anaerobiosis adecuada. La conservación se realiza en un medio húmedo, y debido a la formación de ácidos que actúan como agentes conservadores, es posible obtener un alimento succulento y con valor nutritivo muy similar al forraje original.

ESPASMO O CALAMBRE: es el nombre común de un espasmo muscular, particularmente en la pierna. Los espasmos musculares se pueden presentar en cualquier músculo del cuerpo. Con el espasmo, los músculos se contraen involuntariamente y no se relajan.

ESTOLONES: rebrotes que surgen de la raíz o del tallo cuando sus extremos enraízan y producen una yema fértil con capacidad reproductora.

GASTROENTERITIS: inflamación de intestinos y estómago.

HEMOGLOBINA: parte esencial del glóbulo rojo

HENO: es hierba seca o legumbres secas, cortadas y utilizadas como alimento para los animales.

METAHEMOGLOBINEMIA: enfermedad provocada por presencia de nitritos en el rumen del ganado bovino. Esta enfermedad es el producto de la unión

del ión nitrito con la hemoglobina evitando que el oxígeno llegue a las diferentes partes del cuerpo del bovino.

NECROPSIA: observación del animal muerto.

PALATABLE: significa que una comida es de buen sabor.

PANÍCULA: es una inflorescencia racemosa compuesta de racimos en la que los mismos van decreciendo de tamaño hacia el ápice. En otras palabras, un racimo ramificado de flores, en el que las ramas son a su vez racimos.

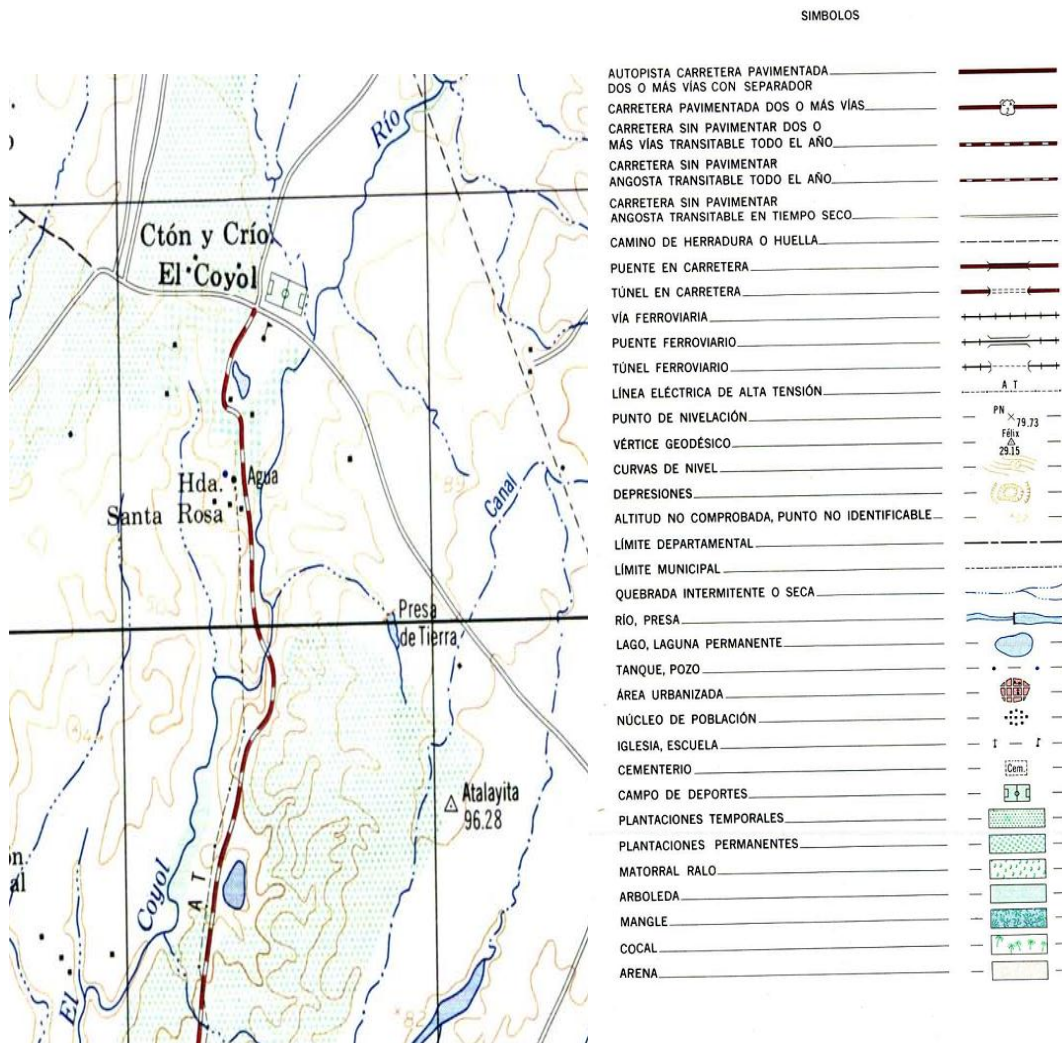
PUBESCENTE: cualquier órgano vegetal cubierto de pelo fino y suave.

RUMEN: primer estómago del bovino.

ANEXOS

ANEXO Nº 1

UBICACIÓN DE LA FINCA SANTA ROSA *



REPUBLICA DE EL SALVADOR
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "INGENIERO PABLO
ARNOLDO GUZMÁN"

SEPTIEMBRE DE 1981

* Ing. Aguirre, C. 2008. Entrevista sobre "Ubicación de la Finca Santa Rosa". Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

ANEXO N° 2

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DE pH EN SUELOS ⁽¹⁵⁾.

Fundamento.

La concentración de iones hidrógeno se mide por la variación de potencial en la celda galvánica.

Cristalería y Materiales.

- Beaker de 50 mL.
- Agitador de vidrio.
- Probeta de 25 mL.
- Frasco Lavador de Polietileno.

Equipo.

- Balanza granataria.
- Potenciómetro.

Reactivos.

- Solución Buffer pH 4, 7 y 10.
- Agua destilada libre de CO₂.

Metodología.

- Pesar 10 g. de suelo, previamente tamizado, en un beaker de 50 mL.
- Adicionar 25 mL. de agua destilada libre de CO₂.

- Agitar durante 10 minutos manualmente ó 5 minutos con agitación eléctrica.
- Dejar en reposo durante 30 minutos.
- Calibrar el potenciómetro con las soluciones buffer pH 4, 7 y 10.
- Determinar el pH de la muestra.
- Reportar el valor leído por el potenciómetro como el valor de pH de la muestra.

ANEXO Nº 3

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO NÍTRICO ⁽¹⁵⁾.

Fundamento.

Éste método se fundamenta en la reacción de la difenilamina con ácido sulfúrico.

Cristalería y Materiales.

- Aro metálico.
- Balanza analítica.
- Beaker de 100 mL.
- Embudo de vidrio.
- Erlenmeyer de 125 mL.
- Espátulas Plásticas.
- Goteros de vidrio.
- Papel Filtro.
- Papel Glassine.
- Pie Metálico.
- Pinza sostén.
- Placa de Porcelana.
- Probeta de 25 mL.

Reactivos.

- Carbón Dargo G-60.
- Solución de Difenilamina 0.2% en ácido sulfúrico
- Solución Extractora

- Solución Patrón de 35 ppm. de Nitrógeno
- Solución Saturada de Acetato de Sodio.

Metodología.

- Tomar 5 g. de suelo secado al aire y que se ha cernido a través de un tamiz de 2 mm. Colocar en erlenmeyer de 125 mL.
- Añadir una cucharadita (aproximadamente 200 mg.) de Carbón Dargo G-60.
- Agregar 25 mL. de solución extractora.
- Agitar durante 10 minutos manualmente ó 5 minutos con agitador de movimientos recíprocos (hacia delante y atrás) que funciona a 180 vaivenes por minuto.
- Filtrar a través de papel filtro.

Nota: El filtrado obtenido puede usarse para la determinación de

Fósforo (P), Calcio (Ca), Sodio (Na), Potasio (K), Manganeso (Mn) y Amonio (NH₄).

- Colocar una gota del filtrado en una casilla del plato de porcelana.
- Tamponizar con una gota de solución saturada de acetato de sodio.
- Agregar cuatro gotas de solución de difenilamina 0.2%.
- Agitar rotando el plato.
- Realizar el procedimiento anterior utilizando una gota de solución patrón de 35 ppm. de Nitrógeno en el suelo en sustitución de la gota de filtrado.
- Reportar resultados como menor, igual o mayor a 35 ppm. de Nitrógeno en el suelo.

ANEXO N° 4

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA ⁽¹⁵⁾.

Fundamento.

El análisis de materia orgánica de acuerdo a Walkley & Black, es un método de combustión húmeda cuyo fundamento es lograr la oxidación de la materia orgánica, (la cual es la fracción químicamente activa a la vez la más importante en los procesos), mediante el uso de dicromato de potasio 1N se produce una reacción exotérmica, que se cataliza con ácido sulfúrico concentrado; la cantidad de dicromato de potasio que reaccionó se conoce por medio de su titulación con sulfato ferroso, de esta forma se logra determinar indirectamente el porcentaje de carbono orgánico presente.

Cristalería y Materiales.

- Beaker de 100 mL.
- Bureta de 50 mL.
- Erlenmeyer de 500 mL.
- Espátulas Plásticas.
- Gotero de vidrio.
- Papel Glassine.
- Perillas de Hule.
- Pie metálico.
- Pinzas para bureta.
- Pipeta volumétrica de 10.0 mL.
- Pipeta volumétrica de 20.0 mL.

- Probeta de 250 mL.

Reactivos:

- Ácido fosfórico concentrado.
- Ácido Sulfúrico concentrado.
- Agua destilada.
- Difenilamina 1.0% en ácido sulfúrico.
- Dicromato de Potasio 1.0 N.
- Sulfato Ferroso 1.0 N.

Metodología.

- Pesar con exactitud entre 200.0 y 250.0 mg. de suelo seco, pulverizado y tamizado en un tamiz de 0.5 mm. Cuando se trata de un suelo muy rico en materia orgánica pesar de 100.0 a 200.0 mg. de suelo.
- Colocar la muestra en un erlenmeyer de 500 mL.
- Agregar 10.0 mL. de solución de dicromato de potasio 1.0 N.
- Agregar rápidamente 20.0 mL. de ácido sulfúrico concentrado tratando de poner el ácido en el centro del erlenmeyer que contiene la solución.
- Agitar suavemente durante 10 minutos.
- Dejar reposar 30 minutos.
- Agregar 200.0 mL. de agua destilada y 10.0 mL. de ácido fosfórico.
- Adicionar 30 gotas de difenilamina 1%.

- Titular con solución de sulfato ferroso hasta viraje de café oscuro a verde esmeralda.

Nota:

1. Si más de 8.0 mL. de dicromato de potasio son reducidos, la determinación debe repetirse con 100.0 mg de suelo. Éste caso se dá cuando el suelo es muy rico en materia orgánica.
2. Cada 5 muestras de suelo se coloca un testigo, que contiene todos los reactivos (sin suelo) y se titula en igual forma que las muestras.

Cálculos.

El factor (F) se obtiene dividiendo el número de mL de dicromato de potasio adicionados entre el número de mL de sulfato ferroso gastados en la titulación (reducción) de los testigos.

$$F = \frac{10 \text{ mL de dicromato de potasio.}}{\text{N}^{\circ} \text{ de mL de sulfato ferroso.}}$$

El producto de multiplicar el factor (F) por el N^o de mL de sulfato ferroso gastados en la muestra y restado de 10 (mL de dicromato de potasio) nos dá el número de mL de dicromato de potasio reducidos por la materia orgánica en la muestra de suelo.

mL de dicromato de potasio reducidos = 10-(F x N^o de mL de sulfato ferroso).

El número de mL reducidos se multiplica por 2.76 para obtener el porcentaje de materia orgánica.

$$\% \text{ Materia orgánica} = \text{mL de dicromato de potasio reducidos} \times 2.76$$

Observación.

Los suelos arenosos se consideran ricos si tienen el 2% de materia orgánica. Asimismo, un contenido alto de materia orgánica es signo de buena fertilidad del suelo. Excepción de ésta regla son los suelos de partes muy altas (arriba de 200 mts.) en donde la materia orgánica se descompone.

Límites o niveles de Materia Orgánica

Bajo	Menos de 2.0 %
Medio	2.1% - 5.9 %
Alto	Más 5.9 %

ANEXO N° 5

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL ⁽¹⁵⁾.

Fundamento.

El material orgánico se deshidrata con ácido sulfúrico, el carbono se oxida a CO₂ y el nitrógeno se convierte en sulfato de amonio, luego por la adición de un álcali fuerte libera el amoniaco, el cual se absorbe en ácido bórico y posteriormente se titula con ácido sulfúrico diluido.

Cristalería y Materiales.

- Pipeta volumétrica de 25.0 mL.
- Balones Kjeldahl de 800 mL.
- Erlenmeyer de 500 mL.
- Bureta de 50.0 mL.
- Probetas de 50, 100 y 200 mL.
- Papel Glassine.
- Papel Filtro.
- Espátulas.

Equipo.

- Equipo Kjeldahl.
- Balanza analítica.
- Balanza granataria.

Reactivos.

- Ácido Salicílico.
- Ácido Sulfúrico Concentrado.
- Ácido Sulfúrico 0.1 N
- Granallas de Zinc o Perlas de Ebullición.
- Kelpack o Mezcla de catalizadores Oxido de Mercurio (HgO) y Sulfato de Potasio (K_2SO_4):
- Tiosulfato de Sodio 8%.
- Hidróxido de Sodio 50%.
- Ácido Bórico 4%.
- Indicador Mixto

Metodología.

- Pesar la cantidad de muestra adecuada en un papel filtro.
- Colocar la muestra en el balón Kjeldahl.
- Agregar un kelpack (0.2 g de HgO y 10 g de K_2SO_4), 1.0 g. de ácido salicílico y 40.0 mL. de ácido sulfúrico concentrado.
- Mezclar y digerir hasta que la solución clarifique (más o menos 2 horas).
- Enfriar. Agregar 200.0 mL. de agua destilada, unas granallas de zinc o perlas de ebullición, 25 mL. de tiosulfato de sodio 8% y 100.0 mL. de hidróxido de sodio 50%.
- Destilar recogiendo en 50.0 mL. de ácido bórico 4%, usando como indicador 3 – 5 gotas de indicador mixto.

- Destilar unos 150.0 mL.
- Titular el destilado con ácido sulfúrico 0.1 N, hasta viraje del indicador.

Cálculos.

$$\% \text{ N} = \frac{\text{mL. gastados de H}_2\text{SO}_4 \times 0.01400 \times 100}{\text{Peso de muestra.}}$$

ANEXO Nº 6

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE FÓSFORO ⁽¹⁵⁾.

Fundamento.

El fósforo se determina espectrofotométricamente midiendo la cantidad de luz absorbida por la muestra, cuando un haz de luz (a una longitud de onda de 420 nm) pasa a través de ella. Para ello se necesita que los fosfatos formen un complejo coloreado formado entre el fósforo y un agente acomplejante.

Cristalería y Materiales.

- Balones volumétricos de 100.0 mL.
- Beaker de 100 mL.
- Bureta de 50.0 mL.
- Goteros de vidrio.
- Pipetas volumétricas de 2.0 y 5.0 mL.
- Tubos de ensayo.
- Pinzas para bureta.
- Soporte metálico.
- Gradilla para tubos.

Equipo.

- Espectrofotómetro UV-Visible.
- Celdas para espectrofotómetro UV-Visible.

Reactivos.

- Ácido Sulfúrico 10.0 N.
- Molibdato de amonio 5.0%.
- Vanadato de amonio 0.25%.
- Reactivo vanado-molibdico (1:1).
- Solución Concentrada de Fósforo (80.0 $\mu\text{g/mL}$).

Metodología.

- a) Preparación de los estándares.

Pipetear en balones volumétricos de 100.0 mL los volúmenes de solución concentrada de fósforo que se indican abajo. Agregar 4.0 mL. de ácido sulfúrico 10.0 N y aforar a volumen con agua destilada.

Volúmenes de Solución Concentrada de Fósforo	μg de Fósforo mL de Solución.
0	0
5	4
10	8
15	12
20	16

- b) Preparación de la muestra y de los estándares para realizar las lecturas.

- Pipetear en un tubo de ensayo de 5.0 mL de solución madre.
- Pipetear en otros tubos 2.0 mL de reactivo vanado-molibdico.

Tapar con tapón de hule y agitar inmediatamente durante 30

segundos. El color amarillo que se desarrolla es estable durante varias horas.

- c. Dejar en reposo 15 minutos.
- d. Transferirla muestra y los estándares a celdas del espectrofotómetro y leer a una longitud de onda de 420 nm.
- e. Usar agua como referencia para calibrar el equipo (100% transmitancia).

Cálculos.

$$\text{ppm de P} = \frac{\text{ppm leída en curva} \times 100}{\text{Factor de dilución}}$$

ANEXO N° 7

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACION DE POTASIO POR FOTOMETRIA DE LLAMA ⁽¹⁵⁾.

Fundamento.

Por medio de la flama se convierte el aerosol en vapor atómico y por efecto de la temperatura, pasan los átomos al estado eléctrico excitado al volver estos átomos al estado fundamental emiten luz que es detectada por el equipo. La intensidad de la luz es proporcional a la concentración del elemento estudiado.

Cristalería y materiales.

- Balones volumétricos de 100.0 mL.
- Beaker de 100 mL.
- Goteros de vidrio.
- Pipetas volumétricas de 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 y 5.0 mL.
- Microbureta de 10.0 mL.

Equipo.

- Fotómetro de llama.

Reactivos.

- Solución patrón de potasio (1000 ppm).
- Agua destilada.

Metodología.

a) Preparación de los estándares.

Soluciones estándares de potasio.

- En balones volumétricos de 100.0 mL colocar los volúmenes de la solución patrón de potasio de 1000 ppm que se detallan a continuación.

Volúmenes de solución patrón. 1000 ppm.	Concentración de las Soluciones Estándares (ppm)
1.0 mL.	10
2.0 mL.	20
3.0 mL.	30
4.0 mL.	40

b) Preparación de las muestras.

- Tomar con la pipeta volumétrica 5.0 mL de la solución madre y colocar en un balón volumétrico de 100.0 mL.
- Llevar a volumen con agua destilada.
- Leer a 765.7 nm en el fotómetro de llama las soluciones estándares y la muestra.

ANEXO Nº 8

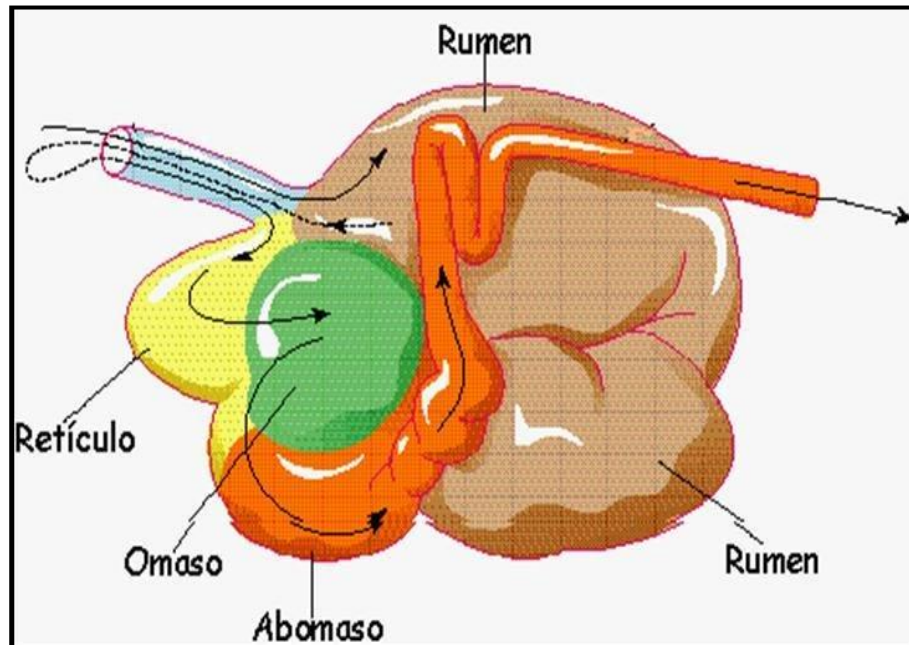


Figura Nº 3: IMAGEN DEL RUMEN ⁽¹⁴⁾.

ANEXO N° 9

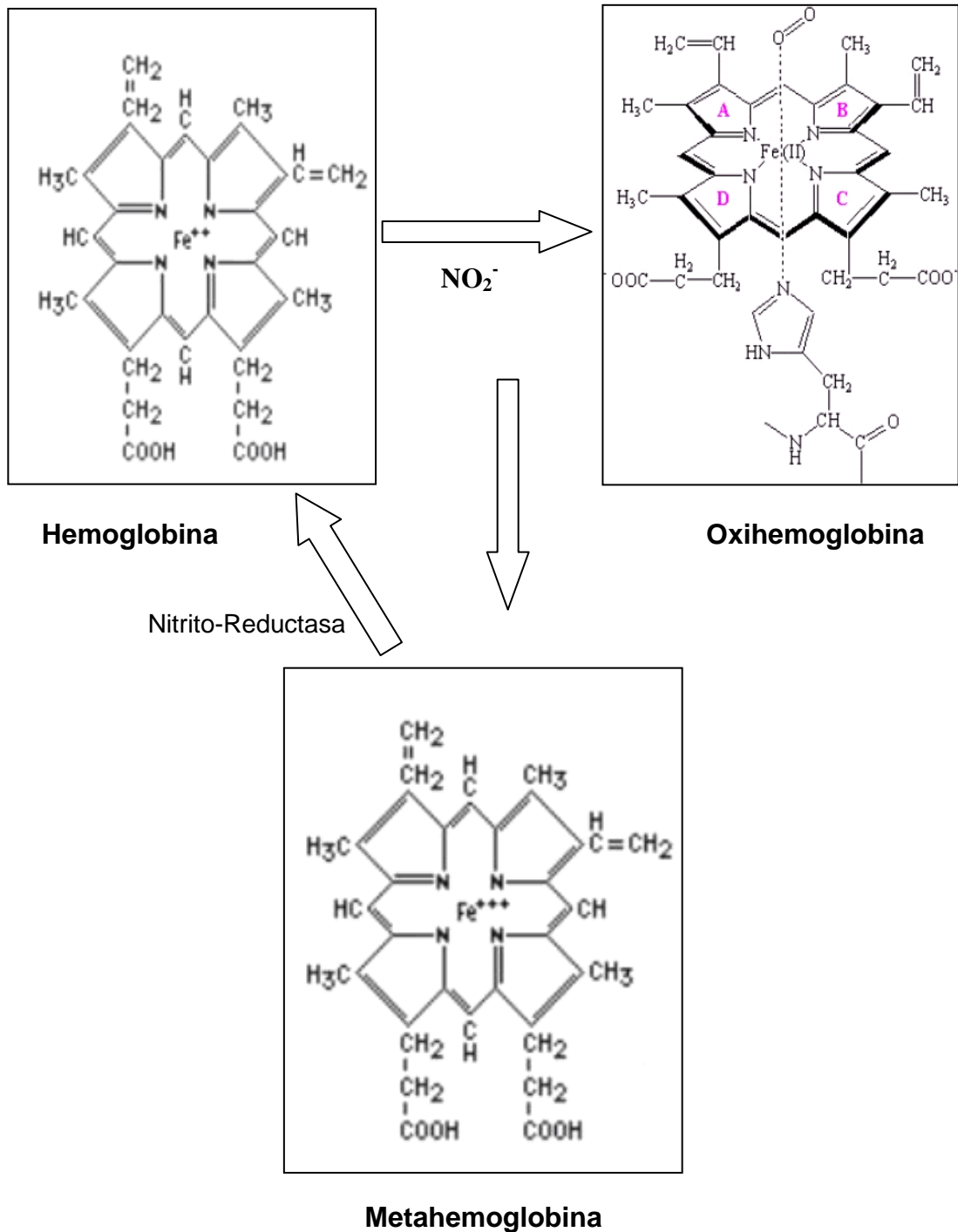


Figura N° 4: PROCESO BIOLÓGICO-QUÍMICO DE LA CONVERSIÓN DE HEMOGLOBINA EN METAHEMOGLOBINA ⁽¹⁴⁾.

ANEXO Nº 10

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACION DE NITRITOS EN PASTOS ⁽¹⁶⁾.

Fundamento.

El nitrato es reducido a nitrito por la acción del sulfato de zinc y de manganeso (II). La reacción consiste en la diazotización del ácido sulfanílico por el ion nitrito y subsecuente acoplamiento con la 1-naftilamina para formar un colorante rojo. La reacción se lleva a cabo en forma óptima a un pH de 1.7 a 3.0. Los iones que interfieren se fijan con citrato.

Cristalería y Materiales.

- Balanza analítica
- Bureta de 100.0 mL
- Frascos erlenmeyer de 150 mL
- Agitador de vidrio
- Embudos
- Papel filtro
- Pipetas volumétricas de 9.0 y 1.0 mL
- Tubos de centrifuga
- Soporte con pinzas

Equipo.

- Espectrofotómetro UV-Visible.
- Centrifuga.

Reactivos.

- Carbón activado.
- Agua destilada.
- Solución madre de 1000 ppm de nitritos
- Acido acético al 20%
- Reactivo de Bray
- Acido clorhídrico al 0.1N

PROCEDIMIENTO:**PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE PASTOS EN ESTUDIO**

- Picar finamente las muestras de pastos.
- Pesar 8.0 g de material fresco.
- Colocar la muestra en un beaker de 250 mL de capacidad y taparlo.
- Agregar 100.0 mL de HCl 0.1N, tapar nuevamente el beaker y agitar el contenido hasta que la muestra esté completamente húmeda. Dejar reposar por una hora, agitándolo ocasionalmente para que se efectúe la extracción completa de nitritos, si el extracto adquiere un color intenso, hay que decolorar agregándole 1.0 g de carbón activado, y agitar bien. Filtrar el extracto en papel filtro.
- Con pipeta, transferir 1.0 mL de extracto y 9.0 mL de solución al 20% de ácido acético, a un tubo de centrifuga provisto de tapón, agregar aproximadamente 0.5 g de polvo indicador de Bray, tapar y agitar cada tubo durante 1 minuto. Mantener ésta solución alejada de la luz intensa.

- Colocar los tubos en un porta tubos de la centrífuga y operar por 5 minutos a 3000 rpm o hasta que el líquido sobrenadante se aclare. Eliminar cualquier nata que se forme, si es necesario filtrar, luego verter la solución limpia en una celda del espectrofotómetro.
- Leer la absorbancia a 520 nm. Ajustando previamente el espectrofotómetro a 100% de transmitancia y a 0 % de absorbancia con un blanco para ser sometido al mismo tratamiento que las muestras.

PREPARACIÓN DEL ESTÁNDAR DE NITRITOS

Pesar exactamente 0.15 g de NaNO_2 (que es equivalente a 0.10 g de NO_2^-), colocarlo en un balón volumétrico de 100.0 mL, diluir, agitar y llevar a volumen (solución madre de 1000 ppm de nitritos).

De ésta solución tomar 10.0 mL y colocarlos en un balón volumétrico de 100.0 mL y aforar (solución de trabajo de 100 ppm de nitritos).

De esta solución preparar las siguientes soluciones conteniendo las concentraciones de 2 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm de nitritos (NO_2^-).

ANEXO Nº 11

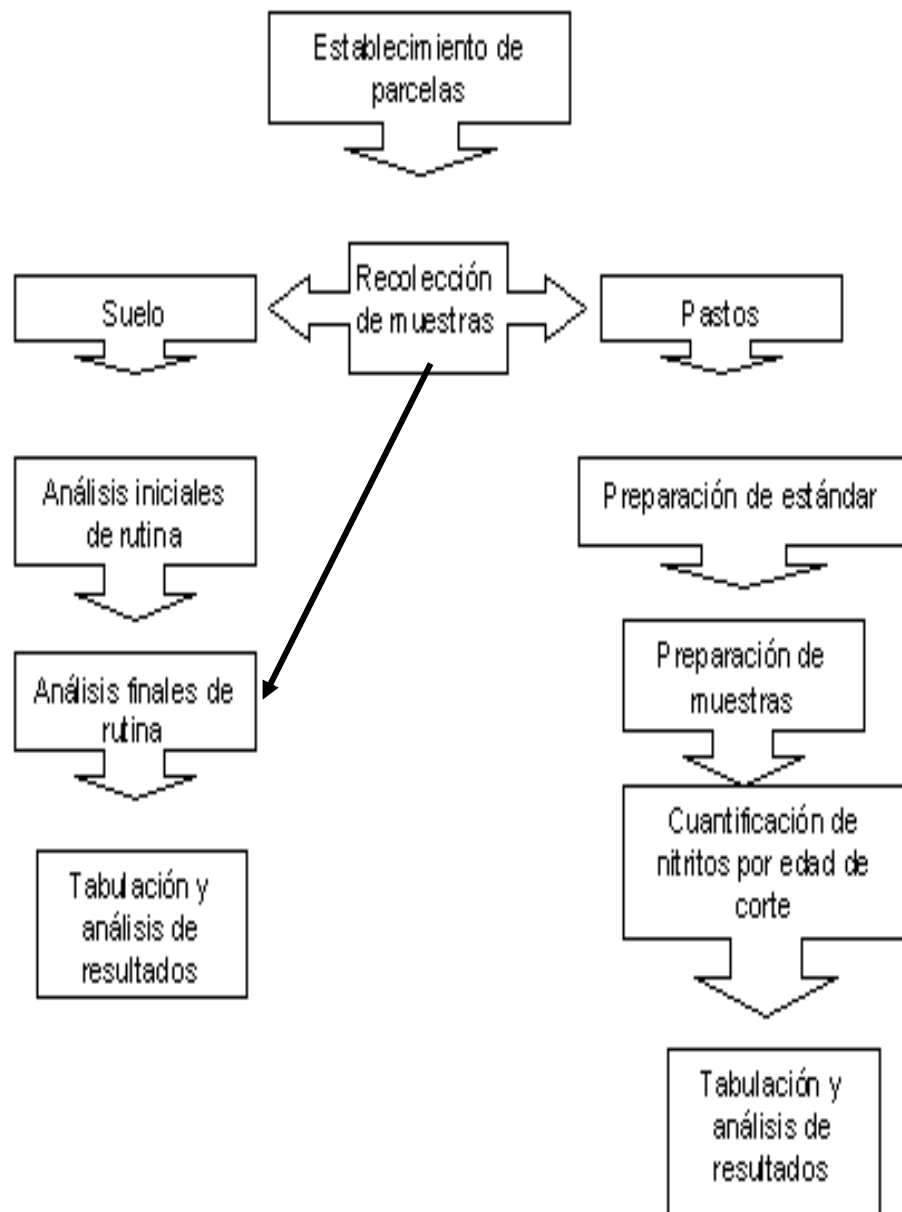


Figura Nº 5: DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA GENERAL DE TRABAJO ^(15,16).

ANEXO Nº 12

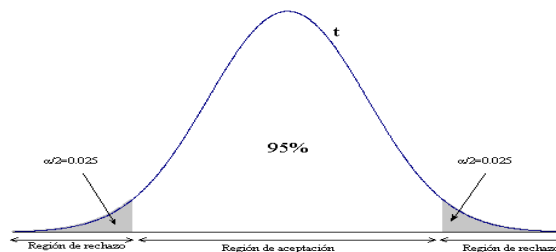


Tabla Nº 7: TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN “t” □ STUDENT ⁽¹¹⁾.

Tamaño de la Muestra	Nivel de Confianza (%)							
	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ANEXO Nº 12

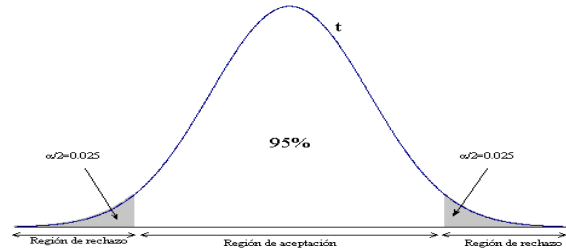


Tabla Nº 1: TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN “t” □ STUDENT ⁽¹¹⁾.

Tamaño de la Muestra	Nivel de Confianza (%)							
	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ANEXO Nº 13

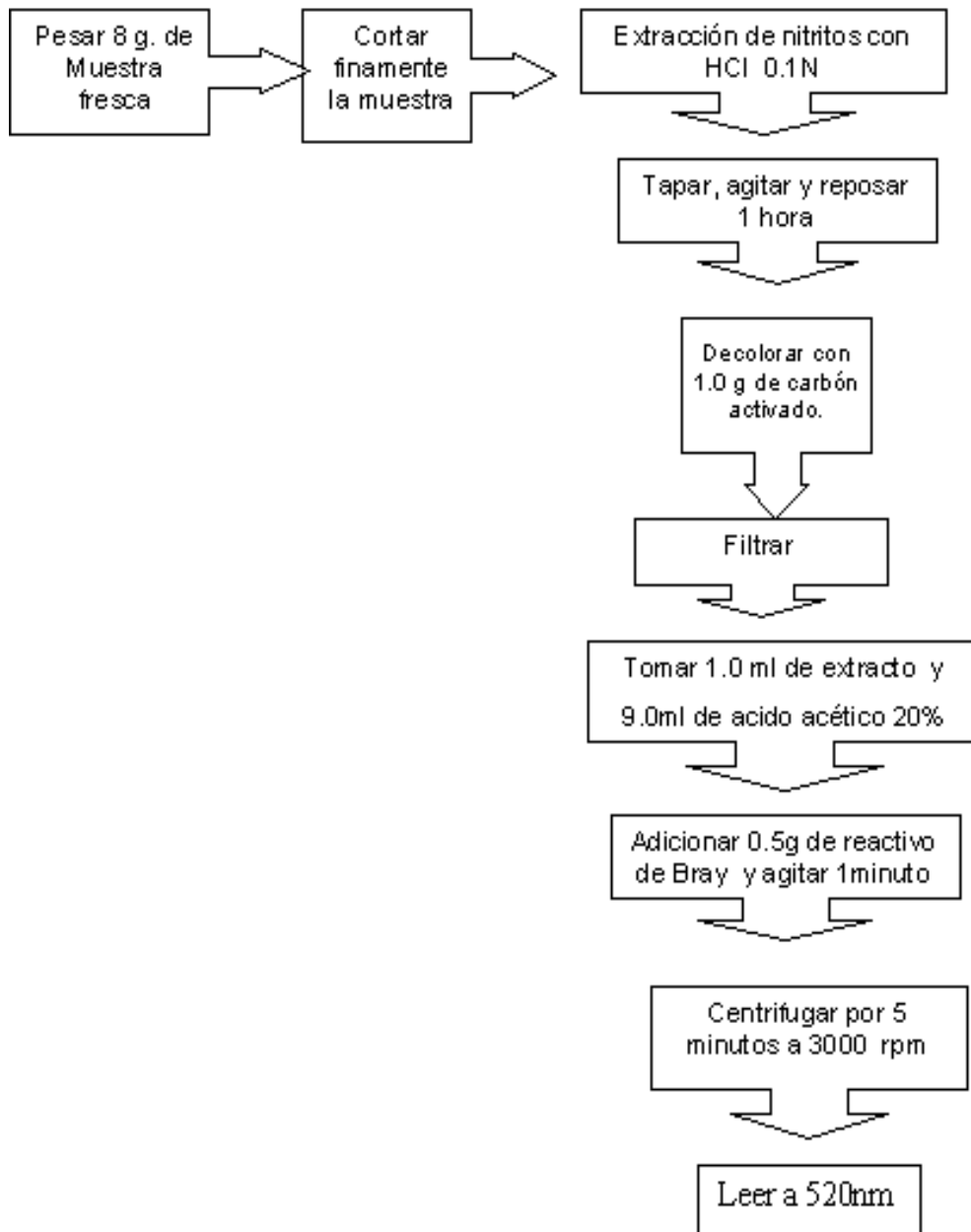


Figura Nº 6: DIAGRAMA DE PREPARACIÓN DE MUESTRA DE PASTOS EN ESTUDIO ⁽¹⁶⁾.

ANEXO N° 14

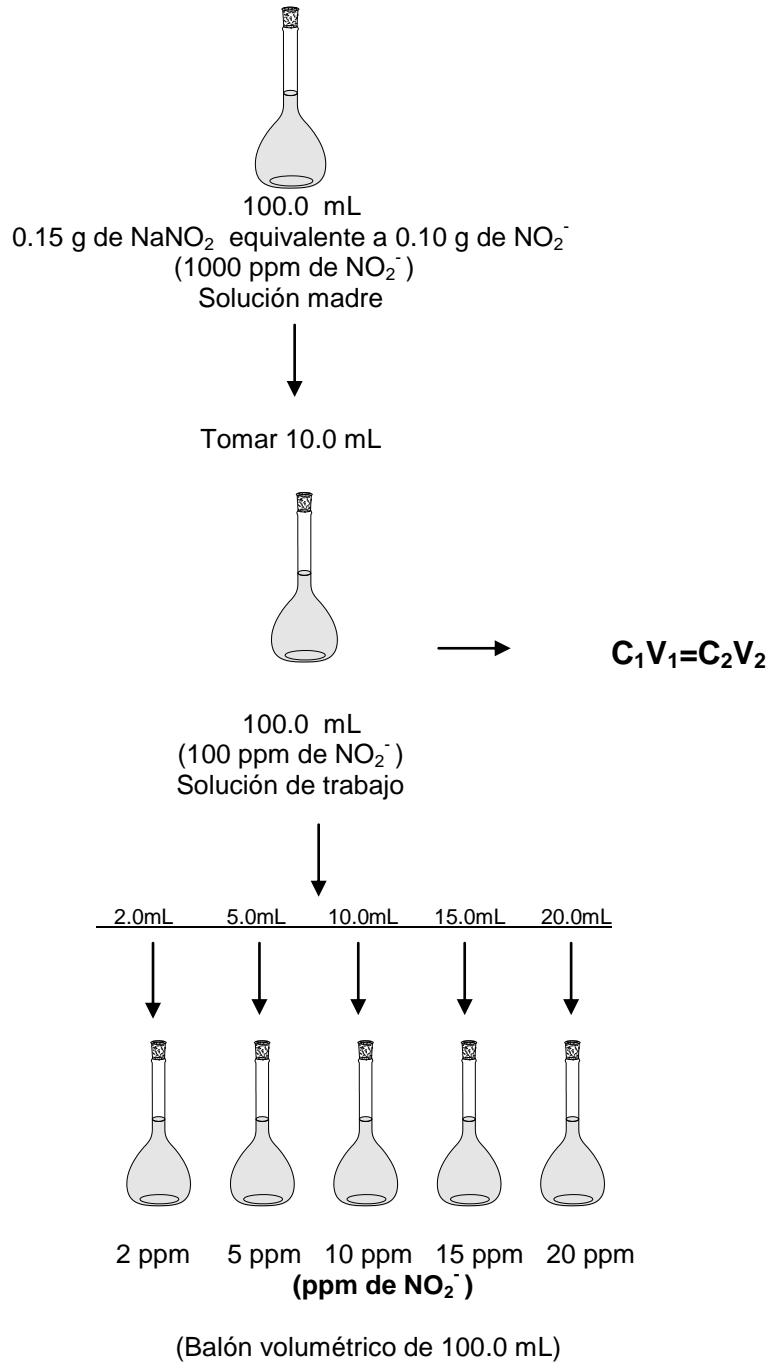


Figura N° 7: PREPARACIÓN DEL ESTÁNDAR DE NITRITOS ⁽¹⁶⁾.

ANEXO Nº 15

PREPARACIÓN DE REACTIVOS (15, 16).

- **Acido acético al 20.0%:**

Adicionar 200.0 mL de ácido acético glacial y aforar a 1000.0 mL en balón volumétrico.

- **Acido clorhídrico al 0.1N:**

Adicionar 8.18 mL de ácido clorhídrico al 38% de pureza y aforar en balón volumétrico de 1000.0 mL.

- **Dicromato de Potasio 1.0 N:**

Pesar 4.903 gramos de dicromato de potasio (previamente secado hasta peso constante a 120-140 °C en estufa) agregar a un balón volumétrico de 100.0 mL y llevar a volumen con agua destilada.

- **Indicador Mixto:**

Mezclar dos partes de rojo de metilo 0.2% con una parte de azul de metileno 0.2%.

- **Mezcla de catalizadores Óxido de Mercurio (HgO) y Sulfato de Potasio (K₂SO₄):**

Mezcla de catalizadores: 99.0 g. de K₂SO₄; 4.1 g. de HgO y 0.8 g. de CuSO₄ (1 gramo de esta mezcla.)

- **Molibdato de amonio 5.0%:**

Pesar 5.0 gramos de molibdato de amonio y llevar a volumen en balón volumétrico de 100.0 mL.

- **Reactivo vanado-molíbldico (1:1):**

Mezclar volúmenes iguales de las soluciones de molibdato de amonio 5% y vanadato de amonio 0.25 % filtrar y usar el mismo día.

- **Solución Concentrada de Fósforo (80.0 µg/mL):**

Disolver 0.35 gramos de fosfato monopotásico reactivo analítico (previamente secado sobre ácido sulfúrico hasta peso constante) en 300.0 mL de agua destilada. Agregar 10.0mL de ácido sulfúrico 10.0 N. Enfriar y diluir a 1000.0mL con agua destilada en balón volumétrico.

- **Solución Extractora:**

Medir aproximadamente 15.0 L de agua destilada en un frasco de 20.0 L de capacidad. Agregar 12.0 mL de ácido sulfúrico concentrado y 73.0 mL de ácido clorhídrico concentrado. Llevar a volumen de 18.0 L y mezclar bien. La solución es aproximadamente 0.5 N de HCl y 0.025 N de H₂ S0₄.

- **Solución madre de 1000 ppm de nitritos:**

Pesar exactamente 0.15 g de NaNO_2 (que es equivalente a 0.10 g de NO_2^-), colocarlo en un balón volumétrico de 100.0 mL, diluir, agitar y llevar a volumen.

- **Solución Patrón de Nitrógeno (35 ppm):**

Pesar 0.0505 gramos de nitrato de potasio y disolverlo en un volumen de 100.0 mL con solución extractora. Por ser ésta cantidad a pesar muy pequeña, es recomendable preparar una solución de 200 ppm de nitrógeno, para la cual se pesa 1.442 gramos de nitrato de potasio y se afora con solución extractora en balón volumétrico de 1000.0 mL. Tomar de la solución anterior 35.0 mL con pipeta volumétrica y colocar en balón volumétrico de 1000.0 mL el cual se lleva a volumen con solución extractora. Esta solución de 35 ppm de nitrógeno en el suelo equivale a 7 ppm de nitrógeno en solución.

- **Solución patrón de potasio (1000 ppm):**

Pesar 1.907 gramos de cloruro de potasio (previamente secado en estufa a 120°C durante 2 horas). Aforar con agua destilada en balón volumétrico de 100.0 mL.

- **Solución Saturada de Acetato de Sodio:**

Pesar 70.0 gramos de Hidróxido de Amonio y disolver en cerca de 400,0 mL de agua destilada. Medir 58.0 mL de ácido acético y agregar a un beaker conteniendo aproximadamente 400.0 mL de agua destilada. Adicionar ambas soluciones a un balón volumétrico de 1000.0 mL, esperar que se enfríe y llevar a volumen con agua destilada. Ajustar el pH a 7 tomando alícuotas de 25.0 mL.

- **Sulfato Ferroso 1.0 N:**

Disolver 140.0 gramos de sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) en cerca de 200.0 mL de agua destilada. Agregar 40.0 mL de ácido sulfúrico concentrado y disolver los cristales.

Esperar que la solución se enfríe y llevar a volumen de 1000.0 mL en balón volumétrico. Ésta solución debe guardarse en frasco ámbar y en lugar oscuro para evitar que se reduzca y debe ser estandarizada cada vez que se utiliza mediante titulación con dicromato de potasio.

- **Vanadato de amonio 0.25%.**

Disolver 0.25 gramos de vanadato de amonio en cerca de 50mL. de agua destilada hirviendo. Enfriar y agregar 35.0 mL de ácido nítrico concentrado. Enfriar y llevar a volumen de 100.0 mL en balón volumétrico.