

EVALUACION DEL IMPACTO DE LA INOCULACION DE *BACILLUS MEGATERIUM* EN
SUELOS NITRIFICADOS DE DOS UNIDADES GANADERAS DEL VALLE DE UBATE Y
CHIQUINQUIRÁ, COMO MECANISMO PREVENTIVO PARA DISMINUIR LA
INTOXICACIÓN POR NITRATOS DEL GANADO LECHERO

JAVIER DAVID BUITRAGO VILLAMIL
ESTUDIANTE DE AGRONOMIA

SANDRA CASTIBLANCO
DIRECTORA DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
CENTRO DE ESTUDIOS A DISTANCIA CHIQUINQUIRÁ
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMIA
TESIS DE GRADO
CHIQUINQUIRÁ
2018

**EVALUACION DEL IMPACTO DE LA INOCULACION DE *BACILLUS MEGATERIUM* EN
SUELOS NITRIFICADOS DE DOS UNIDADES GANADERAS DEL VALLE DE UBATE Y
CHIQUINQUIRÁ, COMO MECANISMO PREVENTIVO PARA DISMINUIR LA
INTOXICACIÓN POR NITRATOS DEL GANADO LECHERO**

Contenido

RESUMEN.....	6
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
4. OBJETIVOS	12
4.1. GENERAL.....	12
4.2. ESPECIFICOS.....	12
5. MARCO TEORICO.....	13
5.1. <i>BACILLUS MEGATERIUM</i>	13
5.2. BIORREMEDIACIÓN EDAFICA	14
5.3. CICLO BIOGEOQUIMICO DEL NITROGENO	15
5.4. CICLO BIOGEOQUIMICO DEL CARBONO	17
5.5. CICLO BIOGEOQUIMICO DEL AZUFRE	18
5.6. CICLO BIOGEOQUIMICO DEL FOSFORO.....	19
5.7. ACTIVIDAD MICROBIOLOGICA Y ENZIMATICA DEL SUELO.....	20
5.8. DINAMICA DE LOS NITRATOS EN ECOSISTEMAS PRODUCTIVOS	21
5.9. PRUEBAS EXPERIMENTALES	24
5.9.1. PH.....	24
5.9.2. PORCENTAJE DE CARBONO ORGANICO	25
5.9.3. PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA	25
5.9.4. PORCENTAJE DE HUMEDAD	25
5.9.5. PORCENTAJE DE NITROGENO TOTAL	26
5.9.6. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.....	26
5.9.7. SCREENING DE SUELO	26
5.9.8. BROMATOLOGIA DE FORRAJES	27
5.9.8.1. FIBRA DETERGENTE ACIDO.....	27

5.9.8.2.	FIBRA DETERGENTE NEUTRO.....	27
5.9.8.3.	NITROGENO.....	27
5.9.8.4.	PROTEINA CRUDA	28
5.9.8.5.	FOSFORO	28
5.9.8.6.	CALCIO.....	28
6.	MARCO GEOGRAFICO.....	29
6.1.	MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DE SEMA	29
6.1.1.	VEREDA SABANECA.....	30
6.1.2.	HACIENDA BAVIERA.....	31
6.2.	MUNICIPIO DE SIMIJACA, CUNDINAMARCA.....	32
6.2.1.	VEREDA PANTANO	33
6.2.2.	HACIENDA SAN LUIS.....	33
7.	METODOLOGIA.....	35
7.1.	EVALUACIÓN DE IMPACTO	35
7.2.	SELECCIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES	36
7.3.	DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN	36
7.4.	TRATAMIENTOS.....	37
7.5.	UNIDADES DE CONTROL.....	37
7.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
7.7.	PROTOCOLO DE MUESTREO Y CUSTODIA DE MUESTRAS.....	39
7.7.1.	MANEJO DE MUESTRAS EDAFICAS	39
7.8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
7.8.1.	ESTIMACIÓN DE PARAMETROS	40
7.8.2.	PRUEBA T PARA UNA MUESTRA.....	40
8.	HIPOTESIS	41
8.1.	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN H_i	41
8.2.	HIPOTESIS NULA = $H_0: \theta = \theta_0$	41
9.	RESULTADOS.....	41
9.1.	HACIENDA BAVIERA.....	42
9.2.	HACIENDA SAN LUIS.....	44
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	47
11.	CONCLUSIONES.....	59

12.	RECOMENDACIONES.....	60
13.	REFERENCIAS	61
14.	ANEXOS	68

CONTENIDO DE COMPLEMENTARIOS

Ilustración 1	Ciclo Biogeoquímico del Nitrógeno FUENTE: (Cruz, 2011).....	16
Ilustración 2	Ciclo Biogeoquímico del Carbono FUENTE: (Rodríguez, 2016).....	17
Ilustración 3	Ciclo Biogeoquímico del Azufre FUENTE: (Rodríguez, 2016)	18
Ilustración 4	Ciclo Biogeoquímico del Fosforo FUENTE: (Rodríguez, 2016)	19
Ilustración 5	Fotografía Aérea Hacienda Baviera. Fuente: Google Earth	31
Ilustración 6	Fotografía Aérea Hacienda San Luis. Fuente Google Earth	34
Ilustración 7	CONCENTRACIÓN DE Ca EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE: Propia .	48
Ilustración 8	CONCENTRACIÓN DE S EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE: Propia....	49
Ilustración 9	CONCENTRACIÓN DE FOSFORO DISPONIBLE EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE Propia	50
Ilustración 10	CONCENTRACIÓN PORCENTUAL DE CARBONO TOTAL EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE Propia	51
Ilustración 11	CONCENTRACIÓN DE Fe EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE Propia.	52
Ilustración 12	Dinámicas Poblacionales Microorganismos Asociados al Ciclo de Nitrógeno Fuente: Propia.....	55
Ecuación 1	Modelo Estadístico Diseño Experimental de Parcelas Divididas.....	38
Tabla 1	Caracterización Hacienda Baviera, Fuente: Propia.....	31
Tabla 2	Caracterización Hacienda San Luis, FUENTE: Propia	33
Tabla 3	Resumen Análisis Físicoquímico Hacienda Baviera	42
Tabla 4	Resumen Análisis Microbiológico Asociado con el ciclo del Nitrógeno Antes y Después de Intervención Hacienda Baviera	43
Tabla 5	Resumen Análisis Bromatológico de Intervención Hacienda Baviera FUENTE: Propia	43
Tabla 6	Análisis Parcial Nitratos y Amonio en Suelos FUENTE: Propia	44
Tabla 7	Resumen Análisis Físicoquímico Hacienda San Luis	44
Tabla 8	Tabla 4 Resumen Análisis Microbiológico Asociado con el ciclo del Nitrógeno Antes de Intervención Hacienda San Luis.....	45
Tabla 9	Análisis Parcial Nitratos y Amonio en suelos Fuente: Propia	45
Tabla 10	Resumen Análisis Bromatológico de Intervención Hacienda San Luis.....	46
Tabla 11	Perfil Comparativo Inicial de Actividad Enzimática de Suelos Analizados. FUENTE: Propia.....	53

Tabla 12 Perfil Comparativo Final de Actividad Enzimática de Suelos Analizados.	
FUENTE: Propia.....	54
Tabla 13 Análisis estadístico en microbiología de suelos FUENTE: Propia.....	54
Tabla 14 Análisis estadístico bromatología de forrajes FUENTE: Propia	57

RESUMEN

Las intoxicaciones con nitratos en el ganado lechero constituyen un problema de amplio espectro en el Valle de Ubaté y Chiquinquirá, cerca de 4189 predios cuentan con alta prevalencia de la patología que incide de manera sensible en la producción agropecuaria de la región, incremento de los costos en salud animal y pérdidas económicas cuantiosas.

El tratamiento clínico de los animales afectados por la intoxicación no es completamente efectivo, comprometiendo el estado fisiológico por largo tiempo, sin embargo la literatura sobre el tema solo hace mención al manejo paliativo y nutricional del bovino.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto biorremediador de la inoculación de la cepa bacteriana *Bacillus Megaterium* en suelos nitrificados de dos unidades ganaderas como mecanismo preventivo frente a la intoxicación bovina por compuestos nitrogenados. Los resultados finales sugieren una reducción efectiva de nitratos en suelo, variaciones de la actividad biológica edáfica en los grupos poblacionales desnitrificantes y fijadores libres de nitrógeno, además de modificaciones en composición bromatológica del forraje con el cual alimentan los bovinos pertenecientes a las haciendas estudiadas.

PALABRAS CLAVE: biorremediación, nitratos, actividad biológica, manejo agronómico.

ABSTRACT

Nitrate poisoning in dairy cattle is a problem of broad spectrum in the Ubaté Valley and Chiquinquirá, about 4189 farms have a high prevalence of pathology that has a significant impact on agricultural production in the region, increased costs in animal health and large economic losses.

The clinical treatment of animals affected by intoxication is not completely effective, compromising the physiological state for a long time, however the literature on the subject only mentions the palliative and nutritional management of cattle.

The objective of this study is to evaluate the bioremediation impact of the inoculation of the bacterial strain *Bacillus Megaterium* in nitrified soils of two livestock units as a preventive mechanism against bovine poisoning by nitrogen compounds. The final results suggest an effective reduction of nitrates in soil, variations of soil biological activity in denitrifying population groups and nitrogen-free fixatives, in addition to changes in the bromatological composition of the forage with which the cattle belonging to the haciendas studied are fed.

KEYWORDS: bioremediation, nitrates, biological activity, agronomic management.

1. INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria en Colombia, constituye uno de los principales motores de crecimiento económico ya que provee de un amplio portafolio de bienes tanto a la industria como a los hogares. Las cifras de comportamiento del sector reportadas por (Arango, 2018) “En 2017 la economía creció 1,8% mientras el sector agropecuario creció 4,9%, este año el café decreció 1,7%, mientras los cultivos transitorios crecieron 8.1% y los permanentes lo hicieron al 8,9%. Hay que destacar el 41% de crecimiento de oleaginosas y 8,4% de los cereales”.

Siguiendo esta línea, es importante mencionar que un alto porcentaje de las empresas realizan los manejos agronómicos bajo el conocimiento empírico que tienen los productores lo cual puede ser contraproducente en la medida en que dichas labores excedan la capacidad metabólica de cultivos y animales (Maldonado, 2016).

No obstante, aunque la importancia económica del sector agropecuario en el país abarca el 4,9% del crecimiento económico (Arango, 2018), la innovación y actualización de los procesos operativos en los sistemas de producción agrícola, se encuentra restringido por factores como: la aplicación de prácticas empíricas sin una apropiada conceptualización de los ciclos naturales y un desconocimiento de las interacciones de los componentes del sistema, también la implementación de tecnologías foráneas no aplicables a las condiciones naturales del país que afectan la estructura y composición de minerales a nivel del suelo y por último, el uso indiscriminado de agroquímicos con desconocimiento de las necesidades nutricionales del suelo (Pla Sentis, 2006).

El principal detonante de dicha situación, estaba ligado además de las causas mencionadas a circunstancias como el tipo de dieta suministrada ya que el exceso de proteína en el forraje suele ser acompañado de suplementos dietarios con altos niveles proteicos que permiten generar una alteración fisiológica asociada con la acidosis ruminal, situación que aumenta el riesgo de intoxicaciones por nitratos en el ganado de trópico alto (Roth, 2017). Siguiendo esta línea, evidencia empírica obtenida por (González, 2010) indica que periodos secos muy prolongados con aparición de lluvias y heladas presentadas en el valle de Ubaté y Chiquinquirá, aumentaron los niveles de nitratos llegando a topes cercanos a las 23000 partes por millón.

Los predios estudiados se encuentran en la zona declarada por (ASOGABOY, 2016) como de alto riesgo; la unidad experimental de San Miguel de Sema se encuentra en la vereda Sabaneca, la cual ha experimentado cuadros de intoxicación sobre aguda por nitratos en cerca del 30% del inventario bovino de acuerdo con los reportes entregados por la gerencia para el año 2016. En cuanto a la ganadería ubicada en la vereda Pantanos del municipio de Simijaca, Cundinamarca; el gerente de la misma ha señalado que en algunos momentos de transición estacional suele presentarse sintomatología subclínica asociada con intoxicaciones por nitratos.

Para el caso del presente estudio, el uso de abonos y fertilizantes nitrogenados, se ha convertido en un elemento sustancial para la aparición de alteraciones edáficas que repercuten en pérdidas en la producción agropecuaria, daños ambientales, sobrecostos del sistema productivo y riesgo de problemas fitosanitarios en el inventario agropecuario existente (Benavides, Quintero, & Ostos, 2006).

Por tal motivo el presente proyecto busca incursionar en la búsqueda de alternativas para la solución de problemas que impactan de manera sensible el escenario agropecuario colombiano. El presente trabajo de investigación persigue evaluar el desempeño de *Bacillus Megaterium* en el restablecimiento del equilibrio edáfico, siendo un estudio novedoso debido a la ausencia de investigaciones sobre el tema, de modo que se identifiquen tratamientos correctivos para la nitrificación del suelo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad ganadera en el departamento de Boyacá, se caracteriza por el uso intensivo de planes de fertilización ricos en nitrógeno, sumado a esto se encuentra el manejo agronómico sobre las unidades productoras que repercute en el desbalance edáfico y la aparición de problemas de contaminación con factores anti-nutricionales y toxinas derivadas de la capacidad metabólica que poseen los inventarios de pastos y forrajes establecidos.

De acuerdo con (ASOGABOY, 2016) el valle de Ubaté y Chiquinquirá está integrado por diez municipios y 4189 predios con una población aproximada de 81900 bovinos. De este conglomerado se estima que 675 unidades productivas con 13400 animales están en alto riesgo de presentar intoxicación con nitratos en el municipio de San Miguel de Sema, siendo la vereda Sabaneca el área con mayor cantidad de bovinos en el municipio con cerca de 5000 semovientes; el caso del municipio de Simijaca, Cundinamarca la vereda Pantano comprende 245 predios con una población que bordea los 6160 animales.

El registro histórico obtenido en el año 1986, 1993 y posteriormente en 2010, evidencia grandes pérdidas en la ganadería a nivel productivo por la intoxicación con nitratos. Para el presente caso, la intensidad del verano percibida durante el año 2015 se considera más severa que en periodos anteriores, incluso ha llegado a generar pérdidas más dramáticas e impactantes en el sector que los evidenciados en el año 1986 donde las pérdidas fueron millonarias por la muerte de miles de animales, dejando huellas imborrables en la comunidad; todos estos sucesos han generado la necesidad de establecer planes de prevención y mitigación en las unidades ganaderas en aras de reducir el impacto por el mencionado problema; ya que el número de animales en riesgo rodea los 80.000 (Gonzalez, 2015).

La literatura acerca de tratamientos desnitrificantes es aún escasa. En cuanto a tratamientos para la biorremediación edáfica en estas condiciones, los antecedentes encontrados se refieren a actividades hortícolas como documentan (Benavides, Quintero, & Ostos, 2006). Sin embargo, en Colombia no se han ejecutado investigaciones conducentes a evaluar el impacto in situ de alternativas de tratamiento encaminadas a la solución del problema.

La presencia de nitratos en las unidades ganaderas conforma un problema de amplio espectro ya que generan patologías en los bovinos, en muchos casos conduciendo a la muerte de los animales por alteración metabólica derivada de la nitrificación (Bernal J. , El peligroso 'cóctel' que acaba los forrajes para el ganado, 2015).

Los primeros reportes de intoxicación datan de las décadas de los ochenta, las causas principales están ligadas a la composición de suelos en la región, especialmente los altos niveles de materia orgánica y bajas tasas de acción metabólica del inventario vegetal (García & García, 1994).

Sin embargo, dadas estas condiciones del sector existe aún la necesidad de gestionar investigación conducente a la prevención y corrección de la problemática, de acuerdo con esto la generación de alertas tempranas en zonas con riesgo potencial permite la construcción de protocolos para la adecuada intervención, reduciendo la probabilidad de repetición de situaciones dramáticas como las experimentadas en el año 2010, pudiendo ser en la actualidad más agrestes, debido a la intensidad del fenómeno del niño vivenciada a lo largo de 2017.

Para dar sustento al desarrollo de la investigación se plantea el interrogante: ¿es la actividad enzimática del *Bacillus Megaterium* efectiva en la biorremediación de suelos nitrificados?

3. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio, busca establecer el impacto generado por la actividad enzimática de *Bacillus Megaterium* en la biorremediación de suelos nitrificados empleados para labores de ganadería. Mediante la investigación se busca innovar en la identificación de tratamientos correctivos para contaminación por nitratos y nitritos en superficies afectadas de los municipios de San Miguel de Sema, Boyacá y Simijaca, Cundinamarca.

Los nitratos son compuestos muy solubles en agua que al ser absorbidos por la planta permiten la conversión a nitritos, amonio, aminoácidos y proteínas. Sin embargo factores asociados con el clima, la composición del suelo y el manejo agronómico pueden conllevar a acumular niveles muy altos con efectos tóxicos sobre los animales.

En el valle de Ubaté y Chiquinquirá, el inventario bovino se estima en 100625 animales distribuidos en 9775 predios en los cuales se realiza producción lechera principalmente (ASOGABOY, 2016). De estas cifras cabe resaltar que alrededor de 81986 bovinos se encuentran en alto riesgo de intoxicación afectando la estabilidad productiva de 4189 unidades ganaderas.

Las pérdidas económicas del sector derivadas de la patología por intoxicación masiva se aproximan a \$2.720.800.000 representadas en el valor comercial del animal, es importante destacar que los costos de atención clínica, farmacológica y dietaria de la población bovina puede incrementar de manera importante el pasivo presupuestal de las ganaderías (Gonzalez, 2015).

Se ha evidenciado que después de veranos muy prolongados con presencia de lloviznas el nitrato se acumula en el tercio inferior de la planta debido al stress hídrico al cual ha sido expuesta, la ingesta por el animal desencadena un cuadro sintomatológico marcado por el efecto caustico del compuesto en el rumen (Brettschneider, 2005).

La composición del suelo también influye en la aparición de intoxicaciones con nitratos, la literatura ha reconocido que la presencia de altos niveles de Hierro, Aluminio, materia orgánica contrastada por bajos volúmenes de Calcio y Fosforo aumentan la cantidad de la sustancia nitrogenada (Martinez & Ojeda, 2011).

El manejo agronómico es componente importante en la intoxicación con nitratos debido a que un alto porcentaje de empresas ganaderas realizan labores culturales inadecuadas, como la aplicación de fertilizantes ricos en nitrógeno que no siempre obedecen a las necesidades reportadas por análisis de suelos y forraje aunado al control de arvenses empleando herbicidas de tipo 2-4-D que alteran el metabolismo nutricional de las plantas.

La desnitrificación fue concebida originalmente como un proceso anaeróbico en el ciclo biogeoquímico del Nitrógeno, sin embargo recientemente se ha podido comprobar la existencia de mecanismos de desnitrificación bajo condiciones aeróbicas empleando cepas bacterianas (Celen, 2003).

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Evaluar el impacto de la incorporación de *Bacillus Megaterium* en procesos de biorremediación de suelos nitrificados en dos unidades ganaderas del valle de Ubaté y Chiquinquirá

4.2. ESPECIFICOS

- Evidenciar el desempeño de *Bacillus Megaterium* para la biorremediación de suelos nitrificados en dos unidades ganaderas del valle de Ubaté y Chiquinquirá empleando perfiles comparativos de tratamientos implementados en las praderas de pastoreo.
- Analizar el impacto de *Bacillus Megaterium* para la biorremediación de suelos contaminados por compuestos nitrogenados en dos unidades ganaderas del valle de Ubaté y Chiquinquirá mediante análisis de suelos y bromatología de forraje.
- Comparar los niveles de nitratos en dos clones experimentales al ser expuestas a intervenciones microbiológicas en material edáfico y forrajero obtenido de las unidades experimentales.
- Identificar el comportamiento de la actividad biológica de los suelos estudiados con la incorporación de *Bacillus Megaterium*

5. MARCO TEORICO

5.1. BACILLUS MEGATERIUM

La cepa de *Bacillus Megaterium* corresponde a un organismo de tipo aeróbico, gram positivo con reporte ampliamente documentado en suelos de uso agrícola expuesta a altos niveles de acidez; es uno de los primeros genomas de bacterias que se ha codificado por completo (Biendeck, 2010).

Bacillus megaterium es conocida como la gran bestia porque es una bacteria extremadamente grande, es aproximadamente 100 veces más grande que *E. coli*. Debido a su inmenso tamaño, alrededor de 60 micrómetros en cubos, *Bacillus megaterium* se ha utilizado para estudiar la estructura, localización de proteínas y membranas de bacterias desde la década de 1950 (Abellán, 2016).

La actividad enzimática de esta bacteria permite transformar distintos compuestos que paulatinamente alteran el equilibrio de la capa edáfica algunos estudios reportan que el metabolismo de *Bacillus Megaterium* ha sido empleado en la degradación de herbicidas de amplio espectro como la mesotriona, para la validación de estos hallazgos se requiere mayor investigación sobre las enzimas catabólicas y los genes que facultan dicho proceso (Batisson, 2009).

El *Bacillus megaterium* es una buena fuente de proteínas industriales porque es un hospedador de clonación deseable y produce una gran variación de enzimas. Esta especie es un buen huésped de clonación porque es capaz de albergar numerosos vectores plasmídicos mientras permanece estable debido a sus proteasas externas únicas. El organismo no tiene proteasas alcalinas; lo que permite la síntesis de proteínas recombinantes. El uso científico de *Bacillus megaterium* ha desarrollado numerosas proteínas que se utilizan comúnmente en el campo médico y agrícola (Hollmann, 2006).

Buena parte de las investigaciones realizadas sobre *Bacillus Megaterium* como agente biorremediador coinciden en que su actividad metabólica inicia con nitrorreducción del medio y la posterior expresión de la enzima Nitrito reductasa que posee cualidades asimiladoras de nitrógeno edáfico que contribuyen a optimizar la fase desnitrificante del ciclo biogeoquímico del nitrógeno para su crecimiento y supervivencia (Vary, 2007).

5.2. BIORREMEDIACIÓN EDAFICA

Biorremediación se refiere se refiere a la descontaminación o restauración de suelos mediante el metabolismo de algunos microorganismos, ya que estos son los primeros agentes en la transformación de sustancias que en altas concentraciones generan alteraciones en el equilibrio de los ecosistemas (Balba, 1998).

La biorremediación es un conjunto de técnicas y procedimientos que permiten restaurar el equilibrio edáfico mediante la degradación, transformación o eliminación de sustancias tóxicas (Eweis, 1999).

Para lograr el restablecimiento de los suelos se vale de la actividad enzimática que realizan microorganismos mediante procesos catabólicos que permiten la conversión de sustancias complejas a sencillas (Marín, 2005).

La desnitrificación es generalmente considerada como un proceso anaeróbico, sin embargo en años recientes se ha logrado determinar que algunas bacterias pueden reducir la cantidad de nitrato presente en suelos agrícolas (Celen, 2003).

La variedad de procesos de biorremediación ofrece gran versatilidad y flexibilidad: puede realizarse de manera espontánea o dirigida, puede ejecutarse en condiciones aerobias o anaerobias, pueden emplearse organismos autóctonos del sitio contaminado o incorporar otros foráneos, puede realizarse in situ o ex situ (on site y off site). Se aduce como ventaja de los tratamientos ex situ la posibilidad de homogeneizar el suelo, lo que facilita el control de condiciones de proceso y puede permitir unos mejores resultados. Aunque no cualquier contaminante es susceptible de ser biodegradado, se ha usado con éxito biorremediación para tratar suelos, lodos y sedimentos contaminados con hidrocarburos de petróleo, disolventes (benceno y tolueno), explosivos (TNT), clorofenoles, pesticidas (2,4-D), creosota e hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (HAP) (Ortiz Bernad, 2007).

Existen antecedentes importantes sobre la influencia de *bacillus* en procesos de biorremediación. Citando a (Choi, 2009) los microorganismos pertenecientes al género *bacillus* en grandes cantidades pueden contribuir a la reducción efectiva de nitrato, experimentos realizados en la República de Corea del Sur revelaron que el metabolismo de estas bacterias emplea el nitrato como fuente energética y permite su disminución en los suelos de uso agrícola.

5.3. CICLO BIOGEOQUIMICO DEL NITROGENO

El nitrógeno es un elemento de vital importancia para los organismos vivos del planeta en razón de constituirse como el principal componente de proteínas, ácidos nucleicos y otras moléculas elementales para el metabolismo (Arana, 1987).

El nitrógeno es considerado como macronutriente ya que este es esencial para los seres vivos porque constituye varios de los compuestos vitales, aunque este no puede ser asimilado en su forma molecular (N_2) por lo cual se necesita romper a través de descargas eléctricas o fijación para poderlo combinar con otros elementos (Jackson, 2006).

Al igual que los otros ciclos biogeoquímicos, este tiene su trayectoria definida pero debido a su estabilidad es más complicada ya que debe seguir procesos físicos, químicos y biológicos, está compuesto por cinco etapas las cuales son:

- A. Fijación: en esta etapa se incorpora nitrógeno atmosférico a las plantas mediante microorganismos, especialmente bacterias, en éste se hace la transformación de N_2 a amonio o nitratos (Comunidad Floral de Navarra, 2015)
- B. Nitrificación: es realizada en dos pasos en el primero se transforma el amonio en nitrito gracias a las bacterias nitrosomas y nitrococcus presentes en el suelo, luego el nitrito se transforma en nitrato por la intervención de las bacterias nitrobacter (Universidad de Navarra, 2014).
- C. Asimilación: es realizada por las plantas las cuales absorben el amonio o el nitrato a través de sus raíces, los animales lo asimilan a través de la ingesta de tejidos vegetales (Bertini, 1994).
- D. Amonificación: los desechos de los seres vivos y la descomposición de cadáveres aportan nitrógeno al suelo, pero este no puede ser asimilado por las plantas por lo cual se requiere intervención de las bacterias que liberan amonio. Además en esta etapa se lleva a cabo la digestión enzimática del amonio por lo que se degrada a compuestos aminados (Kroneck, 2009).
- E. Inmovilización: en esta fase las formas de nitrógeno inorgánico pasan a nitrógeno orgánico, es el proceso contrario a la nitrificación (Smil, 1997).
- F. Desnitrificación: este proceso se lleva a cabo por bacterias desnitrificantes las cuales revierten la acción de las bacterias fijadoras de nitrógeno, esto produce una pérdida de nitrógeno al ecosistema al devolver el nitrógeno en forma gaseosa a la atmosfera (Instituto de Biotecnología, 2012).

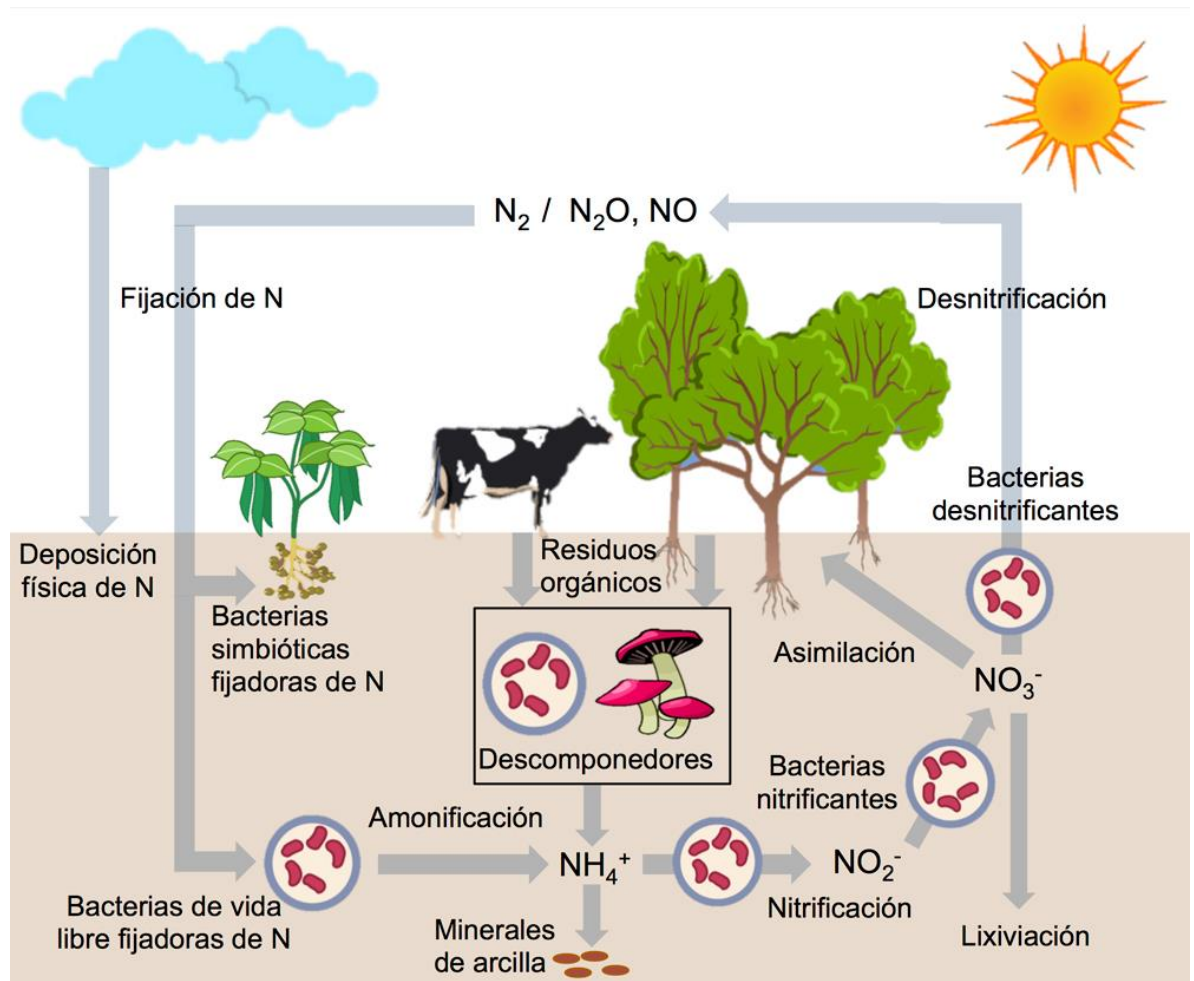


Ilustración 1 Ciclo Biogeoquímico del Nitrógeno FUENTE: (Cruz, 2011)

5.4. CICLO BIOGEOQUIMICO DEL CARBONO

El carbono es el elemento básico en la formación de las moléculas de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, estas moléculas están compuestas por cadenas de carbonos enlazados entre sí (Caballero, 2013).

La producción primaria tiene variados efectos en el desplazamiento de carbono del suelo hacia la atmósfera. Durante la preparación de tierras usualmente se aumenta la velocidad de descomposición del carbono orgánico (Schlesinger, 2011).

El curso natural de este ciclo como documenta (García F. , 2014) comprende cinco etapas:

1. De la atmósfera a las plantas, mediante la generación de azúcar por la fotosíntesis.
2. De las plantas a los animales por medio de las cadenas alimenticias.
3. De los seres vivos a la atmósfera, mediante la respiración.
4. De las plantas y animales al suelo, donde al morir son descompuestos e integrados en moléculas de arcilla, limo o arenas mediante procesos como humificación, translocación o mineralización
5. De la atmósfera a los cuerpos de agua, mediante la disolución del carbono y de la transformación de CO_2 a carbonatos por los organismos marinos.

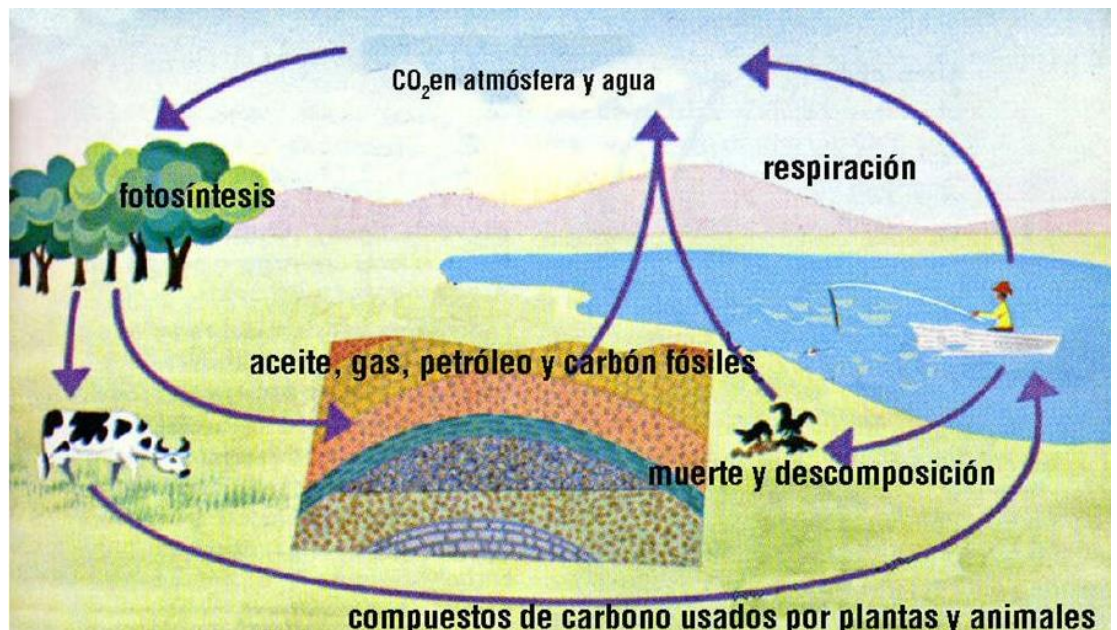


Ilustración 2 Ciclo Biogeoquímico del Carbono FUENTE: (Rodríguez, 2016)

5.5. CICLO BIOGEOQUIMICO DEL AZUFRE

El azufre es un elemento que hace parte del aminoácido cisteína, involucrado en la constitución de proteínas. El azufre atmosférico se encuentra en la forma de dióxido de azufre (SO_2), se incorpora al suelo de tres maneras: por la descomposición de moléculas orgánicas, por la actividad volcánica y ventilas hidrotermales; por la quema de combustibles fósiles (Clavijo, 2010).

El azufre se deposita sobre la superficie terrestre, de cuatro portes diferentes precipitación, depósito atmosférico, meteorización de rocas y ventilas hidrotermales. El azufre atmosférico se encuentra en forma de dióxido de azufre (SO_2), conforme la lluvia pasa a través de la atmosfera, el elemento se disuelve y forma ácido sulfúrico débil (H_2SO_4). Puede caer directamente de la atmosfera en lo que se conoce como depósito. Las rocas de origen por sedimentos oceánicos contienen azufre y esto conlleva mediante movimientos tectónicos a la liberación en suelo de diferentes formas de compuestos azufrados. Los ecosistemas terrestres pueden hacer uso de sulfatos (SO_4) mediante la absorción radicular de las plantas, estos seres al morir liberan azufre como sulfuro de hidrogeno (H_2S) (FHIA-UNION EUROPEA., 2014).

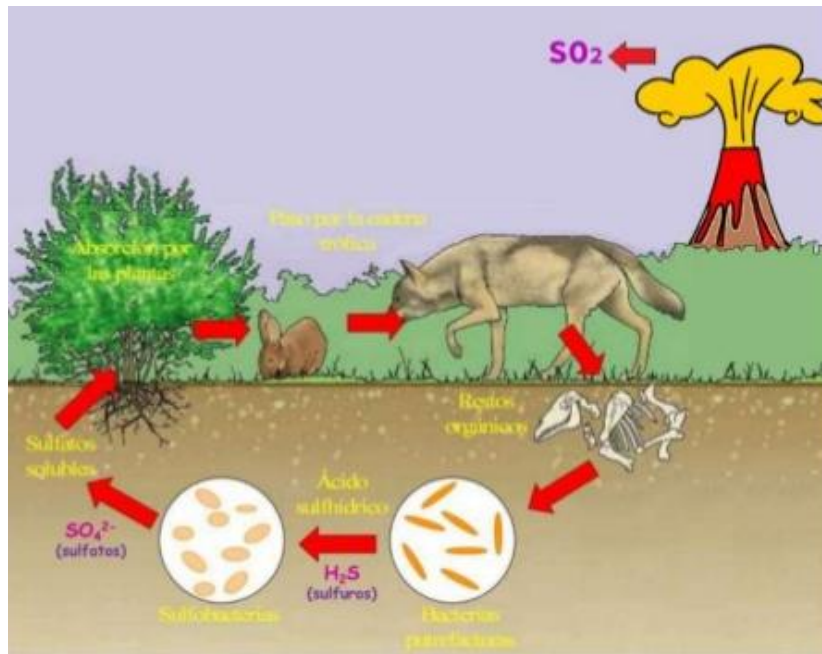


Ilustración 3 Ciclo Biogeoquímico del Azufre FUENTE: (Rodríguez, 2016)

5.6. CICLO BIOGEOQUIMICO DEL FOSFORO

El fósforo es un nutriente esencial para los procesos metabólicos de los seres vivos, es el principal componente de ácidos nucleicos y fosfolípidos. En la fotosíntesis y en la respiración celular, muchas sustancias intermedias están combinadas con este elemento, como el adenosín trifosfato (ATP) que almacena energía (Lora, 2014).

El fósforo se encuentra en la naturaleza como ion fosfato (PO_4) y puede lixivarse o hacer parte de las escorrentías antrópicas. La interacción de los residuos biológicos y rocas fosfatadas se complementa con la actividad volcánica de los ecosistemas para mejorar la disponibilidad (Suarez, 2008).

El exceso de fósforo y nitrógeno en los ecosistemas, producto de la escorrentía de los fertilizantes y de aguas residuales ocasionan un fenómeno conocido como eutrofización que corresponde al aumento desmedido de algas reduciendo la disponibilidad de distintas sustancias imprescindibles para el metabolismo de muchos seres vivos (POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE, 2008).

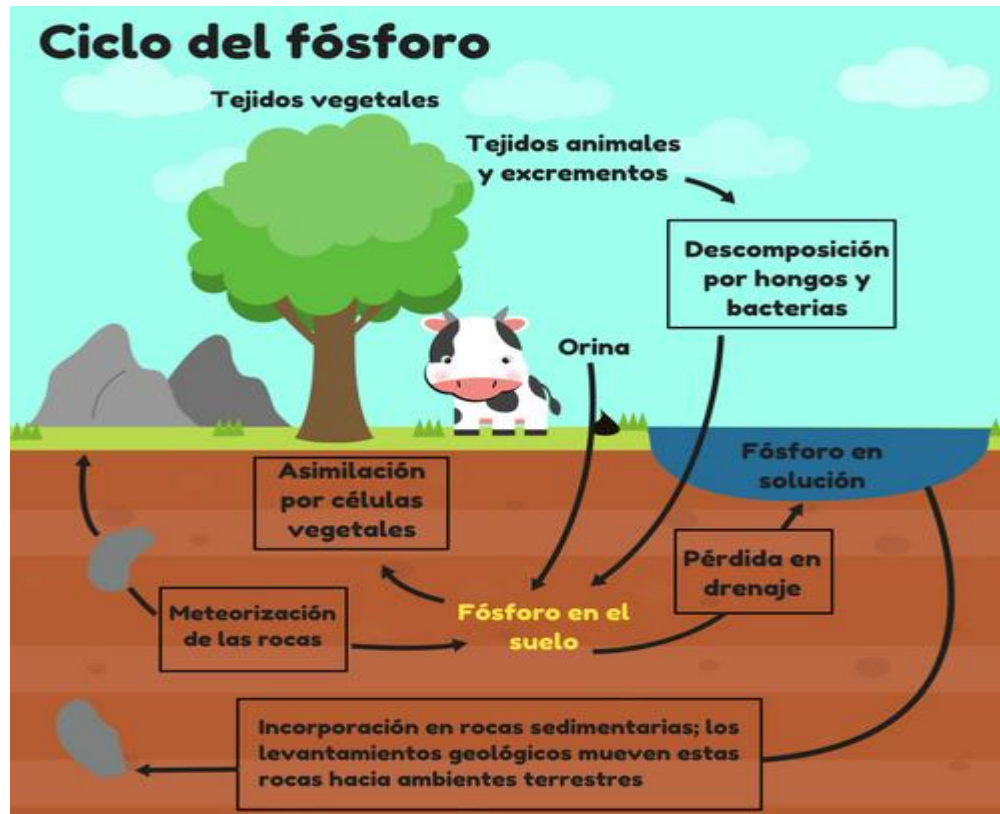


Ilustración 4 Ciclo Biogeoquímico del Fosforo FUENTE: (Rodríguez, 2016)

5.7. ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA Y ENZIMÁTICA DEL SUELO

Los microorganismos contienen de un 70% a un 85% de agua. La materia seca restante consta de 50% proteínas, 10 a 20% vitaminas, 10 a 20 % pared celular, 10% lípidos, 10% a 20% de ARN y 3% a 4% de ADN. Al igual que plantas y animales, los microorganismos presentan requerimientos de alimentación básicos para su supervivencia (Aguirre, Microbiología de suelos, 2013).

Algunos micronutrientes en mínimas cantidades suelen actuar en calidad de cofactores metálicos requeridos por las enzimas. El Fe por ejemplo es empleado por los citocromos en el transporte de electrones, el Co es esencial en la fijación de nitrógeno (N), el Mo es un elemento vital que los organismos utilizan en la activación de nitrogenasa y reductasa, el Ni es cofactor de la ureasa enzima que descompone la urea (Gomez, 2013).

Para el crecimiento microbiano, debe tenerse presente que la membrana celular es diferencialmente permeable. Los microorganismos no suelen absorber las macro moléculas, esto implica que los compuestos de gran tamaño deben descomponerse fuera de la célula antes de ser utilizado (Zagal, 2005).

Las enzimas del suelo (intracelulares o extracelulares) son mediadores o catalizadores de diferentes procesos en el suelo, tales como: 1. Descomposición de residuos orgánicos, 2. Transformación de MO del suelo, 3. Liberación de nutrientes inorgánicos para crecimiento de plantas, 4. Fijación de nitrógeno, 5. Detoxificación de xenobióticos 6. Nitrificación, y 7. Desnitrificación (Sanchez, 2005).

La fisiología y el metabolismo de los microorganismos del suelo están regulados por enzimas y el hábitat microbiano se ve afectado por estas. De acuerdo con (Yamada, 2005) los enzimas del suelo son integradores potenciales del estado biológico del suelo o de la capacidad del mismo para desarrollar algún proceso que requiera la mediación enzimática. Se mide la actividad de la enzima ya que la extracción y cuantificación de enzimas del suelo es compleja, costosa y su evaluación debe hacerse bajo condiciones controladas. Es difícil separar actividad de enzimas intracelulares de extracelulares. La actividad de las enzimas puede relacionarse con:

1. Productividad de plantas
2. Biomasa microbiana
3. Potencial biogeoquímico de circulación de nutrientes
4. Impactos de contaminación
5. Estado de recuperación de suelos y prácticas culturales.

Se considera un indicador de interés dado que permite hacer una evaluación integral de la calidad y salud del suelo.

5.8. DINAMICA DE LOS NITRATOS EN ECOSISTEMAS PRODUCTIVOS

Los nitratos (NO_3) son compuestos nitrogenados inorgánicos muy solubles en agua debido a la composición física química que posee, los primeros reportes globales de problemas derivados de la presencia del nitrato datan de 1895 (García & García, 1994).

La relación suelo – planta – animal es el pilar fundamental del sistema de producción agropecuario. En particular el desarrollo fisiológico de la planta juega un papel determinante en la estabilidad de la unidad productora (Bernal J. , Manual de nutrición y fertilización de pastos, 2003).

El mecanismo de nutrición habitual en la planta se altera con el cambio climático durante periodos secos, ya que la ausencia de agua dificulta la difusión de sales minerales que sirven de alimento. Dicho stress hídrico reduce el crecimiento y desarrollo de la planta, siguiendo esta línea, el mecanismo de supervivencia vegetal absorbe los elementos presentes en el suelo sin una adecuada conversión a sustancias de aprovechamiento nutricional. Al generarse factores anti nutricionales y existir baja movilidad de las sustancias, el nitrato se acumula en el tallo, para el caso del pasto este fenómeno en época de baja oferta alimenticia a los bovinos implica el consumo de la mayor parte de la planta ingiriendo partes con alto contenido de nitrato; esto desencadena el inicio de la intoxicación de acuerdo con el porcentaje de exposición al elemento (Bernal J. , Pastos Mejorados, 1998).

Las fuentes principales de Nitrato para los animales son dietarías mediante pastos, henos, ensilados y agua de bebida (Martinez & Sanchez, 2001). Ya que el mecanismo de crecimiento de pastos depende del uso efectivo de abonos nitrogenados, sin embargo el uso intensivo de esta práctica constituye altos puntos de saturación de nitrógeno que le convierte en un factor anti nutricional para el bovino (Enderson, 1983).

El altiplano cundiboyacense, es una región con presencia de ganadería intensiva marcada por la necesidad de rotar permanentemente los potreros de pastoreo. Este hábito ha generado planes de nutrición vegetal más agresivos en términos de la cantidad de nitrógeno suministrado, rompiendo el equilibrio edáfico y fomentando la aparición de problemas en el sistema (Bernal J. , Pastos Mejorados, 1998).

Las comunidades agrícolas tradicionales, emplean técnicas de fertilización ricas en nitrógeno en aras de aumentar los niveles de productividad (Martinez & Ojeda, 2011). Esta labor a lo largo del tiempo generó hábitos culturales que persisten incluso en la actualidad con nuevas fórmulas de síntesis química compuesta por altos niveles de nitrógeno.

Estudios de caso realizados en Holanda, como evidencia (Parada, 1987) confirman que entornos agroecológicos húmedos, con suelos ricos en materia orgánica aumentan la incidencia de intoxicación debido a la etapa de consumo del pasto.

Sin embargo, uno de los principales vectores de impacto que contribuye al aumento de casos de intoxicación por nitratos y nitritos en la ganadería es el comportamiento del clima (Parada, 1987).

Los principales factores climáticos inmersos en la contaminación por nitratos como arguye (Holenweger, 1976) son: sequías prolongadas seguidas de lluvias intensas, días nublados, heladas, granizo, bajas temperaturas y humedad.

En Colombia, el fenómeno del niño experimentado durante el año 2015 ha propiciado un escenario de reducción en la oferta alimenticia para el ganado. Particularmente es un perfecto escenario para la proliferación de nitratos debido al bajo nivel de pluviosidad que altera el metabolismo de los compuestos nitrogenados presentes en sistema productivo (Bernal J. , El peligroso 'cóctel' que acaba los forrajes para el ganado, 2015).

Debido a esto es importante que el ganadero comience a implementar protocolos de prevención y mitigación frente a la intoxicación por nitratos, teniendo como referente el nivel de riesgo al cual está expuesto.

El manejo del predio ganadero es un componente con alta ponderación en la intoxicación, debido a la fertilización nitrogenada, aplicación de herbicidas, ingreso de animales hambrientos, horario de pastoreo, tipo de dieta y acumulación de materia fecal, elevan el riesgo del sistema productivo (Radostits, 2000).

El agua contaminada por actores microbiológicos facilita la alteración metabólica del animal, ya que para el caso de los nitratos la difusión se incrementa en las paredes edáficas, por escurrentía y movilidad de los cuerpos hídricos (Clarence & all, 1993).

En el animal, hay elementos de predisposición de acuerdo con su estado fisiológico y el tipo de flora predominante en el rumen del bovino. Esto se encuentra ligado al tipo de suelos en que realiza su desarrollo biológico, principalmente motivado por altos niveles de nitrógeno y materia orgánica ligado a deficiencias de fosforo (Jubb, 1984).

La intoxicación por nitratos se genera con la ingesta de pastos en jóvenes etapas fenológicas, sumado al pastoreo matutino enmarcado en horarios tempranos los cuales sostienen registros altos del compuesto nitrogenado (Martinez & Sanchez, 2001).

En el inventario vegetal existente para la nutrición animal se incluye principalmente el kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*). El cual genera acumulación de nitratos debido a su fuerte demanda de nitrógeno especialmente en temporadas de intenso verano, lo cual repercute en peligro para el bovino de perder su condición fisiológica por alimentación inadecuada (Bretschneider, 2005).

Entre las variedades forrajeras de uso intensivo se destacan sorgo, tallos de maíz dañados por sequía prolongada, la avena cuando crece en periodos secos y se corta previo a su madurez pueden contener elevadas concentraciones de nitratos (Clarence & all, 1993).

Buscando prevenir el riesgo de intoxicación en los bovinos, es factible generar alternativas dietarias de modo que se evite la ingesta del tallo de pasto que acumula gran cantidad de nitratos, dentro de la batería de opciones se encuentra bloques nutricionales, silos y henos (Bernal J. , El peligroso 'cóctel' que acaba los forrajes para el ganado, 2015).

El heno puede tener una cantidad de nitratos muy similar a la producción del forraje, salvo que se conviertan en nitritos mediante la acción de sobrecalentamiento y por acción de

hongos y moho, el pasto intensamente abonado puede contener hasta 0.71 por cien de nitrato en materia seca y causar la intoxicación por nitrito (Purcel, 1971).

Una vez se ha ingerido el alimento contaminado con nitratos, se produce la intoxicación que dependiendo del grado de exposición varía la intensidad de los signos que permiten al ganadero su diagnóstico (Bretschneider, 2005).

Las manifestaciones clínicas de la intoxicación por nitratos involucran un arsenal de síntomas como: disnea con aumento de la frecuencia respiratoria, temores musculares, decaimiento, marcha tambaleante, mucosas cianóticas, pulso débil, pacientes en decúbito y convulsiones (Radostits, 2000).

En adición a los anteriores, es importante mencionar: sialorrea, dolor y contracción abdominal, timpanismo, diarrea, vómitos, respiración con cuello extendido, taquicardia, híper excitabilidad, muerte del animal (Martinez & Sanchez, 2001).

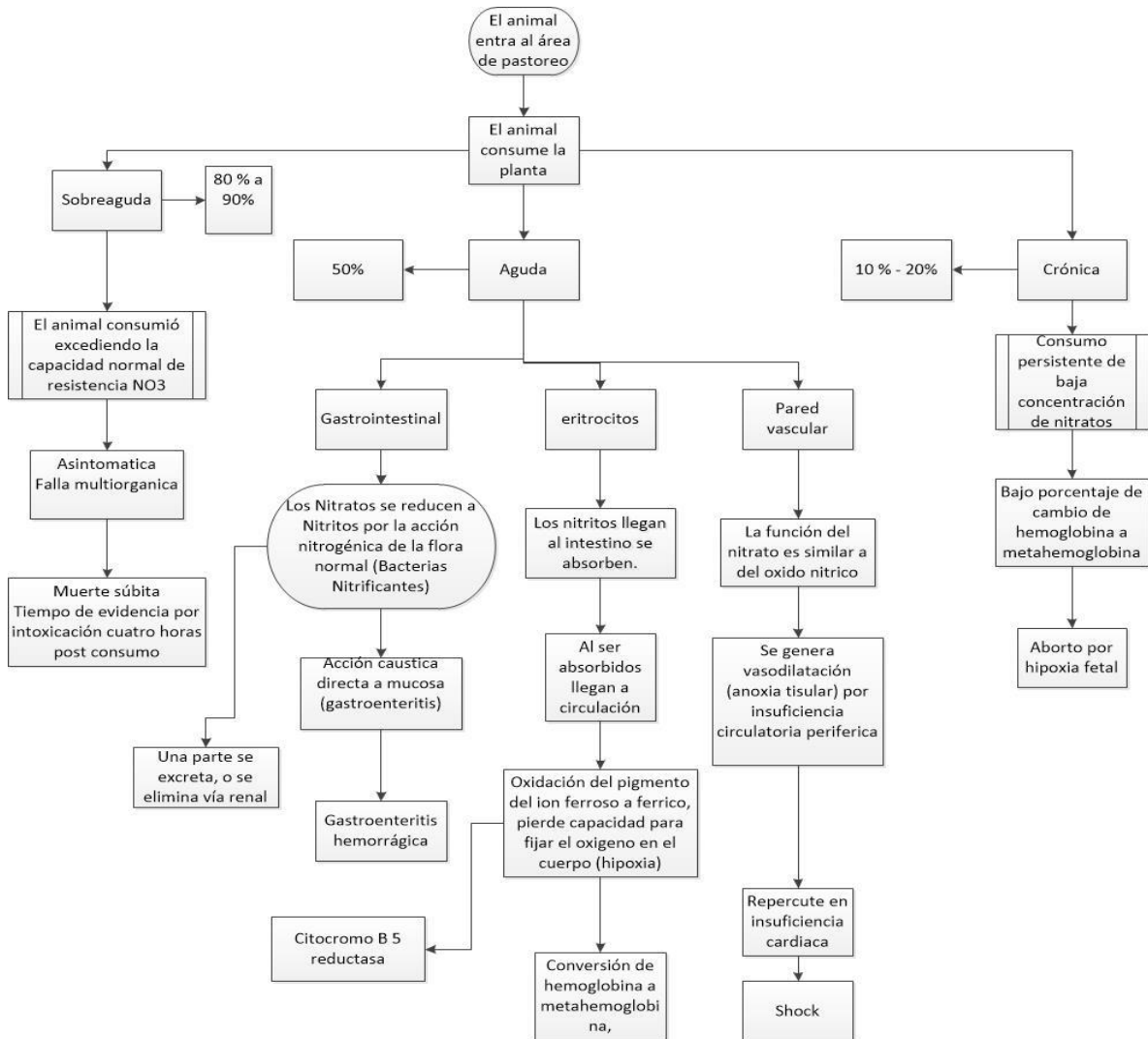


Ilustración 1 Fisiopatología del bovino intoxicado FUENTE: propia

Durante el año 2015, Colombia ha experimentado uno de los fenómenos del niño más severos desde 1993. El nivel de pluviosidad fue mínimo lo cual disminuye la oferta alimenticia para los bovinos que se exponen al consumo de tallos de pasto con altas cargas de nitrato (Bernal J. , Pastos quemados o secados por fenómeno del niño en la región andina colombiana, 2015).

Para el caso del valle de Ubaté y Chiquinquirá, existen antecedentes de muerte masiva de bovinos por intoxicación con nitratos. Los últimos dos episodios con mayor relevancia en el país datan de 1993 y 2010 (Gonzalez, 2015).

En el municipio de San Miguel de Sema en Boyacá, hacia el año 2010 la intoxicación por nitratos en bovinos se evidenció en 300 muertes semanales, siendo una cifra dramática para la producción de la región (Bernal J. , El peligroso 'cóctel' que acaba los forrajes para el ganado, 2015).

5.9. PRUEBAS EXPERIMENTALES

5.9.1. PH

El ph es uno de los parámetros que mejor refleja las propiedades químicas del suelo. Es un factor que determina la disponibilidad de muchos de los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas (James, 1990).

Un Ph <4 indica la presencia de ácidos libres, generalmente resultantes de la oxidación de sulfuro.

Un Ph <5.5 indica la presencia de aluminio intercambiable.

Un Ph entre 7.8 y 8.2 indica con frecuencia la presencia de CaCO_3 .

El potenciómetro (pH metro) utiliza un electrodo de vidrio que es sensible a H^+ y un electrodo de referencia que es normalmente Calomel. Debido a que el pH es sensible a la temperatura muchas veces el potenciómetro viene con compensación interna a la temperatura. Con soluciones amortiguadas de pH conocido, el pH metro puede ser estandarizado. Se presenta el suelo al pH metro en forma de suspensión. La más común es 1: 1 (suelo: solución) (Elchevers, 1986).

5.9.2. PORCENTAJE DE CARBONO ORGANICO

Los métodos para medir el C total en suelos como el de (Allison, 1960) de combustión húmeda, o el basado en combustión seca (Carr, 1973), son generalmente muy precisos, pero demasiado lentos o costosos para el análisis de rutina. Los métodos de oxidación con dicromato han sido muy populares debido a que son muy sencillos, rápidos y necesitan poco equipo.

El método que más se usa es el de (Walkley & Black, 1934). La oxidación no es completa Walkley y Black estimaron que un promedio de 76% se oxida y sugirieron un factor de conversión de 1.32 para calcular el contenido de CO en el suelo. (Mebius, 1960) Modificó el método Introduciendo una fuente de calor externa y de ese modo producir una oxidación completa. Para que el método quede sencillo se recomienda reportar los resultados como CO oxidable. De esa manera no tiene que usarse el factor de conversión al CO total.

5.9.3. PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA

La MO del suelo es definida como la fracción del suelo que Incluye los residuos de plantas y animales, macro como micro bióticos en todas las etapas de descomposición. Incluyendo el humus del suelo que es bastante resistente (SSSA, 1979).

La MO Incluye mucho en las propiedades químicas y físicas del suelo, por lo tanto, es importante tener una idea del contenido de MO en el suelo. Se puede encontrar una descripción concisa de la MO en (Buckman, 1977) y una más detallada en el libro de (Kononova, 1966).

5.9.4. PORCENTAJE DE HUMEDAD

Normalmente se analizan los suelos después de que hayan sido secados al aire. Muchas veces se reportan los resultados basados en el suelo secado a 105°C. Esto facilita la comparación de resultados de suelos secados al aire a temperaturas diferentes que hayan sido obtenidos en épocas diferentes o de varios laboratorios. Cuando se conoce la humedad de un suelo se puede calcular el peso del suelo secado a 105°C del secado al aire y usar un factor de conversión para obtener todos los resultados basados en el suelo secado a 105°C (Instituto Geográfico Aguslln Codazzi, 1973).

5.9.5. PORCENTAJE DE NITROGENO TOTAL

El nitrógeno total en el suelo está compuesto de 97 hasta 99 % de nitrógeno orgánico y menos de 2 % Inorgánico. La fracción orgánica se hace disponible a la planta a través del tiempo dependiendo de las condiciones en el suelo. La fracción Inorgánica que la planta aprovecha contiene los iones amonio (NH_4), nitrato (NO_3) y nitrito (NO_2). La forma de nitrógeno aprovechado por la planta depende del pH del suelo, la temperatura, la actividad microbiana y la presencia de otros iones en la solución del suelo, pero normalmente la planta aprovecha el ion nitrato y lo reduce después a amonio. Bajo condiciones anaeróbicas el ion nitrito puede estar en la solución del suelo y es tóxico aún en niveles bajos.

Debido a la importancia del papel del nitrógeno en el crecimiento de la planta, es muy importante buscar una valoración precisa del nitrógeno disponible para la planta. La determinación del amonio y nitrato extractables en el suelo se confunde por las transformaciones biológicas las cuales cambian los niveles y formas del nitrógeno en el suelo (Buckman & Brady, La materia orgánica de los suelos minerales, 1977). Por causa de estas transformaciones, idealmente las muestras de suelo deben ser analizadas inmediatamente después de tomarlas. Muchas veces esto es imposible y existen varios pretratamientos para conservar la muestra (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1973).

5.9.6. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Para determinar la CIC del suelo se satura los sitios de Intercambio con un exceso de acetato de amonio. Luego se lava el suelo con alcohol para eliminar el exceso de amonio en la solución del suelo. El amonio que queda ocupa los sitios de cambio. Se lixivia el suelo con una solución de cloruro de sodio para desplazar el amonio y se mide la concentración de amonio en el extracto por titulación con hidróxido de sodio (Coleman, 1959).

5.9.7. SCREENING DE SUELO

Un screening de suelo es un análisis orientado a identificar los grupos microbiológicos presentes y la distribución poblacional aproximada de cada uno. Es útil para reconocer el tipo de actividad enzimática que se desarrolla en la capa edáfica y puede realizarse sobre conglomerados biológicos específicos como hongos, bacterias, micorrizas (Ochoa, 2015).

5.9.8. BROMATOLOGIA DE FORRAJES

Este análisis de material nutricional debe efectuarse simulando el consumo del animal en pastoreo; es decir se toman tallos y hojas del material vegetal dispuesto en la pradera en porciones similares a las cuales el animal aprovecha en alimentación, estas hojas se cortan cuidando una distancia prudente de 10 a 15 cm del suelo que no suele ser ingerido por el bovino. Posterior a esto se homogeniza el forraje obtenido en el muestreo de la pradera y se seleccionan 600 gramos de plantas que son remitidos al laboratorio para su procesamiento (Universidad de Costa Rica, 2018).

Este análisis permite identificar el perfil nutricional de la dieta suministrada al animal, en términos generales debe permitir al productor ganadero conocer la composición de fibras, proteínas, minerales, humedad entre otros factores que varían dependiendo de la oferta comercial del laboratorio (Mora Valverde, 2012).

5.9.8.1. FIBRA DETERGENTE ACIDO

Determinación de componentes de la pared celular de acuerdo con el método de VAN SOEST. La muestra, en su caso desengrasada, con un peso inicial P0, se trata sucesivamente con Soluciones Neutro Detergente (EDTA, Sulfito Sódico, Amilasa y otros a pH=7,0 y ebullición durante 1 hora. Secado y Pesado (P1). Obtención de Fibra neutro detergente. El residuo se trata con: Solución Ácido Detergente (ácido sulfúrico 0,5ml y Cetiltrimetil amonio) y ebullición durante 1 hora. Secado y Pesado (P2). Obtención de fibra ácido detergente (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2018).

5.9.8.2. FIBRA DETERGENTE NEUTRO

Este método consiste en hervir a reflujo con detergente neutro, una muestra de forraje que solubiliza los ingredientes de la célula (contenido celular) obteniéndose un residuo llamado FDN o pared celular que contiene, celulosa, hemicelulosa, y lignina (Reyes, 2000).

5.9.8.3. NITROGENO

El nitrógeno es oxidado a $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ por digestión con H_2SO_4 concentrado. Lo digerido se alcaliniza con NaOH concentrado y el NH_3 es destilado y colectado en una solución de ácido bórico al 4%. El borato de amonio producido es titulado con HCl estándar. La cantidad de nitrógeno obtenido es multiplicada por el factor 6.25 para llegar al contenido de proteína cruda de la muestra (Mora Valverde, 2012).

5.9.8.4. PROTEINA CRUDA

Involucra la conversión del nitrógeno presente a sulfato de amonio por digestión, destrucción oxidativa o mineralización con ácido sulfúrico. Posteriormente el sulfato de amonio se descompone por alcalinización con hidróxido de sodio y destilación del amoníaco liberado captándolo en una solución ácida. Finalmente se realiza una valoración del amoníaco (Elchevers, 1986).

5.9.8.5. FOSFORO

La cantidad de fósforo presente en una muestra puede determinarse por un método colorimétrico; tanto el fósforo inorgánico como el orgánico se convierten al ácido fosfomolibdico y la subsecuente reducción con un agente reductor como sulfato p-metil aminofenoi para generación de color. Sin embargo, el método que se describe aquí tiene la ventaja de utilizar una solución de Molibdovanadato de amonio, la cual genera el color en un solo paso. La solución coloreada es estable y puede ser leída en menos de 30 minutos ahorrando cantidad de tiempo en los análisis (Universidad de Costa Rica, 2018).

5.9.8.6. CALCIO

Se mide por espectrometría de absorción atómica que consiste en calcular la energía que absorben los átomos y no la energía que estos emiten. En absorción atómica se lleva a cabo el proceso inverso; el elemento de interés en la muestra no se excita, sino simplemente se disocia de sus enlaces químicos y se coloca en un estado no excitado, no ionizado y en su estado mínimo de energía. En estas condiciones el elemento es capaz de absorber radiación externa que es la que se mide (Kawas, 1996).

6. MARCO GEOGRAFICO

6.1. MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DE SEMA

El municipio de San Miguel de Sema posee una extensión de 90 Km cuadrados; representados en 9.044 Hectáreas, de las cuales 9.023 corresponden a la parte rural y 21 al área urbana, es decir, El 99.77% es área rural y El 0. 23% es zona urbana (Alcaldía Municipal de San Miguel de Sema, 2015).

El casco urbano del municipio de San Miguel de Sema se encuentra a una altitud de 2.615 metros sobre el nivel del mar. Las alturas máximas (2.850 msnm), corresponden a: La cuchilla de Peña Blanca, ubicada en la vereda de Peña Blanca al norte del Municipio (Alcaldía Municipal de San Miguel de Sema, 2015).

- La Reforma, localizada dentro de la vereda de Quintoque al occidente del casco urbano.

La altura mínima (2500 m.s.n.m.), corresponden a: la mayor parte de las veredas Quintoque, Hato Viejo, Sabaneca y Sirigay.

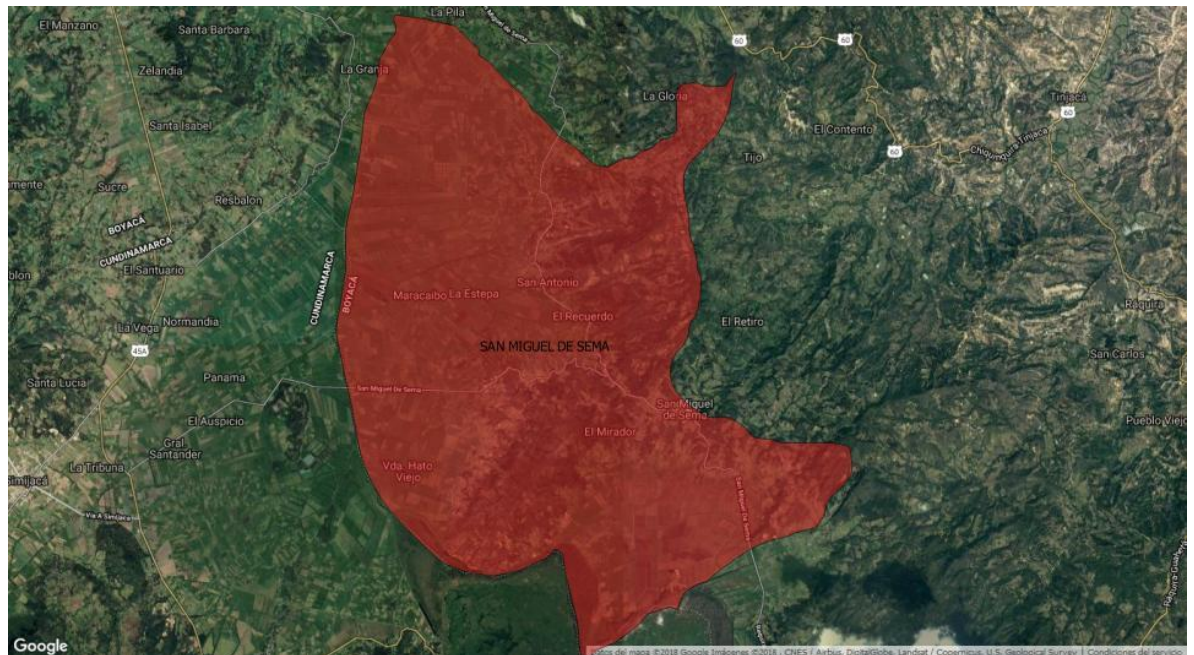


Ilustración 2 Mapa del Municipio de San Miguel de Sema Fuente: (Alcaldía Municipal de San Miguel de Sema, 2015)

6.1.1. VEREDA SABANECA

La vereda sabaneca del municipio de san miguel de sema, es un territorio de uso agropecuario cuya superficie productiva de acuerdo con (Departamento Adimnistrativo Nacional de Estadística, 2015) corresponde 76% producción relacionada con actividades ganaderas, 15% producción agrícola y 9% de áreas dedicadas a la conservación forestal (Departamento Adimnistrativo Nacional de Estadística, 2015).

Las actividades económicas del municipio están enmarcadas primordialmente por la producción lechera, puesto que de ella derivan su sustento la gran mayoría de las familias del municipio.

El nivel de productividad en cuanto a la producción lechera es alto dadas las condiciones de producción del municipio. En este sector puede verse desde pequeños productores sin ningún tipo de tecnificación, que son la mayoría, hasta las grandes ganaderías en las cuales la producción tiene un grado de tecnificación muy superior al promedio, que aunque son pocos su representatividad dentro de la producción no es despreciable, pasando por los medianos productores cuya tecnificación es mínima o nula y representan un sector importante. La presencia de empresas manufactureras está dada por el asentamiento de una enfriadora de leche en el perímetro urbano del municipio y por nacientes empresas familiares que procesan la leche para producir quesos pero que poseen un grado de tecnificación mínimo y circunscriben su mercado al interior del municipio (Alcaldía Municipal de San Miguel de Sema, 2015).

La producción lechera como actividad exportadora y generadora de ingresos para el municipio se convierte pues en el principal núcleo de desarrollo del mismo y casi en el único medio de inserción del mismo en la comunidad departamental, nacional e internacional. Pero no es ella la única actividad productiva del municipio pues dentro del mismo se realizan actividades agrícolas de consumo que llevan a que el municipio tenga una independencia relativa en cuanto a los centros de desarrollo regionales (Departamento Adimnistrativo Nacional de Estadística, 2015).

La principal fuente de ingresos del municipio es la ganadería lechera, especialmente ganado Holstein, su producción es tan importante que hoy día algunas de las empresas productoras de derivados lácteos, ha instalado centros de acopio. Existen aún zonas del municipio donde el principal renglón sigue siendo la agricultura principalmente papa y maíz (Alcaldía Municipal de San Miguel de Sema, 2015).

6.1.2. HACIENDA BAVIERA

La Hacienda Baviera se encuentra ubicada en el municipio de San Miguel de Sema, Departamento de Boyacá, en la vereda sabaneca. Cuenta con un área de 26,8 hectáreas, la población bovina es de 59 hembras. Su producción es intensiva, la raza empleada es la Holstein con cruces de jersey en el 10% del inventario existente.



Ilustración 5 Fotografía Aérea Hacienda Baviera. Fuente: Google Earth

ITEM	AREA EN HECTAREAS
Hacienda Baviera	26,8
Parcela experimental	1,04

Tabla 1 Caracterización Hacienda Baviera, Fuente: Propia

6.2. MUNICIPIO DE SIMIJACA, CUNDINAMARCA

(Alcaldía Municipal de Simijaca, 2017) Señala que el municipio se localiza al norte del departamento de Cundinamarca y al Occidente del valle de Ubaté y Chiquinquirá, en inmediaciones a la laguna de Fúquene. La altura sobre el nivel del mar en el centro urbano es de 2.559 msnm y su temperatura media es de 14 °C. El territorio es bañado por los ríos Simijaca y Suárez, este último afluente de la laguna de Fúquene. El municipio tiene una extensión de 107 km². La cabecera municipal de Simijaca está ubicada a 2 km de la vía que conduce de Ubaté a Chiquinquirá, carretera Nacional. Dista 103,9 km de Bogotá y 12 km a Chiquinquirá.

La agricultura está representada principalmente por cultivos de: maíz, frijol, papa, zanahoria u arveja; y constituyen el 26% del área ocupada; la ganadería ocupa el 57% del terreno útil, los bosques el 8% y el 8% son terrenos áridos (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015).

En el municipio existen 3 pasteurizadoras de lácteos, 1 pulverizadora de leche y varias fábricas de derivados de la leche, 1 industria de enlatados y una industria de flores.

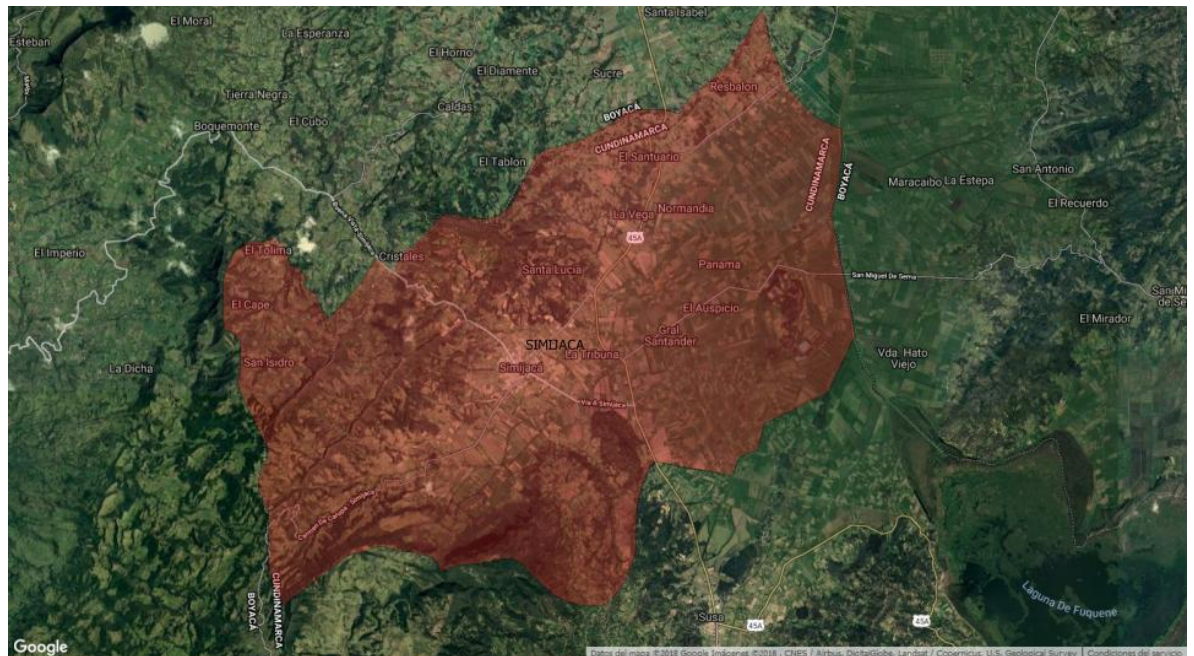


Ilustración 2 Mapa del Municipio de Simijaca, Cundinamarca Fuente: Google Earth

6.2.1. VEREDA PANTANO

La agricultura está integrada principalmente por los cultivos de: maíz, frijol, papa, zanahoria, arveja y constituyen el 26% del área ocupada; la ganadería ocupa el 57% las tierras de descanso y bosque el 8% y el área de la zona árida 8% (Alcaldía Municipal de Simijaca, 2017).

El cultivo de maíz y frijol se cultiva en modalidades tradicionales y esporádicamente de forma mecanizada, la arveja es usualmente utilizada como la rotación común. La horticultura está representada por los cultivos de cebolla; se siembra de manera rotativa en el año. La zanahoria se cultiva en la modalidad mecanizada, incluyendo el lavado. La ganadería es fundamentalmente de cría para la producción de leche en la parte plana y doble propósito en la parte alta, con la producción de papa (Alcaldía Municipal de Simijaca, 2017).

En el municipio de Simijaca se presentan áreas con diversidad de cultivos en rotación principalmente. El maíz y frijol son generalmente cultivos mixtos con 1385 has (59%), la papa con 390 has (17%) y las legumbres especialmente la arveja con 328 has (14%). El cultivo de zanahoria ocupa una extensión de 240 has (10%) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015).

6.2.2. HACIENDA SAN LUIS

La Hacienda San Luis se localiza en la vereda pantano del municipio de Simijca, Cundinamarca. Cuenta con un área de 51,8 hectáreas, en la que se desarrolla actividad ganadera de lechería especializada y su población bovina está integrada por 167 hembras, evidencia un esquema intensivo en tecnología utilizando como principal patrón genético la raza Holstein.

ITEM	AREA EN HECTAREAS
Hacienda San Luis	51,8
Parcela experimental	1,38

Tabla 2 Caracterización Hacienda San Luis, FUENTE: Propia



Ilustración 6 Fotografía Aérea Hacienda San Luis. Fuente Google Earth

7. METODOLOGIA

7.1. EVALUACIÓN DE IMPACTO

La evaluación de impacto es un mecanismo para determinar la funcionalidad de un programa implementado hacia la mejora de las condiciones del entorno. Para el logro de tal objetivo, se vale de métodos cuantitativos que permiten identificar el efecto del tratamiento aplicado en una intervención (White, 2009). La evaluación de impacto se concibe entonces como una herramienta valiosa para cuantificar la eficiencia de un tratamiento en la búsqueda de soluciones a núcleos problemáticos de alto espectro (Bernal & Peña, Guía práctica para la evaluación de impacto, 2011).

El problema de evaluación de impacto consiste entonces en establecer la diferencia entre la variable de resultado del objeto experimental en presencia del tratamiento y la variable de resultado de ese objeto experimental en ausencia del programa. Esta diferencia es lo que se conoce como efecto del tratamiento o programa. (Roy, 1951)

Las evaluaciones de impacto ayudan a revelar la realidad de múltiples programas y pueden afectar positivamente las decisiones por dos vías diferentes. La primera vía es la vía directa. En un esquema de presupuesto por resultados, por ejemplo, las evaluaciones inciden sobre los recursos. En términos generales, hacen que se asignen más recursos a los programas buenos y que se eliminen o corrijan los programas defectuosos. De esta manera, las evaluaciones pueden aumentar la eficiencia de las unidades productoras. (Bernal & Peña, Guía práctica para la evaluación de impacto, 2011).

La segunda vía es la indirecta. La asignación de recursos no obedece siempre a criterios técnicos, la publicidad de las casas comerciales y las directrices asociadas con los acopiadores del producto suelen inducir al productor en el manejo de su granja. Las evaluaciones de impacto son un argumento insoslayable a la hora de ajustar los procesos internos de las firmas productoras entre los propietarios o gerentes y el personal relacionado con el objeto de la producción. (Roy, 1951)

7.2. SELECCIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES

La ejecución del trabajo investigativo, se efectuó teniendo en consideración el área del valle de Ubaté y Chiquinquirá como una de las tres regiones con mayor producción bovina en trópico alto colombiano.

Se seleccionaron dos ganaderías localizadas en los municipios de San Miguel de Sema, Boyacá y Simijaca, Cundinamarca que cumplieron con las siguientes características:

- Praderas con sospecha de alta presencia de nitratos
- Tamaño de la unidad experimental
- Continuidad geográfica de las unidades experimentales
- Homogeneidad del inventario vegetal existente
- Similitud en los planes de fertilización
- Labores culturales de mantenimiento en la pradera
- Actividad productiva principal dedicada a lechería especializada

7.3. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

La inoculación de *Bacillus Megaterium* se realizó liberando la cepa mediante riego por fumigadora en las praderas de estudio teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones de la casa comercial proveedora del microorganismo:

- La bacteria debe permanecer en cadena de frío a una temperatura cercana a 10°C
- La liberación a campo abierto debió realizarse una vez la pradera termine el periodo de ocupación para garantizar buenos niveles de humedad y materia orgánica que faciliten su incorporación al suelo
- Se hizo necesario un lavado minucioso del equipo de fumigación para eliminar trazas de productos químicos para el control de patógenos, fertilización y otros que pudieran afectar el organismo.
- La aplicación requiere hacerse posterior a las tres de la tarde, momento en el cual la intensidad lumínica y la radiación solar comienzan su descenso.
- Cada intervención requiere un litro de cepa diluidos en 150 litros de agua aplicados en el caso de Simijaca, Cundinamarca (1,38 Ha de parcela experimental); en San Miguel de Sema, Boyacá se diluye un litro de la cepa en 70 litros de agua (0,55 ha de parcela experimental)
- En cada uno de los predios se efectuaron dos aplicaciones dos litros de cepa bacteriana con un periodo rotacional intermedio.

7.4. TRATAMIENTOS

El experimento a campo abierto requiere adaptaciones acordes con el funcionamiento de cada granja, esto se debe al manejo que cada una realiza sobre sus áreas de pastoreo. Algunas ganaderías emplean productos de síntesis química con mayor carga residual que otros, esto genera una diferencia sustancial en los efectos obtenidos al interior del sistema productivo.

Los tratamientos empleados, buscan evaluar la eficiencia del microorganismo *Bacillus Megaterium* como agente biorremediador de nitratos en suelos de uso pecuario en la producción especializada de leche, seguidamente se describen los tratamientos condicionados empleados en el estudio:

- Unidad Experimental San Miguel De Sema, Boyacá
 - Tratamiento cero: manejo agronómico empleando control de plagas con fumigaciones empleando *clorpirifos etil* (No se realizaron aplicaciones minerales para la nutrición vegetal), evacuación de bovinos del área de prueba
 - Tratamiento uno: manejo agronómico empleando control de plagas con fumigaciones empleando *clorpirifos etil* (No se realizaron aplicaciones minerales para la nutrición vegetal), evacuación de bovinos del área de prueba + establecimiento de *Bacillus Megaterium* en concentración $1 * 10^9$ unidades formadoras de colonia mediante aspersión.
- Unidad Experimental Simijaca, Cundinamarca
 - Tratamiento cero: manejo agronómico empleando control de plagas con fumigaciones empleando *Lambdacihalotrina + fipronil* (No se realizaron aplicaciones minerales para la nutrición vegetal), evacuación de bovinos del área de prueba
 - Tratamiento uno: manejo agronómico empleando control de plagas con fumigaciones empleando *Lambdacihalotrina + fipronil* (No se realizaron aplicaciones minerales para la nutrición vegetal), evacuación de bovinos del área de prueba + establecimiento de *Bacillus Megaterium* en concentración $1 * 10^9$ unidades formadoras de colonia mediante aspersión.

7.5. UNIDADES DE CONTROL

Para la realización del experimento se emplean dos parcelas experimentales. Una en cada ganadería seleccionada en el estudio, a las cuales se aplicó análisis de suelos físico – químico, microbiológico y bromatológico de forraje antes y después de la intervención para conocer los cambios obtenidos en la experimentación.

7.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente ejercicio de investigación, se centra en la determinación del efecto des nitrificante que posee *Bacillus Megaterium* para la biorremediación edáfica, se establece como variables de control:

- niveles de nitratos y amonio presentes en el suelo de áreas de prueba
- distribución poblacional de microorganismos del suelo asociados con el ciclo de nitrógeno
- cantidad de proteína cruda y nitrógeno en bromatología de forrajes

El patrón operativo del modelo consiste en emplear parcelas experimentales con análisis pre y post intervención, de esta manera cada predio puede ser estudiado de independientemente para la validación del tratamiento aplicado de acuerdo con las condiciones ambientales que presenta cada ecosistema (Bernal & Peña, Guia Práctica para la Evaluación de Impacto, 2011).

Debido al uso de unidades de control para aislar los efectos del tratamiento, se requiere estimar el rango de presencia de nitratos. Por tanto, la formulación del método para solucionar el experimento propone emplear un diseño experimental de parcelas divididas (Agüelles & Carvajal, 2013).

Esta técnica de análisis estadístico se caracteriza por permitir la división de una parcela demostrativa con el objetivo de incluir diferentes factores de observación en un montaje experimental, se puede utilizar cuando los niveles de uno o más factores requieren áreas separadas de observación, es de gran utilidad cuando por necesidades de la investigación se debe incorporar un factor adicional, (Martinez W. , 2009).

El modelo estadístico se resume de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + \delta_{ij} + B_k + (A * B)_{jk} + e_{ijk}$$

Ecuación 1 Modelo Estadístico Diseño Experimental de Parcelas Divididas

i= número de bloques o repeticiones

J= número de niveles del factor asignado a las sub-parcelas principales (A)

K= número de niveles del factor asignado a las sub-parcelas principales (B)

Y_{ijk} = Variable aleatoria observada.

μ = Media general.

R_i = Efecto del i-ésimo bloque o repetición.

A_j = Efecto del j-ésimo nivel o modalidad del factor A.

δ_{ij} =Error a: $\sim N(0, \sigma^2)$ independiente.

B_k = Efecto de k-ésimo nivel o modalidad del factor B.

$(A * B)_{jk}$ = Efecto de la interacción de los factores A y B (parcela principal*sub parcela).

e_{ijk} = Error b: $\sim N(0, \sigma^2)$ independiente.

7.7. PROTOCOLO DE MUESTREO Y CUSTODIA DE MUESTRAS

7.7.1. MANEJO DE MUESTRAS EDAFICAS

El manejo de muestras de suelo para los análisis físico-químicos y biológicos necesarios en el estudio demanda el seguimiento paso a paso del siguiente proceso:

- Delimitación de área
- Preparación de equipos (Palín, recipiente plástico para mezclar las sub muestras, bolsas herméticas re sellables)
- Toma de muestra siguiendo patrones de ruta en forma de “W” dentro del área de prueba
- Excavar a 30 cm de profundidad y obtener una sub muestra de suelo en cada punto de recolección.
- Captar 12 sub muestras de suelo y mezclarlas para obtener un kilogramo de suelo que es embalado en bolsa re sellable y remitido al laboratorio para su procesamiento

7.7.2. MANEJO DE MUESTRAS VEGETALES

El procedimiento de recolección del material vegetal para análisis bromatológico se describe a continuación:

- Delimitación de área
- Preparación de equipos (tijeras de poda, bolsa plástica, sobres de papel)
- Toma de muestra siguiendo patrones de ruta en forma de “W” dentro del área de prueba
- Cortar la planta a 10 cm del suelo y poner en la bolsa de papel la sub muestra
- Captar 12 sub muestras de suelo y mezclarlas para obtener seiscientos gramos de forraje que es embalado en sobres de papel y remitido al laboratorio para su procesamiento.

7.8. ANALISIS ESTADISTICO

7.8.1. ESTIMACIÓN DE PARAMETROS

Las estimaciones puntuales de los parámetros se obtienen a partir de una muestra aleatoria simple X_1, \dots, X_n de la variable X . Si calculamos el valor del estimador a partir de distintas muestras, los resultados que obtendremos serán diferentes. Es decir, los estimadores, al estar contruidos a partir de muestras aleatorias, son aleatorios y en consecuencia, tienen una distribución. La distribución de los estimadores se denomina distribución en el muestreo. Describimos a continuación los estimadores para la proporción (en distribución Binomial) y para la media y la varianza (en distribución Normal) y sus respectivas distribuciones en el muestreo, que serán tenidas en cuenta a la hora de construir los intervalos de confianza (Faraldo, 2013).

7.8.2. PRUEBA T PARA UNA MUESTRA

El procedimiento Prueba T para muestras independientes debe utilizarse para comparar las medias de dos grupos de casos, es decir, cuando la comparación se realice entre las medias de dos poblaciones independientes (los individuos de una de las poblaciones son distintos a los individuos de la otra) como por ejemplo en el caso de la comparación de las poblaciones de hombres y mujeres. Lo ideal es que para esta prueba los sujetos se asignen aleatoriamente a dos grupos, de forma que cualquier diferencia en la respuesta sea debida al tratamiento (o falta de tratamiento) y no a otros factores (Grupo de innovación educativa, 2010).

8. HIPOTESIS

8.1. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN H_i

Realizada la experimentación en dos unidades experimentales, se determina la existencia de reducción significativa en niveles de nitratos en el sistema productivo.

8.2. HIPOTESIS NULA = H₀: 0= 00

Realizada la experimentación en dos unidades experimentales, se imposibilita determinar la existencia de reducción significativa en niveles de nitratos en el sistema productivo.

9. RESULTADOS

El desarrollo de la fase experimental del estudio, se ejecutó empleando muestreos preliminares de suelo y material forrajero para identificar la situación de cada unidad analizada. Las muestras fueron remitidas a laboratorios certificados por el Instituto Colombiano Agropecuario para su procesamiento y validación de datos.

Posterior al procedimiento realizado se cotejaron los datos para cada una de las empresas ganaderas con el fin de validar patrones fisicoquímicos y biológicos en suelos de los ecosistemas productivos.

Los muestreos se establecieron antes y después de la intervención con *Bacillus Megaterium*, en los análisis de suelos fisicoquímicos se tuvo especial atención en: textura PH, Carbono orgánico, capacidad de intercambio catiónico, fósforo, calcio, hierro, azufre y nitrógeno total, no se efectuaron análisis ex post a la intervención debido a que no se aplicaron planes de nutrición vegetal para elementos mayores y menores.

El control del comportamiento de nitratos y amonio se estableció mediante análisis parcial de suelos antes y después de inocular la cepa bacteriana.

El análisis microbiológico de suelos evidenció las concentraciones de oxidantes de amonio oxidantes de nitrito, límite inferior oxidantes de nitrito, límite superior oxidantes de nitrito, amonificantes, límite inferior amonificantes, límite superior amonificantes, denitrificantes, fijadores de nitrógeno libres.

En cuanto a los análisis de bromatología efectuados en el forraje de las ganaderías estudiadas, se compararon los factores de humedad, materia seca, extracto etéreo, fibra detergente acida, fibra detergente neutra, nitrógeno, proteína cruda, fósforo y calcio; se enfatizó la revisión de las variables de respuesta nitrógeno y proteína cruda evaluando la efectividad de la biorremediación.

Las aplicaciones de la cepa bacteriana se efectuaron en horas de la tarde una vez la intensidad lumínica del ambiente iniciaba su descenso para evitar pérdidas por radiación solar. Los días de intervención se enmarcaron en el perfil de rotación que cada hacienda maneja internamente con el objetivo de conocer el desempeño del tratamiento incorporando los manejos agronómicos de cada una, dejando como periodo de descanso una rotación intermedia para un total de dos fumigaciones en cada predio.

9.1. HACIENDA BAVIERA

Se realizó un muestreo para análisis fisicoquímico de suelos el cual permitió validar patrones establecidos por la literatura como posibles causas detonantes de la intoxicación con nitratos, se presentan en la siguiente tabla:

ELEMENTO	VALOR REPORTADO
Textura	Franco limoso
pH	5,4
carbono total	45,44%
C.I.C.	91,268 cmol(+)/Kg
Ca	58,296 mg/Kg
Fe	369,50 mg/Kg
S	90,18 mg/Kg
Fosforo Disponible	40,96 mg/Kg
Nitrógeno total	0,87 %

Tabla 3 Resumen Análisis Fisicoquímico Hacienda Baviera

El análisis microbiológico realizado en la capa edáfica de Hacienda Baviera, reconoció los principales grupos funcionales asociados con el ciclo del Nitrógeno y su distribución poblacional.

MICROBIOLOGIA DE SUELOS MEDIDA EN NMP SAN MIGUEL DE SEMA, BOYACÁ		
ITEM	EX ANTE	EX POST
OXIDANTES DE AMONIO	5.9*10⁵	3.0*10⁴
OXIDANTES DE NITRITO	2.6*10⁴	3.9*10⁴
LÍMITE INFERIOR OXIDANTES DE NITRITO	7.8*10 ³	1.2*10 ⁴
LÍMITE SUPERIOR OXIDANTES DE NITRITO	8.5*10 ⁴	1.3*10 ⁵
AMONIFICANTES	8.9*10⁵	6.8*10⁴
LÍMITE INFERIOR AMONIFICANTES	2.7*10 ⁵	2.1*10 ⁴
LÍMITE SUPERIOR AMONIFICANTES	2.9*10 ⁶	2.2*10 ⁵
DENITRIFICANTES	685.6	4.5*10³
LIMITE INFERIOR DENITRIFICANTES	207.8	1.4*10 ³
LIMITE SUPERIOR DENITRIFICANTES	2.3*10 ³	1.5*10 ⁴
FIJADORES DE NITROGENO LIBRES	2.6*10⁶	4.6*10⁵

Tabla 4 Resumen Análisis Microbiológico Asociado con el ciclo del Nitrógeno Antes y Después de Intervención Hacienda Baviera

En cuanto a la caracterización bromatológica del forraje se asociaron los valores más representativos de la planeación nutricional de un rebaño, lo cuales se registran en la tabla 5.

HACIENDA BAVIERA			
FACTOR DE ANALISIS	EX ANTE	EX POST	DIFERENCIA
HUMEDAD	82,1	80,8	-1,3
MATERIA SECA	17,9	19,2	1,3
EXTRACTO ETereo	2,02	4,85	2,83
FDA	35,7	27,8	-7,9
FDN	60,5	56,5	-4
NITROGENO	3,45	3,07	-0,38
PROTEINA CRUDA	21,6	19,2	-2,4
FOSFORO	0,44	0,45	0,01
CALCIO	0,46	0,44	-0,02

Tabla 5 Resumen Análisis Bromatológico de Intervención Hacienda Baviera
FUENTE: Propia

Los resultados de análisis parcial nitratos y amonio provenientes de la parcela demostrativa del municipio de San Miguel de Sema se registran a continuación:

NITRATOS Y AMONIO EN SUELOS MEDIDO EN MG/KG		
HACIENDA BAVIERA		
FACTOR DE ANALISIS	EX ANTE	EX POST
nitrógeno amoniacal	79	39
nitrógeno nítrico	165	129

Tabla 6 Análisis Parcial Nitratos y Amonio en Suelos FUENTE: Propia

9.2. HACIENDA SAN LUIS

Se ejecutó un muestreo para análisis fisicoquímico de suelos el cual reconoció perfiles determinados por la literatura como potenciales causas directas de la intoxicación con nitratos, se muestran en la siguiente tabla:

ELEMENTO	VALOR REPORTADO
Textura	Franco limoso
pH	5,5
carbono total	21,1%
C.I.C.	30,6 me/100g
Ca	4100 mg/Kg
Fe	71 mg/Kg
S	30 mg/Kg
Fosforo Disponible	140 mg/Kg
Nitrógeno total	0,91%

Tabla 7 Resumen Análisis Fisicoquímico Hacienda San Luis

El estudio microbiológico cumplido en el manto de suelo para Hacienda San Luis, examinó los grupos funcionales asociados con el ciclo del Nitrógeno y su distribución poblacional.

BALANCE MICROBIOLÓGICO MEDIDO EN NMP SIMIJACA, CUNDINAMARCA		
ITEM	EX ANTE	EX POST
OXIDANTES DE AMONIO	5.9*10⁵	4.4*10⁴
OXIDANTES DE NITRITO	3.4*10⁴	1.8*10³
LÍMITE INFERIOR OXIDANTES DE NITRITO	1.0*10 ⁴	- ¹
LÍMITE SUPERIOR OXIDANTES DE NITRITO	1.1*10 ⁵	-
AMONIFICANTES	1.8*10⁴	3.9*10⁶
LÍMITE INFERIOR AMONIFICANTES	5.5*10 ³	1.2*10 ⁶
LÍMITE SUPERIOR AMONIFICANTES	6.0*10 ⁴	1.3*10 ⁷
DENITRIFICANTES	5.9*10⁴	2.9*10³
LÍMITE INFERIOR DENITRIFICANTES	-	867.2
LÍMITE SUPERIOR DENITRIFICANTES	-	9.4*10 ³
FIJADORES DE NITROGENO LIBRES	0.9	8.8*10⁶

Tabla 8 Tabla 4 Resumen Análisis Microbiológico Asociado con el ciclo del Nitrógeno Antes de Intervención Hacienda San Luis

Los niveles de nitrógeno amoniacal y nitrógeno nítrico obtenidos de muestreo realizado en la parcela demostrativa de Simijaca, Cundinamarca se muestran en la siguiente tabla

NITRATOS Y AMONIO EN SUELOS MEDIDO EN MG/KG		
HACIENDA SAN LUIS		
FACTOR DE ANALISIS	EX ANTE	EX POST
nitrógeno amoniacal	53	38
nitrógeno nítrico	72	161

Tabla 9 Análisis Parcial Nitratos y Amonio en suelos Fuente: Propia

¹ Los guiones dispuestos en la tabla de datos correspondiente a microbiología de suelos obedece a la imposibilidad de determinar efectivamente el valor de referencia para los límites poblacionales para cada grupo funcional.

En cuanto a la caracterización bromatológica del forraje se asociaron los valores más representativos de la planeación nutricional de un rebaño, lo cuales se registran a continuación:

HACIENDA SAN LUIS			
FACTOR DE ANALISIS	EX ANTE	EX POST	DIFERENCIA
HUMEDAD	80,9	77,9	-3
MATERIA SECA	19,1	22,1	3
EXTRACTO ETereo	3,06	3,16	0,1
FDA	27,8	30,4	2,6
FDN	62	66,7	4,7
NITROGENO	2,97	2,81	-0,16
PROTEINA CRUDA	18,6	17,6	-1
FOSFORO	0,36	0,41	0,05
CALCIO	0,45	0,52	0,07

Tabla 10 Resumen Análisis Bromatológico de Intervención Hacienda San Luis

10. ANALISIS Y DISCUSION

De acuerdo con el número de casos de intoxicación, se identificó el perfil físico-químico para encontrar el patrón hipotético de comportamiento de suelos en las ganaderías estudiadas.

Una vez concluida la fase experimental, se evidencian datos de análisis fisicoquímico de suelos que permiten identificar patrones similares los cuales no explican por qué en algunos predios se presentan mayor incidencia de intoxicaciones.

La tabla 8 refleja un fenómeno de similitud en la textura de suelos y el valor de Ph, los cuales concuerdan con los reportes efectuados por (Parada, 1987) que los señalan como un factor de riesgo por la presencia de materia orgánica y baja oxigenación del suelo, los cuales se complementan con un volumen heterogéneo de altos niveles de hierro, azufre, nitrógeno y bajos niveles de calcio y fosforo.

El nivel de acidez entre las dos ganaderías difiere de un punto aritmético, esto en otras palabras representa un perfil homogéneo de pH que se cataloga como muy acido de acuerdo con (Avila, 2013), esto facilita la acumulación de elementos metálicos como Fe y Al que inciden en la toxicidad del sistema edáfico.

Cinco elementos que difieren en los datos obtenidos corresponden a Calcio, Carbono, hierro, azufre, y fosforo disponible. Los cuales tienen incidencia en la actividad biológica de la capa edáfica con efectos directos sobre la disponibilidad mineral de la planta que expresa en el perfil bromatológico frente a la a nutrición animal.

Es imperante destacar el rol de los ciclos biogeoquímicos en el desarrollo fisiológico vegetal. El carbono permite la formación de moléculas asociadas con carbohidratos, proteínas y otros factores nutricionales que pueden verse alterados por la disponibilidad en el manto edáfico, dicho de otro modo la concentración del mineral puede afectar directamente la composición bromatológica de un forraje al ser precursor de varios componentes (García F. , 2014).

El azufre desde el punto de vista cíclico, presenta desbalances producto de la ruptura del circuito biológico principalmente por sales sulfatadas aplicadas como fertilizante en las pasturas, esto contribuye con la acidificación del suelo (FHIA-UNION EUROPEA., 2014).

El fosforo impacta de manera sensible en la actividad agrícola y ambiental particularmente por la lixiviación, fenómeno que faculta la contaminación de cuerpos hídricos mediante la eutrofización aumentando la velocidad de difusión del nitrato, su presencia en formas no disponibles para la nutrición vegetal constituyen una pérdida de nutrimentos asociados con la energía metabólica (POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE, 2008).

De acuerdo con los parámetros establecidos por (Instituto Geografico Agustín Codazzi, 2016) las ganaderías estudiadas presentan las siguientes características edáficas:

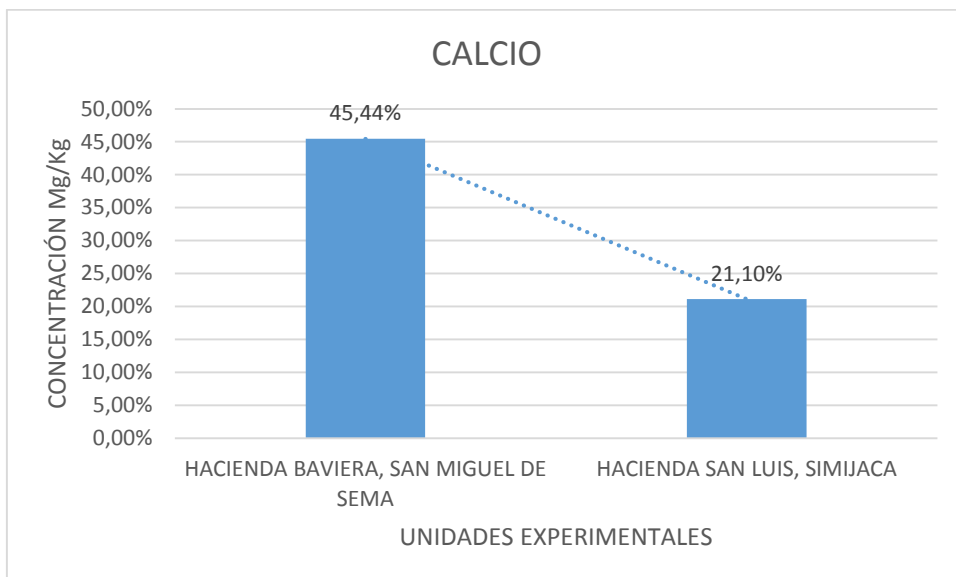


Ilustración 7 CONCENTRACIÓN DE Ca EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE: Propia

El calcio presenta un registro alto en Hacienda Baviera (58,296 Mg/Kg); esto puede tener implicaciones directas sobre las diferentes poblaciones biológicas presentes en el suelo, las condiciones de la unidad productora agropecuaria permiten determinar que el elemento tiene baja acción correctiva sobre acidez y elementos metálicos antagónicos.

En la unidad experimental Hacienda San Luis, el calcio se encuentra en (20,46 mg/Kg) la disponibilidad es menor con respecto a Hacienda Baviera, (Instituto Geografico Agustín Codazzi, 2016) señala una adecuada concentración considerando factores como la humedad del entorno y el comportamiento de elementos antagonistas.

El calcio es un elemento importante en dos componentes importantes del sistema productivo, de una parte a nivel edáfico se emplea en el control de la acidez y la textura. En cuanto a la fisiología vegetal permite la constitución de carbohidratos estructurales como celulosa, hemicelulosa y lignina (Avellaneda, Melgarejo, Narvaez, & Sanchez, 2012).

En cuanto a la relación entre el calcio y actividad de microorganismos se destaca el estudio de (Jaramillo, 2002), el cual señala que son los iones de hidrógeno perjudiciales para la población microbiana por la energía disponible en la absorción de inter fases celulares.

Un efecto de la aplicación de cal en unidades agrícolas sobre la variable bacteriana, se relaciona con la descomposición de materia orgánica, producción humus y alteración de las propiedades físicas del suelo intervenido (Guitian & Muñoz, 1995).

En cuanto a la importancia del Ca en la fisiología vegetal, (Aguirre, 2010) documenta que la forma de absorción es mediante el ion Ca^{++} e influye notablemente en funciones como potencial osmótico, actividad enzimática, equilibrio de aniones, permeabilidad de la membrana y potencial eléctrico.

Los cambios resultantes de la dinámica microbiana en el suelo después de una intervención con cal, permiten la movilidad del fosforo que puede tener consecuencias directas sobre la fisiología vegetal al incrementar la producción de enzimas necesarias en la liberación de energía, factor importante en la dieta suministrada a un animal intoxicado durante su tratamiento para reducir el impacto del exceso de nitrógeno en el organismo (Millar, 2000).

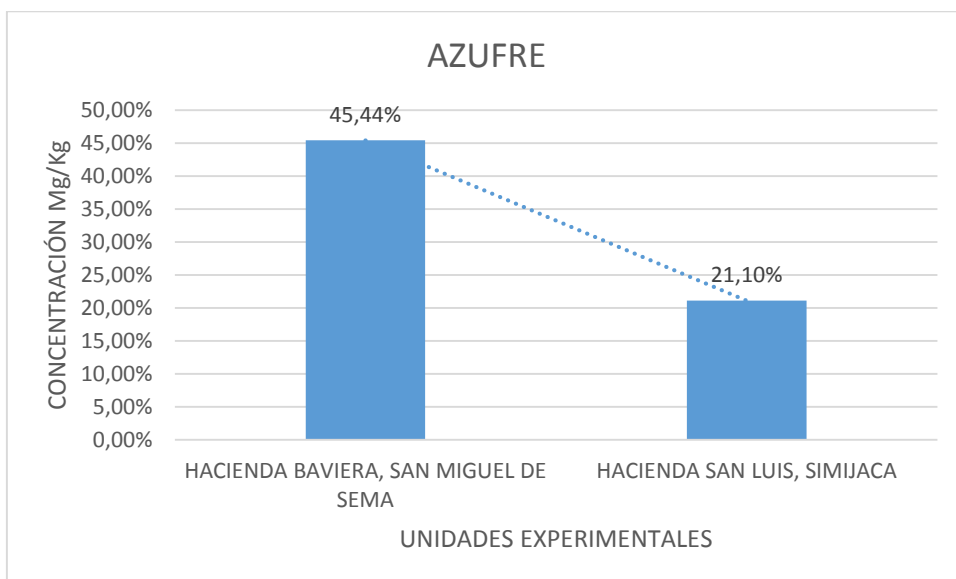


Ilustración 8 CONCENTRACIÓN DE S EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE: Propia

Prolongando este análisis, se encuentra el azufre que en la actualidad tiene gran interés en la industria ganadera por la formación de aminoácidos sulfatados: cisteína, metionina, lisina e histidina; los cuales han demostrado ser cruciales en el metabolismo animal durante el déficit en dieta pudiendo conducir a disminución en la producción de leche (Hristov, 2017).

El azufre considerado un elemento esencial para la nutrición de las plantas. Participa en el fortalecimiento de la estructura vegetal y favorece la resistencia al frío y al ataque de plagas y enfermedades. Su concentración en los tejidos de la planta es similar a la del fósforo, situación que lo ubica como el cuarto elemento más importante en la agricultura después del nitrógeno, el fósforo y el potasio (Gonzalez H. , 2005).

Buena parte de los aminoácidos y enzimas poseen Nitrógeno y Azufre cuya relación está asociada con la producción; las proteínas están compuestas por aminoácidos como la cisteína, la cual está ligada con el estado nutricional de las plantas y también actúa en la síntesis de compuestos de defensa frente a patógenos y plagas (Malavolta, 2006).

Los niveles de azufre encontrados en la unidad experimental de San Miguel de Sema, sostienen un registro alto para la región Cundiboyacense; esto puede constituir una oportunidad para emplear tratamientos con microorganismos de tipo sulfato reductor y hacer este elemento disponible a la planta. En cuanto a la unidad experimental de Simijaca,

Cundinamarca la presencia de azufre en baja cantidad confirma el bajo aporte que hacen los planes nutricionales a las praderas aumentando la diferencia de minerales.

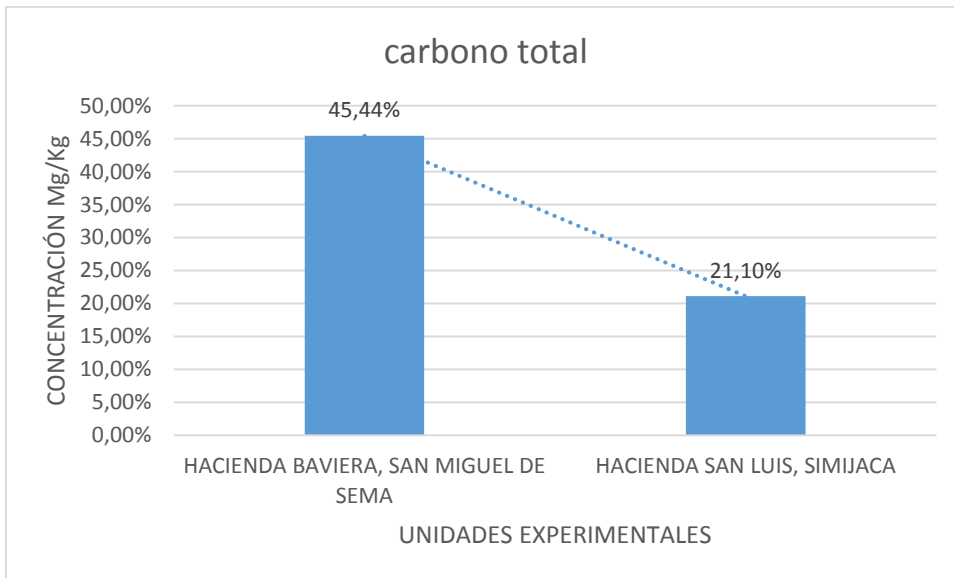


Ilustración 9 CONCENTRACIÓN DE FOSFORO DISPONIBLE EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE Propia

Aunado a los anteriores hallazgos; se hace sobresaliente correlacionar el desempeño del fósforo disponible en el manto agrícola, este elemento actúa de manera conjunta con el calcio y permite modificar el dinamismo enzimático (Mc Calla, 2004).

El fósforo es un mineral cuya presencia en el sistema productivo incide en la actividad metabólica de los seres vivos al ser precursor de ácidos nucleicos. En las plantas permite una mayor eficiencia en el proceso de fotosíntesis y respiración celular al proveer mayor cantidad de ATP (Lora, 2014).

Investigaciones desarrolladas por (Vivas, 2007) señalan que un exceso de azufre puede bloquear la absorción vegetal de fósforo, esto puede aumentar la cantidad de biomasa y proteína, sin embargo el contenido de factores y coenzimas correlacionados con la energía y la fotosíntesis; este fenómeno puede desencadenar patrones de intoxicación subclínica que se complican al suministrar suplementos dietarios bajos en energía.

Durante los periodos de cambio estacional del verano a invierno es común que las regiones ganaderas del Valle de Ubaté y Chiquinquirá sufran presencia de heladas, estos descensos en la temperatura ocasionan pérdidas en la capacidad de carga, con esta eventualidad la planta necesita mayor cantidad de energía que para el caso de la unidad experimental de Simijaca, Cundinamarca puede ser proporcionada por la disponibilidad del elemento, en tanto que en San Miguel de Sema, Boyacá los efectos climáticos de la helada suelen ser devastadores constituyendo un factor de riesgo para el animal que debe consumir partes

de la planta con alto contenido de nitrógeno dado que los daños sobre el tejido vegetal reducen el aprovechamiento nutricional de esta.

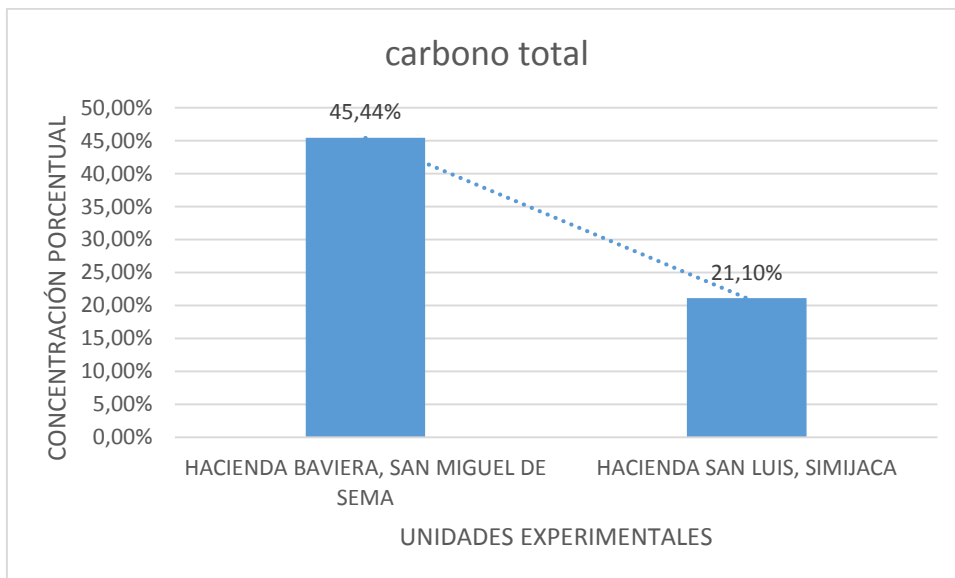


Ilustración 10 CONCENTRACIÓN PORCENTUAL DE CARBONO TOTAL EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE Propia

Frente al carbono medido en los suelos, la ganadería boyacense presenta mayor contenido frente a la hacienda localizada en Simijaca, Cundianamarca; esto puede ser resultado de malas prácticas agrícolas como la aplicación de moléculas químicas que reducen la actividad biológica, contribuyendo a su acumulación y baja transformación (Schlesinger, 2011).

Un efecto adicional, es la aclaración parcial de un mito entre los productores ganaderos, según el cual los suelos con altos contenidos de Materia Orgánica pueden predisponer las intoxicaciones; este fenómeno se encuentra más asociado con la actividad biológica del suelo que fija Nitrógeno dado el fenómeno señalado previamente.

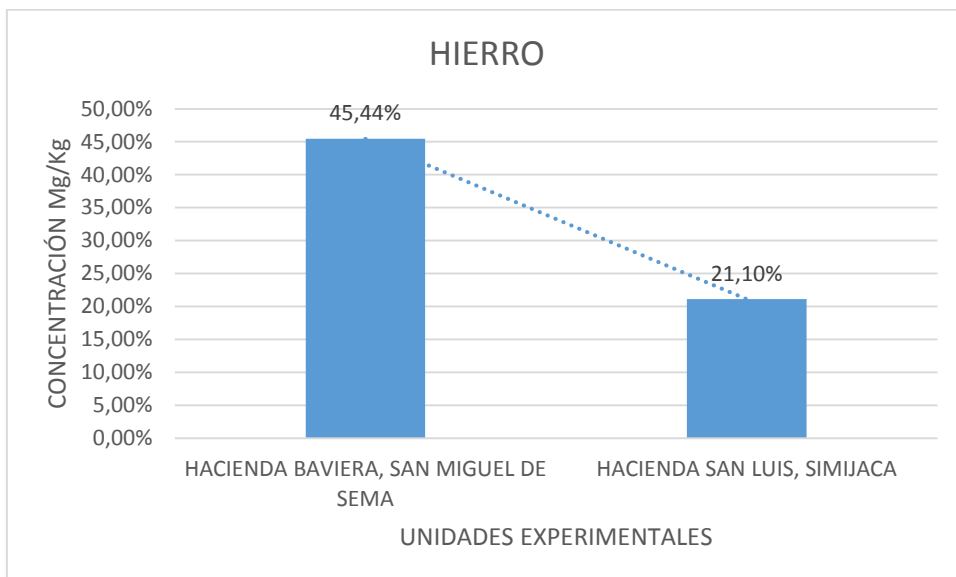


Ilustración 11 CONCENTRACIÓN DE Fe EN SUELOS ESTUDIADOS. FUENTE Propia

El hierro es un elemento que presenta numerosos problemas en cuanto a nutrición vegetal, entre las principales funciones del hierro en la planta se encuentra ser parte de numerosos sistemas enzimáticos como citocromos, leghemoglobina, enzima implicada en la fijación de Nitrógeno (Andaluz, 2002)

Las bajas temperaturas reducen el crecimiento radicular y por consiguiente disminuyen la absorción del elemento en la planta, esto aumenta la cantidad en el suelo y genera mayor problema de acidez y fito toxicidad debido al deterioro que genera en el manto edáfico (Juarez, 2014).

En las parcelas demostrativas se encontraron diferencias significativas de hierro esto puede explicar por qué la difusión de nitrato es más alta en San Miguel de Sema, Boyacá que en Simijaca, Cundinamarca. Los altos contenidos del elemento en el municipio boyacense generan escenarios de riesgo por acumulación que se confirman en los resultados de análisis físico químico efectuado.

Esto conlleva a extrapolar la conducta de los elementos disponibles y analizar el proceso de fijación micro orgánica y su incorporación en el suelo donde se soporta todo el sistema de producción, lo que ilustra la importancia de combinar intervenciones químicas y biológicas en el manejo agronómico permitiendo restablecer el equilibrio ambiental de la granja (Clavijo, 2010).

Sin embargo pese la diferencia de la capa edáfica de los predios estudiados, la incidencia de intoxicaciones bajo el panel de datos encontrado no logra explicarse totalmente desde el punto de vista fisicoquímico. En consecuencia se acuden a los resultados de análisis biológico conocido como “cuantificación de microorganismos del ciclo de nitrógeno”; el cual arrojó datos relevantes para identificar el factor detonante del cuadro patológico.

ITEM	MEDIDA EN NMP HACIENDA BAVIERA	MEDIDA EN NMP HACIENDA SAN LUIS
OXIDANTES DE AMONIO	$>5,9 \times 10^5$	$>5.9 \times 10^5$
OXIDANTES DE NITRITO	$2,6 \times 10^4$	3.4×10^4
AMONIFICANTES	$8,9 \times 10^5$	1.8×10^4
DESNITRIFICANTES	685.6	$>5.9 \times 10^4$
FIJADORES DE NITROGENO LIBRES	$2,6 \times 10^6$	0.9

Tabla 11 Perfil Comparativo Inicial de Actividad Enzimática de Suelos Analizados.

FUENTE: Propia

Efectuado el análisis biológico de las muestras de suelo recolectadas, se determinó que en la hacienda Baviera del Municipio de San Miguel de Sema, Boyacá; existe una mayor población de microorganismos oxidantes de amonio, oxidantes de nitrito, amonificantes y fijadores de nitrógeno libres. Estas comunidades permiten la acumulación de compuestos nitrogenados de manera rápida y constante, dicho de otro modo; el manejo agronómico empleando altas cargas de principios activos asociados con nitratos y sulfatos implica la presencia de desequilibrios enzimáticos del suelo favoreciendo la excesiva disponibilidad del nitrógeno para las plantas.

La Hacienda San Luis del municipio de Simijaca, Cundinamarca; presentó un contraste con respecto a la Hacienda Baviera. Las comunidades biológicas desnitrificantes en Hacienda San Luis superan ampliamente la población de Hacienda Baviera. Cabe resaltar que este factor no se ha contemplado en registros previos de literatura como elemento imperante en la prevalencia de las intoxicaciones. Existen antecedentes en la literatura como (Celen, 2003) y (Benavides, Quintero, & Ostos, 2006) quienes exploran algunas técnicas biológicas para la corrección de nitratos en ecosistemas agrícolas, aunque no contemplan la proporción de poblaciones microbiológicas dentro de los causantes de altas acumulaciones de nitratos.

Tras la intervención de las áreas de prueba con *Bacillus Megaterium*, se obtuvo un análisis biológico de suelos con el fin verificar la capacidad que posee el organismo para incorporarse al nuevo hábitat y permitir la salida constante de nitrógeno del sistema productivo. Dicha prueba facultó la comprobación de esta tendencia.

ITEM	HACIENDA BAVIERA	HACIENDA SAN LUIS
OXIDANTES DE AMONIO	3.0*10 ⁴	4.4*10 ⁴
OXIDANTES DE NITRITO	3.9*10 ⁴	1.8*10 ³
AMONIFICANTES	6.8*10 ⁴	3.9*10 ⁶
DENITRIFICANTES	4.5*10 ³	2.9*10 ³
FIJADORES DE NITROGENO LIBRES	4.6*10 ⁵	8.8*10 ⁶

Tabla 12 Perfil Comparativo Final de Actividad Enzimática de Suelos Analizados.

FUENTE: Propia

La validación estadística del panel de datos obtenidos durante la experimentación del trabajo académico se efectuó mediante prueba T para una muestra independiente empleando intervalo de confianza del 95%.

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0					
					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
OXAMON	6.892	3	.006	4.8000E0	2.584E0	7.016E0
OXNO2	6.348	3	.008	2.9250E0	1.459E0	4.391E0
AMON	3.417	3	.042	5.3500E0	3.678E-1	1.033E1
DESNIT	1.026	3	.380	1.7473E2	-3.672E2	7.167E2
FIJLIB	2.482	3	.089	4.2250E0	-1.192E0	9.642E0

Tabla 13 Análisis estadístico en microbiología de suelos FUENTE: Propia

La prueba T aplicada al panel de datos, permitió identificar el comportamiento agregado de las dinámicas poblacionales de los microorganismos asociados con el ciclo del nitrógeno, las cuales se representan en la siguiente gráfica.

Medias marginales estimadas de MEASURE_1

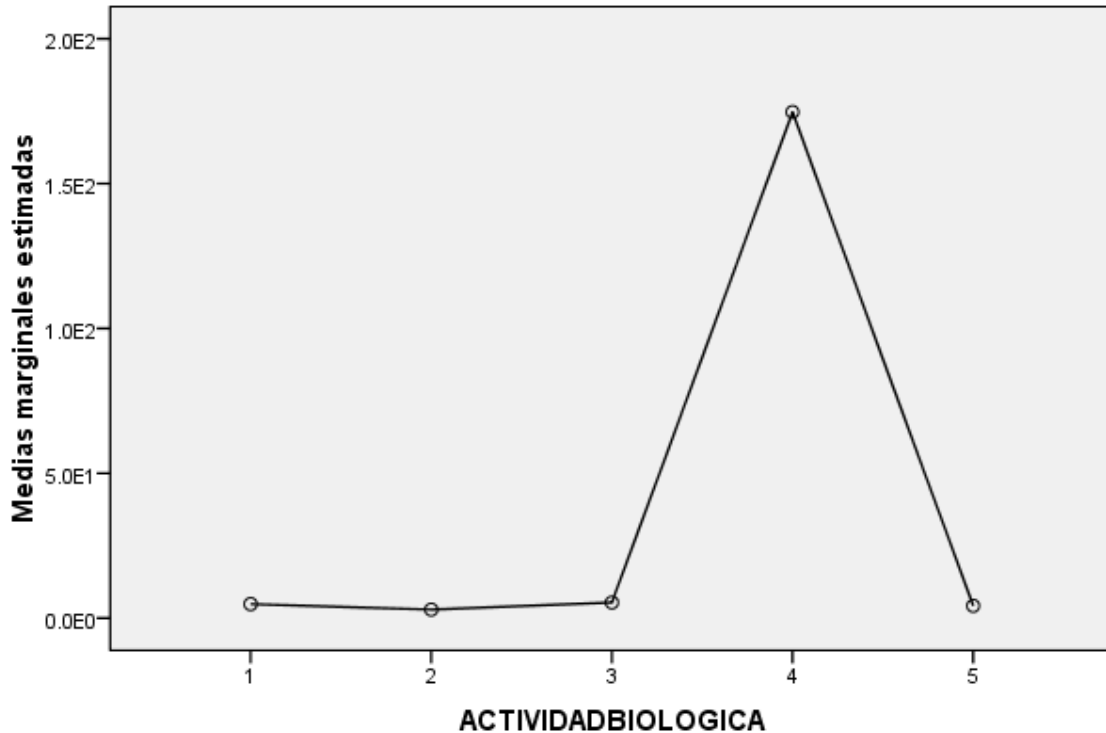


Ilustración 12 Dinámicas Poblacionales Microorganismos Asociados al Ciclo de Nitrógeno Fuente: Propia

Los resultados ex post a la inoculación de la cepa en las parcelas demostrativas variaron de manera significativa en cada unidad experimental. El primer dato relevante corresponde al municipio de San Miguel de Sema, Boyacá; en el cual una vez realizado el muestreo se constató una reducción de las poblaciones: oxidantes de amonio y amonificantes; las proporciones en las cuales disminuyeron estos organismos equivalen al 50% lo cual mejora el perfil preventivo de intoxicaciones por nitratos ya que estos organismos como señala (Avellaneda, Melgarejo, Narvaez, & Sanchez, 2012) son responsables de la fijación y acumulación biológica de nitrógeno en formas potencialmente peligrosas para el ganado lechero en pastoreo.

Las poblaciones de organismos oxidantes de nitrito y fijadores de nitrógeno libres aumentaron, esto no es riesgoso dado que su actividad permite la adecuada conversión de nitratos a nitritos, posteriormente amonio, aminoácidos y proteínas. Se convierten en un indicador de éxito del tratamiento por la simbiosis que experimenta junto a microorganismos desnitrificantes que crecieron de manera exponencial mejorando la acción microbiana del suelo permitiendo la salida del exceso de nitratos (Bardot, 2015).

En cuanto a la unidad experimental de Simijaca, Cundinamarca; los resultados se diferencian de manera sustancial frente a Hacienda Baviera. Los oxidantes de nitrito, oxidantes de amonio y desnitrificantes perdieron participación en la distribución poblacional contrastada por un aumento particular de amonificantes y fijadores de nitrógeno libres; lo cual se explica en buena medida por el manejo agronómico para control de chinche de pastos (*Collaria culumbiensis*), vector entomológico que genera grandes pérdidas económicas para la ganadería de trópico alto.

Las tablas 6 y 9 corresponden a análisis parciales de nitratos y amonio en suelos, practicados a muestras de las ganaderías estudiadas que complementan el balance del suelo junto a la microbiología configurando el panel de datos correspondientes con las variables de respuesta de la investigación.

En la Hacienda San Luis de Simijaca, Cundinamarca; los resultados tuvieron un comportamiento diferente al esperado de acuerdo con las proyecciones realizadas por (Benavides, Quintero, & Ostos, 2006). Los nitratos aumentaron en el suelo por la acción residual de aplicaciones periódicas de *Lambdacihalotrina + fipronil* en un insumo destinado al control de chinche de los pastos (*Collaria Culumbiensis*).

El principio activo señalado previamente, tiene alta carga residual y amplio espectro de acción, está diseñado para controlar una plaga con gran habilidad para desarrollar resistencia frente a controles químicos mediante mutación genética (Vergara, 2006). Por las razones expuestas es claro que las aplicaciones de *Lambdacihalotrina + fipronil* pueden reducir de manera sensible las poblaciones de microorganismos benéficos en la agricultura desencadenando problemas fitosanitarios y afectaciones fisiológicas a los animales.

Los análisis de hacienda Baviera cumplen con las expectativas trazadas en las hipótesis de la investigación: ambos parámetros presentan descenso en la concentración que confirma el éxito del tratamiento. Lo cual ratifica la idea de (Bardot, 2015) (Celen, 2003) quienes arguyen que la cepa *Bacillus Megaterium* mediante su capacidad metabólica puede reducir los niveles de nitratos restableciendo el equilibrio eco sistémico mediante el fortalecimiento de la fase de desnitrificación del ciclo biogeoquímico del nitrógeno.

El proceso de desnitrificación en un suelo de uso ganadero, supone la pérdida de proteína en el forraje como primera medida. Con este principio y desconociendo otras alteraciones que el material vegetal puede expresar tras la experimentación, se ejecutaron análisis bromatológicos con los cuales tal como se muestra en las tablas cinco (5) y diez (10) se comprobó la reducción de proteína cruda y nitrógeno luego de la primera rotación en cada unidad experimental, adicional a este efecto se obtuvieron ganancias importantes en extracto etéreo, materia seca, fósforo y calcio; los cuales pueden crear oportunidades interesantes en el campo de la nutrición animal.

Estimaciones de los parámetros

Variable dependiente	Parámetro	B	Error típ.	t	Sig.	Intervalo de confianza 95%		Eta al cuadrado parcial	Parámetro de no centralidad Parámetro	Potencia observada ^a
						Límite inferior	Límite superior			
HUMEDAD	Intersección	80.425	.892	90.165	.000	77.586	83.264	1.000	90.165	1.000
MAT.SECA	Intersección	19.575	.892	21.946	.000	16.736	22.414	.994	21.946	1.000
EXT.ETEREO	Intersección	3.273	.586	5.588	.011	1.409	5.136	.912	5.588	.946
FDA	Intersección	30.425	1.862	16.339	.000	24.499	36.351	.989	16.339	1.000
FDN	Intersección	61.425	2.107	29.154	.000	54.720	68.130	.996	29.154	1.000
NITROGENO	Intersección	3.075	.136	22.613	.000	2.642	3.508	.994	22.613	1.000
PROT.CRU DA	Intersección	19.250	.850	22.647	.000	16.545	21.955	.994	22.647	1.000
FOSFORO	Intersección	.415	.020	20.537	.000	.351	.479	.993	20.537	1.000
CALCIO	Intersección	.468	.018	26.016	.000	.410	.525	.996	26.016	1.000

a. Calculado con alfa = ,05

Tabla 14 Análisis estadístico bromatología de forrajes FUENTE: Propia

En cuanto a Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Acida, se identifican aumentos representativos para hacienda San Luis, siendo la Fibra Detergente Neutro el mayor registro duplicando a Fibra Detergente Acida. En cuanto a Hacienda Baviera se presenta una reducción significativa de ambos parámetros siendo más evidente en FDA. Este parámetro permite identificar una adecuada digestibilidad y saciedad del animal basando su consumo en materia seca (Cruz, 2000).

La primera variable de respuesta en forraje es nitrógeno, que presenta reducciones en ambas unidades experimentales ratificando el éxito del tratamiento como mecanismo preventivo a nivel nutricional para la intoxicación por nitratos y nitritos del ganado lechero (Roth, Grass Management in the farm, 2017).

La proteína cruda es un parámetro de gran interés para la industria ganadera puesto que compone nitrógeno de proteínas y nitrógeno no proteico, se obtiene mediante análisis proximal. En los casos estudiados se observa una disminución progresiva que si bien es cierto es representativa no resulta contraproducente para la nutrición bovina dado que la mayoría de ganaderías suelen emplear suplementos dietarios altos en proteína, lo que puede contribuir a restringir la aparición de acidosis ruminal, un cuadro patológico que se asocia con intoxicaciones por nitratos, problemas podológicos y alteraciones metabólicas del tracto digestivo (Hristov, Introducción a la nutrición lechera, 2017).

Finalmente se encuentra minerales calcio y fosforo que en el caso de Simijaca, Cundinamarca registra ganancias en los dos componentes, mientras que en San Miguel de Sema no tiene este comportamiento. Esto como señala (Hristov, Requerimiento de nutrientes del ganado lechero, 2017) está estrechamente correlacionado con la disponibilidad de los elementos en suelo; los mencionados minerales juegan un importante rol en ciclos bioquímicos que resultan vitales para la salud y producción animal.

11. CONCLUSIONES

Finalizada la etapa de análisis - discusión de los resultados obtenidos mediante pruebas de material edáfico y forrajero con un nivel de confianza del 95% se concluye:

La intervención con *Bacillus Megaterium* es efectiva en la biorremediación de suelos nitrificados, por cuanto se comprueba el descenso de nitrógeno en concentraciones de suelo y material forrajero con valores que permiten la prevención de intoxicaciones bovinas por nitratos.

Buena parte de las ganaderías establecidas en el Valle de Ubaté y Chiquinquirá no contemplan el factor biológico de sus suelos, emplean manejos agronómicos con altas cargas de insumos de síntesis química que facilitan el crecimiento desmedido de microorganismos que pueden alterar el equilibrio del ecosistema hasta repercutir en la salud animal a gran escala.

Después de incorporar *Bacillus Megaterium* mediante fumigación en las praderas destinadas a la producción animal, se comprueba la seguridad del pastoreo guardando un periodo de receso no inferior a 20 días.

Es necesario realizar una investigación para evaluar el antagonismo entre lambdacihalotrina y *Bacillus Megaterium* para mejorar el proceso de intervención biorremediadora del microorganismo en suelos ganaderos.

Pese a la similitud fisicoquímica de suelos, composición de praderas y manejos internos que realizan las ganaderías del Valle de Ubaté y Chiquinquirá, el principal elemento desencadenante de las intoxicaciones con nitratos es la actividad enzimática de los microorganismos de la capa edáfica, por lo cual es necesario complementar la manipulación agronómica convencional de los predios con organismos que puedan aportar al restablecimiento del equilibrio eco sistémico.

El restablecimiento de la sanidad del suelo no es exclusivo del metabolismo de un microorganismo, se requiere la ejecución de labores mecánicas, culturales, agronómicas y la conservación de sistemas silvopastoriles que permitan la correcta articulación de los actores en la producción agropecuaria.

12. RECOMENDACIONES

Las aplicaciones periódicas de preparados biológicos y microorganismos garantizan la obtención de resultados positivos en la agricultura y la ganadería a nivel de suelos y forrajes.

En la revisión de literatura se encontró un registro de la cepa *Bacillus Licheniformis* con características similares a *Bacillus Megaterium* para desnitrificar suelos agrícolas, sin embargo no fue posible su obtención para realizar las pruebas necesarias conducentes a comprobar dicho comportamiento. Se propone en nuevas investigaciones su estudio para potenciar tratamientos de biorremediación.

Durante la ejecución del estudio no se logró comprobar de manera experimental la capacidad que tiene *Bacillus Megaterium* para contener y revertir la compactación del suelo, por lo cual se sugiere en próximas indagaciones considerar este aspecto.

Los cambios expresados en el forraje derivados del metabolismo de los organismos, evidencian la fuerte relación que existe entre la biodisponibilidad de los elementos para las plantas. En consecuencia se recomienda estudiar los efectos que se obtienen al combinar *Bacillus Megaterium* con bacterias de tipo sulfato reductor para aprovechar otros nutrientes como estrategia integral en las granjas ganaderas.

13. REFERENCIAS

- Abellán, H. (2016). *Manual de reconocimiento microbiológico*. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra.
- Agüelles, J., & Carvajal, G. (2013). *Estadística y diseño de experimentos: aplicaciones prácticas para diseño de experimentos en sistemas agropecuarios tropicales*. Bogotá: CORPOICA.
- Aguirre, S. (2010). *Módulo de nutrición vegetal*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Aguirre, S. (2013). *Microbiología de suelos*. Santa Marta: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Alcaldía Municipal de San Miguel de Sema. (12 de Agosto de 2015). *Información General*. Obtenido de Economía Municipal: http://www.sanmigueldesemaboyaca.gov.co/informacion_general.shtml
- Alcaldía Municipal de Simijaca. (2017). *Informe de Gestión*. Simijaca.
- Allieson, L. (1960). *Wel combustion apparatus and procedure for organic and organic carbon in soil*. Urbana Champaign: Soil science society.
- Andaluz, S. (2002). Increases in phosphoenolpyruvate carboxylase activity in iron-deficient sugar beet roots: analysis of spatial localization and post trasnlational modification. *Plant and soil*.
- Arana, F. (1987). *Ecología para principiantes*. Mexico D.F.: Trillas.
- Arango, L. (4 de Marzo de 2018). Sector agropecuario en 2017 y previsiones 2018. *Portafolio*.
- ASOGABOY. (2016). *Alertas tempranas y prevención por intoxicación de nitratos en bovinos ubicados en el valle de Ubaté y Chiquinquirá*. Chiquinquirá: Datos No Publicados.
- ASOGABOY. (2016). *Informe de cierre primer ciclo de vacunación Aftosa y Brucelosis*. Chiquinquirá: Datos sin publicar.
- Avellaneda, L., Melgarejo, L., Narvaez, C., & Sanchez, J. (2012). Actividades enzimáticas en consorcios bacterianos de suelos bajo cultivo de papa con manejo convencional y bajo pastizal. *Revista facultad nacional de agronomía*, 10 -22.
- Avila, J. (2013). *Acidez del suelo*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Balba, M. (1998). Bioremediation of oil-contaminated soil: microbiological methods for feasibility assessment and field evaluation. *Journal of Microbiological Methods*, 155–164.
- Bardot, C. (2015). How the edaphic *Bacillus Megaterium* strain mess11 adapts its metabolism to the herbicide mesotrione pressure. *Environmental Pollution*, 198 - 208.
- Batisson, I. (2009). Isolation and characterization of mesotrione-degrading *Bacillus Megaterium* from soil. *Environmental Pollution*.
- Benavides, J., Quintero, G., & Ostos, O. (2006). Aislamiento e identificación de diez cepas bacterianas desnitrificantes a partir de un suelo agrícola contaminado con abonos nitrogenados proveniente de una finca productora de cebolla en la laguna de Tota, Boyacá, Colombia. *NOVA*, 50 - 54.
- Bernal, J. (1998). Pastos Mejorados. En R. Guerrero, *Fertilización de cultivos en clima frío* (págs. 277 - 328). Santa fé de Bogotá: Monomeros colombo venezolanos S.A.
- Bernal, J. (2003). *Manual de nutrición y fertilización de pastos*. Quito: International Plant Nutrition Institute.
- Bernal, J. (2015). El peligroso 'cóctel' que acaba los forrajes para el ganado. *Contexto Ganadero*.
- Bernal, J. (2015). Pastos quemados o secados por fenómeno del niño en la región andina colombiana. *Contexto Ganadero*.
- Bernal, R., & Peña, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Santa fé de Bogotá: Universidad de los Andes.
- Bernal, R., & Peña, X. (2011). *Guía Práctica para la Evaluación de Impacto*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Bertini, I. (1994). *Bioinorganic Chemistry*. Delaware: University Science Books.
- Biendeck, R. (2010). Systems Biology of recombinant protein production in *Bacillus Megaterium*. *Advance in Biochemistry Engineering*.
- Bretschneider, G. (2005). *Intoxicación del ganado por el consumo de plantas acumuladoras de nitratos*. Santa fé: INTA.
- Buckman, H. (1977). la materia orgánica de los suelos minerales. En H. Buckman, *Naturaleza y Propiedades de los Suelos*. Riverside: University of California.
- Caballero, M. (2013). Ciclo biogeoquímico del carbono. Mexico D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Carr, C. (1973). Gravimetric determination of soil carbon using the LECO Induction furnace. *Journal of agricultural and food sciences*.
- Celen, E. (2003). Isolation and Characterization of Aerobic Denitrifiers from Agricultural Soil. *Turk Journal of biology*, 9 - 14.
- Choi, J.-h. (2009). Nitrate removal by electro-bioremediation technology in Korean soil. *Journal of Hazardous Materials*, 1208 - 1206.
- Clarence, f., & all, e. (1993). *Manual Merck de Medicina Veterinaria*. Barcelona: Oceano / centrum.
- Clavijo, P. (2010). *Principios básicos sobre nutrición vegetal y fertilidad de*. Bogotá: Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo.
- Coleman, N. (1959). *Cation exchange capacity and exchangeable cations*. Chapel Hill: University of North Caroline.
- Comunidad Floral de Navarra. (2015). *El ciclo de nitrógeno en los suelos*. Pamplona: Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Cruz, M. (2000). La fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2015). *Informe ejecutivo de tercer censo nacional agropecuario*. Santa fé de Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Elchevers, J. (1986). *Proceedings of an International Workshop on Laboratory Methods and the Data Exchange Programme*. Wageningen: University of Wageningen.
- Enderson, J. (1983). *Medicina veterinaria*. Mexico: Interamericana.
- Eweis, J. (1999). *Principios de biorrecuperación/biorrecuperación. Tratamientos para la descontaminación y regeneración de suelos y aguas subterráneas mediante procesos biológicos y físico-químicos*. Madrid: Mc GrawHill.
- Faraldo, P. (2013). *Estadística y metodología de la investigación*. Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- FHIA-UNION EUROPEA. (2014). *Guía sobre prácticas de conservación de suelos*. Tegucigalpa: Proyecto UE-CUENCAS.
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (25 de Julio de 2018). *Fibra neutro detergente, Ácido detergente Y Lignina (FND,FAD,LAD secuenciales)*. Obtenido de Publicaciones:
http://www.fundacionfedna.org/tecnicas_de_analisis/fibra-neutro-detergente-y-lignina-fndfadlad-secuenciales
- García, F. (2014). *Ciclo del carbono*. Montevideo: Universidad de la República.

- García, R., & García, M. (1994). *nitratos, nitritos y compuestos n - nitroso*. Mexico D:F: Centro panamericano de ecología humana y salud.
- Gomez, S. (2013). *Manejo y conservación de suelos*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Gonzalez, E. (6 de Septiembre de 2015). Intoxicación con nitratos en el valle de Ubaté y Chiquinquirá. (A. M. Triviño, & J. D. Buitrago Villamil, Entrevistadores)
- Gonzalez, H. (2005). *EL AZUFRE EN LOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA*. Chinchiná: CENICAFE.
- Grupo de innovación educativa. (2010). Prueba T para muestras independientes. Valencia: Universitat de València.
- Guitian, F., & Muñoz, M. (1995). *Efectos del encalado en los suelos ácidos. Anales de Edafología y Agrobiología*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Holenweger, D. (1976). *Temas de toxicología*. Ohio: Ohio state university.
- Hollmann, R. (2006). Bacillus Megaterium as a host for recombinant protein production. *Engineering Life Science*.
- Hristov, A. (2017). Introducción a la nutrición lechera. *Dairy production and management*. Pensilvania: Pensilvania State University.
- Hristov, A. (2017). *Nutrición de la Vaca Lechera*. Pennsylvania State University.
- Hristov, A. (2017). Requerimiento de nutrientes del ganado lechero. *Dairy production and management*. Pensilvania: Pensilvania State University.
- Instituto de Biotecnología. (2012). Relación entre respiración y fijación de nitrógeno. *Revista de divulgación institucional UNAM*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1973). *Métodos analíticos de laboratorio de suelos*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2016). *CONSIDERACIONES GENERALES PARA INTERPRETAR ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS*. Bogotá: LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS.
- Jackson, A. (2006). *Environmental Science*. Leicester: Longman group.
- James, D. (1990). *Soil Sample Collection and Handling: Technique Based on Source and Degree Field Variability*. Baltimore: SSSA.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

- Juarez, M. (2014). Hierro en sistema suelo - planta. *Jornadas de Agroquímica*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Jubb, K. (1984). *patologías de los animales domésticos*. Mexico D.F: interamericana.
- Kawas, J. (1996). *Determinación del perfil mineral de de especies forrajeras de cuatro zonas geográficas del litoral del golfo de Mexico*. Mexico DF.: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Kononova, M. (1966). *Soil Organic Matter*. Chicago: Pergamon Press.
- Kroneck, P. (2009). Structure of cytochrome c nitrite reductase. *Journal of biochemistry science*.
- Lora, S. (2014). *Factores que Afectan la Disponibilidad de Nutrientos para las plantas*. Bogotá: Sociedad colombiana de ciencia del suelo.
- Malavolta, E. (2006). *Manua de nutricao mineral en plantas*. Sao Paulo: Agronomica CERES.
- Maldonado, G. (1 de Abril de 2016). Cinco formas de evitar intoxicaciones en bovinos por nitratos en pastos. *Contexto Ganadero*.
- Marín, I. (2005). *Bioteología y Medio Ambiente*. Madrid: Ephemera.
- Martinez, A., & Sanchez, J. (2001). efectos del nitrato en la alimentacion de rumiantes . *Mundo veterinario* , 58-63.
- Martinez, F. d., & Ojeda, D. (2011). El exceso de nitratos: un problema actual en la agricultura. *Synthesis*, 11 - 16.
- Martinez, W. (2009). *Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría*. Produmedios.
- Mc Calla, A. (2004). Why does H⁺ become toxic to soil bacteria. *Soil Sciences Society*.
- Mebius, L. (1960). *A rapid method for the determination of organic carbon in soils*. Boston.
- Millar, C. (2000). *Soil fertility*. New York: John Wiley.
- Mora Valverde, D. (2012). ¿De qué manera se analizan los pastos de su finca en el laboratorio? *Seminario de Manejo Nutricional ENGORMIX*. Pereira.
- Ochoa, V. (2015). *Actividades Enzimáticas como Indicadores de Calidad del Suelo en Agroecosistemas Ecológicos*. Universidad de Jaen.
- Ortiz Bernad, I. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados*. Madrid: Universidad de Alcalá.

- Parada, R. (1987). Intoxicación por nitrato en bovinos lecheros en una pradera de ballica italiana. *Avances en ciencias veterinarias*, 65 - 68.
- Pla Sentis, I. (2006). Problemas de degradación de suelos en América Latina: evaluación de causas y efectos. *X Congreso ecuatoriano de la Ciencia del Suelo* (págs. 1 - 13). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. (2008). *Manual de fertilidad de suelos*. Montreal: University of Alberta.
- Purcel, C. A. (1971). *medicina veterinaria*. Barcelona: Oceano.
- Radostits, O. (2000). *Tratado de las enfermedades de ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. Pensilvania: Pensilvania State university.
- Reyes, N. (2000). *Determinación del valor nutritivo de los alimentos*. Managua: UNiversidad Nacional Agraria.
- Roth, G. (2017). Forage Production Systems. *Dairy Production and Management*. Pennsylvania State University.
- Roth, G. (2017). Grass Management in the farm. *Dairy production and management*. Pensilvania: Pensilvania State University.
- Roy, A. (1951). Some thoughts on the distribution earnings. *Oxford Economic Papers*, 135 - 145.
- Sanchez, M. (2005). *Endomicorrizas en Suelos Tropicales*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Santaella, G., & Gonzalez, A. (1965). Influencia del carbonato de calcio en las propiedades químicas de un suelo de la terraza de Villa Rica, Cauca. *Acta Agronómica*.
- Schlesinger, W. (2011). *Biogeochemistry: an analysis of gobal change*. San Diego: Academic Press.
- Smil, V. (1997). Abonos nitrogenados. *Investigación y ciencia*.
- SSSA. (1979). *Glossary of Soil Selenee Terms*. Baltimore.
- Suarez, F. (2008). *Conservación de suelos*. San Jose de Costa Rica: CATIE.
- Universidad de Costa Rica. (25 de Julio de 2018). *Centro de Investigación en Nutrición Animal*. Obtenido de Laboratorio de Bromatología de Forrajes: <http://www.cina.ucr.ac.cr/index.php/2015-10-28-20-54-43/laboratorio-de-bromatologia>

- Universidad de Navarra. (2014). *Ciclo del Nitrogeno*. Pamplona: Campus tecnológico universitario.
- Vary, P. (2007). Bacillus Megaterium from simple soil bacterium to industrial protein production host. *Application of microbiology and biotechnology*.
- Vergara, R. (2006). Collaria: insecto dañino del kikuyo, métodos de control. *V seminario internacional competitividad en carne y leche* (págs. 197 - 231). Medellín: COLANTA.
- Vivas, H. (2007). *Relación de Fósforo y Azufre asociada a la respuesta del doble cultivo trigo / soja en un suelo del centro de Santa Fé*. INTA: Buenos Aires.
- Walkley, A., & Black, I. (1934). An examination of the degilareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid filtration method. *Soli science*.
- White, H. (2009). *Theory-Based Impact evaluation: principles and practice*. Boston: International Initiative for Impact Evaluation.
- Yamada, T. (2005). Simposio discute relacoes entre nutricao mineral de plantas e outros fatores abioticos e a incidencia de doencas de plantas. *Informacoes Agronomicas*.
- Zagal, E. (2005). Indicadores de Calidad de la Mterioa orgánica del suelo en un Andisol Cultivado. *Agricultura Técnica*, 186-197.

14. ANEXOS





FERTILIDAD DEL SUELO

 Remitente:

Número de Certificado:	ASU 183422	Fecha Ingreso
Cultivo / Variedad	PASTOS_ / KIKUYO	
Municipio /Departamento / Finca	BOYACA / SAN MIGUEL DE SEMA / HACIENDA BAVIERA	Fecha Emisión
Identificación	BAVIERA C-1	

Parámetro	Valor	Calificación	Extracción / Método analítico / Referencia
pH	6,28	M	Pasta Saturación/Potenciométrico/Método Interno

Resultados Obtenidos

Parámetro	meq/100g	mg/Kg (p.p.m)	Calificación	Extracción / Método analítico / Referencia
Nitrógeno Amoniacal		39	A	NaCl / Colorimétrico / Método Interno
Nitrógeno Nítrico		129	B	Ac. Na / Colorimétrico / Método Interno

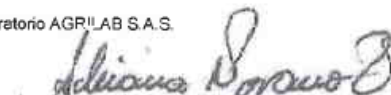
Este documento registra fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Los resultados contenidos en el presente, hacen referencia a la(s) muestra(s) analizadas en las fechas indicadas. El laboratorio no presta el servicio de muestreo en campo, en consecuencia no se responsabiliza de los perjuicios derivados de dicho proceso, así como de errores en la interpretación de los resultados. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al período comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión. Los valores de referencia están tomados de bases de datos internas de Agrilab S.A.S. y de las referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1996), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A."

El presente certificado no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.



MYRIAM BENEDECK LUGO
 Química Director Técnico PQ-1168

Página 1 de 1 - Fin del informe



ADRIANA NAVARRO URDANETA
 Lic. Química Coordinadora de Área

FERTILIDAD DEL SUELO

Remitente:

Número de Certificado:	ASU 184559	Fecha Ingreso
Cultivo / Variedad	NO_ESPECIFICADO / NO ESPECIFICADO	
Municipio / Departamento / Finca	CUNDINAMARCA / SIMIJACA / HACIENDA SAN LUIS	Fecha Emisión
Identificación	POTRERO 8-A	

Resultados Obtenidos

Parámetro	meq/100g *	mg/Kg (p.p.m)	Calificación	Extracción / Método analítico / Referencia
Nitrógeno Amoniacal		38		CaCl ₂ / Colorimétrico / Método Interno
Nitrógeno Nítrico		161		Ca ₂ Na / Colorimétrico / Método Interno

Este documento registra fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Los resultados contenidos en el presente, hacen referencia a la(s) muestra(s) analizadas en las fechas indicadas. El laboratorio no presta el servicio de muestreo en campo, en consecuencia no se responsabiliza de los perjuicios derivados de dicho proceso, así como de errores en la interpretación de los resultados. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión. Los valores de referencia están tomados de bases de datos internas de Agrilab S.A.S. y de las referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A."

El presente certificado no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.


MYRIAM BENECK LUGO
 Química Director Técnico PQ-1168

Página 1 de 1 - Fin del informe


ADRIANA NAVARRO URDANETA
 Lic. Química Coordinadora de Área

CERTIFICADO DE ANALISIS BROMATOLOGICO

Número de Certificado:	ABR 5249	Fecha Ingreso
Cultivo / Variedad	Pastos_ - Kikuyo	Fecha Emisión
Departamento / Municipio / Finca	Boyaca - San Miguel De Sema - Baviera	
Identificación	No Especificado - C-1	

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Humedad	-	82,1	%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Materia Seca	-	17,9	%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Cenizas	Fracción mineral	11,6	%	700° / Gravimétrico / Bernal 1994
Pérdidas por volatilización	-	88,4	%	700° / Gravimétrico / Bernal 1994

Fracción Orgánica

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Extracto Etéreo	Grasa	2,02	%	Eter / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra Cruda	FC	27,8	%	Mezcla ácida / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra detergente ácida	FDA	35,7	%	Método Interno
Fibra detergente neutra	FDN	60,5	%	Método Interno
Nitrógeno	N _T	3,45	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Proteína Cruda	PC	21,6	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Extracto no nitrogenado	-	37,0	%	Cálculo

Nutrientes

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Fósforo	P	0,44	%	MVH HNO ₃ HClO ₄ /Colorimétrico / NTC 234
Calcio	Ca	0,46	%	Absorción Atómica / Método Interno

Claves	Referente al servicio solicitado:	Referente al informe:
	N.S.: No solicitado M.I.: Muestra Insuficiente N.A.: No Aplica	- Resultados expresados en base seca - MVH: Mineralización Vía Húmeda. - Valor resaltado: Valor verificado

Este documento registra fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Los resultados contenidos en el presente, hacen referencia a la(s) muestra(s) analizadas en las fechas indicadas. El laboratorio no presta el servicio de muestreo en campo, en consecuencia no se responsabiliza de los perjuicios derivados de dicho proceso, así como de errores en la interpretación de los resultados. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión.

El presente certificado no puede ser reproducido parcial o total, excepto si se otorga permiso escrito por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.

MYRIAM BENDECK LUGO
Química Director Técnico PQ-1168

Página 1 de 1 - Fin del informe

ALVARO LEONARDO BRAVO ESPEJO
Químico Coordinador de Área (E) PQ-6254

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA

Calle 79 B No. 70 - 16 Bogotá, D.C. PBX: 223 1999 - Fax: 223 4087
Para quejas y reclamos comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

CERTIFICADO DE ANALISIS BROMATOLOGICO

Número de Certificado:	ABR 5334			Fecha Ingreso
Cultivo / Variedad	Pastos_ - Kikuyo			18/07/2018
Departamento / Municipio / Finca	Boyaca - San Miguel De Sema - Hacienda Baviera			Fecha Emisión
Identificación	No Especificado - Baviera C-1			02/08/2018

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Humedad	-	80,8	%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Materia Seca	-	19,2	%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Cenizas	Fracción mineral	9,54	%	700° / Gravimétrico / Bernal 1994
Pérdidas por volatilización	-	90,5	%	700° / Gravimétrico / Bernal 1994

Fracción Orgánica

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Extracto Etéreo	Grasa	4,85	%	Eter / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra Cruda	FC	39,0	%	Mezcla ácida / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra detergente ácida	FDA	27,8	%	Método Interno
Fibra detergente neutra	FDN	56,5	%	Método Interno
Nitrógeno	N _T	3,07	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Proteína Cruda	PC	19,2	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Extracto no nitrogenado	-	27,4	%	Cálculo

Nutrientes

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Fósforo	P	0,45	%	MVH HNO ₃ /HClO ₄ /Colorimétrico / NTC 234
Calcio	Ca	0,44	%	Absorción Atómica / Método Interno

Claves	Referente al servicio solicitado:	Referente al informe:
	N.S: No solicitado M.L: Muestra Insuficiente N.A: No Aplica	-Resultados expresados en base seca -MVH: Mineralización Vía Húmeda. -Valor resaltado: Valor verificado

Este documento registra fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Los resultados contenidos en el presente, hacen referencia a la(s) muestra(s) analizadas en las fechas indicadas. El laboratorio no presta el servicio de muestreo en campo, en consecuencia no se responsabiliza de los perjuicios derivados de dicho proceso, así como de errores en la interpretación de los resultados. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión.

El presente certificado no puede ser reproducido parcial o total, excepto si se otorga permiso escrito por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.

Myriam Bendeck Lugo

MYRIAM BENDECK LUGO
Química Director Técnico PQ-1168

Página 1 de 1 - Fin del informe

Andrés Moreno O.
ALVARO ANDRES MORENO O.
Químico Coordinador de Área PQ-5067

FERTILIDAD DEL SUELO

Remitente:

Número de Certificado:	ASU 183422	Fecha Ingreso
Cultivo / Variedad	PASTOS_ / KIKUYO	
Municipio /Departamento / Finca	BOYACA / SAN MIGUEL DE SEMA / HACIENDA BAVIERA	Fecha Emisión
Identificación	BAVIERA C-1	
Parámetro	Valor	Calificación
pH	6,28	M
Extracción / Método analítico / Referencia		
Pasta Saturación/Potenciométrico/Método Interno		

Resultados Obtenidos

Parámetro	meq/100g	mg/Kg (p.p.m)	Calificación	Extracción / Método analítico / Referencia
Nitrógeno Amoniacal		79	A	NaCl / Colorimétrico / Método Interno
Nitrógeno Nitrico		165	B	Ac. Na / Colorimétrico / Método Interno

Este documento registra fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Los resultados contenidos en el presente, hacen referencia a la(s) muestra(s) analizadas en las fechas indicadas. El laboratorio no presta el servicio de muestreo en campo, en consecuencia no se responsabiliza de los perjuicios derivados de dicho proceso, así como de errores en la interpretación de los resultados. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión. Los valores de referencia están tomados de bases de datos internas de Agrilab S.A.S. y de las referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A."

El presente certificado no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.


MYRIAM BENDECK LUGO
 Química Director Técnico PQ-1168

Página 1 de 1 - Fin del informe


ADRIANA NAVARRO URDANETA
 Lic. Química Coordinadora de Área

CERTIFICADO DE ANALISIS BROMATOLOGICO

Número de Certificado:	ABR 5222		Fecha Ingreso
Cultivo / Variedad	Pasto_Kikuyo - No Especificado		
Departamento / Municipio / Finca	Cundinamarca - Simijaca		Fecha Emisión
Identificación	No Especificado - Potrero 8A (64Dias)		

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Humedad	-	80,9	%	70 °C / Gravimétrico / Bernal 1994
Materia Seca	-	19,1	%	70 °C / Gravimétrico / Bernal 1994
Cenizas	Fracción mineral	10,9	%	700° / Gravimétrico / Bernal 1994
Pérdidas por volatilización	-	89,1	%	700° / Gravimétrico / Bernal 1994

Fracción Orgánica

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Extracto Etéreo	Grasa	3,06	%	Eter / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra Cruda	FC	30,6	%	Mezcla ácida / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra detergente ácida	FDA	27,8	%	Método Interno
Fibra detergente neutra	FDN	62,0	%	Método Interno
Nitrógeno	N _T	2,97	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Proteína Cruda	PC	18,6	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Extracto no nitrogenado	-	36,8	%	Cálculo

Nutrientes

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Fósforo	P	0,36	%	MVH HNO ₃ :HClO ₄ Colorimétrico / NTC 234
Calcio	Ca	0,45	%	Absorción Atómica / Método Interno

Claves	Referente al servicio solicitado: N.S.: No solicitado M.I.: Muestra Insuficiente N.A.: No Aplica	Referente al informe: -Resultados expresados en base seca -MVH: Mineralización Vía Húmeda. -Valor resaltado: Valor verificado
---------------	---	--

Este documento registra fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Los resultados contenidos en el presente, hacen referencia a la(s) muestra(s) analizadas en las fechas indicadas. El laboratorio no presta el servicio de muestreo en campo, en consecuencia no se responsabiliza de los perjuicios derivados de dicho proceso, así como de errores en la interpretación de los resultados. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión.

El presente certificado no puede ser reproducido parcial o total, excepto si se otorga permiso escrito por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA

Calle 79 B No. 70 - 16 Bogotá, D.C. PBX: 223 1999 - Fax: 223 4087
 Para quejas y reclamos comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

CERTIFICADO DE ANALISIS BROMATOLOGICO

Número de Certificado:	ABR 5223	Fecha Ingreso
Cultivo / Variedad	Pasto_Kikuyo - No Especificado	Fecha Emisión
Departamento / Municipio / Finca	Cundinamarca - Simijaca - Hacienda San Luis	
Identificación	No Especificado - Potrero 8B (64Dias)	

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Humedad	-	77,9	%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Materia Seca	-	22,1	%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Genizas	Fracción mineral	9,87	%	700° / Gravimétrico / Bernal 1994
Pérdidas por volatilización	-	90,1	%	700° / Gravimétrico / Bernal 1994

Fracción Orgánica

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Extracto Etéreo	Grasa	3,16	%	Etér / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra Cruda	FC	30,5	%	Mezcla ácida / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra detergente ácida	FDA	30,4	%	Método Interno
Fibra detergente neutra	FDN	66,7	%	Método Interno
Nitrógeno	N _T	2,81	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Proteína Cruda	PC	17,6	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Extracto no nitrogenado	-	38,9	%	Cálculo

Nutrientes

Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Fósforo	P	0,41	%	MVH HNO ₃ -HClO ₄ /Colorimétrico / NTC 234
Calcio	Ca	0,52	%	Absorción Atómica / Método Interno

Claves	Referente al servicio solicitado:	Referente al informe:
	N.S.: No solicitado	-Resultados expresados en base seca
	M.I.: Muestra Insuficiente	-MVH: Mineralización Via Húmeda.
	N.A.: No Aplica	-Valor resaltado: Valor verificado

Este documento registra fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Los resultados contenidos en el presente, hacen referencia a la(s) muestra(s) analizadas en las fechas indicadas. El laboratorio no presta el servicio de muestreo en campo, en consecuencia no se responsabiliza de los perjuicios derivados de dicho proceso, así como de errores en la interpretación de los resultados. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión.

El presente certificado no puede ser reproducido parcial o total, excepto si se otorga permiso escrito por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.

MYRIAM BENDECK LUGO
 Química Director Técnico PQ-1168

Página 1 de 1 - Fin del informe

Andrés Moreno O.
ALVARO ANDRÉS MORENO O.
 Químico Coordinador de Área PQ-5067

ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELOS

CULTIVO: PASTOS

Departamento: CUNDINAMARCA Ciudad: SIMIJACA

Remitente: AGROFINO CONSULTORES S.A.S

No. Laboratorio	Identificación	N-NH4	N-NO3	P	S	K	Ca	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		p.p.m.													
166503	Muestra 1 - Sección	46	55	434	41	1544	4440	1177	177	N.A.	46	35	0,46	79	0,67
166504	Muestra 2 - Sección 1	54	74	30	25	624	4900	1203	193	N.A.	26	24	0,18	27	0,74
166505	Muestra 3 - Sección 2	43	45	28	51	86	7400	847	106	N.A.	17	17	0,09	8,3	0,58
166506	Muestra 4 - Sección 3	61	53	125	28	566	4400	762	140	N.A.	59	24	0,44	34	0,7
166507	Muestra 5 - Sección 1	53	72	140	30	546	4100	962	108	N.A.	71	36	0,41	32	0,76

Atentamente,

MYRIAM BENDECK LUGO
Química Director Técnico PQ-1168

Página 2 de 6

PAOLA DÍAZ PINTO
Química Coordinadora de Área - PQ 3257



INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO – CARACTERIZACIÓN Q-03
GESTIÓN AGROLÓGICA

FECHA DE REALIZACIÓN
AAAA-MM-DD

No. DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	GRAVIMETRÍA			CLASIFICACIÓN TEXTURAL	GRUELA %	RELACIÓN DE pH	pH	PW	ACIDEZ NITROCAMBIALES (mmol-Hg)	S.A.I. %	SALINIDAD		CARBONATO DE CALCIO		CARGA ORGANICA %	CARGA TOTAL %
		ARENA %	LIMO %	ARCILLA %								CE (psm)	PSI	Carbonato*	Carbonato %		
MQ1-19787	HACIENDA SAVERIA	70.3	22.8	6.9	FA*	N.A.	1.3	5.4	13.84	0.41	0.59	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	45.44

COMPLEJO DE CAMBIO (mg/kg)						S.S. %	ELEMENTOS MENORES (mg/kg)					mg/kg			NITRÓGENO TOTAL %	AZUFRE TOTAL %	FÓSFORO DISPONIBLE (mg/kg)
CC	Ca	Mg	K	Na	S.T.		Mn	Pb	Zn	Cu	B	S	N-NH	N-NO			
91.288	58.296	8.071	1.506	0.535	66.408	74.95	39.90	369.50	9.36	2.72	1.97	90.16	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	40.96

Observaciones:

REVISIÓN		REPETICIONES				
TIPO ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	No. LABORATORIO	PROPIEDAD	CAUSA NO CONFORMIDAD	RESULTADO	DATO ORIGINAL
COHERENCIA Y CORRELACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>					
Vob: FUNCIONARIO RESPONSABLE						
			FIRMA			
			FECHA			

No. DE LABORATORIO	Tipo de muestra	N Campo (perfil)	OXIDANTES DE AMONIO	Unidad	LIMITE INFERIOR OXIDANTES DE AMONIO	LIMITE SUPERIOR OXIDANTES DE AMONIO	OXIDANTES DE NITRITO	Unidad	LIMITE INFERIOR OXIDANTES DE NITRITO
MB1-25245	SUELO	M1H	>5.9x10 ⁶	NMP/g	-	-	3.4x10 ⁴	NMP/g	1.0x10 ⁴

LIMITE SUPERIOR OXIDANTES DE NITRITO	AMONIFICANTES	Unidad	LIMITE INFERIOR AMONIFICANTES	LIMITE SUPERIOR AMONIFICANTES	DENTRIFICANTES	Unidad	LIMITE INFERIOR DENTRIFICANTES	LIMITE SUPERIOR DENTRIFICANTES	FIXADORES DE NITRÓGENO LIBRES
1.1x10 ⁵	1.8x10 ⁴	NMP/g	5.5x10 ³	6.0x10 ⁴	>5.9x10 ⁴	NMP/g	-	-	0.9

Unidad
UFC/g

OBSERVACIONES
NINGUNA.

	Suelos en condiciones naturales de bosque o con buenas prácticas de manejo	Suelos naturales con coberturas resacas, pastizales o rastrojos recientes	Suelos sometidos a prácticas inapropiadas o bajo monocultivos y/o bajo condiciones ambientales adversas
Nitrificantes	>1,00E+06	1,00E+05 a 1,00E+06	<1,00E+05
Amonificantes	>1,00E+07	1,00E+04 a 1,00E+07	<1,00E+04
Dentrificantes	<1,00E+04	1,00E+04 a 1,00E+05	>1,00E+05
Fixadores de Nitrógeno	>1,00E+05	1,00E+04 a 1,00E+05	<1,00E+04


* Pueden ocurrir valores elevados bajo prácticas de fertilización excesiva con fuente nitrogenada lábil.

	Suelos en condiciones naturales de bosque o con buenas prácticas de manejo	Suelos naturales con coberturas resacas, pastizales o rastrojos recientes	Suelos sometidos a prácticas inapropiadas o bajo monocultivos y/o bajo condiciones ambientales adversas
Bacterias	> 1E+16	1E+04 a 1E+06	< 1E+04
Hongos	> 1E+14	1E+03 a 1E+04	< 1E+03
Actinomicetos	> 1E+15	1E+01 a 1E+05	< 1E+04
Fixadores de Nitrógeno	>1E+05	1E+04 a 1E+05	<1E+04
Solubilizadores de fosfato	<1E+04	1E+04 a 1E+06	>1E+06
Celulolíticos	<1E+04	1E+04 a 1E+06	>1E+06
Pseudomonas fluorescens	≥1E+05	1E+04 - 1E+05	<1E+04
Grupo Solenovello	No detectado	No detectado	Detectado

INTERPRETACIÓN

Puesto que el suelo presenta una alta variabilidad dependiendo del orden de suelos, las condiciones ambientales en las que se desarrolló, aspectos de manejo y adicionalmente la variación espacial que ocurre en las partículas que lo conforman, los clientes deben recurrir a condonamientos acerca de los aspectos antes mencionados para llevar a una comprensión e interpretación apropiada de sus resultados. Esto se cumple en el laboratorio cuando el cliente solicita asesoría. La tabla anexa ayuda a interpretar los resultados obtenidos.

Indicador certificado con número de serie según lista después de emisión * según: 215-1-20000. UFC Unidades Formadoras de Colonias, N.A. No Agria, N.C. No detectado, D. Detectado. Confianza del valor NMP: Tolerancia Máxima Posible: 95%. El dato de análisis se expresa en el intervalo: Límite inferior <NMP < Límite superior.
NOTA: Los resultados reportados en la tabla de arriba y los anexos se refieren a la muestra de suelo que se analizó. Los resultados de los análisis de agua y agua de riego se refieren a la muestra de agua y agua de riego que se analizó. La información técnica por el Laboratorio Nacional de Suelos, se brinda en idioma de inglés (inglés) y portugués por el cliente. Para cualquier duda o sugerencia, comunicarse al Instituto del Laboratorio Nacional de Suelos C/ta 30 11- 45-01, Teléfono: 2664115 o 2664000 Ext. 4216, Email: laboratorio@igac.gov.co. Prohibida la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio.
Para consultar la legislación, comunicación o planes al Laboratorio Nacional de Suelos C/ta 30 11- 45-01, Teléfono: 2664115 o 2664000 Ext. 4216, Email: laboratorio@igac.gov.co. Prohibida la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio.

	RESULTADOS MICROBIOLOGIA 802 RESULTADOS ANÁLISIS BIOLÓGICO DE SUSTRATOS Y AGUAS - MICROBIOLOGÍA GRUPO INTERNO DE TRABAJO LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS	FECHA DE REALIZACIÓN
		AAAA-MM-DD

Condición de la muestra	Explicación:
APROBADA	

Método	Condiciones específicas o ambientales del método	Incertidumbre estimada (Si aplica)	Límite de detección (Si aplica)	Límite de cuantificación (Si aplica)
Amorificantes. Fermentación tubos múltiples, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fijadores de nitrógeno. Conteo en placa por método de suscripción	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Dentrificantes. Fermentación tubos múltiples, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Nitrificantes (oxidantes de amonio y nitró): Fermentación tubos múltiples, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

CONVERSIÓN DE UNIDADES(CUANDO SE REQUIERA)

N.A.

Cualquier inquietud puede comunicarse con:

VLADIMIR PAEZ 3634000 EXT 91507

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA B02										FECHA DE REALIZACIÓN	
RESULTADOS ANÁLISIS BIOLÓGICO DE SUSTRATOS Y AGUAS - MICROBIOLOGÍA										AAAA-MM-DD	
GRUPO INTERNO DE TRABAJO LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS											
No. DE LABORATORIO	Tipo de muestra	Id Campo (PerR)	OXIDANTES DE AMONIO	Unidad	LIMITE INFERIOR OXIDANTES DE AMONIO	LIMITE SUPERIOR OXIDANTES DE AMONIO	OXIDANTES DE NITRITO	Unidad	LIMITE INFERIOR OXIDANTES DE NITRITO		
MB1-19187	SUELO	HACIENDA BAVIERA	>5,8x10 ⁵	NMP/g	-	-	2,8x10 ⁴	NMP/g	7,8x10 ³		
LIMITE SUPERIOR OXIDANTES DE NITRITO	AMONIFICANTES	Unidad	LIMITE INFERIOR AMONIFICANTES	LIMITE SUPERIOR AMONIFICANTES	IDENTIFICANTES	Unidad	LIMITE INFERIOR IDENTIFICANTES	LIMITE SUPERIOR IDENTIFICANTES	FIJADORES DE NITRÓGENO LIBRES		
8,5x10 ⁴	8,8x10 ⁵	NMP/g	2,7x10 ⁵	2,8x10 ⁶	885,8	NMP/g	207,8	2,3x10 ³	2,8x10 ⁶		
Unidad											
UFC/g											
OBSERVACIONES											
NINGUNA.											

	Suelos en condiciones naturales de bosque o con buenas prácticas de manejo	Suelos naturales con coberturas raras, pastizales o rastrojos recientes	Suelos sometidos a prácticas inadecuadas o bajo monocultivos y/o bajo condiciones ambientales adversas
Nitrificantes	>1,00E+06	1,00E+05 a 1,00E+06	<1,00E+05
Amonificantes	>1,00E+07	1,00E+04 a 1,00E+07	<1,00E+04
Denitrificantes	<1,00E+04	1,00E+04 a 1,00E+05	>1,00E+05
Oxidantes de Azufre	>1,00E+05	1,00E+04 a 1,00E+05	<1,00E+04


* Pueden ocurrir valores elevados bajo prácticas de fertilización excesiva con fuente nitrogenado lábil.

	Suelos en condiciones naturales de bosque o con buenas prácticas de manejo	Suelos naturales con coberturas raras, pastizales o rastrojos recientes	Suelos sometidos a prácticas inadecuadas o bajo monocultivos y/o bajo condiciones ambientales adversas
Bacterias	> 1E+06	1E+04 a 1E+06	< 1E+04
Hongos	> 1E+04	1E+03 a 1E+04	< 1E+03
Actinomicetos	> 1E+05	1E+04 a 1E+05	= 1E+04
Fijadores de Nitrógeno	>1E+05	1E+04 a 1E+05	<1E+04
Solubilizadores de fosfato	<1E+04	1E+04 a 1E+06	>1E+06
Coliformos	<1E+04	1E+04 a 1E+06	>1E+06
Pseudomonas fluorescences	2E+05	1E+04 - 1E+05	<1E+04
Grupo Selenomonas	No detectado	No detectado	Detectado

INTERPRETACIÓN

Las densidades de organismos son representativas de sistemas agropecuarios que han tenido buen manejo o lugares no disturbados por el hombre correspondiente a sitios con cobertura vegetal alta o raras. Debido a que el suelo es una matriz compleja generada por la alta variabilidad dependiendo del orden de suelos, las condiciones ambientales de manejo en las que se desarrolló y adicionalmente la variación espacial que ocurre en sus partículas, no existe criterios definidos para establecer que densidades de organismos amonificantes, denitrificantes, nitrificantes (oxidantes de amonio y de nitrato), fijadores de nitrógeno libres son los esperados en una muestra. Por lo que los clientes deben recurrir a conocimientos acerca de los aspectos antes mencionados para llevar a una comprensión e interpretación apropiada de sus resultados. Esto se cumple en el laboratorio cuando el cliente solicita asesoría.

Información científica con fines de consulta de acuerdo al artículo 175 de la Ley 20080 - UFCO Unidades Formadoras de Cooperativas, S.A. No. Aplica, N.D. No detectado, D. Detectado. Conflicto de valor NMP: Número Más Probable. UFN: Si solo se analiza se expresa en un intervalo. Límite inferior = NMP - Límite superior.
 Información científica con fines de consulta de acuerdo al artículo 175 de la Ley 20080 - UFCO Unidades Formadoras de Cooperativas, S.A. No. Aplica, N.D. No detectado, D. Detectado. Conflicto de valor NMP: Número Más Probable. UFN: Si solo se analiza se expresa en un intervalo. Límite inferior = NMP - Límite superior.
 Información científica con fines de consulta de acuerdo al artículo 175 de la Ley 20080 - UFCO Unidades Formadoras de Cooperativas, S.A. No. Aplica, N.D. No detectado, D. Detectado. Conflicto de valor NMP: Número Más Probable. UFN: Si solo se analiza se expresa en un intervalo. Límite inferior = NMP - Límite superior.
 Información científica con fines de consulta de acuerdo al artículo 175 de la Ley 20080 - UFCO Unidades Formadoras de Cooperativas, S.A. No. Aplica, N.D. No detectado, D. Detectado. Conflicto de valor NMP: Número Más Probable. UFN: Si solo se analiza se expresa en un intervalo. Límite inferior = NMP - Límite superior.

	RESULTADOS MICROBIOLOGÍA B02 RESULTADOS ANÁLISIS BIOLÓGICO DE SUSTRATOS Y AGUAS - MICROBIOLOGÍA GRUPO INTERNO DE TRABAJO LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS	FECHA DE REALIZACIÓN AAAA-MM-DD
	(Empty space for additional information)	

Condición de la muestra	Explicación:
APROBADA	

Método	Condiciones específicas o ambientales del método	Incertidumbre estimada (SI aplica)	Límite de detección (SI aplica)	Límite de cuantificación (SI aplica)
Amorificantes: Fermentación tubo múltiple, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Reductores de nitrógeno: Conteo en placa por <u>membrana en superficie</u>	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Densificantes: Fermentación tubo múltiple, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Nitrificantes (oxidantes de amonio y nitró): Fermentación tubo múltiple, Conteo por <u>Número Más Probable</u>	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

CONVERSIÓN DE UNIDADES(CUANDO SE REQUIERA)

N.A.

Cualquier inquietud puede comunicarse con:

VLADIMIR PAEZ 3634000 EXT 91676

No. DE LABORATORIO	Tipo de muestra	Id Campo (Perfil)	OXIDANTES DE AMONIO	Unidad	LÍMITE INFERIOR OXIDANTES DE AMONIO	LÍMITE SUPERIOR OXIDANTES DE AMONIO	OXIDANTES DE NITRITO	Unidad	LÍMITE INFERIOR OXIDANTES DE NITRITO
MS1-31077	SUELO	HACIENDA SAN LUIS	4.4x10 ⁴	NM/fg	1.3x10 ⁴	1.5x10 ⁵	<1.8x10 ³	NM/fg	-

LÍMITE SUPERIOR OXIDANTES DE NITRITO	AMONIFICANTES	Unidad	LÍMITE INFERIOR AMONIFICANTES	LÍMITE SUPERIOR AMONIFICANTES	DENITRIFICANTES	Unidad	LÍMITE INFERIOR DENITRIFICANTES	LÍMITE SUPERIOR DENITRIFICANTES	FIXADORES DE NITRÓGENO LIBRES
-	3.9x10 ⁶	NM/fg	1.2x10 ⁶	1.3x10 ⁷	2.9x10 ³	NM/fg	857.2	9.4x10 ³	8.8x10 ⁶

Unidad
UFC/g

OBSERVACIONES
NINGUNA.

	Suelos en condiciones naturales de bosque o con buenas prácticas de manejo	Suelos naturales con coberturas rasantes, pastizales o rastrojos recientes	Suelos sometidos a prácticas inapropiadas o bajo monocultivos y/o bajo condiciones ambientales adversas
Nitrificantes	>1.00E+06	1.00E+05 a 1.00E+06	<1.00E+05
Amonificantes	>1.00E+07	1.00E+04 a 1.00E+07	<1.00E+04
Denitrificantes	<1.00E+04	1.00E+04 a 1.00E+05	>1.00E+05
Oxidantes de Sulfuro	>1.00E+05	1.00E+04 a 1.00E+05	<1.00E+04


* Pueden ocurrir valores elevados bajo prácticas de fertilización excesiva con fuente nitrogenada lábil.

	Suelos en condiciones naturales de bosque o con buenas prácticas de manejo	Suelos naturales con coberturas rasantes, pastizales o rastrojos recientes	Suelos sometidos a prácticas inapropiadas o bajo monocultivos y/o bajo condiciones ambientales adversas
Bacterias	> 1E+06	1E+04 a 1E+06	< 1E+04
Hongos	> 1E+04	1E+03 a 1E+04	< 1E+03
Actinomicetos	> 1E+05	1E+04 a 1E+05	< 1E+04
Fixadores de nitrógeno	>1E+05	1E+04 a 1E+05	<1E+04
Solubilizadores de fosfato	<1E+04	1E+03 a 1E+06	>1E+06
Celulolíticos	<1E+04	1E+03 a 1E+06	>1E+06
Pseudoomonas	>1E+05	1E+04 - 1E+05	<1E+04
Fluorescentes			
Grupo del género	No detectado	No detectado	Detectado

INTERPRETACIÓN
Es de recordar que el proceso de fijación de nitrógeno lleva el siguiente orden: actúan primero los fijadores de nitrógeno, luego los amonificantes, después los nitrificantes y por último los denitrificantes, así los fijadores transforman el nitrógeno en NH₃ que es transformado por los amonificantes en NH₄ que es usado por los nitrificantes para producir nitratos que pueden usar las plantas y los denitrificantes que lo liberan nuevamente en forma de N₂.

Los resultados muestran valores altos de fijadores de nitrógeno libre, medios de amonificantes, bajos de nitrificantes, y bajos de denitrificantes. lo cual es lógico si se tiene en cuenta el clima desértico al inicio, pero entender por que pasa esto implica conocer la historia del sitio donde se tomaron las muestras su uso histórico y presente, el manejo de los terrenos, el clima, la heterogeneidad macro y micro del terreno que influye en la distribución del agua y nutrientes, así igual que la distribución de meso y macrofauna que participa en este proceso, la tablas anexas ayudan a interpretar estos resultados pero debe manejarse con mesura y anteponiendo lo dicho anteriormente.

Metodo clasifica con numero de celda según cifra decimales de actividad * según: 015 = 20000; UFC Unidades Formadoras de Colonias; N.A. No Activo; N.D. No detectado; D. Detectado. Confianza del valor NM/ Número Más Probable 95%. El dato del análisis se expresa en el formato: Límite inferior < NM/ < Límite superior.
NOTA: Las prácticas recomendadas en la tabla de arriba y las activadas por las 4 celdas de arriba se refieren a las condiciones de campo. Las tablas de arriba se refieren a las condiciones de laboratorio. Los resultados se expresan en el formato: Límite inferior < NM/ < Límite superior. La información presentada por el laboratorio nacional de suelos, se basa en el estado de los resultados.
El presente es un informe preliminar de resultados. Recomendamos la revisión al laboratorio nacional de suelos, c/a 25 de mayo, número 26060-01, avenida 14 de agosto, ciudad de Bogotá, D.C. 050131, teléfono: 3105 4000, correo electrónico: gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co.
El presente es un informe preliminar de resultados. Recomendamos la revisión al laboratorio nacional de suelos, c/a 25 de mayo, número 26060-01, avenida 14 de agosto, ciudad de Bogotá, D.C. 050131, teléfono: 3105 4000, correo electrónico: gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co, gic@colciencias.gov.co.

	RESULTADOS MICROBIOLOGÍA B02 RESULTADOS ANÁLISIS BIOLÓGICO DE SUSTRATOS Y AGUAS - MICROBIOLOGÍA GRUPO INTERNO DE TRABAJO LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS	FECHA DE REALIZACIÓN AAAA-MM-DD

Condición de la muestra	Explicación:
APROBADA	


Método	Condiciones específicas o ambientales del método	Incertidumbre estimada (Si aplica)	Límite de detección (Si aplica)	Límite de cuantificación (Si aplica)
Amonificantes: Fermentación tubo múltiple, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fijadores de nitrógeno: Conteo en placa por <u>membrana en superficie</u>	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Densificantes: Fermentación tubo múltiple, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Nitrificantes (oxidantes de amonio y nitró): Fermentación tubo múltiple, Conteo por <u>Número Más Probable</u>	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

CONVERSIÓN DE UNIDADES(CUANDO SE REQUIERA)

N.A.

Cualquier inquietud puede comunicarse con:

VLADIMIR PAEZ 3694000 EXT 91507

	RESULTADOS MICROBIOLOGIA B02 RESULTADOS ANÁLISIS BIOLÓGICO DE SUSTRATOS Y AGUAS - MICROBIOLOGÍA GRUPO INTERNO DE TRABAJO LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS							FECHA DE REALIZACIÓN	
								AAAA-MM-DD	

No. DE LABORATORIO	Tipo de muestra	Id Campo (perfil)	OXIDANTES DE AMONIO	Unidad	LIMITE INFERIOR OXIDANTES DE AMONIO	LIMITE SUPERIOR OXIDANTES DE AMONIO	OXIDANTES DE NITRITO	Unidad	LIMITE INFERIOR OXIDANTES DE NITRITO
M81-31075	SUELO	VEREDA SASARANCA HACIENDA BAVERIA	3.3x10 ⁴	NMFlg	0.5x10 ³	0.8x10 ⁴	3.8x10 ⁴	NMFlg	1.2x10 ⁴
LIMITE SUPERIOR OXIDANTES DE NITRITO	AMONIFICANTES	Unidad	LIMITE INFERIOR AMONIFICANTES	LIMITE SUPERIOR AMONIFICANTES	DENITRIFICANTES	Unidad	LIMITE INFERIOR DENITRIFICANTES	LIMITE SUPERIOR DENITRIFICANTES	FLUJOS DE NITRÓGENO LIBRES
1.3x10 ⁵	8.8x10 ⁴	NMFlg	2.1x10 ⁴	2.2x10 ⁵	4.5x10 ³	NMFlg	1.4x10 ³	1.5x10 ⁴	4.5x10 ⁵
Unidad									
UFC/g									
OBSERVACIONES									
NINGUNA.									

	Suelos en condiciones naturales de bosque o con buenas prácticas de manejo	Suelos naturales con coberturas rasantes, pastizales o rastrojos recientes	Suelos sometidos a prácticas inadecuadas o bajo monocultivos y/o bajo condiciones ambientales estresantes
Nitrificantes	>1.00E+06	1.00E+05 a 1.00E+06	<1.00E+05
Amonificantes	>1.00E+07*	1.00E+04 a 1.00E+07	<1.00E+04
Denitrificantes	<1.00E+04	1.00E+04 a 1.00E+05	>1.00E+05
Oxidantes de Azufre	>1.00E+06	1.00E+04 a 1.00E+06	<1.00E+04

* Pueden ocurrir valores elevados bajo prácticas de fertilización excesiva con fuente nitrogenada lábil.


	Suelos en condiciones naturales de bosque o con buenas prácticas de manejo	Suelos naturales con coberturas rasantes, pastizales o rastrojos recientes	Suelos sometidos a prácticas inadecuadas o bajo monocultivos y/o bajo condiciones ambientales estresantes
Bacterias	>1E+06	1E+04 a 1E+06	<1E+04
Fongos	>1E+04	1E+03 a 1E+04	<1E+03
Actinomicetos	>1E+05	1E+01 a 1E+05	<1E+01
Fijadores de Nitrógeno	>1E+05	1E+01 a 1E+05	<1E+01
Solubilizadores de fosfato	<1E+04	1E+03 a 1E+06	>1E+06
Celulolíticos	<1E+04	1E+03 a 1E+06	>1E+06
Pseudomonas	≥1E+05	1E+04 - 1E+05	<1E+04
Bacterias	No detectado	No detectado	Detectado

INTERPRETACIÓN

El proceso de fijación de nitrógeno lleva el siguiente orden: actúan primero los fijadores de nitrógeno, luego los amonificantes, después los nitrificantes y por último los denitrificantes, así los fijadores transforman el nitrógeno en NH3 que es transformado por los amonificantes en NH4 que es usado por los nitrificantes para producir nitratos y nitratos que pueden usar las plantas y los denitrificantes que lo liberan nuevamente en forma de N2.

Los resultados muestran valores altos de fijadores de nitrógeno libre, medios de amonificantes, bajos de nitrificantes, y bajos de denitrificantes (lo cual lo sitúa en condiciones de suelo naturales, y con buena cobertura vegetal), lo cual es lógico si se tiene en cuenta el ciclo descrito al inicio, pero entender por que pasa esto implica conocer la historia del sitio donde se tomaron las muestras su uso histórico y presente, el manejo de los terrenos, el clima, la heterogeneidad macro y micro del terreno que influye en la distribución del agua y nutrientes, al igual que la distribución de meso y macrofauna que participa en este proceso, la tablas anexas ayudan a interpretar estos resultados pero debe manejarse con mesura y anteponiendo lo dicho anteriormente.

Resultado científico con número de serie según año después del análisis: * año: 2015 + 200800. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. N.A. No Aplica, N.I. No Indica, N.D. No detectado, D. Detectado. Confianza del valor NMP: Número Más Probable 95%. Si dato del análisis se expresa en un intervalo: Límite inferior + NMP + Límite superior.
 Nota: La metodología empleada en el tipo de análisis y los métodos por los que se trabajó en el presente informe se basan en el protocolo de la Organización Mundial de Sanidad e Higiene (OMS) y el método de la Organización Mundial de Sanidad e Higiene (OMS) para el análisis de agua y suelo.
 Preguntas por el cliente: Favor contactar al Ingeniero, Coordinador o Medico del Laboratorio Nacional de Suelos C/ta 30 70 4053, Teléfono: 300 4710 o 300 4703 ext: 4070, Mail: laboratorio@igac.gov.co o laboratorio@igac.gov.co para la distribución gratuita del Laboratorio.
 Favor contactar al Ingeniero, Coordinador o Medico del Laboratorio Nacional de Suelos C/ta 30 70 4053, Teléfono: 300 4710 o 300 4703 ext: 4070, Mail: laboratorio@igac.gov.co o laboratorio@igac.gov.co para la distribución gratuita del Laboratorio.

	RESULTADOS MICROBIOLOGÍA B02 RESULTADOS ANÁLISIS BIOLÓGICO DE SUSTRATOS Y AGUAS - MICROBIOLOGÍA GRUPO INTERNO DE TRABAJO LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS	FECHA DE REALIZACIÓN
		AAAA-MM-DD

Condición de la muestra	Explicación:
APROBADA	

Método	Condiciones específicas o ambientales del método	Incertidumbre estimada (SI aplica)	Límite de detección (SI aplica)	Límite de cuantificación (SI aplica)
Aerobios: Fermentación tubos múltiples, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Reductores de nitrógeno: Conteo en placa por siembra en superficie	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Dentrificantes: Fermentación tubos múltiples, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Nitrificantes (contantes de amonio y nitró): Fermentación tubos múltiples, Conteo por Número Más Probable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

CONVERSIÓN DE UNIDADES (CUANDO SE REQUIERA)

N.A.

Cualquier inquietud puede comunicarse con:

VLADIMIR PAEZ 3694000 EXT 91507