



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



Trabajo final Componente Práctico de Examen Complexivo
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Análisis de la eficiencia agronómica del nitrógeno en los
cultivos forrajeros en el Ecuador”

AUTOR:

Eduardo Alberto Manzo Sánchez

TUTOR:

Ing. Agr. Tito Xavier Bohórquez Barros, MBA

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020

DEDICATORIA

Se lo dedico a Dios por que él ha permitido realizarlo y llegar hasta donde estoy, quien me ha permitido afrontar los retos y adversidades.

A mis padres por ser el pilar fundamental en mi vida, por guiarme y apoyarme en decisiones que me permiten mejorar, y brindarme la ayuda y fortaleza para afrontar las adversidades y los retos de la vida.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por que el permitió llegar a donde estoy, brindándome la salud y así cumplir con lo necesario para poder llegar hasta estas instancias.

Agradezco a mis padres por que fueron el pilar fundamental en mi etapa académica, y son quienes me apoyan para lograr cumplir con las actividades y proyectos que se me fueron asignadas. Y a mi familia por apoyarme en las decisiones y proyectos que se dieron durante mi etapa académica.

A la Universidad Técnica de Babahoyo por abrirme las puertas y permitir formar parte de ella, la misma que permitió mi formación académica.

A todos los profesores que me brindaron sus conocimientos que me serán de mucha ayuda la nuestra vida tanto laboral y personal, y por los que nos inspiraron y nos guiaron con sus consejos a ser mejores y no conformarnos con lo mínimo.

A mis amigos y compañeros con quienes compartí bellos recuerdos, quienes de una u otra manera en los momentos difíciles fueron quienes me brindaron ese apoyo, y supieron brindar consejos para mejorar y seguir en el camino de la mejor manera.

A mi tutor de titulación Ing. Agr. Tito Xavier Bohórquez Barros quien ha sido el guía para la realización del presente trabajo el cual es de mucha importancia.

RESUMEN

Análisis de la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador

El objetivo del presente trabajo final correspondiente al componente práctico del examen complejo se realizó con la finalidad de analizar la eficiencia del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador, donde se describieron parámetros como, especies de pasto, fertilización nitrogenada, materia verde, materia seca, fuentes de nitrógeno y su eficiencia en este tipo de cultivo. Además, se analizaron las condiciones de capacitación y asesoría en materia de fertilización nitrogenada con la finalidad de obtener la mayor eficiencia del fertilizante para el mayor desarrollo del potencial genético del pasto producción y capacitación de los productores. Existen alrededor de veinte especies de gramíneas utilizadas como los principales cultivos forrajeros en el país y que responden significativamente en la producción de materia seca con la fertilización nitrogenada y que proyecta excelentes expectativas en lo que al tema agropecuario se refiere. Lo contrario y controversial ocurre en el proceso de promover adquisición de los conocimientos al productor y su respectiva asesoría por parte de los organismos gubernamentales para que se apliquen los manejos de fertilización y en general de todo el proceso de producción de forrajes a nivel nacional que permita el progreso de la ganadería en el Ecuador.

Esta más que evidenciado que el uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados con el conocimiento previo de la demanda de los nutrientes que tienen los pastos, el rol de los animales sumado a esto los factores ambientales contribuyen a una producción animal económicamente eficiente, competitiva y sostenible, basada en el uso racional de los recursos de la finca.

Palabras clave: Pastos y forrajes, fertilización nitrogenada, especies forrajeras, materia verde.

SUMMARY

Analysis of the agronomic efficiency of nitrogen in fodder crops in Ecuador

The objective of the present final work corresponding to the practical component of the complex examination was carried out in order to analyze the efficiency of nitrogen in forage crops in Ecuador, where parameters such as grass species, nitrogen fertilization, green matter, dry matter were described, nitrogen sources and their efficiency in this type of crop. In addition, the conditions of training and advice on nitrogen fertilization were analyzed in order to obtain the highest efficiency of the fertilizer for the further development of the genetic potential of the grass production and training of producers. There are around twenty species of grasses used as the main fodder crops in the country and that respond significantly in the production of dry matter with nitrogen fertilization and that project excellent expectations regarding the agricultural issue. The opposite and controversial occurs in the process of promoting the acquisition of knowledge from the producer and its respective advice from government agencies so that fertilization management is applied and, in general, the entire process of forage production at the national level that allows the progress of livestock in Ecuador.

It is more than evidenced that the efficient use of nitrogenous fertilizers with the prior knowledge of the demand of the nutrients that pastures have, the role of animals added to this, environmental factors contribute to an economically efficient, competitive and sustainable animal production, based on the rational use of farm resources.

Key words: Pastures and forages, nitrogen fertilization, forage species, green matter.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN	IV
SUMMARY.....	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO METODOLÓGICO.....	3
2.1 Definición del tema de caso de estudio	3
2.2 Planteamiento del problema	3
2.3 Preguntas orientadas para el análisis y problema	4
2.4 Justificación	4
2.5 Objetivo general:.....	4
2.6 Objetivos específicos:.....	4
2.7 Fundamentación teórica	5
2.7.1 Breve historia de la fertilización.....	5
2.7.2 Agricultura empírica.....	5
2.7.3 Agricultura “científica”	6
2.7.4 El nitrógeno y sus formas	7
2.7.5 La necesidad de nitrógeno	8
2.7.6 UREA (Fuente de Nitrógeno).....	9
2.7.7 Los pastos en el Ecuador	11
2.7.8 Importancia en la fertilización de los pastos.....	12
2.7.9 Eficiencia del nitrógeno en los pastos.....	13
2.7.10 Resultados obtenidos por diferentes autores en ensayos de fertilización nitrogenada en pastos	13
2.8 Hipótesis.....	15
2.9 Metodología de la investigación	16
3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.1 Desarrollo del caso	17
3.2 Situaciones detectadas.....	17
3.3 Soluciones planteadas.....	18
3.4 Conclusiones.....	18
3.5 Recomendaciones	19
4. BIBLIOGRAFIA.....	20

1. INTRODUCCIÓN

Las gramíneas tropicales constituyen la principal fuente de alimentos para más de 3 mil millones de bovinos, pequeños rumiantes y herbívoros, que son la fuente principal de proteína animal para un segmento importante de la población mundial (Ramírez *et al.* 2008).

Las especies forrajeras constituyen un factor fundamental en la producción ganadera en el Ecuador estas cifras son aún más elevadas, pues los forrajes son unas de las fuentes más baratas de alimento para los animales. Estas gramíneas se adaptan muy bien a una gran variedad de suelos, es un pasto denso con mucho follaje, excelente sabor y buena aceptación por los animales, los cuales lo consumen aún en estado de floración. Por tanto, toda tecnología que contribuya a maximizar su producción, partiendo de que es considerado el alimento más económico, es una contribución al desarrollo de este sector ganadero.

La productividad de los pastos mejorados depende de una gran cantidad de factores siendo la fertilidad de los suelos uno de los factores fundamentales. Así, encontramos las siguientes categorías: cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbecho, descanso, pastos cultivados, pastos naturales, montes y bosques, páramos y otros usos. A nivel nacional la mayor superficie de tierra cultivable está destinada a pastos cultivados con un 18,52 %, seguido por cultivos permanentes 11,61 %, los cultivos transitorios y barbecho representan un 7,18 % y pastos naturales con 6,79 %.

El desarrollo de los pastos depende principalmente de la humedad del suelo y del contenido de nutrientes. Para crecer al máximo de su capacidad genética, las plantas necesitan humedad y elementos nutritivos en cantidad suficiente. La humedad proviene de la lluvia y cuando ésta es insuficiente puede complementarse con el riego.

La rentabilidad de las pasturas está directamente relacionada con el uso de fertilizantes por lo que necesitamos conocer el papel que estos cumplen dentro de la fisiología de los animales y plantas. El N es el nutriente más importante para la producción de cultivos forrajeros. Las fuentes de este nutriente corresponden al: suelo, fijación biológica del N y a la oferta de fuentes químicas. Los cultivos forrajeros en el paradigma de la revolución verde han tratado de buscar un estatus sostenible de N en el suelo, mediante un balance entre pérdidas y ganancias a partir de la aplicación de N biológico por parte de leguminosas o por el uso óptimo de fertilizantes químicos.

CAPITULO I

2. MARCO METODOLOGÍCO

2.1 Definición del tema de caso de estudio

El presente trabajo práctico del componente de Examen Complexivo tiene como fin analizar la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros, el cual inicia con la recopilación de información, utilizando el método descriptivo, se deriva un análisis cuanti – cualitativo de la situación actual del sector ganadero de la zona, se tomarán en cuenta los trabajos de investigaciones tales como tesis, artículos científicos y revistas científicas.

2.2 Planteamiento del problema

La ganadería en el Ecuador depende del pastoreo, los pastos a más de constituir el alimento más barato disponible para la alimentación del ganado, ofrece todos los nutrientes necesarios para un buen desempeño animal, por lo tanto, todo lo que se pueda hacer por mejorar la tecnología de producción de pastos redundará en forma directa en la producción de carne, leche o lana. La mayor parte del territorio ecuatoriano, tiene condiciones ambientales favorables para producir pastos todo el año, por lo que deberíamos ser excelentes productores, y tenemos la posibilidad de hacerlo con costos más bajos. Nos falta actitud positiva, decisión para aplicar tecnología en la producción de pastos; el ganadero debe conocer y saber interpretar la realidad de sus predios y tener la capacidad de resolver los problemas de manera oportuna y eficiente, como lo hacen los agricultores-ganaderos de otras latitudes (León et al. 2000)

La producción continua de forraje es de vital importancia para satisfacer las necesidades de consumo de materia seca en los rumiantes y el nitrógeno es uno de los macronutrientes más importantes en la producción de materia verde y seca en los pastos, por lo que es de suma importancia conocer la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador.

2.3 Preguntas orientadas para el análisis y problema

Según el tema del Análisis de la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador, se plantean las siguientes interrogantes:

- ¿Investigando la situación actual de los forrajes en Ecuador en función de sus parámetros de producción, podemos determinar los beneficios que brinda la fertilización nitrogenada?

- ¿Si se analizan las condiciones de fertilización de los cultivos forrajeros con nitrógeno, podemos determinar cómo influye el nitrógeno en la producción de biomasa de los mismos?

2.4 Justificación

La disponibilidad de forrajes está limitada por muchos factores, entre ellos el uso de una fertilización adecuada por parte de los pequeños y medianos productores ganaderos lo que tiene un efecto sobre el rendimiento de materia seca. Numerosos experimentos indican que la fertilización nitrogenada aumenta la producción de forraje, sin afectar adversamente la calidad del pasto y el consumo por parte de los animales constituyéndose como la fuente de nitrógeno más utilizada en agricultura.

Por lo antes expuesto este trabajo se planteó para demostrar los beneficios obtenidos con la fertilización proveniente de la urea en los cultivos forrajeros.

2.5 Objetivo general:

Analizar la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador.

2.6 Objetivos específicos:

- Describir las bondades del nitrógeno en las especies forrajeras.

- Determinar la influencia del nitrógeno en la biomasa

2.7 Fundamentación teórica

2.7.1 Breve historia de la fertilización

Beltrán (2003), hace una recopilación de la historia de las prácticas de fertilización dos grandes etapas bien diferenciadas. La primera, desde los inicios de la agricultura hasta el siglo XVI A.N.E., a la que podemos llamar empírica, y la segunda, hasta nuestros días en la que se introduce el conocimiento científico de los elementos químicos componentes de la materia vegetal y de la posibilidad de aportar esos componentes al suelo.

2.7.2 Agricultura empírica

Los primeros aportes de estiércol al suelo, con intención de mejorar las cosechas, de los que se tiene noticia están datados hacia el 4000 A.N.E. Prácticamente desde los inicios de la agricultura el hombre vio el efecto positivo de los aportes orgánicos. También es conocido desde muy antiguo el efecto positivo de las leguminosas, utilizándose como cultivo mejorador de suelos, o incluso en cultivos asociados. Estas prácticas reproducen en el cultivo situaciones observadas en la naturaleza.

El uso de estiércoles, de restos orgánicos o de residuos domésticos (ceniza), y también la introducción de cultivos “mejorantes” en la rotación, son técnicas de las que existe un conocimiento ancestral. El conocimiento de estos productos o técnicas tradicionales en la agricultura se ha basado en un conocimiento empírico, adquirido a través de la observación de sus efectos durante generaciones. Sin embargo, la disponibilidad de nutrientes para aportar al suelo queda prácticamente limitada a la presencia de ganadería productora de estiércol.

2.7.3 Agricultura “científica”

Siguiendo con lo manifestado por Beltrán asevera que el primer fertilizante nitrogenado comercializado en Europa fue el nitrato sódico, procedente de depósitos naturales en Chile, que comenzó a importarse hacia los años 1830. La producción de superfosfato simple a escala industrial comenzó en Inglaterra en 1843 y la primera mina de potasio se abrió en Alemania en 1862.

La producción de nitrógeno procedente de las minas chilenas o de algunos subproductos industriales se manifestó pronto escasa y, a partir de 1900 surge la necesidad de disponer de mayores fuentes de este elemento. La síntesis de sustancias nitrogenadas se inicia en Noruega en 1905 utilizando el sistema del arco eléctrico, pero no prospera a nivel industrial hasta que el químico alemán Fritz Haber descubre, en 1910, el sistema de fijación de nitrógeno atmosférico produciendo amoníaco. Haber obtuvo el premio Nobel en 1918 por este descubrimiento.

A partir de los años 50 del siglo XIX paulatinamente se hizo posible disponer de los elementos nutrientes mayoritarios para las plantas en cantidades muy superiores a las que se conocían hasta ese momento, limitadas por la disponibilidad de estiércoles. También se introdujeron técnicas de análisis de suelos y fertilizantes que permitieron evaluar las necesidades de fertilizante. En 100 años, la producción media de los cereales en Europa occidental pasó de 1000 kg ha⁻¹ a 1600 kg ha⁻¹ a principios de los años 50 del siglo XX.

Luego de los años 50, y sobre todo desde finales de los 60, se fueron introduciendo nuevas variedades de cereales que eliminaban los problemas generados por la alta disponibilidad de nitrógeno. Esto permitió seguir incrementando las producciones con mayores aportes nitrogenados. El consumo de fertilizantes se incrementó rápidamente hasta alcanzar el máximo a mitad de los años 70, para el fósforo y el potasio, mientras que el consumo de nitrógeno se continuó incrementando hasta mediados de los años 80. Posteriormente el consumo se ha mantenido o ha declinado, como consecuencia de la mejora en las

técnicas agrícolas y del uso más eficiente de los estiércoles y restos orgánicos (Isherwood 2005).

2.7.4 El nitrógeno y sus formas

Beltrán (2003), menciona que el nitrógeno fue descubierto como elemento químico independiente en 1772 por el químico y botánico escocés Daniel Rutherford (1749-1819), su símbolo químico es “N” y en su estado físico habitual es un gas incoloro, inodoro e insípido. Este elemento constituye el 78.03 % del aire de la atmósfera en el que se encuentra mayoritariamente en forma molecular (N₂). Los principales compuestos minerales en los que se encuentra en la corteza terrestre son el nitrato sódico (nitrato de Chile) (NaNO₃) y el nitrato potásico (salitre) (KNO₃). El nitrógeno en su forma molecular es un gas prácticamente inerte, muy poco reactivo. Sin embargo, es posible encontrarlo en diversos compuestos químicos cuya naturaleza y riqueza en nitrógeno son las que se indican en la tabla 2.

Tabla 2.: Principales compuestos minerales de nitrógeno presentes en la naturaleza.

Compuesto	Fórmula química	Estado	% de N
Nitrógeno	N ₂	Gas	100,00
Nitrato sódico	NaNO ₃	Sólido	16,47
Nitrato potásico	KNO ₃	Sólido	13,85
Amoniaco	NH ₃	Gas	82,35
Amonio (ión)	NH ₄ ⁺	combinado o disuelto	77,78
Óxido nitroso	N ₂ O	Gas	63,64
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	Gas	30,43
Nitrato (ión)	NO ₃ ⁻	combinado o disuelto	22,58
Nitrito (ión)	NO ₂ ⁻	combinado o disuelto	30,43

Fuente: (Beltrán 2003)

Además, es el componente fundamental de las proteínas, moléculas orgánicas complejas constituyentes indispensables de todas las plantas y animales.

2.7.5 La necesidad de nitrógeno

El nitrógeno es un elemento indispensable para la vida, forma parte de los aminoácidos y estos son los componentes de las proteínas. El nitrógeno gaseoso presente en la atmósfera no es apto para su incorporación a la materia viva, requiere algunas transformaciones para ser absorbido primero por las plantas y de estas, ya en forma de proteínas, por los animales.

Las formas minerales de nitrógeno, el nitrato y el amonio, pueden ser tomadas del suelo por las plantas. La nutrición del hombre y los animales depende de las proteínas sintetizadas por las plantas. El hombre necesita una ingesta diaria de aproximadamente 50 g de proteína, lo que equivale a 8 g de nitrógeno (N). (Schenk 2005).

Siendo el nitrógeno uno de los 16 elementos esenciales para las plantas (nutrientes que son imprescindibles para el crecimiento de las plantas), y además uno de los consumidos en mayor cantidad, no sólo se requiere para la obtención de proteínas, sino que cualquier producción agraria lo requiere en cantidades importantes. La obtención de hidratos de carbono, grasas o fibra queda también limitada por la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos.

El nitrógeno es uno de los elementos cruciales en el mantenimiento de las altas producciones actuales y estas son demandadas por una población creciente. En paralelo con la demanda de mayor cantidad de alimentos, la prosperidad lleva aparejados cambios en la dieta de los habitantes. Se demanda una mayor cantidad de alimentos de origen animal. A mediados de los años 90 aproximadamente la mitad del incremento de la demanda de alimentos procedía del crecimiento de la población y la otra mitad procedía de la evolución de los hábitos alimentarios. Aproximadamente un tercio de la producción mundial de grano se destina hoy a la ganadería (Sinclair 2001).

La introducción de un paso más en la cadena alimentaria conduce inevitablemente a pérdidas de transformación de la energía y la proteína contenida en los alimentos. La eficiencia de transformación de la proteína de los cereales en proteína animal es del orden de un 30 %. Esto conlleva una mayor necesidad de proteína de origen vegetal, lo que significa en definitiva que debe introducirse mayor cantidad de nitrógeno en el sistema.

Debe tenerse en cuenta, además, que la superficie dedicada a la producción agraria difícilmente puede incrementarse, más al contrario, la superficie mundial dedicada a la agricultura disminuye, básicamente por erosión, pero también por su destino para otros usos como el urbano o el industrial. A nivel mundial, aproximadamente 10 millones de hectáreas de suelo pierden completamente su capacidad productiva cada año debido a la erosión.

2.7.6 UREA (Fuente de Nitrógeno)

La Urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N).

La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cual es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, las cuáles absorben la luz para la fotosíntesis. Además, el nitrógeno está presente en las vitaminas y proteínas, y se relaciona con el contenido proteico de los cereales. Es necesario fertilizar, ya que con la cosecha se pierde una gran cantidad de nitrógeno. El grano se aplica al suelo, el cuál debe estar bien trabajado y ser rico en bacterias; luego el grano se hidroliza y se descompone. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética.

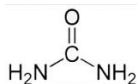
Características

Nombre IUPAC: Diaminometanona

Otros nombres: Urea, Carbamida, Aminometanamida, Diaminometanona

Fórmula semidesarrollada: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Fórmula
estructural:



Fórmula molecular: CON_2H_4

Apariencia: blanco

Densidad: 740 kg/m³; 0,74 g/cm³

Masa molar: 60,06 g/mol

Punto de fusión: 405,8 K (133 °C)

Estructura cristalina: sistema cristalino tetragonal

Acidez: 0.18 pKa

Alcalinidad 13.9 pKb

Solubilidad en agua: 108 g/100 ml (20 °C)

167 g/100 ml (40 °C)

251 g/100 ml (60 °C)

400 g/100 ml (80 °C)

733 g/100 ml (100 °C)

La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cual es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, las cuáles absorben la luz para la fotosíntesis. Los pastos que son introducidos como la especie de *Pennisetum* a nuestra zona, no pueden lograr altos rendimientos en un sistema de corte y ser de buena calidad (buen porcentaje de proteína, alta digestibilidad y muy buena palatabilidad) porque a pesar de contar con una alta precipitación y luminosidad lo que es limitada por la fertilidad de los suelos, debe contar con buena o mediana fertilidad para expresar sus bondades (Pezo 2018).

Los sistemas productivos, tanto de leche como de carne, se basan en la utilización de forrajes como principal fuente de alimentación, y pese a que, en comparación con el costo de los alimentos balanceados, es un recurso alimenticio

más económico, los productores deben hacer un uso eficiente de los mismos y esto tiene que ver con intensificar la producción por área y mejorar la calidad nutricional de los mismos (Elizondo 2017).

2.7.7 Los pastos en el Ecuador

Los forrajes tropicales se caracterizan por poseer un valor nutricional medio a bajo, especialmente debido a su baja concentración de proteína cruda y alta porción de componentes de la pared celular, que limitan la producción de proteína microbial en el rumen (Villareal et al. 2006). Tanto el rendimiento como la calidad nutricional de los forrajes, se ven afectados por una serie de factores internos y externos. Dentro de los internos se encuentra la especie o cultivar utilizado y la edad fisiológica, entre otros. Con respecto a los externos, se puede mencionar el clima, las características físico-químicas del suelo, la edad de corte, la fertilización y otros factores de manejo (Bernal 1991; Buxton y Fales 1994; Sheaffer et al. 1998).

En la Amazonia Ecuatoriana la producción ganadera constituye uno de los rubros más importantes de la economía. El 60 % de las fincas en la Amazonia baja poseen un componente ganadero. Sin embargo los rendimientos de producción de leche son menores a 3,5 litros/vaca/día (INIAP-GTZ 2000).

Por lo general, los potreros en la Amazonia tienen los primeros años rendimientos aceptables, pero luego, debido principalmente a la utilización de monocultivos de gramíneas muy extractivas de nutrientes, y a la falta de reposición de la fertilidad del suelo, la producción disminuye considerablemente.

Los ganaderos se ven obligados a ampliar el área intervenida estableciéndose un círculo vicioso de destrucción paulatina de los recursos naturales y de la biodiversidad (Valarezo 2012).

Según Benítez (2017), una opción para mejorar los rendimientos de las pasturas es el establecimiento de bancos de germoplasma con gramíneas promisorias que tengan una buena producción de biomasa, elevado valor

nutricional, amplio rango de adaptación y buena palatabilidad, promoviendo de esta manera eficacia y rentabilidad para los ganaderos. En el Ecuador se tiene registro de especies de pastos de mayor uso, como los muestra la tabla 1.

Tabla 1. Especies de gramíneas forrajeras usadas en el Ecuador

	Nombre Científico	Nombre Común
1	<i>Axonopus scoparius</i> (Flüg) Kuh cv Gramalote morado	Gramalote morado
2	<i>Axonopus scoparius</i> (Flüg) Kuh cv Gramalote blanco	Gramalote blanco
3	<i>Brachiaria arrecta</i> (T. Durand & Schinz) Stent.	Tanner
4	<i>Brachiaria brizantha</i> (A. Rich.) Stapf	Marandú
5	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Dallis
6	<i>Brachiaria hybrida</i> Basappa & Muniy.	Mulato
7	<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.	Alemán
8	<i>Eriochloa polystachya</i> Kunth	Janeiro
9	<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv Tanzania.	Tanzania
10	<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv Chilena	Chilena
11	<i>Pennisetum x hybridum</i> cv King grass morado	Kinggrass morado
12	<i>Pennisetum x hybridum</i> cv King grass blanco	Kinggrass blanco
13	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Elefante
14	<i>Pennisetum violaceum</i> (Lam.) Rich.	Maralfalfa
15	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Caña forrajera
16	<i>Setaria</i> sp. (Sch.) Stapf & Hubb. cv Merqueron azul	Merqueron azul
17	<i>Setaria</i> sp. (Schumach.) Stapf & Hubb. cv Merqueron	Merqueron
18	<i>Setaria sphacelata</i> (Sch.) Stapf & Hubb.	Merqueron punta roja
19	<i>Tripsacum laxum</i> Nash	Guatemala
20	<i>Triticum aestivum</i> L.	Trigo forrajero

Fuente: (Benítez 2017)

2.7.8 Importancia en la fertilización de los pastos

La fertilización adecuada es importante para el desarrollo y crecimiento de los pastos, ya que almacenan una cantidad de los componentes del fertilizante dentro de sí mismo, y a su vez el suelo también acumula los componentes del fertilizante; sin embargo, al no realizar una fertilización tanto el pasto como el suelo pierden su almacenamiento del fertilizante. Referente con lo anterior la misma fuente sostiene que, el nitrógeno es el componente que el pasto más necesita para su crecimiento, además de ser el componente que más fácilmente escasea cuando no hay fertilización; sin embargo, una fertilización de solo nitrógeno gradualmente va a causar la falta de otros componentes. (Yoshida 2001)

2.7.9 Eficiencia del nitrógeno en los pastos

Martínez (2015), estudió la eficiencia de uso y balance de nitrógeno en sistemas con trigo, y estableció que la fertilización nitrogenada incrementa la EAN (Eficiencia Agronómica del Nitrógeno) por la mayor producción de MS, un aumento en la eficiencia transpiratoria y un crecimiento más rápido.

Marouani y Harbeoui (2016), dicen que se debe realizar una agricultura de conservación en la cual se debe hacer un adecuado manejo y reducir las pérdidas de nutrientes, especialmente de nitrógeno, en este sentido se debe estudiar cómo mejorar la eficiencia de uso del N y una herramienta es realizar pruebas de campo donde se determine la EAN.

Silva et al. (2006), observaron que los contenidos de materia seca se incrementaron cuando se aplicó todo el fertilizante en la siembra o a los 45 días, mientras que los máximos rendimientos en forraje fresco, materia seca y proteína se obtuvieron con 75 y 150 kg N/ha.

Gutiérrez et al. (2017), evaluaron la respuesta a la fertilización nitrogenada del raigrás perenne y determinaron que al aumentar la dosis de N disminuyen la cantidad de EAN.

Según Denda (2017), la fertilización nitrogenada puede constituirse en una herramienta, no sólo para incrementar la producción y calidad del grano, sino también para inducir mayor producción de MS disponible para pastoreo. El uso de fertilizantes como el N puede generar cambios en la cantidad y composición química de la biomasa producida.

2.7.10 Resultados obtenidos por diferentes autores en ensayos de fertilización nitrogenada en pastos

Cerdas (2015), manifiesta que en un estudio realizado la producción de forraje verde mostró diferencias significativas, entre las dosis de nitrógeno (N) evaluadas ($p < 0,0001$), ya que todas las dosis de nitrógeno aplicadas al pasto

Maralfalfa mostraron diferencias entre medias y fueron superiores en producción de biomasa verde en kilogramos por hectárea.

Las dosis de nitrógeno evaluadas (N) presentaron diferencias significativas en la producción de forraje seco ($p < 0,0001$). Las dosis crecientes de nitrógeno causaron un incremento en la producción de biomasa seca de 195%, 458% y 591% con 30, 60 y 90 kilogramos de nitrógeno por hectárea, a los 49 días de crecimiento, comparado con no fertilizar.

Intercedes (2015), obtuvieron resultados de la producción de Maralfalfa en Santa Cruz de Costa Rica, que la biomasa de forraje verde mostró diferencias significativas, entre las dosis de nitrógeno (N) evaluadas ($p < 0,0001$). Todas las dosis de nitrógeno aplicadas al pasto Maralfalfa mostraron diferencias entre medias y fueron superiores en producción de biomasa verde en kilogramos por hectárea por corte, que cuando no se aplicó nitrógeno al pasto. Las dosis crecientes de nitrógeno causaron un incremento en la producción de biomasa verde de 238%, 468% y 618% con 30, 60 y 90 kilogramos de nitrógeno por hectárea, a los 49 días de crecimiento luego del corte de uniformidad.

El cultivar repercutió notablemente sobre los rendimientos productivos; se han reportado producciones promedio de forraje verde de 102,8 t/ha para el maíz criollo y 62,6 t/ha para el maíz híbrido (Elizondo y Boschini 2002).

Elizondo (2017), midió encontró que el rendimiento de materia seca mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies a una misma altura de cosecha y dentro de la misma especie cuando se consideró las diferentes alturas de corte.

El pasto Taiwán tuvo ventaja sobre las otras especies estudiadas con rendimientos de 11,6 t/ha/corte y 6,7 t/ha/corte, cuando se cosechó a 15 y 45 cm del suelo, respectivamente. En un estudio realizado con pasto Taiwán se reportaron rendimientos de 80,5 t de forraje verde y 17,5 t MS/ha/corte (Araya y Boschini 2005), valores superiores a los encontrados en el presente ensayo.

En maíz, materiales híbridos sembrados en la parte alta de Cartago en Costa Rica cosechados a 10 cm sobre el nivel del suelo, mostraron rendimientos de 88,0 y 11,2 t/ha de materia verde y seca, respectivamente (Amador y Boschini 2000).

En similares condiciones, el maíz criollo blanco registró rendimientos de 15 a 20 t MS/ha de materia seca (Boschini y Elizondo 2004).

Crespo (2014), describe que el rendimiento de MV fue más alto ($P < 0.001$) en el clon 21, con 142.2 t/ha, seguido del 18, con 129.6 t/ha. Estos mismos clones produjeron los rendimientos más altos de MS, aunque sin diferir significativamente del 36 y 30. Los clones 43 y 115 produjeron los rendimientos más bajos. Esta diferencia se debe, en parte, al efecto favorable de la fertilización y el regadío que se aplicó en este estudio, lo que permitió duplicar el rendimiento en los clones de mejor comportamiento. Los resultados permiten estimar que se obtuvieron entre 241 y 253 kg de MS por cada kg de N aplicado, aunque no se consideró el N que pudo aportar el suelo.

El pasto Elefante (*Pennisetum sp*), como pasto de corte, muestra un alto potencial para la producción de biomasa, sin embargo, como cualquier otro pasto tropical, en condiciones de zonas áridas, reduce su valor nutritivo con la edad de madurez (González et al. 2011).

Otro aspecto importante por considerar, cuando se fertilizan pastos, es el costo de la aplicación y el beneficio que produce. En las fincas de Guanacaste, se han dejado de fertilizar los potreros debido a los altos costos y solo se pueden aplicar fertilizantes a las áreas de uso intensivo y a los forrajes de cortes, para ofrecer forraje fresco, ensilado o henificado (Cerdas 2011).

2.8 Hipótesis

H0 = El nitrógeno no logra una eficiencia agronómica sobre los cultivos forrajeros en el Ecuador.

H1 = El nitrógeno logra una eficiencia agronómica sobre los cultivos forrajeros en el Ecuador.

29 Metodología de la investigación

En el presente trabajo del componente práctico se recolectó información bibliográfica de textos, revistas, folletos, periódicos, artículos científicos, ponencias y páginas web.

La información obtenida fue sometida a la técnica de parafraseo, síntesis y resumen, tratando de que sea comprendida por el lector y con información referente al análisis de la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador.

CAPITULO II

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Desarrollo del caso

El actual trabajo correspondió al componente práctico del examen de grado de carácter complejo, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, elaborado mediante la investigación bibliográfica, en la Sala de lectura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, y en diferentes sitios web, en base al tema de estudio “Análisis de la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador”.

3.2 Situaciones detectadas

Las situaciones detectadas en el análisis de la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador, se muestra lo siguiente:

Los pastos responden positivamente a la fertilización con nitrógeno en la producción de materia verde y seca en todas las especies, variedades y clones utilizadas en el Ecuador para la alimentación de ganadería.

La mayor deficiencia en cuanto a la fertilización de pastos en el Ecuador es el desconocimiento por parte del productor en el manejo agronómico de las especies utilizadas especialmente en cuanto a fertilización nitrogenada.

La fertilización nitrogenada debido a las características de su fuente principal, como es la urea, debe dársele un tratamiento acorde con la región ecológica donde se encuentre la unidad de producción y soportada con los análisis de suelos.

3.3 Soluciones planteadas

Como soluciones planteadas en busca de mejorar las condiciones para preparar a los productores agropecuarios en el Ecuador, de acuerdo al problema expuesto se recomienda lo siguiente:

Incentivar al productor a obtener el conocimiento oportuno y progresivo en el tiempo, con la finalidad de prepararlo para un aprovechamiento eficiente y eficaz de los pastos utilizados en cuanto a la fertilización de sus cultivos, logrando así el aumento de la producción de carne y leche; además de su condición económica.

Promover a nivel gubernamental programas de preparación de productores y profesionales en la fertilización adecuada de las pasturas de tal forma, lograr la conformación de un equipo a nivel nacional que se encargue de asesoramiento y organización por zonas para así lograr un empuje a la producción pecuaria en el Ecuador a menor costo.

3.4 Conclusiones

Una vez concluido el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- La fertilización nitrogenada tiene relación directa con la producción de biomasa en las especies forrajeras, la cual en cantidades adecuadas según las necesidades del cultivo incrementa la eficiencia agronómica del nitrógeno, logrando una mejor capacidad fotosintética y un crecimiento más rápido.
- El Ecuador tiene excelente potencial para el aprovechamiento máximo de la capacidad de las especies forrajeras especialmente si se complementa con un buen manejo de la fertilización nitrogenada como fuente precursora de desarrollo vegetativo y por ende mayor producción de materia seca para la alimentación animal.

- Se hace necesario implementar como parte de la planificación política nacional en términos agropecuarios, la creación de un programa permanente de preparación técnica y oportuna para mejorar el manejo de la fertilización de los pastos en todo el territorio nacional.
- Es muy importante que el productor conozca las formas de fertilización nitrogenada que se pueden utilizar en el cultivo de pasturas para lograr los mayores rendimientos de los mismos.

3.5 Recomendaciones

Las recomendaciones para analizar la eficiencia agronómica del nitrógeno en los cultivos forrajeros en el Ecuador para obtener los máximos rendimientos de materia seca en los pastos cultivados, son la siguiente:

- Es necesario y urgente incorporar al productor agropecuario a la preparación en el manejo y fertilización, especialmente nitrogenada, con miras a obtener los mejores resultados en función del potencial genético del pasto y a los suelos de la región donde se encuentre situada la unidad de producción.
- Se recomienda el buen uso de fertilizantes nitrogenados para que los nutrientes aplicados a través de la fertilización sean absorbidos por las especies forrajeras en cantidades acordes con su demanda con la finalidad de cubrir sus necesidades y disminuir el impacto ambiental.
- Capacitar a los ganaderos sobre el uso eficiente de los fertilizantes, partiendo del diagnóstico del potencial natural del suelo y sus limitantes, del conocimiento de las demandas de nutrientes que tienen los pastos, del rol de los animales, los factores ambientales que contribuyen a una producción animal económicamente eficiente, competitiva y sostenible, basada en el uso racional de los recursos de la finca.

4. BIBLIOGRAFIA

- Amador, A. y C. Boschini. 2000. Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. *Agron. Mesoam.* 11(1):171-177.
- Araya, M y Boschini, C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 16, ISSN: 1021-7444. 1, enero-junio, pp. 37-43 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica.
- Beltrán, J. 2003. Revisión de la fertilización nitrogenada. Laboratorio Agroalimentario. D.G.A. Tomado el 10-01-2020 de: https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf
- Benítez, E; Chamba, H; Sánchez, E; Parra, S; Ochoa, D; Sánchez, J y Guerrero, R. 2017. Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal. *Bosques Latitud Cero* 2017, 7(2): 83-97.
- Bernal J. y Espinosa J. 2003. Manual de nutrición y fertilización de pastos. Potash and Phosphate Institute of Canada. 94p.
- Boschini, C., y J. Elizondo. 2004. Desarrollo productivo y cualitativo de maíz híbrido para ensilaje. *Agron. Mesoam.* 15:31-37.
- Buxton, D., y Fales, S. 1994. Plant environment and quality. In: G. Fahey, editor, Forage quality, evaluation, and utilization.
- Cerdas, R. 2011. Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) Con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes* vol.16 n.33 San José Jan. /Apr. 2015
- Crespo, G. y Álvarez, J. 2014. Comparación de la producción de biomasa de clones de *Pennisetum purpureum* fertilizados con nitrógeno. *Revista Cubana de*

Ciencia Agrícola, vol. 48, núm. 3, 2014, pp. 287-291. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

Denda, S. 2017. Impacto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y la composición química de trigo doble propósito y otros forrajes invernales: revisión bibliográfica. *Ciencia Veterinaria*, 7(1), 65-81.

Elizondo, A. 2017. Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas. *Agron. Mesoam.* 28(2):329-340. Mayo-agosto, 2017.

González, I; Betancourt, M; Fuenmayor, A y Lugo, M. 2011. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum sp.*) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia Trop.* v.29 n.1 Maracay mar. 2011

. Gutiérrez, F., Alcoser, R., Macías, G., Portilla, A., y Espinosa, J. 2017. Omisión de nutrientes y dosis de nitrógeno en la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso de nitrógeno de raigrás diploide perenne (*Lolium perenne*). *Siembra*, 4(1), 81-92.

INIAP-GTZ. 2000. Primer seminario nacional de investigación en agroforestería. Memorias.

InterSedes. Vol. XVI. (33-2015) ISSN: 2215-2458. Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*pennisetum sp.*) con varias dosis de fertilización nitrogenada. Revista electrónica de las sedes regionales de la Universidad de Costa Rica. Tomado el 10-01-2010 de: www.intersedes.ucr.ac.cr

Isherwood, K. 2005. Fertilizer use in western europe: types and amounts, in agricultural sciences, from Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford,UK, [<http://www.eolss.net>]

- Martínez, J. 2015. Eficiencia de uso y balance de nitrógeno en sistemas con trigo del sur bonaerense: dinámica en el suelo y nutrición del cultivo. Tesis Doctoral en Agronomía. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Marouani, A., y Harbeoui, Y. 2016. Eficiencia de uso de nitrógeno en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Acta Agronómica*, 65(2), 164-169.
- León, J.; Ibarra, G. y Iglesias, O. 2000. *Pennisetum purpureum* cv. CRA- 265 en condiciones de secano, parámetros agronómicos y valor nutritivo. *Revista de Producción Animal*.
- Ramírez, J.; Verdecia, D. y Leonard, I. 2008. Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum*. Cuba CT 169 en un suelo pluvisol (Yield and chemical composition of the grass *Pennisetum* Cuba CT 169) REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria Volumen IX Número 5*. Universidad de Granma, La Habana, Cuba.
- Silva, A., Coral, D., y Menjivar, J. 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de avena forrajera en un suelo andisol del departamento de Nariño, Colombia. *Acta Agronómica*, 55(1), 55.
- Sheaffer, C., P. Seguin, y G. Cuomo. 1998. Sward characteristics and management effects on cool-season grass forage quality. In: J. Cherney, and D. Cherney, editors, *Grass for dairy cattle*. 2nd ed. CABI Publishing, Oxon, GBR. p. 73-100.
- Valarezo, J. 2012. Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía Ecuatoriana, Universidad Nacional de Loja *Revista CEDAMAZ Loja*, Ecuador.
- Villareal, M., R.C. Cochran, A. Rojas, O. Murillo, H. Muñoz, and M. Poore. 2006. Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (*Cynodon nlemfuensis*). *Anim. Feed Sci. Technol.* 125:163-173.

Yoshida, N. 2001. Manejo de pasto mejorado. Disponible en URL:
<http://www.ne.jp/asahi/agricola/nobui/report/mp3.html> [consulta 27 de octubre
de 2016