

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES**

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

“Caracterización físico-química de suelos actualmente productores de pastos y/o forrajes en el periodo lluvioso (PLL) y poco lluvioso (PPLL) para determinar su aptitud, Hacienda “La Concepción” Parroquia Tufiño.”

Trabajo de titulación previa la obtención del título de
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Jonathan Andrés Pozo Martínez

ASESOR: Dr. Luis Rodrigo Balarezo Urresta

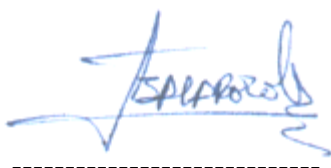
TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2016

CERTIFICADO.

Certifico que el estudiante Jonathan Andrés Pozo Martínez con el número de cédula 040162421-8 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Caracterización físico-química de suelos actualmente productores de pastos y/o forrajes en el periodo lluvioso (PLL) y poco lluvioso (PPLL) para determinar su aptitud, Hacienda “La Concepción” Parroquia Tufiño.”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Dr. Luis Rodrigo Balarezo Urresta

Tulcán, 29 de Septiembre del 2016

AUTORÍA DE TRABAJO.

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales

Yo, Jonathan Andrés Pozo Martínez con cédula de identidad número 040162421-8 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
Jonathan Andrés Pozo Martínez

Tulcán, 29 de Septiembre del 2016

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.

Yo Jonathan Andrés Pozo Martínez, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 29 de septiembre del 2016



Jonathan Andrés Pozo Martínez.

040162421-8

AGRADECIMIENTO.

Gracias Dios, por llenarme de bendiciones, salud, amor y sabiduría para no renunciar a mis objetivos.

Mi agradecimiento infinito a mis padres, por el esfuerzo que han dedicado a este proyecto de vida, por su sacrificio y entrega hacia mí, por apoyarme en los momentos difíciles y sobre todo por enseñarme el camino correcto, los amo.

A mi novia y mis sobrinas por su inmenso apoyo emocional, por regalarme una perspectiva diferente del amor verdadero, por embellecer mi vida con sus sonrisas mi gratitud inmensa.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con mi formación profesional, de manera especial a mi asesor Dr. Luis Balarezo Urresta por su amistad y apoyo para guiar el desarrollo de la investigación, por su enseñanzas, consejos y por perfeccionar en el campo lo que se aprende en las aulas.

Además agradezco la amistad, apoyo y confianza a: Dr. Hugo Ruiz y Sra. Mariana Obando, a los docentes de mi querida Universidad Politécnica Estatal del Carchi M.Sc. David Herrera, M.Sc. Ramiro Mora, M.Sc. Hernán Benavides, M.Sc. Jorge Mina, M.Sc. Julio Peña, M.Sc. Libardo Peña, M.Sc. Iván Realpe, M.Sc. Gladys Urgilés, Sr. Edwin Herrera, Sra. Nancy Pozo.

DEDICATORIA.

Esta investigación refleja mi esfuerzo, entrega y sacrificio, el cual dedico con toda sinceridad a mis padres, la Sra. Gema del Rocío Martínez Guzmán y el Sr. Nelson Germán Pozo Martínez, ya que fueron ellos quienes fortalecieron a este ser humano con sus consejos y amor incondicional.

A mí amada compañera, Srta. Joselyn Bolaños, por demostrarme su amor cada día y recordarme lo fuerte que puedo ser.

A mis sobrinas Camila Tulcanaza y Zayreth Herrera, por enseñarme que la vida se renueva cada día, y que las tristezas del ayer no deben opacar las alegrías del mañana.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	ii
AUTORÍA DE TRABAJO.....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
1. EL PROBLEMA.....	2
1.1. PLANTEAMIENTO.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. DELIMITACIÓN.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	7
2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	9
2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	10
2.4.1. Caracterización físico-química de suelos.....	10
2.4.2. Aptitud de suelos.....	25
2.5. Idea a defender.....	28
2.6. Variables.....	28

3. MARCO METODOLÓGICO	29
3.1. Modalidad de la Investigación	29
3.2. Tipos de Investigación	29
3.3. Población y Muestra de la Investigación	30
3.4. Operacionalización de Variables.....	31
3.5. Plan Recolección de la Información.....	32
3.5.1. Localización de la investigación.....	32
3.5.2. Metodología de investigación.....	32
3.6. Plan de Procesamiento y Análisis de la Información.....	42
3.6.1. Análisis de resultados.....	42
3.7. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Investigación	43
3.7.1. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados.....	43
a) Determinación de las condiciones generales.....	43
3.7.2. Determinación de las épocas de análisis en relación a la pluviometría.....	45
3.7.3. Caracterización físico-química del área de pastoreo del Rejo 1....	47
3.7.4. Caracterización físico-química del área de pastoreo del Rejo 2....	66
3.7.5. Caracterización físico-química del área de pastoreo del Rejo 3....	85
3.8. Validación de la idea a defender.....	105
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
4.1. Conclusiones.....	106
4.2. Recomendaciones	107
5. PROPUESTA	109
5.1. TITULO DE LA PROPUESTA	109
5.2. Datos informativos	109
5.3. Antecedentes de la propuesta.....	109
5.3.1. Justificación	110
5.4. OBJETIVOS	111
5.4.1. Objetivo General.....	111
5.4.2. Objetivos Específicos	111

5.5. Estrategias de manejo y conservación de suelos. (Propiedades físicas y químicas)	112
5.5.1. Estrategias para evaluar las propiedades físico-químicas de los andisoles	112
5.5.1.1. Análisis físico-químico de suelos andisoles dedicados a la producción de pastos y/o forrajes	113
5.5.1.2. Descripción e interpretación de resultados para determinación de la aptitud de los suelo (capacidad productiva) para pastos y forrajes.....	116
5.5.1.3. Determinación de la aptitud de los suelo (capacidad productiva) para pastos y forrajes	120
5.5.2. Estrategias para de manejo y conservación de los suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes.....	122
5.5.2.1. Planificación para la renovación de pasturas	123
5.5.2.2. Selección de especies.....	125
5.5.2.3. Renovación de pasturas por siembra directa sin herbicida	126
5.5.2.4. Renovación de pasturas mediante esparcimiento de heces	126
5.5.2.5. Delimitación de potreros – pastoreo controlado	127
5.5.2.6. Rotación de potreros	128
5.5.2.7. Fertilización orgánica para mantenimiento.	129
5.5.2.8. Abonos verdes	129
5.5.2.9. Periodo de evaluación de resultados.	130
5.6. CONCLUSIONES	131
6. BIBLIOGRAFÍA	132
7. ANEXOS.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del aire del suelo vs aire atmosférico	15
Tabla 2. Clasificación de las partículas del suelo según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.....	17
Tabla 3. Composición química de Ray-grass	28
Tabla 4. Microelementos (%MS) de Ray-grass	28

Tabla 5. Datos informativos	32
Tabla 6. Producción de pastos y/o forrajes Rejo 1	47
Tabla 7. Color superficial de suelos en Rejo 1	47
Tabla 8. Propiedades físicas de suelos Rejo 1 en PLL y PPLL.....	57
Tabla 9. Propiedades químicas de suelos Rejo 1 en PLL y PPLL	59
Tabla 10. Propiedades químicas de suelos Rejo 1 en PLL y PPLL	60
Tabla 11. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 1. PLL vs PPLL (%)..	63
Tabla 12. Producción de pastos y/o forrajes Rejo 2.....	67
Tabla 13. Color superficial de suelos en Rejo 2	67
Tabla 14. Propiedades físicas de suelos Rejo 2 PLL y PPLL.....	77
Tabla 15. Propiedades químicas de suelos Rejo 2 en PLL y PPLL	79
Tabla 16. Propiedades químicas de suelos Rejo 2 en PLL y PPLL	80
Tabla 17. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 2. PLL vs PPLL (%)..	83
Tabla 18. Producción de pastos y/o forrajes Rejo 3.....	86
Tabla 19. Color superficial de suelos en Rejo 3	86
Tabla 20. Propiedades físicas de suelos Rejo 3 en PLL y PPLL.....	96
Tabla 21. Propiedades químicas de suelos Rejo 3 en PLL y PPLL	98
Tabla 22. Propiedades químicas de suelos Rejo 3 en PLL y PPLL	99
Tabla 23. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 3. PLL vs PPLL (%).	
.....	103
Tabla 24. Plan de acción evaluación propiedades físico-químicas de suelos.	113
Tabla 25. Tabla para descripción física de suelos con barreno.....	115
Tabla 26. Tabla para cálculo y registro de propiedades relacionadas a la	
humedad del suelo.	116
Tabla 27. Parámetros de las propiedades físicas de suelos.	118
Tabla 28. Interpretación de niveles de pH	118
Tabla 29. Interpretación de la C.E. en dS/m a 25°C.....	119
Tabla 30. Interpretación de los niveles de contenido de elementos en suelo .	120
Tabla 31. Plan de acción manejo y conservación de suelos dedicados a la	
producción de pastos y/o forrajes	123

Tabla 32. Mezclas forrajeras para zonas lecheras y cantidad de semilla por hectárea.	125
---	-----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Clases texturales	35
Ilustración 2. Diagrama del procedimiento de Textura por Tacto	36
Ilustración 3. Mapa de muestreo de duelos andisoles en la hacienda la concepción.	44
Ilustración 4. Diagrama textual	117

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Pluviometría mensual año 2014	45
Gráfico 2. Pluviometría mensual año 2014	46
Gráfico 3. Color superficial de suelos en Rejo 1	48
Gráfico 4. Gráfico de distribución de perfiles Rejo 1	56
Gráfico 5. C.E. de solución de suelos Rejo 1. (1:2.5).....	62
Gráfico 6. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 1. PLL vs PPLL (%).	64
Gráfico 7. Contenido de minerales en pastos y/o forrajes Rejo 1. PLL vs PPLL (ppm).	65
Gráfico 8. Color superficial de suelos en Rejo 2.....	68
Gráfico 9. Distribución de perfiles Rejo 2.	76
Gráfico 10. C.E. de solución de suelos Rejo 2. (1:2.5)	82
Gráfico 11. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 2. PLL vs PPLL (%).	83
Gráfico 12. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 2. PLL vs PPLL (ppm).	84
Gráfico 13. Color superficial de suelos en Rejo 3.....	87
Gráfico 14. Distribución de perfiles Rejo 3.	95

Gráfico 15. C.E. de solución de suelos Rejo 1. (1:2.5)	102
Gráfico 16. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 3. PLL vs PPLL (%).	103
Gráfico 17. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 3. PLL vs PPLL (ppm).	104

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de análisis de perfiles de suelo.....	139
Anexo 2. Cartilla estándar de color de suelos Munsell	140
Anexo 3. Etiqueta de suelos	140
Anexo 4. Registros meteorológicos	141
Anexo 5. Recolección de muestras de pastos y suelo	141
Anexo 6. Descripción de perfiles de suelo	142
Anexo 7. Asesoramiento de investigación	142
Anexo 8. Recolección de muestras de suelo	143
Anexo 9. Resultados análisis de suelo.....	144
Anexo 10. Resultados de análisis bromatológico de pastos.....	145
Anexo 11. Tabulación de datos	146

RESUMEN EJECUTIVO

En la hacienda “La Concepción” de la parroquia Tufiño se realizó la caracterización físico-química de los suelos en dos periodos diferenciados por la cantidad de precipitación durante los años 2014 y 2015, identificados como periodo lluvioso (PLL) y periodo poco lluvioso (PPLL), para determinar su aptitud en producción de pastos y/o forrajes destinados a la alimentación de ganado bovino con propósito lechero. El periodo lluvioso (PLL) se estableció los meses de noviembre y diciembre del 2014 y el periodo poco lluvioso (PPLL) en los meses de febrero y marzo del 2015. El área de investigación fue de 49.46 hectáreas divididas en tres secciones denominadas como “Rejos”, (R1, R2 y R3), estas a su vez subdivididas en 7 partes considerando la topografía y el relieve de la zona (M1, M2, M3, M4, M5, M6 y M7). Con la investigación se determinó las propiedades físicas y químicas del suelo en cada periodo, y se estableció una comparación entre los valores encontrados para interpretar la capacidad del suelo para producir pastos y/o forrajes óptimos para nutrición del ganado lechero. Los resultados determinaron que estos suelos de origen volcánico no varían significativamente sus propiedades en relación al cambio de periodos pluviométricos, logrando mantener condiciones favorables para el desarrollo vegetal. Con el fin de conservar estas características se establecen estrategias de manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes, que se fundamenta en el conocimiento de las características del suelo y contenido nutricional para desarrollar un manejo adecuado que optimice la producción de pastos, incremente la producción de leche y minimice el impacto negativo provocado al suelo y garantice su conservación.

Palabras clave: Caracterización, Aptitud, pluviometría, producción, manejo y conservación de suelo.

ABSTRACT

At "La Concepción" Hacienda, located in "Tufiño" Parrish, a physical-chemical characterization was carried out on the soils in two periods differentiated by the quantity of rain during the years of 2014 and 2015, identified as the rainy period (RP) and the dry period (DP), in order to determine their capability regarding grass and/or fodder production to be destined to the feeding of cattle with dairy purposes. The rainy period (RP) was established within the months of November and December in 2014, whereas the dry period (DP) was established in the months of February and March, 2015. The research land was about 49.46 hectares, divided in three sections denominated as "Rejos" (R1, R2 and R3), all of these at the same time were sub-divided into 7 parts, considering the zone topography and slopes (M1, M2, M3, M4, M5, M6 and M7). With the research, all of the physical-chemical properties of the land in each period were determined, and a comparison between all of the found values in order to interpret the capacity of the soil to produce optimal dairy-purposes cattle feeding grass and/or fodder was as well carried out. The results determined that these volcanic origin soil properties do not significantly vary, in relation to the rainfall period change, achieving the maintenance of favorable conditions for vegetal growth. By means of conserving these characteristics, strategies of management and conservation of grass and/or fodder soil were established, consisting on the knowledge of the land characteristics and its nutritional properties allowing to develop an adequate management which optimizes overall grass production, enhancing at the same time the general milk production, minimizing the negative impact on the soil, guaranteeing its conservation.

Keywords: Characterization, Capability, Rainfall, Production, Management and Conservation of the soil.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, según el INEC (2011), los suelos utilizados para la producción de pastos naturales y cultivados destinados a la alimentación de ganado lechero se registran con el 41.3% de la superficie cultivable, lo que indica que la ganadería es la actividad predominante, en la región alto-andina el 25,2% y el 21,8% de los suelos se utilizan en producción de pastos naturales y cultivados respectivamente.

En la parroquia Tufiño ubicada a 20 km de la ciudad de Tulcán, con una altura de 3200 msnm, presenta condiciones climáticas adversas que dificultan el desarrollo de los cultivos, siendo la más significativa la precipitación, donde se diferencian un periodo lluvioso, uno poco lluvioso, y uno de déficit hídrico, además se evidencia el desconocimiento de los productores en cuanto a propiedades físicas y químicas de suelo se refiere.

La ganadería lechera es la actividad pecuaria más importante en la parroquia Tufiño, en la actualidad existen sistemas semitecnificados de explotación lechera, más aún los productores realizan la producción de pastos y/ forrajes de manera empírica, sin planificación previa y sin obtener los resultados esperados, por eso se pretende poner a disposición las estrategias de manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y o forrajes para rescatar el recurso limitado, suelo.

La investigación en esta área toma el modelo cuali-cuantitativo, para poder valorar las características de los suelos e interpretar los valores de los resultados de los diferentes análisis realizados a nivel de laboratorio. Se realizó una la investigación de campo, con la cual se pretende analizar las condiciones presentes en la zona, las características de los suelos y determinar su aptitud para producción de pastos y/o forrajes.

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO

La parroquia Tufiño ubicada en la zona alto-andina de la provincia del Carchi a 3200 msnm, con una superficie de 180,6 Km² se dedica a la producción de leche como una de sus actividades agropecuarias principales (Martinez, 2011). De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial del cantón Tulcán 2011-2031, (PUCE-GAD-Tulcán, 2011), Tufiño posee suelos Andisoles, jóvenes, con alto contenido de materia orgánica, altamente permeables pero con alta capacidad de retención de agua y resistentes a la erosión.

En Tufiño se registra periodos lluviosos, poco lluviosos y de déficit hídrico, según la Estación Meteorológica Tufiño M0308 (INAMHI, 2014). La cantidad de agua de lluvia influye en las propiedades físico-químicas del suelo produciendo alteraciones en el crecimiento de las plantas (Maestas, 2011), y participa directa e indirectamente en todas las funciones fisiológicas y de transporte, por lo tanto el déficit de agua limita la producción de pasto, tanto en contenido de nutrientes como en velocidad de crecimiento según el periodo de lluvia, quitando la garantía a la producción lechera de la zona.

El desconocimiento de las propiedades físicas del suelo y su aptitud para producir adecuadamente cierto cultivo conlleva a un manejo inadecuado de la producción de pastos y/o forrajes, tal es el caso de la compactación por el uso excesivo e innecesario de maquinaria (FAO, 2004), esto limita el crecimiento de las raíces debido a la disminución de la circulación del aire y el agua en el suelo. (PIONEER, 2014), y esto origina un desequilibrio en el contenido de humedad en el suelo (FAO, 2000).

Además la aplicación de fertilizantes sin conocer las propiedades químicas trae como consecuencia la acidificación de los suelos, disminución de pH (Reina & Martinez, 2010), alterando las disponibilidades de Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Sodio (Na), (Turati & Rivero, s. f.), por lo que las plantas no

asimilan de manera eficiente los nutrientes, afectando la nutrición del ganado y disminuyendo la producción de leche.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se manifiesta la aptitud de los suelos con cultivo de pastos y/o forrajes en el periodo lluvioso PLL y periodo poco lluvioso PPLL en la hacienda la Concepción parroquia Tufiño?

Variable independiente: Caracterización físico- química del suelo en periodo lluvioso PLL y periodo poco lluvioso PPLL.

Variable dependiente: Aptitud de suelos para la producción de pastos y/o forrajes.

1.3. DELIMITACIÓN

Objeto: Aptitud de los suelos.

Sujeto: Hacienda “La Concepción”.

Campo: Agropecuario.

Área: Agronómica.

Espacio. País: Ecuador, Región: Sierra, Provincia: Carchi, Cantón: Tulcán, Parroquia: Tufiño.

Tiempo: Desde Octubre 2014 hasta Julio 2016.

Personas: Administrador, técnico de campo, trabajadores de “La Concepción”.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador la mayoría de suelos están ocupados por pastos naturales y cultivados que muestran que la actividad ganadera es predominante. En la región sierra de los suelos dedicado a la producción agropecuaria, el 25,2 % contienen especies de pastos cultivados y el 21,8 % de pastos naturales (INEC, 2011).

En la provincia del Carchi existen 174.494 cabezas de ganado vacuno, con un promedio de 7 a 10 litros de leche diarios por vaca, y esta se ubica en cuarto lugar entre las provincias de la región sierra en cuanto a producción bovina (Martínez, 2013). En este contexto al proporcionar datos precisos sobre los factores que limitan la capacidad del suelo para suministrar los nutrientes a las plantas, se logrará llevar un manejo adecuado de suelos para la producción de pastos y forrajes, y se reflejara en la suficiente rentabilidad del negocio lechero.

Al realizar el análisis de la aptitud de suelo para la producción de pastos y/o forrajes en periodo lluvioso (PLL) y periodo poco lluvioso (PPLL), se podrá conocer sus propiedades físico-químicas y generar alternativas para mejorar el manejo de la producción de pastos y/o forrajera y obtener alimento de calidad para optimizar la producción lechera e influir en el desarrollo económico local.

Al determinar las alternativas de manejo de suelos para producción de pastos y/o forrajes para producción lechera, se minimizará los efectos negativos en el suelo, retardando el desgaste y conservando sus propiedades físico-químicas.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General.

Realizar la caracterización físico-química de los suelos para determinar su aptitud en producción de pastos y/o forrajes de la hacienda “La Concepción” de la parroquia Tufiño.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Realizar la caracterización físico-química de los suelos en un periodo lluvioso (PLL) y en un periodo poco lluvioso (PPLL).
- Determinar la aptitud de los suelos para la productividad de pastos y forrajes.
- Presentar una propuesta para manejo y conservación de suelos productores de pastos y/o forrajes.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Vargas, C (2012) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la investigación “Caracterización físico-química de suelos en plantaciones de *Pinus radiata* en Acosa, parroquia Lasso, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi”.

En este estudio realizado en ACOSA S.A. a 3150 msnm, a 12 °C de temperatura y una humedad de 91%, en un suelo derivado de ceniza volcánica, se planteó el objetivo de determinar las características físico-químicas de los suelos en plantaciones de *Pinus radiata*, donde sobre salen las condiciones físicas de textura como arcillo arenoso, franco arcilloso, franco arcillo arenoso y arenoso; estructura bloques angulares, bloques sub angulares y sin estructura, de consistencia muy adherentes, muy plásticas, no adherentes no plásticos y pumina con un porcentaje de pedregocidad de 25 %; según el criterio del autor, de esto resulta que las propiedades físicas químicas de los suelos de origen volcánicos “Andisoles” resultaron bastante buenos.

En el estudio “Caracterización de algunos componentes químicos, en suelos de diferentes agroecosistemas ganaderos”, de Noval, García D., García L., Quiñones y Mollineda (2014), Investigadores de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Cuba

El presente estudio se desarrolló en cinco unidades de producción de dos agroecosistemas ganaderos característicos de la ganadería bovina en la provincia de Villa Clara. Noval et al. (2014) afirman. “Se concluye que independiente del agroecosistema se encontraron porcentos de muestras de suelo deficientes de minerales, igualmente existió variación significativa en los niveles de esos minerales, en dependencia de la época” (pág. 29).

Granados (s. f.), de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, en su investigación “Características y contaminación de suelos sulfatados ácidos (SSA) en el municipio de Guachetá, Cundinamarca, Colombia”.

La investigación se realizó en predios de las veredas La Puntica y Gachalá, municipio de Guachetá, Cundinamarca, a una altitud de 2570 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 13° C y un promedio de pluviometría anual de 770 mm. Los indicadores evaluados fueron: pH (unidades potenciómetras), conductividad eléctrica (dS/m), carbono orgánico (%), materia orgánica (%), nitrógeno total (%), acidez intercambiable (meq (Al + H^{*})/100g), aluminio intercambiable (meq/100g), hierro (ppm) y azufre (ppm). Y una vez analizado los resultados el autor concluye:

Los suelos exhiben múltiples problemas de naturaleza química como la toxicidad del Aluminio, especialmente el de la puntica 1, debido a la alta concentración de este elemento, explicado por su elevada solubilidad y la formación de componentes salinos como fosfatos y sulfatos de : hierro y aluminio. (pág. 22)

Reyes (2008), de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, en la investigación “Evaluación de un agroecosistema de pastizal natural para la producción de leche con búfalas en suelos salinos”.

La investigación se realizó en la Lechería “Pastoreo Cero” de la Empresa Pecuaria MACUN, en la provincia Villa Clara. La lechería se ubica en un agroecosistema dominado por pastos naturales que crecen sobre suelos salinos, donde predominan los suelos oscuros plásticos, y se diferencian: “Período lluvioso (PLL), de mayo a octubre, con un régimen pluviómetro ascendente a 770,7 mm total acumulado y temperaturas que oscilan entre 25,0 y 27,4 o C”, y un “Período poco lluvioso (PPLL), de noviembre a abril, con un acumulado total de 467,9 y temperaturas que oscilan entre 21,8 y 23,7 o C” (Reyes, 2008, pág. 38)

Reyes, (2008) acerca de la disponibilidad en fitomasa comestible indica.

(...) en el período lluvioso fue de 13,25 t MV/ha, lo que equivale a 3,44 t MS/ha, por otro lado para el período poco lluvioso este valor descendió a 3,46 t MV/ha (1,10 t/ha en base seca). Por esta razón la carga animal de la lechería fluctuó entre 0,76 (UGM/ha) para el período poco lluvioso y 0,80 (UGM/ha) para el lluvioso.

En relación a esto la disponibilidad estuvo influenciada por el tipo de suelo severamente salino, que causa una falta de agua a las plantas, puesto que se da una sequía fisiológica.

No obstante las plantas para extraer una mayor cantidad de agua, es decir, adaptarse al estrés hídrico provocado por el exceso de sales y lograr un ajuste osmótico u osmorregulación en los suelos salinos absorbe cantidades anormales de soluto (iones inorgánicos), llevando a cabo la síntesis y acumulación de solutos orgánicos, de modo que la planta se afecta por el exceso de soluto absorbido, tóxico para la planta, se afectan procesos tales como la síntesis de proteína, la asimilación del dióxido de carbono, la respiración, todo ello provoca la reducción del rendimiento, a veces drástico, y también baja calidad del producto agrícola. (Reyes, 2008, pág. 45)

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La Constitución de la república del Ecuador, en el Título II, Capítulo segundo, Sección segunda, Ambiente sano, Art. 14, textualmente dice:

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, SumakKawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Constitucion de la República del Ecuador, 2008)

La Constitución de la república del Ecuador, en el Titulo VII, Capitulo segundo, Biodiversidad y recursos naturales, Sección quinta, Suelos, El Art. 409, menciona:

Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. (Constitucion de la República del Ecuador, 2008)

En el mismo artículo de la constitución se menciona que. “En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona” (Constitucion de la República del Ecuador, 2008).

La Constitución de la república del Ecuador, en el Titulo VII, Capitulo segundo, Biodiversidad y recursos naturales, en la Sección sexta, Agua, en el Art. 411. Señala:

El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. (Constitucion de la República del Ecuador, 2008).

El Reglamento para trabajos de investigación de tesis de grado, graduación, titulación e incorporación de la UPEC en el Art. 1. Finalidad y ámbito, dice de textualmente. “El presente reglamento tiene como finalidad normar los procesos para trabajos de Investigación de Tesis de Grado, Graduación, Titulación e Incorporación de los estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi–UPEC” (Reglamento para trabajos de titulación, 2014, pág. 2).

En el mismo reglamento, el Art. 2. Obligatoriedad de la tesis, señala:

Para la obtención del Título Profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar una Tesis de Grado orientada a ejercitarse en la investigación con pertinencia a la disciplina en que obtendrá el grado, en referencia al Art. 144 de la LOES. (pág. 2)

2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Abecasis, (2014) señala que el suelo es considerado un organismo vivo, puesto que es un medio físico, químico y biológico, en el cual se realizan funciones perfectas solo si todas las fracciones están en armonía y con salud, caso contrario si se realiza un mal manejo y las condiciones no son adecuadas se enferma y muere, causando que ningún cultivo productivo se desarrolle.

La fertilidad del suelo no implica simplemente la cantidad de elementos o materia que se puede medir y/o aportar, sino depende de un conjunto de condiciones y procesos donde cada uno depende del otro. El suelo puede erosionarse y perder su calidad en periodos de tiempo muy cortos, pero no se lo puede recuperar inmediatamente, aun con un buen manejo y buenas prácticas de producción, el proceso reparación es muy lento.

Es importante planificar el uso del suelo con la intención de prevenir la destrucción de los recursos naturales y promover desarrollo socioeconómico de las comunidades, por eso es necesario evaluar el potencial agrícola de las zonas productivas y procurar un uso adecuado.

Zapata, (2006) refiere que los suelos de la ecozona templada fría son andisoles, estos se desarrollan a partir de cenizas volcánicas y muestran poca a moderada evolución, son suelos jóvenes, no diferenciados, con altos contenidos de materia orgánica, con alta capacidad de retención de agua, permeables y resistentes a la erosión.

La caracterización de suelos se permite analizar las propiedades físicas y químicas para determinar su capacidad productiva o aptitud para un tipo de cultivo específico. Esto resulta de la combinación de las características y elementos ambientales representativos de una zona, de entre ellos las precipitaciones y la relación con requerimientos de cultivos para elegir la mejor de las posibilidades.

2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

2.4.1. Caracterización físico-química de suelos.

Para poder realizar la caracterización de suelos es importante conocer algunos conceptos:

2.4.1.1. Suelo.

Vargas (2012) señala que el suelo es el producto de varios procesos dinámicos y biológicos que a través del tiempo han actuado sobre las rocas y minerales. Los minerales meteorizados, denominado también como capa filtrante u horizonte iluvial, y la presencia de materia orgánica no descompuesta, en conjunto forman una estratificación horizontal diferenciada, en donde se encuentran microorganismos y se desarrollan las raíces de plantas superiores es a lo que comúnmente conocemos como suelo.

En la parroquia Tufiño se encuentra suelos de tipo Andosol (Distrandepts) D3, que en el sistema (USDA, Soil Taxonomy) corresponde a los Andisoles, suelos

jóvenes, de color negro debido a la presencia de materia orgánica, generalmente de textura franco arenosa a franca (PUCE-GAD-Tulcán, 2011).

- **Pedón.**- Es un volumen pequeño de suelo que puede considerarse representativo para describir la naturaleza de una porción más grande, es decir, es la muestra que contienen las características necesarias para realizar el análisis, normalmente tiene una superficie de 1 metro.
- **Polipedón.**- Vargas (2012) afirma:” (...) el polipedón es un conjunto de pedones que se agrupan por características semejantes y constituyen lo que se denomina una serie” (pág. 8).

2.4.1.2. Perfil de suelos

Vargas (2012) refiere que el perfil de un suelo es la exposición vertical de los horizontes alterados edafogénicamente durante el periodo de formación del suelo que están distribuidos en forma secuencial o alterada, indica que las características de un suelo determinado tal como se encuentra en el campo, Vargas (2012) textualmente afirma. “(...), el perfil de suelos puede ser observado en una calicata o hueco cavado a propósito en un corte de carretera (aun cuando no es muy recomendable para efectos de clasificación o descripción de perfiles)...” (pág. 9), también se lo puede efectuar en sitios donde haya exposición de horizontes de suelo. Para determinar los perfiles de suelo es necesario realizarlo hasta una profundidad de un metro.

2.4.1.3. Horizontes de suelos

De acuerdo a la FAO (2009), los límites del horizonte proporcionan información de los procesos que dieron origen a los suelos dominantes que forman a ese suelo. Los límites de cada horizonte reflejan los procesos antropogénicos que ocurrieron en el transcurso del tiempo.

Los horizontes se denominan con letras del alfabeto latino: el horizonte AI, es el más superficial, donde ocurre y se desarrollan la mayoría de las especies, este a la vez puede subdividirse en AI-1, AI-2, AI-3, considerando las características

físicas presentes. El horizonte BI es el que antes de ser cubierto por cenizas volcánicas se presentaba como horizonte A, es decir este es un perfil fósil. Este también puede adoptar numeraciones según la formación y diferenciación que ha sufrido a través del tiempo. El horizonte C está más ligado a la descomposición del material rocoso, y el horizonte D está dado por la roca madre.

2.4.1.4. Clasificación de suelos

De acuerdo con la taxonomía de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (USDA, Soil Taxonomy), descrita por la FAO, (2014) los tipos de suelos en primer orden son:

- Alfisol
- Andisol
- Aridisol
- Entisol
- Gelisol
- Histosol
- Inceptisol
- Mollisol
- Oxisol
- Spodosol
- Ultisol
- Vertisol

2.4.1.5. Andisoles

Ibáñez, Moreno, & Gisbert, (s. f.), mencionan. “Los Andisoles son suelos desarrollados sobre materiales piroclásticos depositados por erupciones volcánicas cuya principal característica es la variedad de material parental debido a la naturaleza de los materiales expulsados en las erupciones”. (pág. 3)

El origen de estos suelos se debe al rápido enfriamiento de los materiales expulsados, que no permite la cristalización de los minerales con un alto grado de ordenación, resultando así un material vítreo o vidrio volcánico amorfo, la arcilla predominante es la alófana, que al buscar mayor estabilidad se liga a la materia orgánica formando compuestos orgánicos y minerales difíciles de descomponer. El perfil característico de un andisol se manifiesta por los horizontes A, B y C.

Los perfiles de suelo en los andisoles son diferentes en función de las características de formación del material depositado por causa de una erupción volcánica.

2.4.1.6. Fases del suelo.

Las tres fases de los suelos son: Sólida (inorgánicos o minerales y orgánicos), líquida y gaseosa. Estos componentes se encuentran en proporciones sujetas a rápidas y grandes fluctuaciones. Así mismo, la composición del subsuelo difiere de la capa superficial. A medida de que la profundidad aumenta disminuye el contenido de materia orgánica y espacio poroso, aunque estos contienen mayor cantidad de agua que aire, siendo reserva de agua y nutrientes que influye significativamente en el desarrollo de las plantas (Regidor, 2011).

2.4.1.7. Fase sólida del suelo.

Es una fase muy heterogénea, formada por constituyentes inorgánico y orgánico (Brissio, 2005). La fracción sólida representa de un 45-49% del volumen del suelo. Los minerales representan el 90 a 99% dentro de la fase y el 10-1% restante corresponde a la materia orgánica. Entre los componentes principales contiene óxidos de silicio, aluminio y hierro, además organismos vivos que desarrollan gran actividad química y biológica sobre la materia inerte. Esta es la fase más ampliamente estudiada por la razón de ser la fase más estable del suelo

2.4.1.8. Fase líquida del suelo.

La fase líquida está constituida por una disolución acuosa de los macronutrientes como Ca, K, N y P y micronutrientes, entre los principales (Fe, Mn, B, Mo, Cu). El agua se retiene en los espacios porosos del suelo, existiendo disponibilidad para las plantas conforme a la cantidad de agua retenida, el agua de los macroporos y mesoporos puede moverse por el suelo en cualquier dirección: descendente, ascendente o hacia las raíces (Brissio, 2005).

- **Tipos de agua en el suelo**

El agua del suelo puede clasificarse en una serie de términos diferentes, ya sea desde un punto de vista físico o desde el punto de vista agronómico.

- **Desde el punto de vista físico**

Agua higroscópica. Es la que forma una fina película que recubre a las partículas del suelo, esta no tiene movimiento ni puede ser absorbida por las plantas debido a que se encuentra retenida por fuerzas superiores a 31 atmosferas.

Agua capilar. Es el agua contenida en los tubos capilares del suelo, dentro de ella se distingue el agua capilar absorbible y la no absorbible.

Agua gravitacional. Esta es la que no está retenida en el suelo, debido a que se filtra a través de los espacios porosos hacia mayor profundidad o de manera horizontal, dependiendo de la estructura del suelo, de este modo se habla de agua gravitacional de flujo lento y agua gravitacional de flujo rápido en función de su velocidad de circulación. (Coronel, Diseño de sistemas de riego I, s. f.).

- **Desde el punto de vista agronómico**

Punto de saturación. Se da en el momento en el que todos los poros están saturados de agua lo que significa que la presencia de aire es nula. En este punto la porosidad total del suelo es igual al volumen total de agua en el suelo.

Capacidad de retención. Es la cantidad máxima de agua que el suelo puede retener luego de las precipitaciones atmosféricas, cuando el agua gravitacional abandona el suelo, en este punto se produce pérdidas por evaporación, absorción de las plantas lo que dificulta medir este valor.

Capacidad de campo. Es la cantidad de agua que puede tener un suelo después de pasados unos dos días de las lluvias, es decir cuando se pierde el agua gravitacional de flujo rápido.

Punto de marchitez permanente. Este es el punto crucial para el desarrollo de los cultivos, se presenta cuando se deseca a un nivel tal que el agua que queda está retenida con una fuerza de succión mayor que las de absorción de las raíces de las plantas. El agua contenida corresponde al agua higroscópica más el agua capilar no absorbible. (Coronel, s. f.)

Agua útil. Representa el agua en capacidad de campo menos la que hay en el punto de marchitamiento. Es el agua de flujo lento más el agua absorbible menos la no absorbible e higroscópica.

2.4.1.9. Fase gaseosa del suelo.

Esta formada por los niveles de dos gases sustentadores de la vida que son oxígeno y dióxido de carbono. Estos gases intervienen en la respiración de las raíces de las plantas y de los microorganismos del suelo y es responsable de las reacciones de oxidación.

El contenido y composición del aire del suelo está determinado por el contenido en agua, ya que ambos componentes se localizan en los poros del suelo.

- **Composición**

Tiene una composición parecida a la del aire atmosférico, pero mucho menos constante.

Tabla 1. Composición del aire del suelo vs aire atmosférico

	Aire atmosférico %	Aire suelo %
Oxígeno	21	10-20
Nitrógeno	78	78,5-80
CO2	0,03	0,2-3
Vapor de agua	variable	en saturación

Fuente: (Anónimo, 2012)

Esta composición media del aire del suelo varía no solo con la profundidad del aire sino con los cambios estacionales (Periodos). En los períodos de mayor actividad biológica hay menos O² y más CO².

2.4.1.10. Propiedades físicas del suelo

a) Color.

Con esta propiedad se puede deducir atributos importantes del suelo: un color oscuro o negro revela un alto contenido en materia orgánica, el color blancuzco indica la presencia de carbonatos y/o yesos, los colores grises, verdes, azulados indican hidromorfía permanente. Al color se lo caracteriza mediante la Standar soil Color Chart o su significado en español, Cartilla de color de Munsell, por tres parámetros que según Regidor, (2011) son:

Matiz o Hue.- Es la denominación que expresa el valor de la longitud de onda dominante en la radiación reflejada. Se consideran cinco colores principales (R, rojo; Y, amarillo; G, verde; B, azul y P, púrpura) y cinco intermedios.

Brillo o Value.- este parámetro expresa la porción de luz que se refleja y que mide el grado de claridad u oscuridad relativa del color comparado con el blanco absoluto como referencia.

Intensidad o Cromo.- Esta indica la pureza relativa del color del matiz encontrado. Un horizonte puede presentar un color uniforme o presentar manchas de distinto color.

b) Textura.

Partículas de distinto tamaño constituyen al suelo, entre ellas están: grava, arena, limo y arcilla, en diferentes porcentajes y la relación existente entre las diferentes fracciones nos permite clasificar a los suelos. Esta propiedad permite determinar si existe o no para las plantas la facilidad de disponer de nutrientes, agua y oxígeno (Hernández, 2013).

El tipo de suelo ideal es el de textura franca, ya que contienen equilibrada las porciones de arena, limo y arcilla. Hernández, (2013) manifiesta:

Los suelos arenosos tienen buena aireación, son fáciles de labrar, son deficientes en nutrientes para las plantas, con baja retención de agua ya que se desecan con facilidad y son muy permeables. En los suelos limosos se producen efectos de impermeabilidad y mala aireación, carecen de propiedades coloidales y no tienen la posibilidad de formar agregados. Los suelos arcillosos son ricos en nutrientes, pero si hay un exceso de arcilla (>30%) son impermeables. (pág. 45)

Tabla 2. Clasificación de las partículas del suelo según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Nombre de la partícula límite del diámetro en milímetros (mm.)	Tamaño en milímetros (mm.)
Arena	0.05 a 2.0
Muy gruesa	1.0 a 2.0
Gruesa	0.5 a 1.0
Mediana	0.25 a 0.5
Fina	0.10 a 0.25
Muy fina	0.05 a 0.10
Limo	0.002 a 0.05
Arcilla	menor de 0.002

Fuente: Oñate, M. 1999. Citado por (Vargas, 2012)

c) Estructura.

Vargas (2012) textualmente señala. “La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados” (pág. 17). Es decir las partículas se encuentran ligadas unas a otras para formar los agregados. De este modo se presentan varias estructuras.

Granular (en granos).- Ese es la mejor estructura del suelo, el agua circula fácilmente a través de esta estructura por razón de estar formada por partículas individuales de arena, limo y arcilla congregadas en granos pequeños (Vargas, 2012). El tamaño de estos agregados varía desde fino < 2 mm, medio 2 ó 5 mm y grueso 5 a 10 mm.

Laminar (agregados en láminas).- “Se compone de partículas de suelo agregadas en láminas o capas finas que se acumulan horizontalmente una sobre otra”. Esta estructura no permite la infiltración y solo existe un movimiento horizontal considerable. En esta estructura que generalmente se halla en suelos boscosos el tamaño de las partículas puede encontrar desde Fino < 2 mm, medio de 2 a 5 mm y grueso de 5 a 10 mm (Luters & Salazar, 2000).

Prismática o Columnar (en forma de prisma o columnas).- Esta permite una infiltración considerable, con dificultad, pero un movimiento horizontal nulo. La razón es que al formarse columnas o pilares verticales y entre ellos fisuras verticales diminutas, pero definidas. Normalmente se encuentran en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla, para esta estructura de suelo el drenaje es deficiente.

Blocosa o subangulares (en bloques).- en referencia a Lutens & Salazar, (2000) en esta estructura las partículas de suelo que se agrupan y forman pequeños prismas, cuadrados o bloques de bordes moderadamente definidos, es resistente a la infiltración depende de cómo estén acomodados los agregados, el movimiento horizontal es considerable. Este tipo de estructura se encuentra frecuentemente en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla. En cuanto a tamaño se puede encontrar como muy fino < 5 mm, fino de 5 a 10 mm y medio entre 5 y 10 mm.

- ***Grados de estructura del suelo.***

El suelo presenta dos formas de estructura; la estructura de aglomerado, donde las partículas del suelo están muy unidas y se presentan como una sola masa; y la estructura de grano simple, como la arena, en la cual las partículas del

suelo no se agrupan en una sola masa, es decir no tienen coherencia. A partir de estos conceptos según Vargas, (2012) encontramos los siguientes grados de estructura:

Estructura débil, el cual está deficientemente formado por agregados indefinidos, donde los agregados se rompen con facilidad.

Estructura moderada, que se caracteriza por presentar agregados bien formados y diferenciados de duración moderada en relación a la estructura débil, de mayor apreciación cuando el suelo no ha sido intervenido.

Estructura fuerte, esta presenta agregados bien formados y diferenciados, duraderos y evidentes en suelos no alterados

d) *Drenaje.*

Vargas (2012) afirma.” El drenaje de un suelo es su mayor o menor rapidez o facilidad para evacuar el agua por escurrimiento superficial y por infiltración profunda” (pág. 20). Al contexto podemos agregar que después de caer lluvia o aplicar riego se observa que se forman charcos en el suelo, los cuales permaneces por algunos días es evidente que existe mal drenaje. A este tipo de suelos se los identifica cuando tienen un color gris, verde o gris con manchas rojas en los horizontes, eso quiere decir que permanecen saturados gran parte del año.

e) *Densidad aparente.*

Al conocer que el suelo es un cuerpo poroso, se afirma que tiene dos densidades, una de ellas es la densidad real (densidad media de sus partículas sólidas) y por otro lado la densidad aparente (teniendo en cuenta el volumen de poros), la relación de estas dos densidades es importante para el manejo de los suelos por lo que refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire.

La densidad aparente se define como la masa de las partículas de suelo seco por unidad de volumen (g/cm^3 o t/m^3), y describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso. La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica (Rojas, 2012).

f) Densidad real

Es también denominada como peso específico del suelo, y se define como la relación que existe entre el peso y volumen de la fase sólida del suelo. Este valor por lo general es constante, variando de acuerdo a la composición mineralógica del suelo. Estos minerales aunque no se encuentran en cantidades anormales, determinan el valor de la densidad real, por lo tanto si este valor es de 2.65 gr/cm^3 , se puede pensar que el suelo posee alto el contenido de materia orgánica si es alrededor de 1%, pero si es superior se deduce que contiene altos niveles de óxidos de hierro o minerales de hierro o manganeso, feldespatos, y cuarzo. (Rucks, Garcia, Kaplan, Ponce de Leon, & Hill, 2014).

g) Permeabilidad.

El sitio web BosqueNatural.org, (2012) sobre la permeabilidad manifiesta. “Representa la facilidad de circulación del agua en el suelo. Es un parámetro muy importante que influirá en la velocidad de edificación y en la actividad biológica que puede soportar un suelo”. Los factores que influyen en esta propiedad son la textura y estructura.

2.4.1.11. Propiedades químicas del suelo.

Zapata, (2006) señala que estas se refieren a la composición química del suelo, componentes orgánicos (materia orgánica, de origen animal o vegetal) e inorgánicos (minerales) que se han originado y transformado a partir de la roca madre así como de la descomposición de la materia orgánica fresca y la formación de las sustancias húmicas, considerando bajo la experiencia

adquirida que ciertas sustancias solidas pueden transformarse a una fase liquida.

a) *Constituyentes inorgánicos.*

Conformada por los macroelementos (N, P, Ca, K, Mg, S) y microelementos (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl) aprovechables por las plantas, se encuentran en diferentes proporciones dependiendo de las condiciones del suelo.

La porción inorgánica de los suelos es bastante variable en tamaño y composición aproximadamente el 90 al 99% de la fase sólida, está constituida por minerales en distintos estados de disgregación. La diferente composición granulométrica influye en la porosidad y permeabilidad del suelo determinando la circulación de agua y gases en sentido vertical como horizontal (Brissio, 2005).

b) *Cambio iónico.*

Es un proceso dinámico que se desarrolla en la superficie de las partículas. Son procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo, adsorben iones de la fase líquida liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambos. Como los iones adsorbidos quedan en posición asimilable constituyen la reserva de nutrientes para las plantas (UNAD, 2014).

c) *Capacidad de intercambio de cationes, CIC.*

En el suelo son varios los materiales que pueden cambiar cationes, los principales son las arcillas y la materia orgánica. Una suspensión o dispersión coloidal es un sistema físico que está compuesto de un material en forma líquida o gaseosa, en el cual hay inmersas partículas, por lo general sólidas, de pequeño tamaño, del orden de las micras (Castro, 2012).

d) pH

La reacción de un horizonte del suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad del horizonte y generalmente se expresa por medio de un valor de pH. El pH tiene influencia en la capacidad de cambio catiónico. Para las propiedades físicas los pH neutros son los más adecuados, a pH muy ácidos hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable, en cambio a pH alcalino, la arcilla se dispersa, se destruye la estructura y existen malas condiciones desde el punto de vista físico.

Para las propiedades químicas y fertilidad, el pH influye en la asimilación de nutrientes del suelo ya que determinados nutrientes se pueden bloquear en determinados valores de pH y no son asimilables para las plantas (Campillo, s. f.). El pH entre 6-7,5 proporciona las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas.

2.4.1.12. Propiedades biológicas de la fase sólida.

a) Constituyentes orgánicos.

Brissio (2005) refiere que a materia orgánica en solución, residuos orgánicos y microorganismos, están presentes en el suelo en menor proporción que los constituyentes inorgánicos, variando de 1 a 10% de la fase sólida en la zona superficial y aun menor en el subsuelo.

La cantidad de materia orgánica por mínima que sea tiene mucha influencia en las propiedades de los suelos; forma los agregados de partículas minerales, incrementa la capacidad de retención de agua, aporta nutrientes (N, P, S), mejora la capacidad de retención de iones, facilita el intercambio iónico, mejora la nutrición vegetal, evita la compactación del suelo, etc. las raíces son los principales factores que modifican las propiedades del suelo, ya que construyen poros mientras se desarrollan y cuando mueren se convierten en fuente de alimento para los componentes vivos del suelo. Según el INIA (2008), los componentes vivos del suelo son:

- ***Microflora.***

La microflora del suelo se constituye por hongos y bacterias, siendo estos últimos microorganismos los que predominan en los suelos pastoriles.

Las bacterias son microorganismos unicelulares no mayores a una micra de tamaño, desde el enfoque agrícola se clasifican en tres grupos, las descomponedoras de materia orgánica, las mutualistas que se asocian a las plantas para mejorar las funciones (simbiosis) y las patógenas que causan enfermedades en los tejidos de las plantas.

Los hongos son organismos pluricelulares, (excepto las levaduras), estos forman hebras ramificadas conocidas como hifas y estas a su vez dan lugar a la formación del micelio. Estos también se diferencian en tres grupos, los descomponedores (saprófitos), los mutualistas (micorrizas) y los patógenos (fusarium).

- ***Microfauna.***

La componen organismos invertebrados como los protozoarios, nemátodos y del género rotífera, que encuentran como hábitat el agua contenida en los poros del suelo, y es a través de estos que tienen movilidad, la presencia de estos organismos y su alimentación determinan la cantidad de microorganismos (hongos y bacterias) presentes en el suelo.

- ***Mesofauna.***

La mesofauna se constituye por microartrópodos, insectos pequeños y arañas, que tienen gran movilidad en el suelo, por lo tanto modifican la porosidad por su excavación y además agregan materia orgánica asimilable en sus heces fecales.

- **Macrofauna.**

Son microorganismos de mayor tamaño, entre 2 y 20 mm, dentro de este grupo están las hormigas, ciempiés, termitas, lombrices, caracoles y babosas. Estos invertebrados modifican la estructura del suelo con la formación de macroporos, además forman agregados que afecta la infiltración de agua y la aireación.

2.4.1.13. Caracterización edafoclimática.

La ecozona templada fría se localiza entre 3.000 y 4.000 msnm, con una temperatura promedio de 6 y 12 °C. Por los valores de precipitación entre los 500 a 1000 mm se denomina como ecozona húmeda o muy húmeda si son superiores. (FAO, 2004)

2.4.1.14. Importancia de la lluvia en la producción agrícola.

Una causa importante de la baja producción y del fracaso de los cultivos es la escasez de lluvia. Por ello los rendimientos pobres están relacionados con una insuficiencia de la humedad del suelo.

Se ha estimado que el agua del suelo limita la producción de los cultivos en aproximadamente tres cuartas partes de los suelos cultivables del mundo y es el principal factor responsable de los bajos rendimientos en las temporadas secas. (INAMHI, 2014)

2.4.1.15. Periodos lluviosos y poco lluviosos.

La distribución de la precipitación es irregular en toda la región andina, las precipitaciones en estos días son por lo general inferiores a los valores esperados, aunque se registran valores de recuperación en meses específicos del año.

La precipitación en los distintos periodos puede causar efectos positivos como también negativos ya que el agua es vital para la vida de los cultivos dentro de un rango determinado como capacidad de campo, pero si sobresale de estos

valores puede causar erosión por escorrentía, inundación, o al contrario en su ausencia se presenta sequía y erosión causada por el viento.

Normalmente se distinguen periodos en la ecozona templada fría, uno lluvioso los meses de noviembre a enero, uno poco lluvioso en los meses de febrero a junio, y uno de déficit hídrico de julio hasta octubre. (INAMHI, 2014)

2.4.1.16. Caracterización físico-química de suelos.

Vargas (2012), refiere que la morfología del suelo se constituye por su presentación de perfiles, color superficial, textura, estructura, componentes químicos inorgánicos e inorgánicos, que luego de realizar observaciones in situ y realizar un análisis de sus componentes a nivel de laboratorio se puede conocer las cantidades, niveles y presentación de estos factores.

2.4.2. Aptitud de suelos.

Según el glosario ambiental de la Secretaria del Ambiente y Desarrollo Sustentable del ministerio del ambiente de Argentina, la aptitud de un suelo es la capacidad productiva que tiene hasta el límite en el cual puede producirse deterioro.

De acuerdo a la FAO, (2010) el primer paso es un proceso de comparación de los requisitos edafoclimáticos de los cultivos analizados con los existentes en las zonas de estudio. Seguidamente se diferencia las limitaciones agroclimáticas tales como balance hídrico y viabilidad de cada cultivo según el periodo de crecimiento. El tercer paso es la evaluación de la aptitud agroedáfica, en relación a la aptitud agroclimática de la zona.

Las condiciones que limitan el rendimiento de la producción generalmente son el tipo de suelo, textura, periodo de lluvia y pendiente del terreno. La aptitud del suelo se la aprecia mediante los porcentajes alcanzados luego de los análisis y mediciones, el índice de aptitud se encuentra en los rangos: muy apto, apto, moderadamente apto, y no apto.

2.4.2.1. Calidad del suelo.

Según la Soil Quality Test Kit Guide en español, realizado por Lutens y Salazar (2000).

Calidad del suelo es definida, simplemente, como la “capacidad de funcionar de un específico tipo de suelo”. En general es evaluada midiendo un grupo mínimo de datos de propiedades del suelo para estimar la capacidad del suelo de realizar funciones básicas (por ej. mantener la productividad, regular y separar agua y flujo de solutos, filtrar y tamponar contra contaminantes, y almacenar y reciclar nutrientes). (pág. 3)

2.4.2.2. Caracterización de la calidad de suelos.

En base a estos conceptos, la caracterización de la calidad del suelo, es decir de sus propiedades físicas y químicas, permite determinar la viabilidad del uso de los recursos naturales, descartando las incompatibilidades entre el suelo y los cultivos para garantizar la producción optimizar recursos.

Además permite la identificación del medio físico receptor de posibles episodios de contaminación de suelos, el uso actual y futuro del suelo y las actividades a desarrollarse para potencializar el crecimiento de los cultivos. La relación suelo-agua permite conocer los factores y procesos físicos que ocurren dentro y en la superficie del suelo, que son fundamentales para el crecimiento de las plantas y manejo del suelo y el agua porque partiendo de este conocimiento es posible modificar adecuadamente las condiciones de cultivo. (Regidor, 2011).

2.4.2.3. Ecotipo.

Gonzales y Rojas, (2014) Señalan lo siguiente:

Se conoce como ecotipo a una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, a un ambiente particular o a un ecosistema definido, con límites de tolerancia particulares, a los

factores ambientales locales. La adaptación a un ecosistema o a un hábitat particular implica cambios genéticos que se establecen de acuerdo con los límites de tolerancia de las especies.

2.4.2.4. Pastos y/o forrajes

Se conoce como pasto a toda especie vegetal destinada a la alimentación de animales en pastoreo, y forraje es el alimento vegetal que se administra al ganado en estabulación. De acuerdo con la FAO, (2004) menciona que las especies de pastos y/o forrajes comunes en esta zona son:

Agrostis perennans, Agrostis toluensis, Agrostis alba, Calamagrostis vicunarum, Poa pratensis, Holcus lanatus, Bromus catharticus, Stipa ichu, Stipa obtusa, Muhlenbergia emesleyi, Lupinus alopecuroides y numerosas otras especies. El pasto Kikuyu (introducido de Colombia en 1947), frecuentemente asociado con trébol blanco, es común en los mejores suelos debajo de 3 200 m. (pág. 15)

2.4.2.5. Aprovechamiento de nutrientes en pastos y forrajes.

Se sabe que las raíces pueden absorber más nutrientes que los presentes en la solución del suelo. Expertos en fertilidad han diseñado métodos para su estimación con vistas a determinar cómo podía valorarse la cantidad de elementos que las plantas pueden absorber.

El aprovechamiento de los nutrientes por las plantas esta dado principalmente por la disponibilidad, y está a la vez depende del contenido de agua y de sus movimientos a través de los poros.

2.4.2.6. Requerimientos de pasturas de la zona altoandina.

Los principales requerimientos para pasturas es un pH entre 5.5 a 6.5, buenos niveles de contenido de fósforo. Además necesita principalmente Carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, fósforo, azufre y calcio.

2.4.2.7. Composición química de los pastos

Tabla 3. Composición química de Ray-grass

VRF1	Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	DND	FAD	LAD
Excelente	76.2	12.4	19.7	3.99	19.1	40.5	22.6	2.34
Primera	76.7	12.8	12.8	3.23	23.3	46.0	27.8	2.57
Segunda	73.9	13.2	13.2	2.56	26.6	52.1	31.3	3.23
Tercera	70.3	12.4	12.4	2.29	30.4	59.3	35.3	4.06
Cuarta	69.2	14.4	14.4	2.33	32.3	65.2	38.0	5.24

Fuente: (FEDNA, 2004)

Elaborado por: Pozo, 2016

Tabla 4. Microelementos (%MS) de Ray-grass

Ca	P	Mg
0.51	0.44	0.18

Fuente: (FEDNA, 2004)

Elaborado por: Pozo, 2016

2.5. Idea a defender

La caracterización físico-química de suelos en los periodos lluvioso PLL y periodo poco lluvioso PPLL permite determinar la aptitud para la productividad y competitividad de pastos y/o forrajes

2.6. Variables

V.I.: Caracterización físico-química en periodo lluvioso PLL y periodo poco lluvioso PPLL

V.D.: Aptitud de suelos para la producción de pastos y/o forrajes.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Modalidad de la Investigación

- La investigación aplica la modalidad de campo porque pretende examinar resultados de un análisis detallado realizado en campo, lugar donde el fenómeno se da de manera natural, de este modo se busca conseguir información sobre la situación lo más real que sea posible, para determinar la aptitud de los suelos, la competitividad y productividad de pastos y/o forrajes.
- La Investigación documental para realizar los procedimientos y técnicas adecuadas se requiere realizar investigación documental en libros, monografías, publicaciones periódicas, publicaciones técnicas y contar con el material de referencia correspondiente.

3.2. Tipos de Investigación

Investigación Exploratoria.

Es aquella que pretende obtener una idea anticipada de la situación a estudiar y además se descubrirá nuevas metodologías para describir las características o desarrollar el fenómeno estudiado. Se utilizará en la hora de determinar la aptitud de los suelos para la competitividad y productividad de pastos y/o forrajes.

Investigación Explicativa.

Es aquella que busca las causas por qué ocurre un fenómeno, es decir las relaciones de causa-efecto. Sera utilizada por que nos interesa conocer las causa de muchos procesos dinámicos en los suelos y los efectos que se dan en la producción.

3.3. Población y Muestra de la Investigación

Población.

La población de la presente investigación está representada por la totalidad de la superficie de la hacienda “La Concepción”, dedicada a la producción lechera que es de 489 ha.

Muestra.

La muestra de la investigación está dada por los 21 puntos geográficamente seleccionados en el área de 49.46 hectáreas donde pastorean los tres rejos en producción de la hacienda “La Concepción”.

3.4. Operacionalización de Variables

IDEA A DEFENDER	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO	INFORMANTE	
La caracterización físico-química en los periodos lluvioso PLL y periodo poco lluvioso PPLL permite determinar la aptitud de los suelos para obtener productividad y competitividad de pastos y/o forrajes.	V.I. Caracterización físico- química en periodo lluvioso PLL y periodo poco lluvioso PPLL	La caracterización de los suelos estudia los atributos específicos físicos y químicos de los suelos analizados, en periodo lluvioso y poco lluvioso.	Diferenciación PLL y PPLL	Milímetros de agua. Pluviometría	Análisis y tabulación de registros	Tablas de registros meteorológicos	Ing. Andrés Vera	
			Condiciones del suelo,	Descripción del perfil de suelo.	Observación de campo, técnica del barreno	Ficha técnica de observación	Jonathan Pozo	
			Propiedades físicas	Color	Color	Observación color	Tablas de Munsell	PhD. Wilfredo Franco, Jonathan Pozo
				Estructura	Tipo de estructura	Observación de agregados.	Color Soil	
	Propiedades químicas	Textura	Tipo de textura	Textura por tacto.	Ficha técnica de observación.	Jonathan Pozo		
		Densidad aparente	% Humedad	Cálculos de densidad por Secado de suelos	Guía de análisis de suelo			
	Disponibilidad de nutrientes	Macroelementos Microelementos M.O. C.E. pH	Concentraciones en ppm y meq/ml. Carbón, % M.O. CE pH.	Análisis de resultados de laboratorio	Tabla de Resultados de laboratorio	Jonathan Pozo		
				Calcificación de suelos	Mufla 500 °C, 6 h			
Método de Conductímetro	Conductímetro	Análisis en laboratorio	Potenciómetro	Jonathan Pozo				
Resultados de análisis de suelo y bromatológicos			Análisis de resultados de estudio bromatológico de pastos y/o forrajes	Informe de resultados de laboratorios	Dr. Luis Balarezo Laboratorio INIAP			
V.D. Aptitud de suelos para la producción de pastos y/o forrajes.	La aptitud que es la capacidad natural que tienen los suelos para producir un cultivo.	Condiciones de suelo y requerimientos nutricionales para cultivo de pastos y/o forrajes	Información registrada en documento	Documentación bibliográfica	Ficha técnica de lectura.	Jonathan Pozo		
		Aptitud del suelo para producción de pastos y/o forrajes	Características nutricionales y edafoclimáticos de los pastos y forrajes disponibles vs. Requerimientos.	Análisis de condiciones edafoclimáticas óptimas para desarrollo de pastos y/o forrajes	Tablas de comparación	Jonathan Pozo		

Elaborado por: Jonathan Pozo, 2015

3.5. Plan Recolección de la Información

3.5.1. Localización de la investigación

La investigación se desarrollarla en la Provincia del Carchi, Cantón Tulcán, parroquia Tufiño, en la hacienda “La Concepción”

Tabla 5. Datos informativos

Datos informativos	
Provincia	Carchi
Cantón	Tulcán
Sitio	Tufiño - Hda. La Concepción
Altitud	3418 m.s.n.m
Latitud	0°48'35.61" N
Longitud	77°48'45.57" O
Temperatura promedio anual	8-10 grados centígrados
Precipitación promedio anual	800-1500 mm

Elaborado por: Jonathan Pozo (2015).

Fuente: Registros meteorológicos hacienda “La Concepción”

3.5.2. Metodología de investigación.

a) Descripción general de la zona.

Para la realización la descripción de la zona se debe recurrir a la observación de campo y la información encontrada en la bibliografía, además de detalles proporcionados por parte del propietario, administrador, técnicos y personal que labora en la zona de estudio. Se deberá registrar los datos informativos físicos, geográficos y climatológicos en una tabla previamente elaborada (FAO, 2009).

b) Consideraciones generales.

- *Delimitación del área de análisis.*- Es necesario tener en cuenta el tipo de suelo, las condiciones topográficas y meteorológicas, tipo de vegetación,

riesgo de inundación y se debe realizar una apreciación visual del color superficial del suelo

- *Selección del área de muestreo.*- Para esto se estudiará las cartas topográficas, fotografías aéreas o mapas disponibles del sector y principalmente de la hacienda. Para el estudio se seleccionará las zonas donde se dedica la producción, donde se realizara identificación de puntos estratégicos para muestreo mediante el uso del GPS.
- *Determinación del método de toma de muestra de suelo.*- Una vez determinada e identificada el área de análisis se procede a determinar el método más adecuado para cumplir con la investigación. (FAO, 2009)

c) Procedimiento para la descripción de perfiles de suelo.

Dentro de los Materiales a utilizar tenemos.

- Clisímetro.
- GPS.
- Barreno.
- Etiquetas y rotuladores.
- Tela de color claro (de preferencia color blanco).
- Libreta de apuntes.
- Cinta métrica.
- Cartilla de color suelo Munsell.
- Espátula.
- Agua.

Se utilizará el barreno para la descripción de los perfiles de suelo, ya que al tratarse de estudio de pastos, y basados el Art. 409 de la Constitución de la republica del ecuador, sobre la conservación de suelos no se realizará calicatas. El procedimiento a seguir será el señalado por la FAO, (2009) que indica lo siguiente:

1. Determinar la pendiente de los potreros.
2. Seleccionar e identificar los puntos de muestreo
3. Limpiar la vegetación superficial.

4. Introducir el barreno girando en el sentido de las manecillas del reloj. Retirar cada 20 cm de profundidad (cada vez que este se vuelva muy dificultoso girar, por el contenido de suelo).
5. Colocar cuidadosamente la porción de suelo extraída sobre la tela colocada previamente sobre el campo. Precisa utilizar la cinta métrica para controlar la profundidad del suelo.
6. Repetir los pasos 4, 5 y 6 hasta que se llegue a profundidad de 100 cm o más de ser posible, o si el terreno no permite penetrar por material rocoso, se determinara otro sitio dentro del área de condiciones superficiales similares para realizar el muestreo
7. Determinar y registrar las propiedades físicas del suelos tales como: color, estructura, textura, presencia de raíces y contenido de silicatos, micas y formación de óxidos por proceso de meteorización.

d) Proceso para la determinación del color del suelo.

Para la determinación del color del suelo es imprescindible utilizar la Cartilla de Color de Suelo de Munsell (Standar soil Color Charts), que utiliza el matiz o hue, brillo o value y la intensidad o croma para definir el color. Para ello es necesario tomar un agregado de suelo (terrón) y compararlo con los colores de la Cartilla de Suelos de Munsell. Se deberá realizar este proceso cuidadosamente, determinando las profundidades a las que el suelo cambia de color (FAO, 2009).

e) Determinación de la estructura.

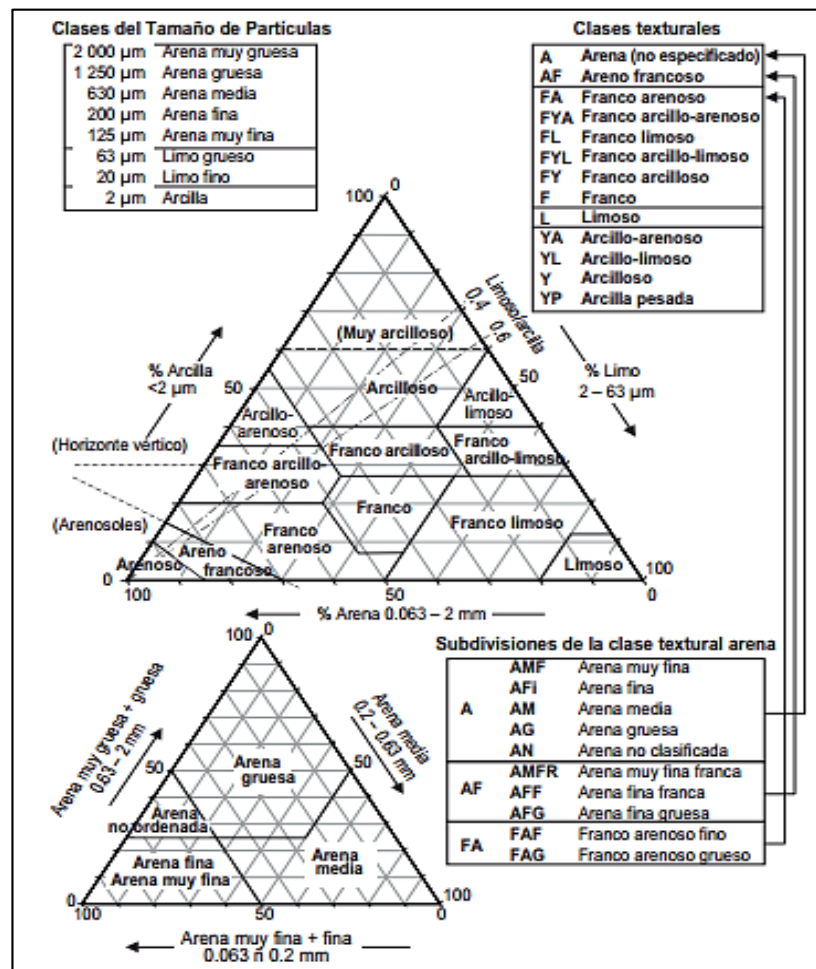
Para determinar la estructura se observará el suelo depositado sobre la tela, a este se le realiza movimientos suaves para observar cómo están agrupadas las partículas en agregados, estos pueden ser: granular (fino, medio y grueso), en bloques (muy fino, fino y medio), laminar (fino, medio y grueso) o, columnar o prismático. Es importante registrar las diferentes estructuras conforme aumenta la profundidad y cambia de perfil (FAO, 2009).

f) Determinación de la Textura por tacto.

Para determinar las textura se utilizará como base la metodología de textura por tacto descrita y graficada por Lutens & Salazar (2000, pág. 27). El proceso se lo realizara conforme cambien los perfiles de suelo en base a la profundidad. De ser necesario se utilizará agua para humedecer la muestra de suelo tomada para el análisis.

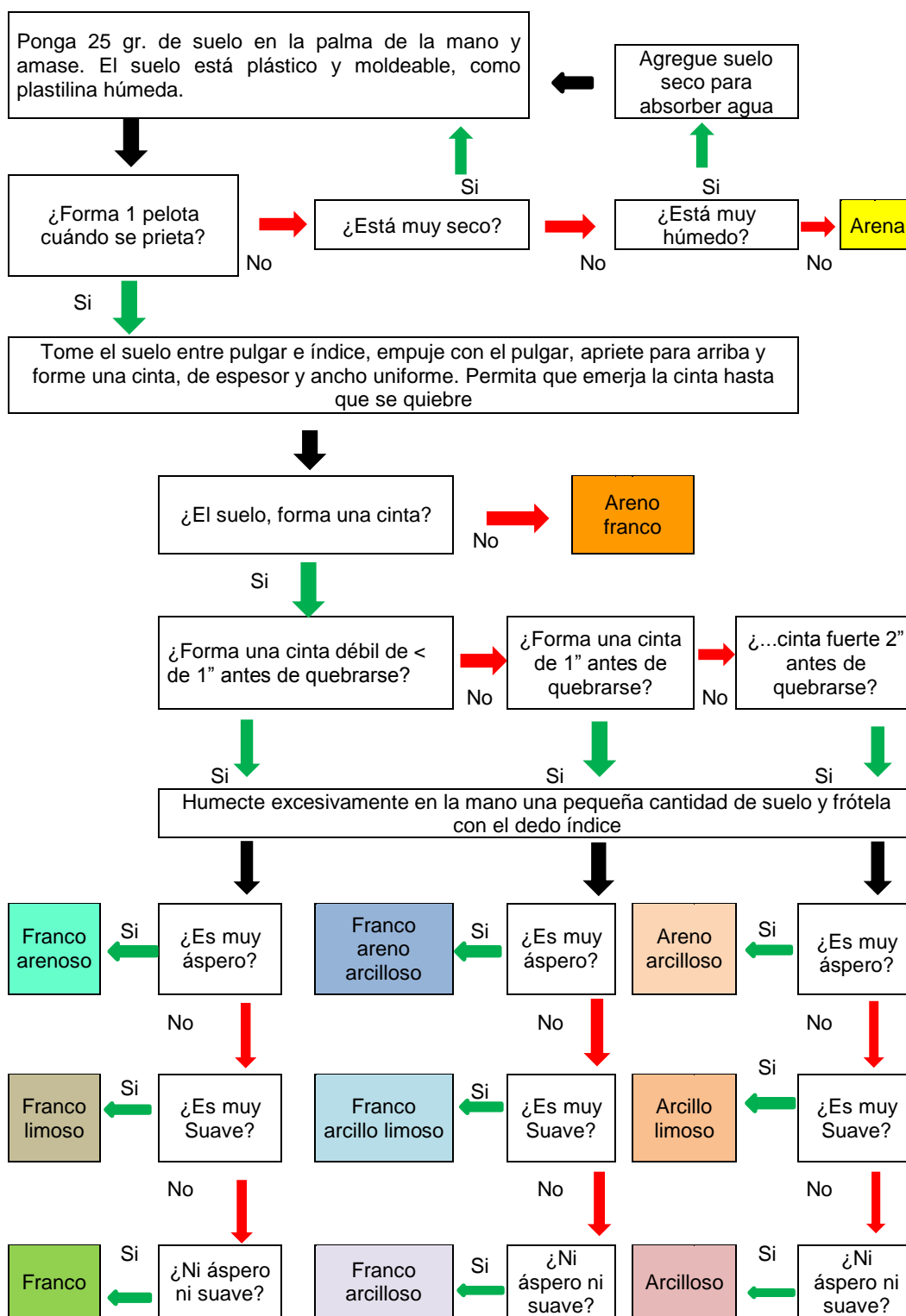
Además es necesario tener en cuenta la relación de los constituyentes de tierra fina por tamaño, definiendo las clases texturales y subclases de arena señalados por la FAO (2009), en la Guía para la descripción de suelos.

Ilustración 1. Clases texturales



Fuente: (FAO, 2009)

Ilustración 2. Diagrama del procedimiento de Textura por Tacto



Adaptada por (Pozo, 2015) de: (Luters & Salazar, 2000, pág. 27)

**g) Método para la toma de muestras de suelo para análisis químico
(Macro y Micro elementos y M.O.)**

Materiales a utilizar:

- GPS.
- Palas / hoyadoras.
- Bolsas de plástico.
- Etiquetas/marcadores.
- Libreta de apuntes.

Procedimiento.

Para determinar los sitios se utilizará el método diagonal o en “X” descrito por Vazquez (2013). Este método utiliza el método en X de toma de muestras indicado pero ofrece mayor flexibilidad en la definición de puntos de muestreo. Este método es más recomendado por edafólogos, por la naturaleza que presentan los terrenos altoandinos.

Las acciones a realizar para la toma de muestras de suelo es el siguiente:

Recolección de las submuestras.- En cada punto elegido, es importante retirar la cobertura vegetal (1 m²), limpiar la superficie eliminando restos de forraje.

Realizar cortes como en “V”, hasta 20 cm de profundidad, luego se obtiene en la pala una capa de aproximadamente 3 cm de grosor, descartando los bordes mediante un corte a cuchillo o espátula. Posterior a esto se coloca en un balde o bolsa grande.

Homogenización y envasado de la muestra madre.- Es necesario juntar el material de las submuestras, desmenuzando los agregados hasta un tamaño de aproximadamente 1 cm. y realizar una mezcla homogénea.

Registro e identificación de las muestras colectadas.- Posteriormente será necesario obtener un peso de aprox. 500 g de la muestra conjunto, que se registrará e identificara debidamente, consignando todos los datos relevantes a la muestra.

Transporte al laboratorio.- Finalmente se realiza el embalaje, y envío inmediato de la muestra al laboratorio, evitando en lo posible la exposición directa con los rayos solares por tiempos prolongados durante la homogenización y/o transporte.

h) Método para la toma de muestras de suelo para análisis físico

Para realizar este análisis se seguirá el protocolo descrito por Lutens & Salazar, (2000).

Materiales para campo

- Anillo de 5.0 cm de diámetro.
- PVC o metálico.
- Espátula
- Martillo o maza
- Bloque de madera
- Bolsas plásticas
- Rotulador

Procedimiento

Será necesario quitar el horizonte "O" y cavar usando la pala hasta una profundidad de 20-30 cm y tomar la muestra de manera trasversal a la pared del suelo.

Usando la maza y el bloque de madera, se clava el anillo de 5.0 cm de diámetro, con el borde biselado hacia la pared de suelo, hasta una penetrar los 6.0 cm de longitud del anillo.

Se colocará la muestra en una bolsa plástica junto con la respectiva rotulación y posteriormente será trasladado a los laboratorios para los estudios de: Humedad, % de Humedad del peso seco, Densidad Aparente, Porosidad Total, espacio de poros ocupados por agua en %. Además porcentaje de Carbono y C.E.

Análisis en laboratorio

Materiales de laboratorio.

- Vasos de aluminio con tara.
- Balanza analítica.
- Espátula.
- Estufa.
- Capsulas crisol.
- Mufla.
- Etiquetas.
- Libreta de apuntes.
- Conductímetro.
- Agua destilada.
- Búfer de conductividad eléctrica.
- Vasos de precipitación (100ml).
- Varilla de agitación.

Procedimiento

Para determinar la humedad del suelo, porosidad, D.A. y espacio de poros ocupado con agua, según Lutens & Salazar, (2000) se realiza lo siguiente:

- Colocar cada muestra obtenida en un vaso de aluminio con tara (lavado previamente, secado en la estufa a 105 °C por 24 horas, y medido su peso en la balanza).
- Pesar el vaso con el contenido de suelo húmedo.
- Obtener el peso del suelos húmedo neto.
- Registrar e identificar las muestras.
- Colocar a estufa a 105 °C por 24 horas.
- Retirar, dejar enfriar y tomar la medida del peso del vaso más el contenido de suelo.
- Es necesario regresar las muestras a la estufa varias veces hasta que el peso de la muestra sea constante en las mediciones.
- Registrar los datos obtenidos.

- **Cálculos.**

Las formulas establecidas para determinar cada una de las siguientes variables, fueron tomadas de la Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo traducida por Lutens & Salazar, (2000).

Determinación del peso del suelo húmedo

Peso suelo húmedo = Peso (Suelo húmedo + Vaso con tara) - Peso vaso con tara.

Determinación del peso del suelo seco

Peso suelo seco = Peso (Suelo seco + Vaso con tara) – Peso vaso con tara. (g)

Determinación de porcentaje de humedad del suelo seco

Humedad = [(Peso suelo húmedo-Peso suelo seco)/Peso suelo seco] x 100 (%)

Determinación de la densidad aparente

D.A = Peso suelo seco / volumen suelo húmedo. (g/cm³)

Determinación del porcentaje de volumen de humedad

Vol. Humedad = % Humedad del peso seco / D.A. (%)

Determinación de la porosidad del suelo

Porosidad = (1-(D.A.)/2,65)*100. (%)

Determinación del espacio poroso ocupado por agua

Espacio poroso ocupado por agua=Vol. Humedad / Porosidad. (%)

Metodología para determinar carbono orgánico en suelos

Para determinar carbono orgánico se sigue la metodología descrita por (Acosta, Etchevers, Monreal, Quednow, & Hidalgo, (2001):

Hacer la tara del crisol (lavado previamente, secado en la estufa a 105 °C por 24 horas, y medido su peso en la balanza).

- Colocar cada 5 g de suelo seco con carbono en un crisol.
- Registrar e identificar las muestras
- Medir el peso de suelo más el crisol.
- Colocar a calcinar en la mufla a 500 °C por 6 horas.
- Retirar, dejar enfriar y tomar la medida del peso del crisol más el contenido de suelo calcinado.
- Restar el peso del crisol.
- Registrar los datos obtenidos del peso de suelo.

Determinación del espacio poroso ocupado por agua

Contenido de carbono orgánico = peso suelo seco – peso suelo calcinado. (g)

Porcentaje de carbono orgánico en suelos.

% de Carbono = Contenido de carbono orgánico / suelo seco con carbono. (%)

Metodología para determinar Conductividad eléctrica en suelos

En base a la metodología de Lutens & Salazar, (2000) se establece la siguiente metodología:

- Pesar 10 g de suelo en cada vaso de precipitación de 100 ml.
- Agregar 25 ml de agua tipo.
- Mezclar manualmente durante 5 minutos
- Dejar en reposo durante 24 horas.
- Lavar el electrodo durante 24 horas.
- Lavar el electrodo con agua destilada, introducir en la zona media del sobrenadante (cuidado de no apoyar el electrodo en las paredes) y

realizar la medición. Lavar el electrodo con agua destilada antes de cada medición.

- El quipo corrige las variaciones de temperatura.

i) Toma de muestras de pastos.

Materiales

- GPS.
- Metro cuadrado de madera.
- Oz.
- Fundas plásticas.
- Etiquetas/ rotuladores
- Balanza

Procedimiento

Se deberá cortar un área de 1 m², a una altura de 5 cm desde el suelo (estimando lo que come el animal). El contenido se empacará en bolsas plásticas, las cuales deberán estar rotuladas, indicando a que zona de muestreo pertenece. Se deberá pesar el contenido de materia verde obtenida, se registrará en la etiqueta y finalmente serán transportadas a los laboratorios donde se realizará el análisis bromatológico. (Valencia, s. f.)

3.6. Plan de Procesamiento y Análisis de la Información.

3.6.1. Análisis de resultados.

En la presente investigación se determinará y considerará los datos obtenidos de cada unidad muestra en cada época de lluvia, y se realizará la relación con condiciones óptimas edafoclimáticas para cultivos de pastos en la zona templada fría.

Se comparará las propiedades físicas y químicas para los dos períodos con los resultados de los análisis bromatológicos de los pastos y se establecerá conclusiones para determinar la aptitud de los suelos analizados.

3.7. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Investigación

3.7.1. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados.

a) Determinación de las condiciones generales.

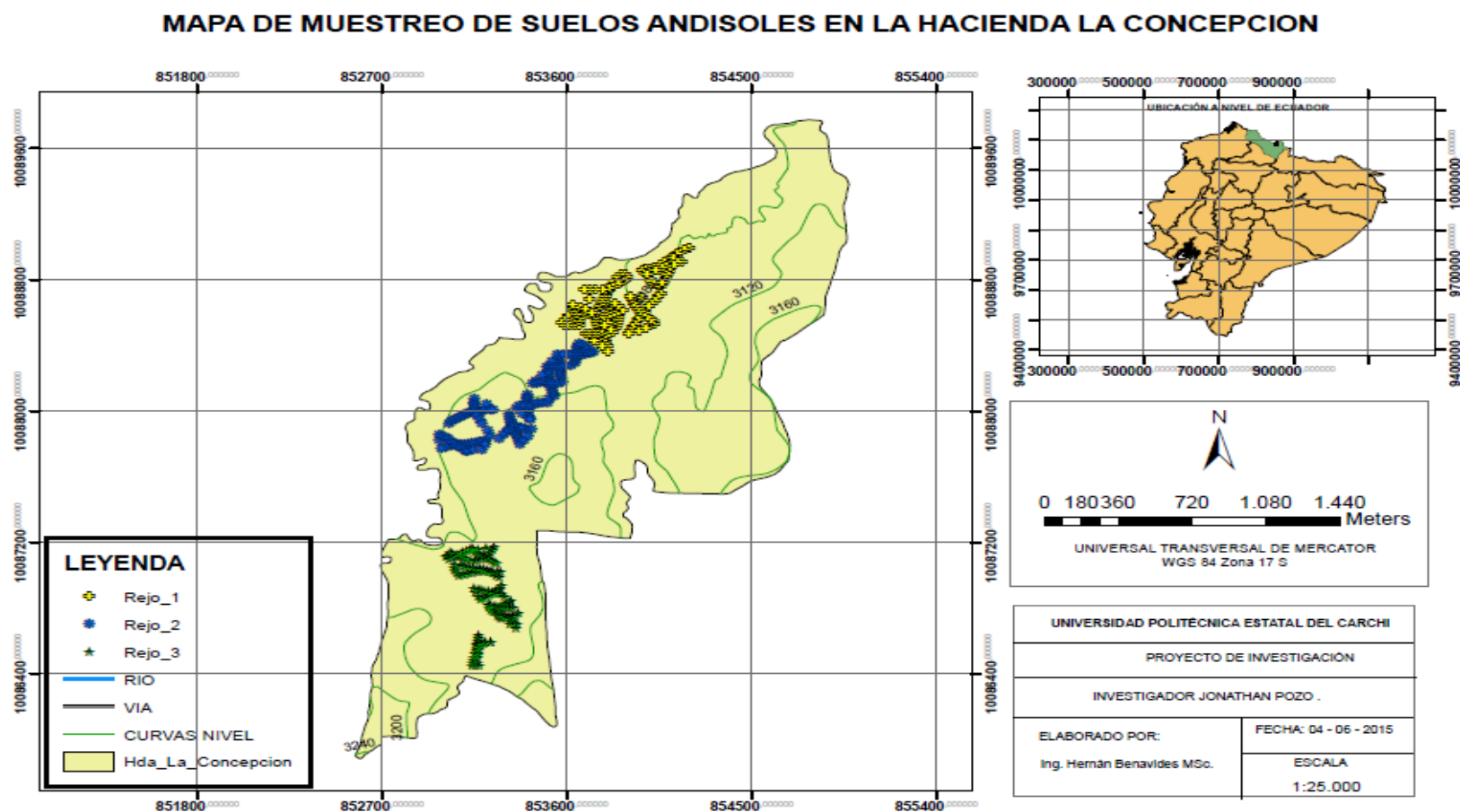
El área a estudiar se forma de suelos jóvenes, del tipo andisoles, de origen volcánico, que están dedicados únicamente a la producción de pastos y/o forrajes para desarrollar una producción extensiva de ganado lechero, presentan un alto contenido de materia orgánica, así como de minerales, debido a que la metodología de manejo es mediante uso de fertilizantes y enmiendas nutricionales para pastos y/o forrajes. El sistema de manejo es rotacional, la carga animal por hectárea es de 4.5 vacas, y el tiempo de rotación en días va desde los 21 hasta los 25.

La topografía es irregular, presentándose pendientes que van de 1% hasta el 20%. Frecuentemente los límites de cada potrero están delimitados por cercas vivas, de especies arbóreas y arbustivas como es el caso de eucalipto (*Eucalyptus spp.*), ciprés (*Cupressus spp.*), chilca (*Baccharis latifolia*), entre otras.

Como antecedente específico de la hacienda, de acuerdo con los registros meteorológicos, se encontró que la temperatura promedio de la zona se registra entre 8-10° C existiendo la máxima de 25° C y la mínima de -1° C y una precipitación de 750 a 1000 mm anuales. Se realiza riego por microaspersión, por presión en un ciclo semanal, siempre que no haya llovido un mínimo de 5 mm de agua por día en el periodo de déficit hídrico de Julio a Octubre.

El área de estudio se representa por los tres rejos, Rejo 1 (R1) con una superficie de 13,91 hectáreas, Rejo 2 (R2) con un 20.91 hectáreas y Rejo 3 (R3) con 14.64 hectáreas, los cuales suman una superficie total de 49.46 hectáreas. A continuación la Ilustración 7 presenta el mapa de muestreo de suelos.

Ilustración 3. Mapa de muestreo de suelos andisoles en la hacienda “La Concepción”.

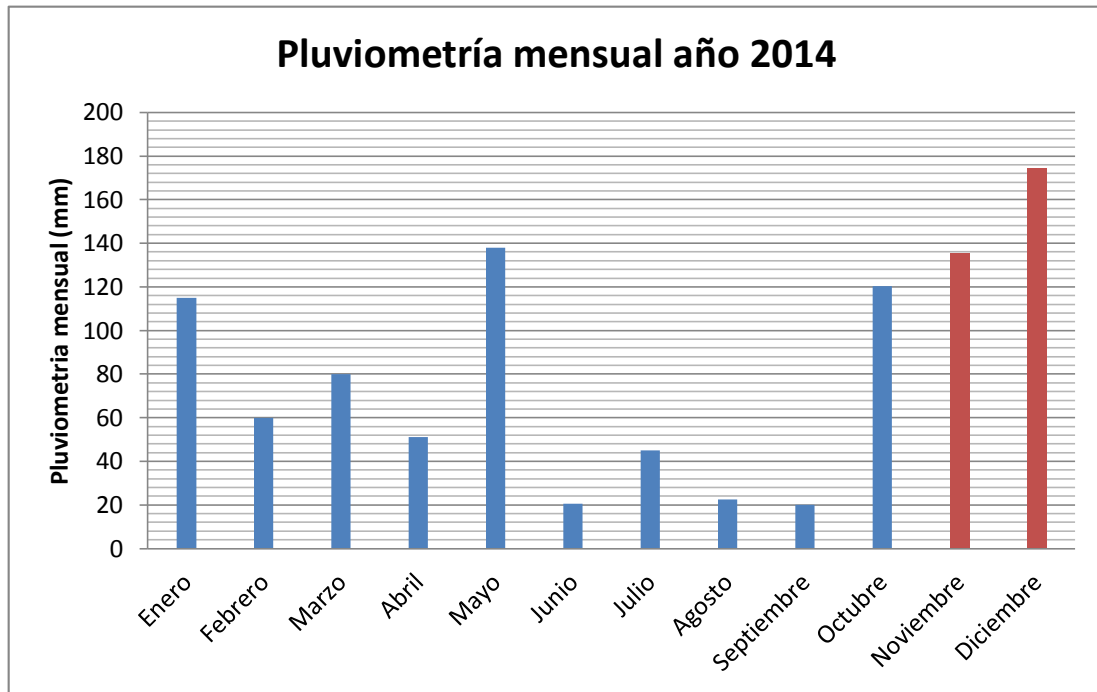


Elaborado por: Ing. Hernán Benavides

3.7.2. Determinación de las épocas de análisis en relación a la pluviometría.

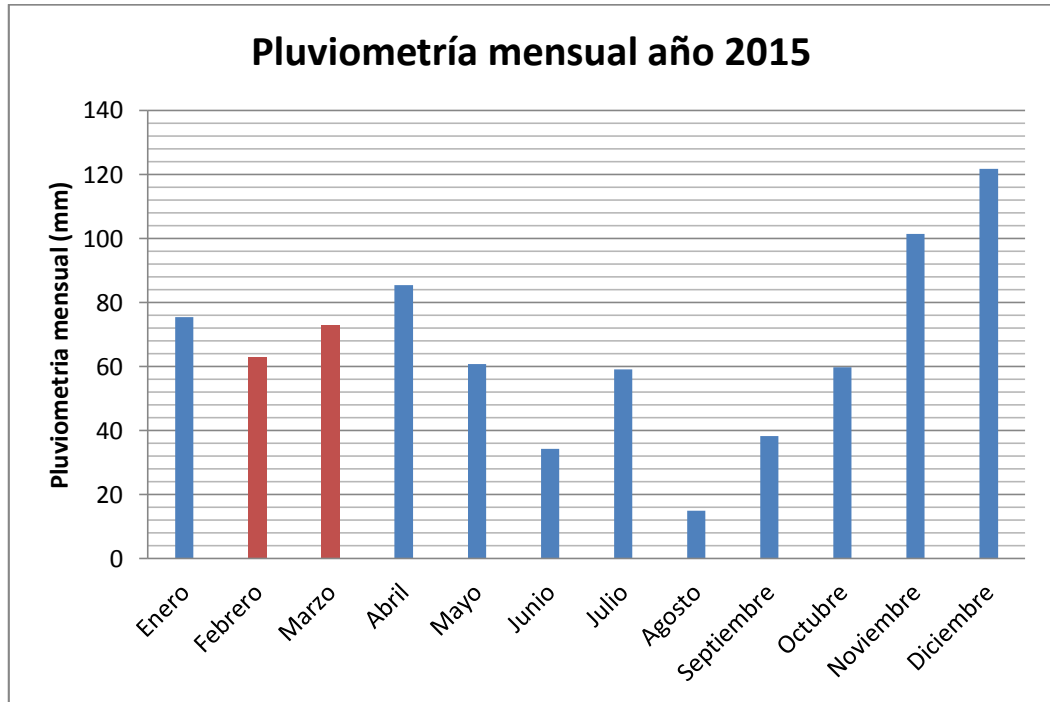
Los datos de precipitación de la hacienda fueron receptados por el Ing. Andrés Vera, técnico de campo, para determinar los meses de periodo lluvioso y periodo poco lluvioso, se consideró la información pluviométrica registrada en los años 2014 y 2015, se realizó la tabulación de los datos obteniendo los siguientes resultados.

Gráfico 1. Pluviometría mensual año 2014



Fuente: Registros meteorológicos hacienda "La Concepción".
Elaborado por: Pozo, 2014

Gráfico 2. Pluviometría mensual año 2014



Fuente: Registros meteorológicos hacienda “La Concepción”.
Elaborado por: Pozo, 2015

La gráfica de los registros pluviométricos de la hacienda “La Concepción”, del 2014 y 2015, permite establecer como periodo lluvioso (PLL) los meses de noviembre y diciembre en 2014 y febrero y marzo del 2015 como periodo poco lluvioso (PPLL). El periodo de déficit hídrico no entra en estudio por estar influenciado por el riego que se mantiene en la hacienda.

3.7.2.1. Determinación periodos lluvioso y poco lluvioso.

Periodo lluvioso (PLL): Noviembre y Diciembre, 2014

Periodo poco lluvioso (PPLL): Febrero y Marzo 2015

3.7.3. Caracterización físico-química del área de pastoreo del Rejo 1.

Las características físico-químicas analizadas fueron en cada área de análisis denominada como Rejo 1 fueron:

3.7.3.1. Producción de pastos y/o forrajes

Tabla 6. Producción de pastos y/o forrajes Rejo 1

Muestra	Cantidad (g) de pasto y forraje por m ²	
	PLL	PPLL
R1M1	980	856
R1M2	942	860
R1M3	850	787
R1M4	902	864
R1M5	650	625
R1M6	780	742
R1M7	825	798

Elaborado por: Pozo, 2015

La tabla 6 muestra la producción de materia verde recolectada por metro cuadrado en cada zona de muestreo, determinando poca diferencia en la producción de pastos durante los dos periodos determinados, en el periodo lluvioso se registran un promedio de 847 g/m², (8.47 t/ha) de materia verde disponible para el ganado, mientras que en el periodo poco lluvioso 790 g/m², (7.90 t/ha).

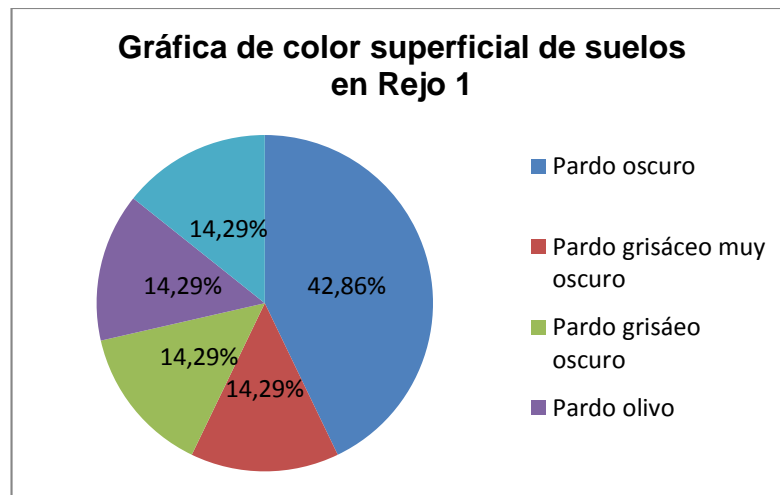
3.7.3.2. Descripción del color superficial de suelo.

Tabla 7. Color superficial de suelos en Rejo 1

Muestra	Matiz	Brillo	Intensidad	Nombre del color
R1M1	2,5YR	3	3	Pardo oscuro
R1M2	10YR	3	3	Pardo oscuro
R1M3	2,5Y	4	3	Pardo olivo
R1M4	10YR	4	2	Pardo grisáceo oscuro
R1M5	10YR	3	3	Pardo oscuro
R1M6	10YR	3	1	Gris muy oscuro
R1M7	10YR	3	2	Pardo grisáceo muy oscuro

Elaborado por: Pozo, 2015.

Gráfico 3. Color superficial de suelos en Rejo 1



Elaborado por: Pozo, 2015.

En el gráfico podemos identificar que el porcentaje de color que predomina en el área de pastoreo del Rejo 1 es el color Pardo oscuro, con un porcentaje de 42.86%, además en iguales proporciones el Pardo grisáceo muy oscuro, Pardo grisáceo oscuro y Pardo olivo, con 14.29% cada uno. El matiz que predomina resulta ser aquel que se forma por los colores primarios amarillo y rojo, YR en iguales proporciones, de la misma forma el brillo e intensidad presentan valores iguales o menores a 4, lo que indica que son colores oscuros, y de acuerdo a la pronunciación de Munsell, en Regidor (2011), los colores negros u oscuros revelan un alto contenido de materia orgánica, lo cual podemos afirmar relacionando con la Tabla 10 de esta sección, en la que se evidencia que el porcentaje de M.O. es alto. Además es característico de los suelos andisoles, presentar coloración oscura por el contenido de limo que posee, lo cual determina su textura.

3.7.3.3. Descripción de perfiles de suelo del Rejo 1. (Color, textura, estructura)

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO			
Ubicación:	Tufiño - Rejo 1 - Muestra 1	Fecha:	25 de Enero 2015
Especies existentes:	Pasto Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>).		
Pendiente %:	0%	Responsable:	Jonathan Pozo



Perfil	Descripción
0 AI-1	Color: 2.5 YR 3/3. (Dark reddish Brown) (Pardo Oscuro); Textura: Franco limoso fino y medio (mica abundante, 8 % de arcilla); Estructura: Granular Raicillas muy abundantes.
18 AI-2	Color: 10 YR 4/3. (Brown) (Pardo); Textura: Areno franco, medio; Estructura: Granular. Raicillas abundantes.
>40 AI-3	Material gravoso/ pedregoso impide la penetración del barreno. Grava suelta, muy dura, abundante de material ígneo, redondeado. (terraza)

Observaciones:

Es un suelo de rápida percolación, lo que significa que dispone de una baja capacidad de retención de agua.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 1 - Muestra 2	Fecha:	25 de Enero 2015
Especies existentes:	Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	20%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 10 YR 3/3. (Dark Brown). (Pardo Oscuro); Textura: Franco limoso muy fino. (Arcilla 3%) Estructura: Granular muy fina suelta. Raicillas abundantes y M.O en descomposición.
20	AI-2	Color: 10 YR 3/1. (Very Dark Gray). (Gris muy oscuro); Textura: Franco limoso fino; Estructura: Granular, tamaño medio suelto. Raicillas frecuentes
43	AI-3 Fósil	Color: 10 YR 2/1. (Black). (Negro); Textura: Franco limoso; (Arcilla 3%, arena 5%, mica 2%) Estructura: Prismática en bloques; Raíces en descomposición (70-90)cm; Presencia de lapilli meteorizada (90-100)cm con coloración 7.5 YR 5/6 (Strong Brown) (Pardo fuerte)en 8%
100		

Observaciones:

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 1 - Muestra 3	Fecha:	25 de Enero 2015
Especies existentes:	Kikuyo (<i>Pennisetum Clandestinum</i>), Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	15%	Responsable:	Jonathan Pozo



0	Perfil	Descripción
	AI-1	Color: 2.5 Y 4/3. (Olive Brown). (Pardo Olivo); Textura: Franco. Estructura: Granular, grano suelta. Raicillas abundantes (0-15)cm; raíces frecuentes (15-38)cm.
38	AI-2	Color: 2.5 Y 3/2. (Very Dark Grayish Brown). (Gris pardo muy oscuro); Textura: Franco limoso fino 50%, contenido de Micas (5%) Estructura: Granular medio Raicillas frecuentes
78	AI-3 Fósil	Color: 10 YR 2/1. (Black). (Negro); Textura: Franco limoso (40%), Arcilla (4%) Estructura: granular fina
100		

Observaciones:	
-----------------------	--

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 1 - Muestra 4	Fecha:	25 de Enero 2015
Especies existentes:	Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	0%	Responsable:	Jonathan Pozo



0	Perfil	Descripción
	AI-1 (iluvial)	Color: 10 YR 4/2. (Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo oscuro); Textura: Franco Limoso. Arcilla (4%) Estructura: Granular fina suelta, micas 8% Presencia moderada de raicillas Acumulación del perfil por arrastre desde la ladera
37	AI-2	Color: 7.5 YR 3/3. (Dark Brown). (Pardo oscuro); Textura: Franco limoso, arcilla (4%), contenido de Micas (10%) Estructura: Granular medio(37-50)cm, prismática(50-65)cm Poca cantidad de raicillas
65	AI-3	Color: 10 YR 3/1. (Very Dark Gray). (Gris muy oscuro); Textura: Franco limoso; arcilla (10%), mica (10%) Estructura: Prismática, Tendencia a saturación a partir de 95 cm en adelante, presencia de lapilli meteorizada (5%) con coloración 7.5 YR 5/6, (Strong Brown) (Pardo Fuerte)
100		

Observaciones:

Esta área es un pie de ladera, en donde se distingue acumulación de material desde la ladera de 10 m de longitud y pendiente 18%

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 1 - Muestra 5	Fecha:	25 de Enero 2015
Especies existentes:	Kikuyo (<i>Pennisetum Clandestinum</i>), Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	18 %	Responsable:	Jonathan Pozo



0	Perfil	Descripción
40	AI-1	Color: 10 YR 3/3 (Dark Brown) (Pardo Oscuro). Textura: Franco areno limoso (6-8) % arena. Mica (4%). Estructura: Granular fina suelta. Presencia de raíces en poca proporción (0-37) cm. Poca retención de agua, permite filtración de la misma.
56	Transición	Color: 10 YR 3/3 (Dark Brown) (Pardo Oscuro) a 5 Y 4/4 (Olive) (Olivo). Textura: Franco areno arcilloso. Mica (5%). Estructura: Sin estructura. Permite la filtración de agua.
80	BI-1	Color: 2.5 Y 4/3 (Olive Brown) (Pardo Olivo) Textura: Franco arcillo arenoso. Estructura: Compacta, sin estructura definida. Tendencia media a saturación, poca filtración y aireación. Presencia de lixiviados en lapilli meteorizada de color 7.5 YR 5/6 (Strong Brown) (Pardo Fuerte) en 5%.
>92	BI-2	Color: 2.5YR 4/2 (Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo oscuro) Textura: Arcilloso. Estructura: Suelo muy compacto. Saturación de agua y tendencia a movimiento horizontal. Presencia de lixiviados y lapilli meteorizada color 7.5 YR 5/6 (Strong Brown) (Pardo fuerte) en 8%.

Observaciones:

Desde 56 cm en adelante el suelo se satura de humedad, se produce un movimiento horizontal.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 1 - Muestra 6	Fecha:	25 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>)		
Pendiente %:	3 %	Responsable:	Jonathan Pozo



0	Perfil	Descripción
	AI-1	Color: 10 YR 3/1 (Very Dark Gray) (Gris muy Oscuro) Textura: Franco limoso muy fino. Estructura: De 0 – 10 cm buena estructura granular. De 10 – 40 m grano suelto.
40	Transición	Color: 10 YR 3/1 (Very Dark Gray) (Gris muy Oscuro) Textura: Franco limoso Estructura: Grano suelto.
50	AI-2 (Fósil)	Color: 10 YR 4/1 (Black) (Negro). Textura: Franco limosos (50 – 60% limo) Estructura: Compacta, con tendencia a masivo. Saturación frecuente. Presencia de raíces frecuente hasta 60 cm.
100	AI-3	Color: 10 YR 2/1 (Black) (Negro) Textura: Franco limoso, matriz con grano de lapilli muy meteorizado (1-2 cm) de color 2.5 YR 4/6 (Red) (Rojo) (20%) masivo. Arcilla aumenta con la profundidad (20%). Estructura: Muy compacta.
110		

Observaciones:

Percola libremente hasta 50 cm y se reduce frecuentemente entre 50 – 100 cm. Drenaje impedido hacia mayor profundidad.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

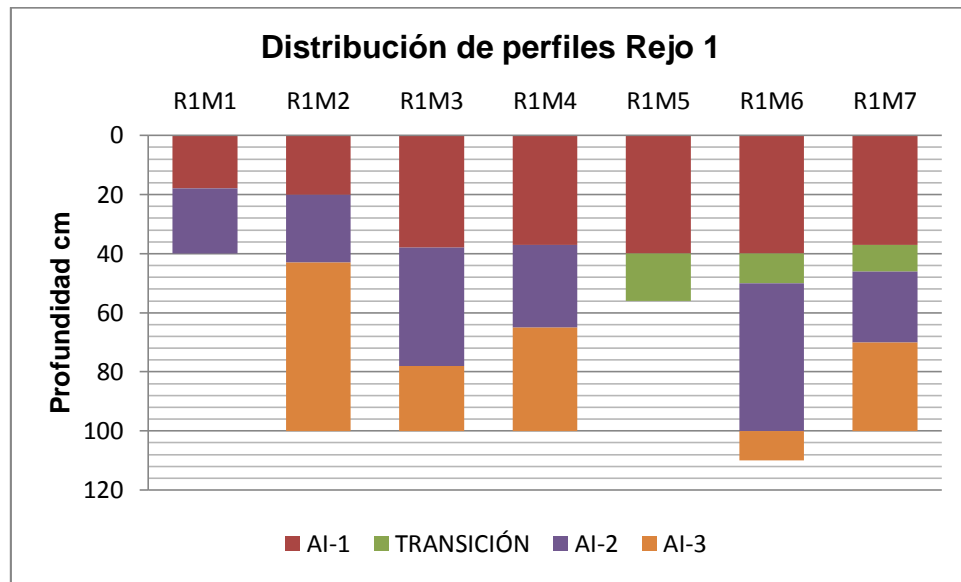
Ubicación:	Tufiño - Rejo 1 - Muestra 7	Fecha:	25 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	3%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 10 YR 3/2 (Very Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo muy oscuro). Textura: Franco arenoso muy fino Estructura: Granular y granular muy fina. 0 – 15 cm abundante raíces, 15 – 37 cm frecuente.
37	Transición	Color: 10 YR 3/2 (Very Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo muy oscuro). Textura: Franco arenoso Estructura: Granular y granular muy fina.
46	AI-2 (fósil)	Color: 10YR 2/2 (Very Dark Brown) (Pardo muy oscuro) Textura: Franco limoso. (40–50% limo). Mica (2%). Estructura: Suelo compacto, estructura prismática. Tendencia a saturación, presencia de raíces frecuente.
70	AI-3	Color: 10YR 2/1 (Black) (Negro) Textura: Franco limoso, con presencia de lapilli meteorizada de forma granular (15%) de color 2YR 4/3 (Reddish Brown) (Pardo rojizo). Mica (10%), arcilla (10%). Estructura: Muy compacta, con tendencia a saturación.
100		

Observaciones:

Gráfico 4. Gráfico de distribución de perfiles Rejo 1



Elaborado por: Pozo, 2016

Realizando el análisis de la descripción de los perfiles de suelo se determina que son suelos de coloración oscura, negros y pardos, de textura franca, franca limosa y franca arcillosa, estructura entre granular y granular fina, que según la Fundación Produce Veracruz (2016), son muy favorecidas con altos niveles de materia orgánica, con un horizonte AI entre 18 y 40 cm, muy adecuado para desarrollo de pastos y forrajes, abundante presencia de raíces debido al porcentaje del espacio poroso determinado en la Tabla 4 y Tabla 5, que al ser amplio facilita el desarrollo radicular. Se muestra variaciones en los perfiles más profundos, aumentando el contenido de limo y arcilla, de esta forma puede presentar tendencia a saturación masiva, que para el desarrollo de pastos, la interacción entre los factores aireación, compactación, y las relaciones entre agua y temperatura es la que determina su desarrollo.

3.7.3.4. Caracterización física de suelos Rejo 1.

Tabla 8. Propiedades físicas de suelos Rejo 1 en PLL y PPLL

Muestra	Peso suelo húmedo		Peso suelo seco		% humedad del peso seco		D. A.		Volumen de humedad		Porosidad del suelo		Espacio de poros ocupado por agua		porcentaje de Carbono		Textura
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	
	g	g	g	g	%	%	g/cm3	g/cm3	%	%	%	%	%	%	%	%	
R1M1	132,13	120,39	83,57	87,62	58,12	37,40	0,71	0,74	41,22	27,82	73,23	71,93	56,29	38,67	14,20	10,37	FI
R1M2	103,77	91,88	55,73	54,84	86,20	67,53	0,47	0,47	40,77	31,44	82,15	82,43	49,63	38,14	27,31	32,70	FI
R1M3	103,17	99,11	56,34	58,56	83,14	69,25	0,48	0,50	39,76	34,42	81,95	81,24	48,51	42,37	27,34	30,85	F
R1M4	104,69	111,26	60,52	66,55	72,99	67,19	0,51	0,56	37,50	37,95	80,62	78,68	46,51	48,24	26,12	26,39	FI
R1M5	124,52	121,94	75,90	78,68	64,06	54,97	0,64	0,67	41,27	36,72	75,69	74,80	54,53	49,09	23,14	24,58	Fal
R1M6	106,42	115,22	57,81	66,82	84,08	72,42	0,49	0,57	41,26	41,08	81,48	78,60	50,64	52,26	29,61	28,75	FI
R1M7	123,39	114,72	75,11	70,02	64,29	63,83	0,64	0,59	40,98	37,94	75,94	77,57	53,97	48,91	28,28	29,30	Fa
PROM	114,01	110,65	66,43	69,01	73,27	61,80	0,56	0,59	40,39	35,34	78,72	77,89	51,44	45,38	25,14	26,13	

Elaborado por: Pozo, 2015.

En el Rejo 1 se identifica mayor porcentaje de humedad del peso seco en el periodo lluvioso PLL, destacando R1M2 con un 83.14%, y R1M1 con 58.12%, en el periodo poco lluvioso se destacan las mismas muestras, con 67.53 % y 37.4% respectivamente. siendo la diferencia promedio de 11,47% entre los dos periodos, así mismo resulta mayor el volumen de la humedad, con una diferencia de 5.05%, por razón de estar en proporción directa, es decir, si existe mayor porcentaje de humedad, el volumen de agua también será mayor y por lo tanto el espacio poroso ocupado por el agua también es mayor, sin embargo esto conlleva a que el valor de la densidad aparente promedio sea menor, ya que esta última se relaciona inversamente, de tal modo que si existe mayor humedad la D.A. se reduce, aun así la diferencia entre el PLL y PPLL es de apenas menos 0.03 g/cm³. (Salamanca & Sadeghian, 2005)

En los dos periodos el promedio de la D.A. se muestra entre 0.51 a 0.60, que para suelos andisoles se determina como densidad aparente media. (Fundación produce Veracruz, 2016)

Se observa mínima variación en los porcentajes de porosidad de los dos periodos, lo que significa que no se altera significativamente esta propiedad, manteniéndose sobre los 71% que de acuerdo a Fundación Produce Veracruz (2016) el espacio poroso se clasifica como muy amplio a partir del 60%, la razón está en la textura de estos suelo, se observa que en su mayoría son Francos, o Franco arenosos, que de acuerdo con Pellegrini (2014), estas clases textural asegura las mejoras cualidades para el desarrollo de las plantas, por ofrecer condiciones adecuadas de aireación, retención de humedad, capacidad de drenaje y temperatura.

La textura franca presente en estos suelos y su relación con el contenido de humedad y retención de agua en los espacios porosos, es el factor que determina el desarrollo de los pastos y/o forrajes.

3.7.3.5. Caracterización química de suelos Rejo 1.

Tabla 9. Propiedades químicas de suelos Rejo 1 en PLL y PPLL

Muestra	ppm								meq/100ml																			
	pH		NH4		P		S		K		Ca		Mg															
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL														
R1M1	6,63	PN	5,71	LAc	68	A	119	A	27	A	43	A	29,0	A	26,0	A	0,37	M	0,49	A	9,9	A	13,6	A	1,50	M	1,90	M
R1M2	5,52	LAc	5,78	LAc	62	A	138	A	28	A	26	A	42,0	A	8,7	B	0,56	A	0,56	A	11,3	A	12,9	A	1,60	M	1,40	M
R1M3	5,46	Ac	5,40	Ac	109	A	185	A	25	A	31	A	38,0	A	16,0	M	0,21	M	0,23	M	15,2	A	11,5	A	1,40	M	0,94	B
R1M4	5,89	LAc	5,84	LAc	48	M	156	A	21	A	22	A	22,0	A	8,4	B	0,66	A	0,66	A	17,8	A	16,6	A	1,50	M	1,50	M
R1M5	5,88	LAc	5,92	LAc	61	A	147	A	20	M	22	A	22,0	A	7,7	B	0,56	A	0,64	A	15,0	A	18,5	A	1,50	M	1,40	M
R1M6	6,12	LAc	6,14	LAc	19	B	120	A	14	M	22	A	20,0	M	8,7	B	0,54	A	0,65	A	16,6	A	21,1	A	1,40	M	0,97	B
R1M7	6,15	LAc	6,01	LAc	53	M	142	A	14	M	19	A	20,0	M	7,6	B	0,63	A	0,58	A	16,6	A	18,4	A	1,40	M	1,02	M

Elaborado por: Pozo, 2015.

Tabla 10. Propiedades químicas de suelos Rejo 1 en PLL y PPLL

Muestra	ppm														(%)	
	Zn		Cu		Fe		Mn		B		M.O.					
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL				
R1M1	3,2 M	6,5 M	2,2 M	7,4 A	930 A	1254 A	6,8 M	18,1 A	0,30 B	0,30 B	16,7 A	11,3 A				
R1M2	4,6 M	5,2 M	4,7 A	5,9 A	1443 A	1200 A	13,7 M	20,3 A	0,40 B	0,10 B	8,9 A	25,3 A				
R1M3	3,2 M	2,3 M	1,6 M	5,3 A	2365 A	2465 A	18,5 A	25,4 A	0,50 B	0,40 B	29,3 A	30,4 A				
R1M4	7,4 A	10,4 A	2,0 M	6,8 A	273 A	398 A	5,2 M	14,1 M	0,30 B	0,20 B	25,4 A	26,2 A				
R1M5	7,6 A	10,9 A	1,8 M	6,7 A	250 A	385 A	4,5 B	14,0 M	0,40 B	0,40 B	22,0 A	23,9 A				
R1M6	5,4 M	7,9 A	2,2 M	6,9 A	237 A	328 A	4,1 B	14,4 M	0,40 B	0,50 B	19,6 A	23,4 A				
R1M7	6,5 M	7,3 A	2,4 M	6,6 A	257 A	376 A	3,2 B	11,7 M	0,30 B	0,20 B	20,6 A	22,7 A				

Elaborado por: Pozo, 2015.

En el análisis de las tablas 9 y 10, se determina que los valores de pH, se manifiestan en los rangos 5.5 a 6.5, ligeramente ácido y prácticamente neutro respectivamente, lo cual es indicado para la producción de pastos. Estos valores se mantienen con poca variación, dentro de los dos periodos de lluvia, resultando en promedio de 5,95 en el periodo lluvioso y 5,83 en el periodo poco lluvioso. Estos niveles están relacionados a los valores de contenido de NH_4 en el suelo, y como es observable en las Tablas de propiedades químicas en suelos de Rejo 1, se mantienen en rangos altos y medios a excepción de R1M6 que presenta un valor bajo en periodo lluvioso.

Los valores de pH encontrados reflejan que se desarrolla una alta actividad microbiana, ya que según Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos de la FAO (2000), los pH más ácidos reflejan menor actividad de muchos microorganismos causando así acumulación de la materia orgánica, menor mineralización y baja disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre. Además, considerando su textura franca predominante, permite la aplicación de cal, sin ocasionar graves daños para tratar de elevar el pH. (Sierra, 2005)

El pH de los suelos, mientras más ácido presenta problemas para fijación de fósforo y disminuye los contenidos de calcio, magnesio y ocasiona posibles contenidos altos de hierro y manganeso. (Jaramillo, 2010) En los dos periodos muestran que el contenido de macro y microelementos está en los rangos medio y alto, existiendo fluctuaciones en las cantidades de un periodo a otro.

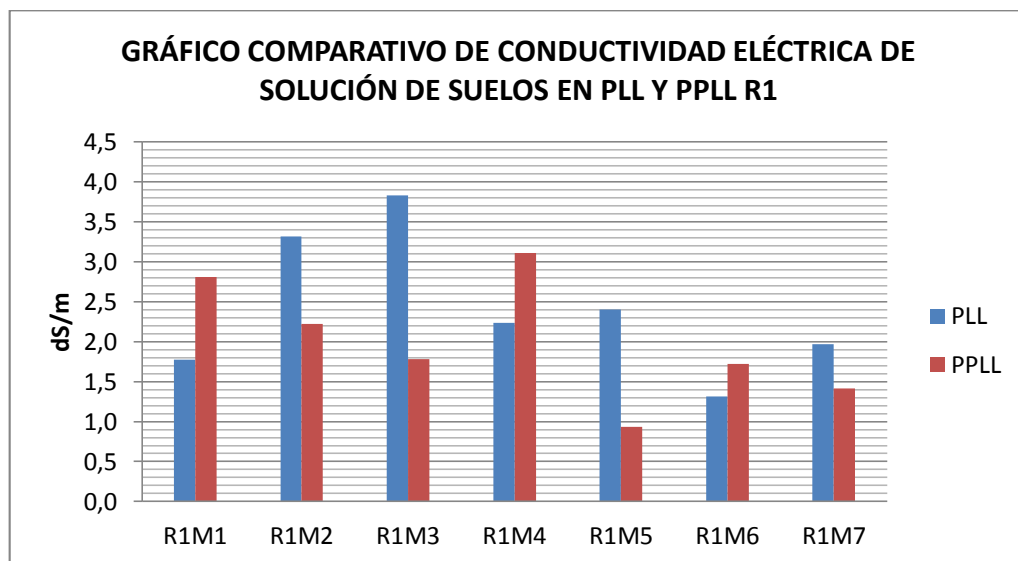
La cantidad de nitrógeno en el periodo poco lluvioso resulto mayor en todas las muestras, la explicación a esto es que en el periodo lluvioso la concentración está más diluida, por la cantidad de agua presente, además al saturarse el suelo, el ambiente se torna anaeróbico, los microorganismos empiezan a agotar el nitrógeno disponible en forma de nitrato, pasando a ser nitrito que no es disponible para la planta, luego se reduce la cantidad de manganeso, fenómeno que se determinó en los resultados de esta investigación, luego continua el hierro y finalmente el azufre. Por esta razón precisamente se observa que el

PPLL se presenta mayor contenido de los elementos N, Mn, Fe y S. En azufre los niveles pasan de contenido alto y a bajo, la razón es que este elemento se lixivio o se precipitó como sal soluble, durante el PLL. (Agroestrategias, 2004)

El fósforo también guarda relación a la presencia de microorganismos y materia orgánica descompuesta, por ello en el PPLL los contenidos son mayores, registrándose entre 19 y 43 ppm, a diferencia del PLL que se encontró valores de 14 a 28 ppm. Para el calcio y potasio se presentaron valores similares en PLL y en PPLL, con valores 0.21 y 0.66 meq/100ml, lo que significa valores medio y altos; esto tiene relación con el pH encontrado, ya que la disponibilidad de estos elementos es mayor en pH ligeramente ácido y prácticamente neutro. (Agroestrategias, 2004)

El boro se mantiene en niveles bajos, que es lo adecuado para el desarrollo normal de las plantas, ya que si alcanza valores altos, este resulta tóxico y disminuye el desarrollo vegetal. (Cabalceta, 1999)

Gráfico 5. C.E. de solución de suelos Rejo 1. (1:2.5)



Elaborado por: Pozo, 2015.

El gráfico N° 3, muestra como las lecturas de conductividad eléctrica varían drásticamente de potrero a potrero, con el paso del tiempo y además son afectadas fuertemente por condiciones ambientales, entre ellas la precipitación, según el Departamento Agronómico Gat fertilíquidos (s. f.), a medida que el suelo se seca, la Conductividad Eléctrica de la solución del suelo va en aumento. En este grafico se observa que en periodo poco lluvioso existe menos salinidad en las muestras M2, M3, M5 M7, las razones son la estructura y textura de suelo que permitió el drenaje de las sales en el periodo lluvioso a las zonas más profundas, pero al analizar M1, M4 y M6, que son niveles altos en periodo poco lluvioso debido a que las sales se retuvieron en el suelo a medida que este retenía agua durante las lluvias, para las plantas, su sensibilidad se determina por la composición de las sales y no por la concentración total de éstas. (Departamento Agronómico Gat fertilíquidos, s. f.)

A pesar de las fluctuaciones, los niveles de la conductividad eléctrica indican que los suelos del Rejo 1 son no salinos (0-2) y ligeramente salinos (2-4) dS/m, lo cual es favorable para el desarrollo de los pastos y/o forrajes.

3.7.3.6. Bromatología de pastos y/o forrajes en Rejo 1. PLL vs PPLL.

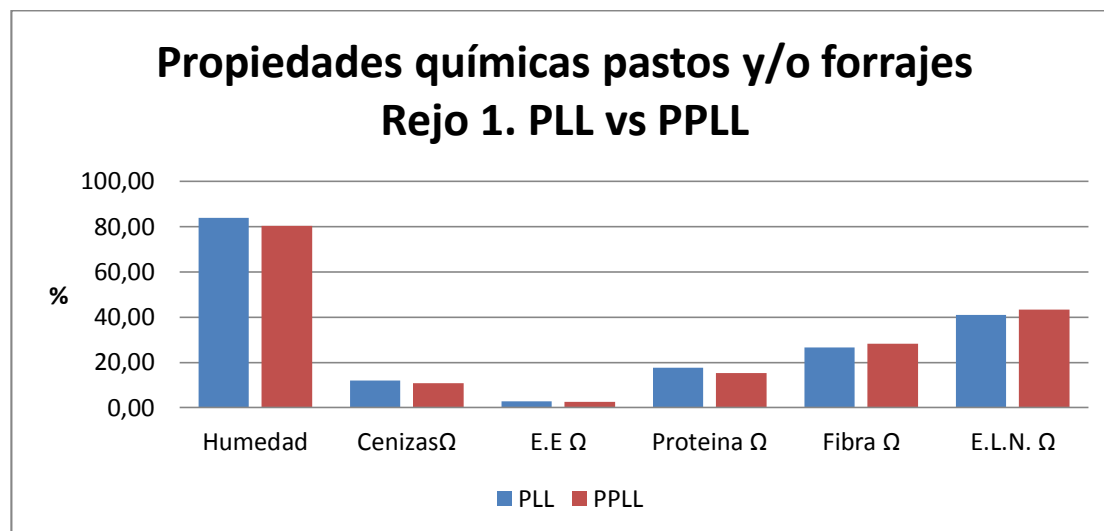
Tabla 11. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 1. PLL vs PPLL (%).

Propiedades químicas de pastos y/o forrajes Rejo 3			
	PLL	PPLL	Unidad
Humedad	83,95	80,4	%
CenizasΩ	11,92	10,71	%
E.E Ω	2,79	2,54	%
Proteína Ω	17,66	15,23	%
Fibra Ω	26,66	28,195	%
E.L.N. Ω	40,97	43,325	%

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca

Elaborado por: Pozo 2015

Gráfico 6. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 1. PLL vs PPLL (%).



Elaborado por: Pozo, 2015.

Los porcentajes de la humedad se encuentran sobre el 80%, el valor común en pastos es de 40 a 80 % de humedad de acuerdo a la edad del pasto, (Sierra, 2005).

La mayoría de los forrajes tienen entre 5 a 10% de cenizas según Velásquez (2009), los pastos del Rejo 1 presentan valores superiores a 10%, lo que indica que la planta ha absorbido buena cantidad de materiales inorgánicos y que además realizó un proceso adecuado de fotosíntesis. Estos valores pueden presentar pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los compuestos.

Los valores del Extracto Etéreo, mayores a 2% son adecuados en pastos destinados para alimentación de rumiantes y la producción de leche. (Velasquez, 2009)

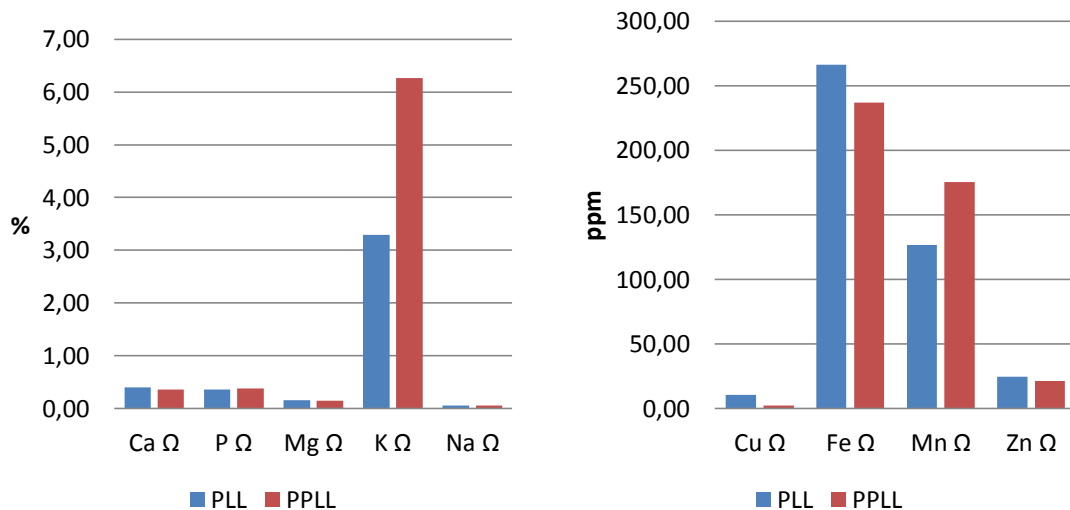
Lo valores obtenidos en contenido de proteína están dentro de los parámetros óptimos que debe contener, considerando como referencia el Rye gras, ya que no todas las especies contienen la misma cantidad de proteína, este valor es dependiente del contenido de aminoácidos, estos valores están relacionados al

azufre o a un grupo fosfato. Para la producción de leche, el ganado debe consumir pasto con un mínimo del 6% de proteína cruda. (Velasquez, 2009)

En cuanto a porcentaje de fibra los pastos del Rejo 1, muestran un nivel bajo, ya que el parámetro está sobre 40%, esto puede causar mala digestión de los rumiantes y causar disfunciones metabólicas. (Velasquez, 2009)

El E.L.N. es una fracción que acumula el error de todas las determinaciones anteriores, ya que se calcula por diferencia así. $MS - (\text{cenizas} + \text{proteína cruda} + \text{fibra cruda} + \text{extracto etéreo}) = \text{E.L.N.}$ Contiene carbohidratos solubles, algunos polisacáridos, pectinas, ácidos orgánicos, lignina, celulosa y otras sustancias en cantidades variables. Estos valores están dentro de los parámetros adecuados para la producción de pastos y forrajes.

Gráfico 7. Contenido de minerales en pastos y/o forrajes Rejo 1. PLL vs PPLL (ppm).



Elaborado por: Pozo, 2015.

Los contenidos de elementos minerales en los pastos resultan mayores en el PPLL en cuanto P, K, Mg y Mn, cuya disponibilidad están en relación de la presencia de microorganismos y la descomposición de materia orgánica, que en

el PLL se limitan estas condiciones. Para el Ca, Na, Cu y Zn, se representan mayormente en el PLL, el Ca y Zn por ser elementos móviles en la planta se desplazan con facilidad de los tejidos viejos a los jóvenes, que en el punto de corte (o de pastoreo) se encuentran en mayor cantidad. (Baldelomar, Rojas, & Cortéz, 2010)

La absorción de nutrientes depende de los factores edafoclimáticos de la zona y de la especie cultivada, las gramíneas por ejemplo son más eficientes para extraer nutrientes del suelo en relación a las leguminosas. De los nutrientes absorbidos ya en el interior de la planta se comportan de forma móvil e inmóvil. (Jaramillo, 2010) El nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio son los elementos móviles, que se trasladan hacia las hojas nuevas de la planta, siendo indispensables para el crecimiento, mientras que hierro, calcio, azufre y zinc son inmóviles, quedándose en las hojas formando paredes celulares, fibra, proteína y aumentan en el tejido vegetal a medida que la planta envejece. “En consecuencia se puede decir que plantas nuevas tienen relativamente más Fósforo y menos Calcio, en cuanto plantas viejas presentan más Calcio y menos Fósforo) (Baldelomar, Rojas, & Cortéz, 2010, pág. 18).

Baldelomar, Rojas, & Cortéz (2010) indican que “The National Research Council (1976) recomienda 0,18% de Fósforo en la materia seca de la dieta de bovinos de corte.” En esta investigación los valores de fósforo están sobre el valor indicado, lo que implica que la planta puede asimilar el fósforo contenido en el suelo del Rejo 1 (pág. 18).

3.7.4. Caracterización físico-química del área de pastoreo del Rejo 2.

Las características físico-químicas analizadas fueron en cada área de análisis denominada como Rejo 2 fueron:

3.7.4.1. Producción de pastos y/o forrajes

Tabla 12. Producción de pastos y/o forrajes Rejo 2

Muestra	Cantidad de pasto y forraje	
	PLL	PPLL
	g	g
R2M1	880	854
R2M2	1020	902
R2M3	1005	948
R2M4	982	936
R2M5	965	904
R2M6	924	876
R2M7	985	941

Elaborado por: Pozo, 2015

En el Rejo 2, similar al Rejo 1, la materia verde recolectada fue mayor en el periodo lluvioso, destacándose con mayor cantidad la R2M2 con 1020 g. y con menor cantidad la R2M1 con 880 g. En el periodo poco lluvioso la R2M2 con 948 g. y la R2M1 con 854 g. Esto significa que en el periodo lluvioso el ganado dispone de 8.54 t/h en PPLL hasta 10.20 t/ha en PLL.

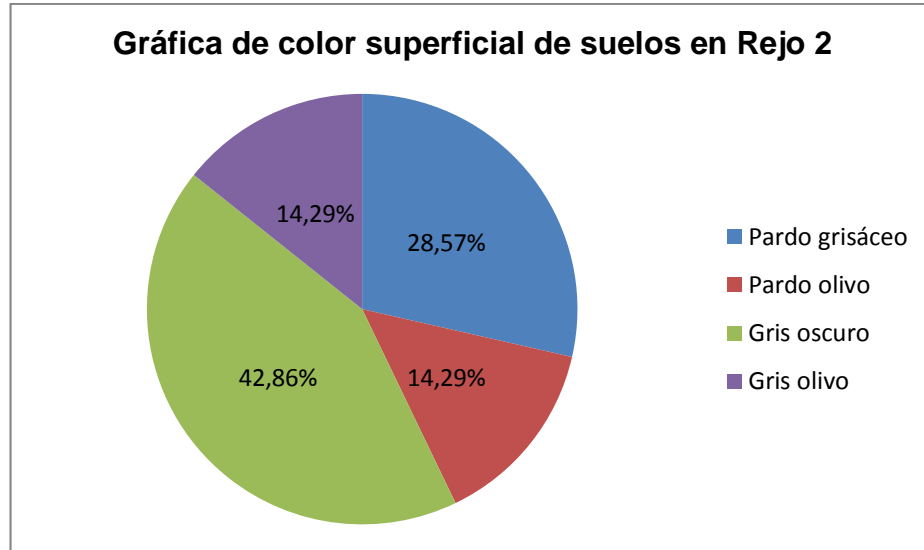
3.7.4.2. Descripción de color superficial del suelo.

Tabla 13. Color superficial de suelos en Rejo 2

Muestra	Matiz	Brillo	Intensidad	Nombre del color
R2M1	2,5Y	4	3	Pardo olivo
R2M2	5Y	4	2	Gris olivo
R2M3	2,5Y	5	2	Pardo grisáceo
R2M4	7,5YR	4	1	Gris oscuro
R2M5	2,5Y	4	1	Gris oscuro
R2M6	5Y	4	1	Gris oscuro
R2M7	10YR	5	2	Pardo grisáceo

Elaborado por: Pozo, 2015.

Gráfico 8. Color superficial de suelos en Rejo 2




Elaborado por: Pozo, 2015.

En el Rejo 2 fue posible observar colores oscuros, predomina en su mayoría el matiz 2.5 Y, el brillo menor o igual a 5, y la intensidad o pureza menor o igual a 3, lo que significa que también son ricos en materia orgánica, esto se comprueba relacionando con los resultados de laboratorio de las tablas 12 y 13 de esta sección, en donde los porcentajes de M.O están en el rango alto, y que de forma similar se presenta la textura, franco, franco limosa y franco arcillosa como predominantes, lo que reafirma la presencia de altos contenidos de M.O. y define el tipo de suelos de la zona altoandina como suelos andisoles, jóvenes de origen volcánico.

3.7.4.3. Descripción de perfiles de suelo del Rejo 2. (Color, textura, estructura).

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO			
Ubicación:	Tufiño - Rejo 2 - Muestra 1	Fecha:	26 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	8%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 2.5 Y 4/3 (Olive Brown) (Pardo olivo). Textura: Franco limoso. Estructura: granular fina y muy fina. Abundante presencia de raíces.
19	AI-2	Color: 2.5 Y 3/3 (Dark Olive Brown). (Pardo olivo oscuro) Textura: Franco limoso. Estructura: Granular media. Presencia de raíces frecuente.
36	AI-3	Color: 2.5 Y 2.5/1 (Black) (Negro) Textura: Franco limoso, mica (5%) Estructura: Prismática y granular gruesa. Presencia de arcilla en 10%
83	Transición	Color: 2.5 y 2.5/1 (Black) (Negro) hacia 10 YR 5/8 (Yellowish Brown) (Pardo Amarillo). Textura: Areno arcilloso. Estructura: Sin estructura
100	BI-1	Color: 10 YR 5/8 (Yellowish Brown) (Pardo amarillo) Lapilli meteorizada coloración 10 YR 5/7 (Yellowish Brown) (Pardo amarillo) Textura: Arcillo arenoso. Tendencia a saturación.

Observaciones:	
-----------------------	--

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 2 - Muestra 2	Fecha:	26 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	10%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 5 Y 4/2 (Olive Gray) (Gris olivo) Textura: Franco limoso. (8%) de arena, Mica (5%). Estructura: Granular muy fina. Abundante cantidad de raíces de (0-14 cm), frecuente de (14-22 cm). M.O. en descomposición.
22	AI-2	Color: 2.5 Y 3/3 (Dark Olive Brown) (Pardo olivo oscuro) Textura: Franco Limoso, arena (10%). Mica (4%). Estructura: Granular y en bloques. Permite la filtración y circulación de agua.
45	AI-3	Color: 2.5 Y 3/1 (Very Dark Gray) (Gris muy oscuro) Textura: Franco limo arenoso. Estructura: Granular media y bloques pequeños. Presencia de raíces con poca frecuencia de 45-84 cm. De 84 -100 cm aumenta porcentaje de arena en 20%. Presenta lapilli meteorizada de coloración 2.5 Y 4/4 (Olive Brown) (Pardo olivo)
100		Tendencia media a saturación y compactación.

Observaciones:

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 2 - Muestra 3	Fecha:	26 de Enero 2015
Especies existentes:	Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	8%	Responsable:	Jonathan Pozo



0	Perfil	Descripción
41	AI-1	Color: 2.5Y 5/2 (Grayish Brown) (Pardo grisáceo) Textura: Franco limoso, arena (4%) Estructura: Granular fina y muy fina. Presencia media de raíces (0-20 cm), de (20-41 cm) en poca frecuencia. Permite rápida filtración y evaporación de agua.
68	AI-2	Color: 10YR 3/2 (Dark Brown) (Pardo oscuro) Textura: Franco limoso, arena (10%) Estructura: Prismática en bloques tamaño medio. Poca retención de humedad.
100	AI-3	Color: 10YR 2/1 (Black) (Negro). Textura: Franco arcillo arenoso. Estructura: Prismática vertical. No se manifiesta contenido de humedad.

Observaciones:

Todo el perfil se presenta con deficiente contenido hídrico.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 2 - Muestra 4	Fecha:	26 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Holco (<i>Holcus lanatus</i>).		
Pendiente %:	10%	Responsable:	Jonathan Pozo



0	Perfil	Descripción
44	AI-1	Color: 7.5YR 4/1 (Dark Gray) (Gris oscuro) Textura: Franco limoso, arena (5%). Mica (5%) Estructura: granular fina y muy fina suelta. Raíces frecuente de (0-35cm), de (35-44cm) poca frecuente.
70	AI-2	Color: 10YR 3/1 (Very Dark Gray) (Gris muy oscuro) Textura: Franco limoso, arena (10%), arcilla (8%). Mica (5%). Estructura: Prismática, agregados en bloques de tamaño pequeño y granular suelta.
100	AI-3	Color: 10YR 3/1 (Very Dark Gray) (Gris muy oscuro) Textura: Franco limoso, arena (10%), arcilla (15%). Estructura: Agregados en bloques de tamaño pequeño. Presenta poca retención de agua y rápida filtración.

Observaciones:

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 2 - Muestra 5	Fecha:	26 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Holco (<i>Holcus lanatus</i>).		
Pendiente %:	2%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 2.5 Y 4/1 (Dark Gray) (Gris Oscuro). Textura: Franco Limo-arenoso. Arena (5%), Mica (5%). Estructura: Granular de tamaño medio. Presencia de raicillas en poca frecuencia.
35	Transición	Color: 2.5 Y 4/1 (Dark Gray) (Gris Oscuro). Textura: Franco arenoso. Arena (5%), Mica (5%). Estructura: Granular de tamaño medio.
45	AI-2	Color: 2.5 Y 3/2 (Very Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo muy oscuro). Textura: Franco Limoso, Arena (8%). Estructura: Columnar
65	AI-3	Color: 2.5 Y 3/1 (Very Dark Gray) (Gris muy oscuro) Textura: Franco arcillo arenoso. Estructura: Agregados en forma Columnar.
100		

Observaciones:

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 2 - Muestra 6	Fecha:	26 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Holco (<i>Holcus lanatus</i>).		
Pendiente %:	2%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 5 Y 4/1 (Dark Gray) (Gris oscuro) Textura: Franco Arcilloso. Estructura: Granular, en agregados de tamaño medio. Presencia moderada de raíces. Perfil que permite rápida evaporación de agua.
24	AI-2	Color: 2.5 Y 3/3 (Dark Olive Brown) (Pardo olivo oscuro) Textura: Franco limo-arcilloso. Estructura: Prismática en bloques. Presencia de raicillas en poca frecuencia de 0-50 cm.
55	AI-3	Color: 2.5 Y 3/3 (Very Dark Gray) (Gris muy oscuro) Textura: Franco Arcilloso. Estructura: Prismática.

100

Observaciones:

La parte más profunda presenta mayor humedad, aunque no llega a punto de saturación.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

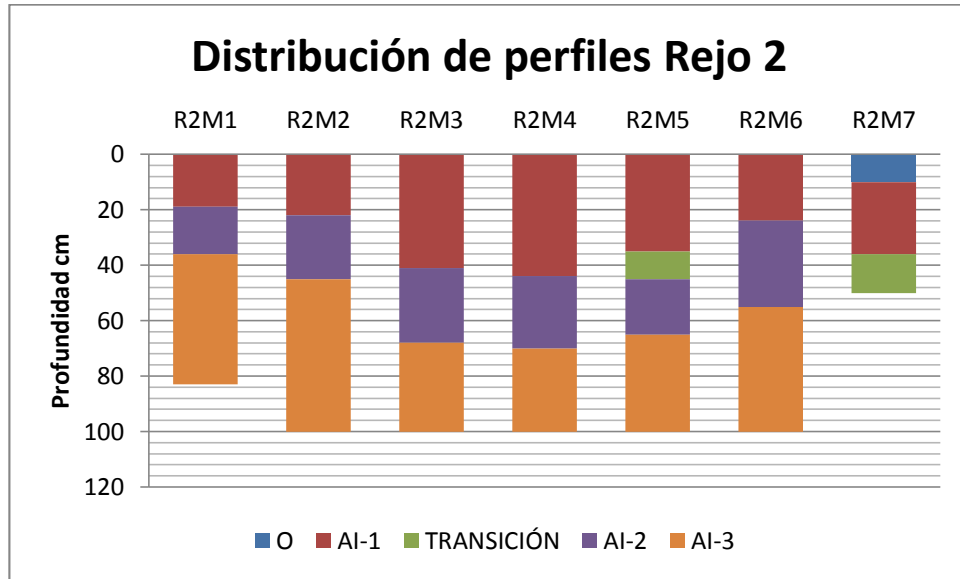
Ubicación:	Tufiño - Rejo 2 - Muestra 7	Fecha:	26 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago Major</i>)		
Pendiente %:	0	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	0	Color: 10 YR 5/2 (Grayish Brown) (Pardo grisáceo). M.O En descomposición. Presencia de raíces en abundancia.
10	AI-1	Color: 10 YR 3/2 (Very Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo muy oscuro). Textura: Franco Arcilloso. Estructura: Prismática en bloques, agregados en forma laminar. Raicillas se presentan de manera frecuente.
36	Transición	Color: 10 YR 8/8 (Yellow) (Amarillo) Sin estructura.
50	AI-2	Color: 10 YR 2/1 (Black) (negro). Textura: Franco Limo-Arcilloso Estructura: Muy compacta. Retención de humedad moderada.
75		

Observaciones:

Gráfico 9. Distribución de perfiles Rejo 2.



Elaborado por: Pozo, 2016

Estas tablas nos indican que el horizonte AI-1 tiene una profundidad de 16 hasta 48 cm, con moderada y abundante presencia de raíces, alta cantidad de materia orgánica, reflejada por los colores oscuros, por la textura granular, pudiendo ser fina y muy fina, además la Tabla 12 y Tabla 13 indican que los contenidos de M.O. son de carácter alto. A medida que la profundidad aumenta, existen diferencias en la textura y estructura de los suelos, causando que en algunos sitios, con estructura compactas y textura franco arcillosa se presente tendencia a saturación masiva, y por el contrario con una estructura prismática, y textura franco arenosa, la capacidad de drenaje se aumenta, causando déficit hídrico. De acuerdo con la Fundación produce Veracruz (2016), la estructura no afecta directamente a las plantas, sino los factores que intervienen y la interacción entre ellos mismos, aireación, compactación, relaciones agua y temperatura.

3.7.4.4. Caracterización física de suelos Rejo 2

Tabla 14. Propiedades físicas de suelos Rejo 2 PLL y PPLL

Muestra	Peso suelo húmedo		Peso suelo seco		% humedad del peso seco		D.A.		Volumen de humedad		Porosidad del suelo		Espacio de poros ocupado por agua		Porcentaje de carbono		Textura
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	
	g	g	g	g	%	%	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%	%	%	%	%	%	
R2M1	106,18	118,15	59,7	66,33	77,86	78,13	0,51	0,56	39,46	43,99	80,88	78,75	48,79	55,85	28,11	23,1	FI
R2M2	111,25	107,44	63,03	66,83	76,51	60,77	0,53	0,57	40,93	34,47	79,81	78,59	51,28	43,86	27,15	27,19	FI
R2M3	107,09	114,5	58,81	70,17	82,09	63,19	0,5	0,6	40,98	37,63	81,16	77,53	50,49	48,54	29,53	28,08	FI
R2M4	111,01	113,49	62,1	69,07	78,75	64,3	0,53	0,59	41,51	37,7	80,11	77,87	51,82	48,41	28,98	29,22	FI
R2M5	122,88	125,13	68,45	75	79,52	66,83	0,58	0,64	46,2	42,55	78,08	75,98	59,18	56	28,10	25,93	Fla
R2M6	118,9	113,28	67,29	73,88	76,7	53,33	0,57	0,63	43,81	33,44	78,45	76,33	55,84	43,81	29,07	28,74	FY
R2M7	96,12	119,79	53,62	61,78	79,27	93,9	0,46	0,52	36,08	49,24	82,82	80,21	43,56	61,39	30,12	20,02	FY
PROM	110,49	115,97	61,86	69,01	78,67	68,64	0,53	0,59	41,28	39,86	80,19	77,89	51,57	51,12	28,72	26,04	

Elaborado por: Pozo, 2015.

En relación al contenido de humedad el mayor valor se registró en el periodo lluvioso, destacando R2M3 con un 82.09%, y R2M2 con 72.51%, en el periodo poco lluvioso se destacan R2M1 con 67.53 % y R2M6 con 37.4%. En relación al Rejo 1, el porcentaje de humedad es menor, y allí se refleja el porcentaje de materia orgánica sea mayor. Los valores de la densidad aparente son contrarios al contenido de humedad, resaltado R2M7 con un valor de D.A. de 0.46 g/cm³ en PLL y 0.52 g/cm³ en PPLL, y R2M5 con 0.58 g/cm³ en PLL y R2M4 con 0.59 g/cm³ en PPLL.

La porosidad del suelo del Rejo 2, también contiene porcentajes altos, con valores mayores en PLL, con 82.82% en PLL y 80.21% en PPLL para la R2M7 mientras que para R1M1 los porcentajes más bajos con para la R2M5 con 78.08% en PLL y 75.98 en PPLL.

En cuanto a contenido de carbono, el Rejo 2 presenta valores mayores en relación al Rejo 1, presentando valores sobre 28.1% en el PLL y sobre 20.02% en el PPLL.

La textura predominante en el horizonte AI-1 es la franca limosa y franca arcillosa, capaz de retener la humedad disponible en el suelo por tiempo prolongado, pero en R2M6 y R2M7 por ser arcillosos, la humedad no penetra de manera eficiente en relación a los francos y/o franco limoso, formando una capa superficial que fácilmente se podrá perder con la evaporación. (Salamanca & Sadeghian, 2005)

3.7.4.5. Caracterización química de suelos Rejo 2

Tabla 15. Propiedades químicas de suelos Rejo 2 en PLL y PPLL

Muestra	ppm										meq/100ml					
	pH		NH4		P		S		K		Ca		Mg			
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL		
R2M1	5,68 LAc	5,77 LAc	54 M	145 A	18 M	19 M	26 A	7,3 B	1,20 A	0,52 A	11,9 A	12 A	1,6 M	1,2 M		
R2M2	5,47 AC	5,75 AC	62 A	138 A	19 M	23 A	32 A	6,4 B	1,00 A	0,27 M	12,4 A	10,2 A	1,7 M	1,1 M		
R2M3	5,71 LAc	5,97 LAc	82 A	153 A	19 M	44 A	46 A	7,7 B	0,99 A	0,80 A	13,6 A	14,9 A	1,7 M	1,6 M		
R2M4	5,90 LAc	5,57 LAc	59 M	160 A	16 M	19 M	28 A	5,5 B	0,74 A	0,35 M	11,2 A	6,4 M	1,4 M	0,8 B		
R2M5	5,64 LAc	5,82 LAc	79 A	168 A	20 M	20 M	23 A	13 M	0,72 A	0,72 A	7,50 M	12,3 A	1,3 M	1,3 M		
R2M6	5,56 LAc	6,09 LAc	56 M	128 A	17 M	24 A	15 M	7,9 B	0,34 M	0,63 A	5,50 M	16 A	0,8 B	1,2 M		
R2M7	5,58 LAc	5,56 LAc	66 A	161 A	16 M	39 A	15 M	13 M	0,28 M	0,51 A	7,60 M	8,6 A	1,3 M	1,3 M		

Elaborado por: Pozo, 2015.

Tabla 16. Propiedades químicas de suelos Rejo 2 en PLL y PPLL

Muestra	ppm												(%)	
	Zn		Cu		Fe		Mn		B		M.O.			
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL		
R2M1	19 A	8,7 A	3,2 M	7 A	407 A	401 A	7,5 M	13,5 M	0,3 B	0,1 B	21 A	23,4 A		
R2M2	18 A	5,4 M	3,5 M	6,4 A	482 A	1224 A	9,4 M	11,5 M	0,4 B	0,2 B	19,6 A	23,2 A		
R2M3	5,8 M	9,8 A	2,8 M	6,6 A	972 A	411 A	7,1 M	13,3 M	0,3 B	0,2 B	19,1 A	23,3 A		
R2M4	3,8 M	5,4 M	2,4 M	7,4 A	445 A	996 A	4,4 B	20,5 A	0,3 B	0,2 B	15,9 A	22,2 A		
R2M5	5,1 M	7,3 A	3,2 M	7 A	479 A	388 A	10,8 M	13,8 M	0,3 B	0,3 B	19,3 A	24,0 A		
R2M6	2,9 M	7 M	2,6 M	6,1 A	496 A	407 A	9,3 M	11,8 M	0,3 B	0,3 B	19,5 A	20,2 A		
R2M7	4,4 M	8,8 A	2,7 M	8,4 A	834 A	939 A	9,4 M	20,9 A	0,3 B	0,3 B	21,1 A	23,1 A		

Elaborado por: Pozo, 2015.

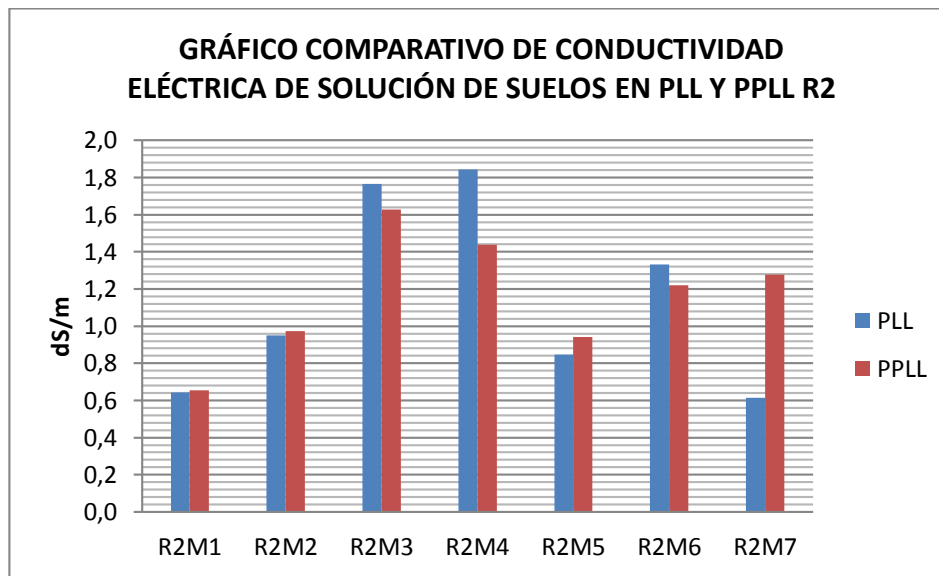
Dentro de las propiedades químicas el pH de los suelos del Rejo 2, los valores son ligeramente ácidos (LAc), presentándose valores similares entre los dos periodos establecidos, sin variar drásticamente de un periodo a otro. Los resultados de laboratorio arrojan valores de pH desde 5.47 a 6.09. Lo cual es visiblemente notorio por la presencia de trébol (*Trifolium* spp.) y llantén forrajero (*Plantago major*) en los potreros. (Pizarro, 2005)

Los elementos se presentan en proporción mayor en el periodo poco lluvioso, por ejemplo el nitrógeno se muestra disponible al doble de lo que se presenta en el PLL. El nitrógeno es el elemento que limita el crecimiento de los pastos, entonces se daría el fenómeno que en PPLL los pastos tengan mayor desarrollo. Los niveles de fósforo en el PPLL son más altos en relación al PLL, existiendo una gran diferencia en R2M3, que en PLL presenta 19 ppm y en PPLL 44 ppm. El azufre se presenta de manera diferente, en el PPLL disminuye la disponibilidad, presentándose valores bajos, en azufre los niveles pasan de contenido alto y medio a bajo, lo que en la planta ocasiona que las hojas tomen un color amarillento y el desarrollo sea menor. (Espinoza, 2012) En potasio, magnesio y calcio los niveles altos y medios se mantienen, variando en cuanto a potasio la R2M2 que presenta mayor disponibilidad en PLL; en calcio la R2M6 tiene mayor contenido en el PPLL, y en magnesio R2M4 varía significativamente pasando de nivel medio (1.4 meq/100ml) a bajo (0.8 meq/100ml).

Los niveles de cobre pasan de medio en PLL a contenido alto en PPLL, el hierro se mantiene con niveles altos en los dos periodos sobre los 407 ppm hasta 1224 ppm. En relación al manganeso la R2M4, muestra un gran aumento, de 4.4 ppm en PLL a 20.5 en PPLL. El boro se presenta en niveles bajos, que para el desarrollo de los pastos es favorable. Nuevamente la función de la actividad microbiana es importante, esto quiere decir en el periodo poco lluvioso el desarrollo de microorganismos y su efecto en la disponibilidad de elementos se presenta de forma apropiada. (Cabalceta, 1999)

En los suelos que presentan rangos de pH ácidos, R2M1 en el PLL, no es conveniente permitir una saturación, esto conlleva a una mayor acidificación del suelo, limitando el desempeño de funciones y el crecimiento de las plantas, así por ejemplo en un suelo ácido la disponibilidad de fósforo es reducida, esta es la razón por la que se observa mayor contenido de fósforo en el PPLL. (FAO, 2000)

Gráfico 10. C.E. de solución de suelos Rejo 2. (1:2.5)



Elaborado por: Jonathan Pozo

La Conductividad Eléctrica de la solución del suelo del Rejo 2, para los dos periodos demuestra que los suelos son no salinos, manteniéndose por debajo de 2 dS/m, presentándose valores similares en los dos periodos para el 71% de las muestras. Para R2M4 la salinidad disminuye, al tener una pendiente de 10%, el movimiento del agua transportó las sales hacia la zona baja que se delimitaba por una acequia. Por otro lado R2M7, subió de 0.6 dS/M en PLL a 1.3 dS/m en el PPLL, la razón es por encontrarse en una zona de pendiente 0%, al pie de la ladera de 2% de pendiente de la R2M6. La conductividad eléctrica (CE) nos sirve para medir la concentración total de sales en una solución, pero no indica qué sales están presentes. (Departamento Agronómico Gat fertilíquidos, s. f.)

3.7.4.6. Bromatología de pastos y/o forrajes en Rejo 2 PLL vs PPLL.

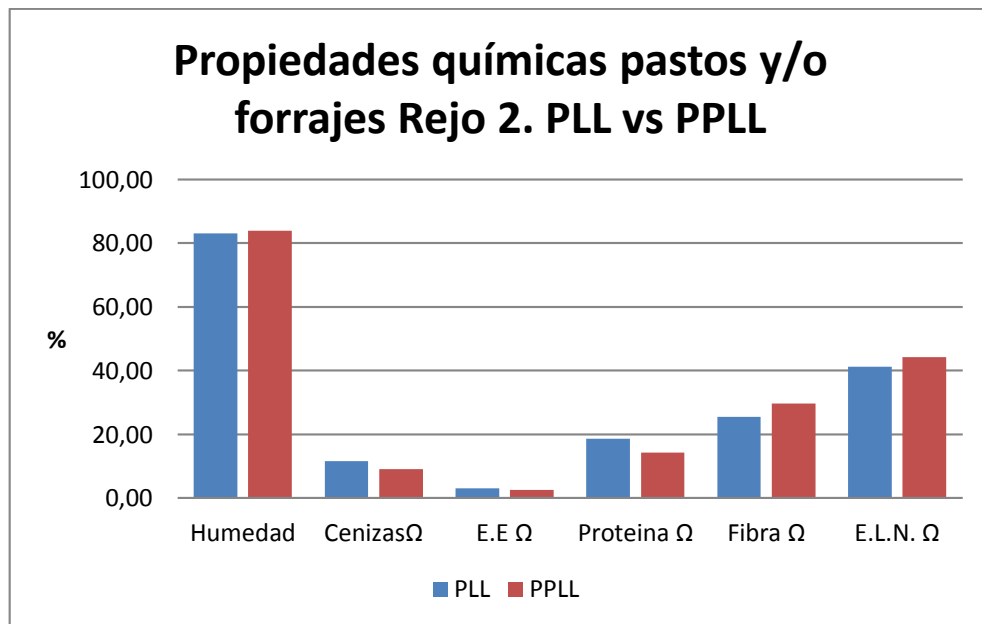
Tabla 17. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 2. PLL vs PPLL (%).

Propiedades químicas de pastos y/o forrajes Rejo 3			
	PLL	PPLL	UNIDAD
Humedad	83,08	84,00	%
CenizasΩ	11,56	9,15	%
E.E Ω	3,03	2,64	%
Proteína Ω	18,73	14,30	%
Fibra Ω	25,50	29,69	%
E.L.N. Ω	41,18	44,24	%

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca

Elaborado por: Pozo, 2015.

Gráfico 11. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 2. PLL vs PPLL (%).



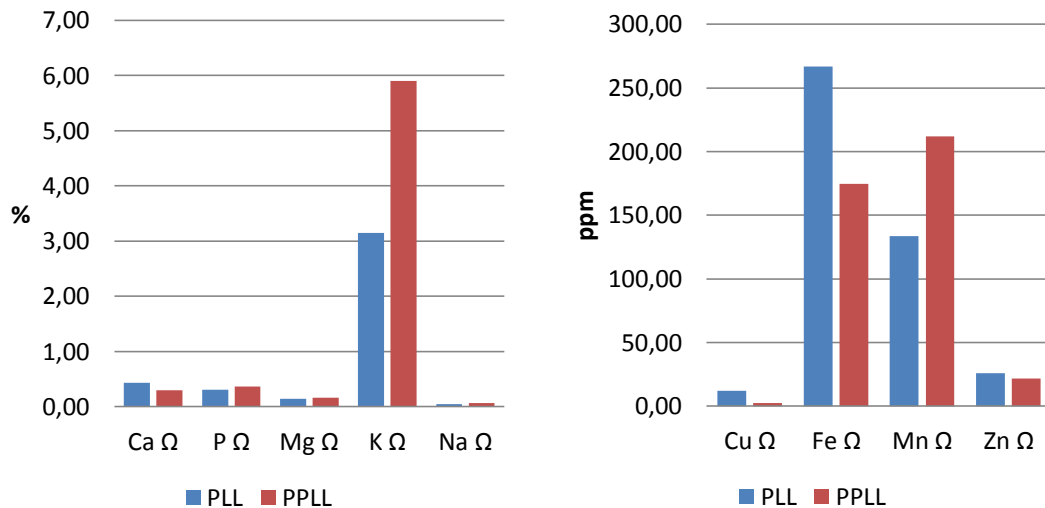
Elaborado por: Pozo, 2015.

En el análisis bromatológico de los pastos y/o forrajes se encontró que los porcentajes de la humedad se encuentran sobre el 80%, al igual que en el Rejo 1, los pastos contienen la humedad apropiada. (Sierra, 2005).

El contenido de cenizas según esta sobre 9.15%, que se encuentra sobre los valores normales que ofrecen los pastos. Los valores del Extracto Etéreo, también son mayores a 2%, que es el valor normal para alimentación de ganado lechero en producción. (Velasquez, 2009) En esta investigación se determinó valores superiores de 2.64%.

Lo valores obtenidos en contenido de proteína están sobre los parámetros mínimos requeridos por el animal en producción lechera (6%), es decir el Rejo 2 dispone de pastos con buena cantidad de aminoácidos disponibles para a nutrición del ganado. El porcentaje de fibra los pastos del Rejo 2, es bajo en relación al 40% que es el valor óptimo, apenas el 29% se dispone para la digestión del rumiante, cabe resaltar que la fibra mejora la digestión y evita malestar en los procesos metabólicos. (Velasquez, 2009)

Gráfico 12. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 2. PLL vs PPLL (ppm).



Elaborado por: Pozo, 2015.

Los contenidos de elementos minerales en los pastos se muestran en valores similares en los dos periodos, se destaca el contenido de potasio en el PPLL, siendo casi dos veces el valor en el PLL, lo mismo ocurre con el manganeso, que aumenta aproximadamente 100 ppm en el PPLL, pero al contrario, el contenido de hierro se manifiesta mayor en el PLL, una de las causas es que el hierro reacciona con el agua y forma óxidos hidratados, siendo estos abundantes en el PLL. (Baldelomar, Rojas, & Cortéz, 2010)

En referencia a la alimentación de una vaca adulta con un peso corporal de 400 kg necesita el 0.28% de calcio y 0.23 % de fósforo en su dieta alimenticia, los pastos de esta unidad de análisis muestran alta calidad ya que contienen valores por encima de estos, observemos el porcentaje de calcio, representa el 0.43% y el fósforo está en 0.30%. Lo que significa que el valor nutricional de estos pastos se encuentra en niveles óptimos para la producción lechera. En los dos periodos se manifiestan propiedades similares en cuanto a Ca, P, Mg, Na, y Zn, pero existe variaciones significativas en lo referente a K, Fe, y Mn, siendo en el periodo poco lluvioso que destaca el contenido de potasio y manganeso en los pastos, pero el contenido de hierro resulta mayor en el periodo lluvioso.

3.7.5. Caracterización físico-química del área de pastoreo del Rejo 3

Las características físico-químicas analizadas fueron en cada área de análisis denominada como Rejo 3 fueron:

3.7.5.1. Producción de pastos y/o forrajes Rejo 3

Tabla 18. Producción de pastos y/o forrajes Rejo 3

Muestra	Cantidad de pasto y forraje	
	PLL	PPLL
	g	g
R3M1	940	903
R3M2	924	879
R3M3	965	921
R3M4	956	901
R3M5	1024	980
R3M6	1060	975
R3M7	957	868

Elaborado por: Pozo, 2015

En el Rejo 3, similar al Rejo 1 y 2, la cantidad de materia verde fue mayor en el periodo lluvioso, destacándose con mayor cantidad la R3M6 con 1060 g. y con menor cantidad la R3M2 con 924 g. En el periodo poco lluvioso la R3M5 con 980 g. y la R3M7 con 868 g. Esto significa que en el periodo lluvioso el ganado dispone de 9.75 t/h en PLL hasta 9.18 t/ha en PPLL.

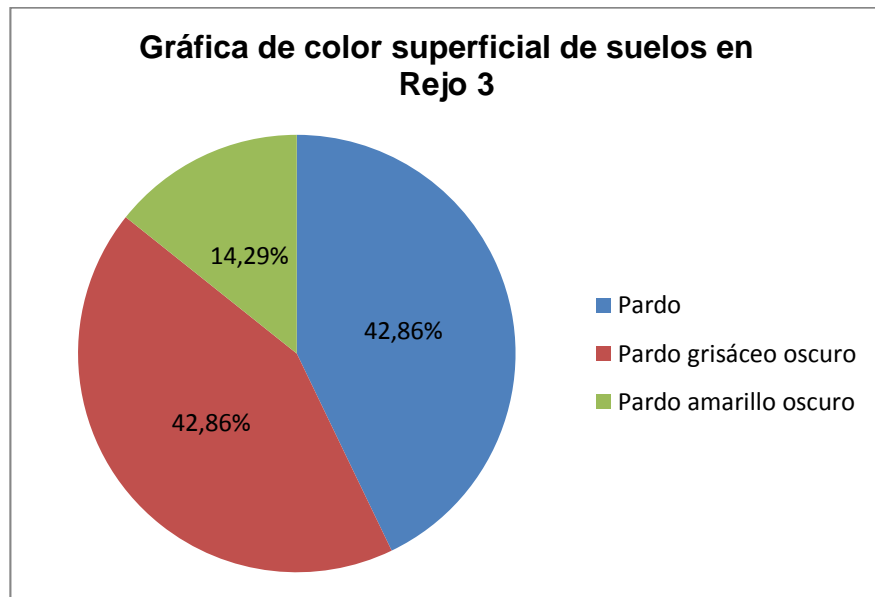
3.7.5.2. Descripción de color superficial del suelo.

Tabla 19. Color superficial de suelos en Rejo 3

Muestra	Matiz	Brillo	Intensidad	Nombre del color
R3M1	7,5YR	4	2	Pardo
R3M2	2,5YR	4	2	Pardo grisáceo oscuro
R3M3	10YR	4	4	Pardo amarillo oscuro
R3M4	7,5YR	4	3	Pardo
R3M5	10YR	4	2	Pardo grisáceo oscuro
R3M6	10YR	4	2	Pardo grisáceo oscuro
R3M7	10YR	4	3	Pardo

Elaborado por: Pozo, 2015.

Gráfico 13. Color superficial de suelos en Rejo 3




Elaborado por: Pozo, 2015.

Los suelos presentan coloraciones desde pardo, pardo grisáceo oscuro y pardo amarillo oscuro, con matiz 2.5YR, 7.5 YR Y 10YR. De acuerdo a Julia, Román, Prieto, & Acevedo (2012), en base a lo reportado por FAO (2007), manifiestan que se consideran suelos rojos aquellos que presentan color en un matiz entre 5YR y 10YR, y que presentando coloraciones claras, indica un empobrecimiento de Fe y Mn. Más aun estos suelos tienen brillo e intensidad menores o iguales a 4, dando así mayor grado de oscuridad y pureza al color del suelo. El 42.86% de los suelos son de color pardo en el perfil AI-1, pardo grisáceo oscuro con el 42.86% y pardo amarillo oscuro el 14.29% restante.

3.7.5.3. Descripción de perfiles de suelo del Rejo 3. (Color, textura, estructura).

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO			
Ubicación:	Tufiño - Rejo 3 - Muestra 1	Fecha:	27 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Holco (<i>Holcus lanatus</i>).		
Pendiente %:	2%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0		
	AI-1	Color: 7.5 YR 4/2 (Brown) (Pardo) Textura: Arcillo limoso Estructura: Granular, agregados de tamaño medio. Presencia frecuente de raíces. Deficiente filtración de agua.
17		
	Transición	Color: 10 YR 3/2 (Very Dark Grayish Brown). (Pardo grisáceo muy oscuro) Textura: Arcillo limoso. Estructura: Granular muy cohesionado. Cambia a 7.5 YR 4/2 (Brown) (Pardo) Presencia de raíces y M.O en descomposición. Tendencia a saturación masiva en contenido de agua.
50		
	AI-2	Color: 10 YR 3/1 (Very Dark Gray) (Gris muy oscuro) Textura: Arcillo limoso. Estructura: Granular fina y media. Presencia de M.O en descomposición en (80%).
100		

Observaciones:	Alto contenido de humedad, tendencia a saturación.
-----------------------	--

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 3 - Muestra 2	Fecha:	27 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Holco (<i>Holcus lanatus</i>).		
Pendiente %:	3%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 2.5 YR 4/2 (Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo oscuro) Textura: Franco arcilloso, arena (10%). Estructura: Granular Fina. Presencia de Raíces, presenta capacidad de filtración.
21	AI-2	Color: 2.5 YR 3/2 (Very Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo muy oscuro) Textura: arcillo limoso, (18%) limo. Estructura: Granular muy fina. Presencia frecuente de raíces. Tendencia a saturación moderada.
46	Transición	Color: 7.5 YR 4/2 (Brown) (Pardo) Textura: Arcilloso. Estructura: Compacta. Presencia de oxidaciones o lixiviaciones de color 7.5 YR 5/6 (Strong Brown) (Pardo fuerte) en 30%, tendencia a saturación masiva. Presencia frecuente de raíces.
82	AI-3	Color: 10 YR 3/2 (Very Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo muy oscuro) Textura: Arcilloso. 40 % arcilla. Estructura: muy compacta. Saturación de agua en este horizonte.
100		

Observaciones:

A mayor profundidad se observa mayor humedad.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 3 - Muestra 3	Fecha:	27 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Holco (<i>Holcus lanatus</i>).		
Pendiente %:	3%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 10 YR 4/4 (Dark Yellowish Brown) (Pardo Amarillo oscuro) Textura: Limo arcilloso, 10 % arena. Estructura: Granular muy fina. Presencia de raíces frecuente, permite filtración de agua a partes más profundas.
31	AI-2	Color: 10 YR 4/2 (Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo oscuro) Textura: Arcillo limoso. Estructura: Granular Media.
60	AI-3	Color: 10 YR 3/3 (Dark Brown) (Pardo oscuro) Textura: Arcilloso Estructura: Granular Media y Gruesa. M.O en descomposición, presencia de raíces frecuente.
77	AI-1 Fósil	Color: 10 YR 3/3 (Dark Brown) (Pardo oscuro) Textura: Arcillo limoso. Estructura: Agregados compactos.
100		Presencia de raíces en poca frecuencia.

Observaciones:

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 3 - Muestra 4	Fecha:	27 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Holco (<i>Holcus lanatus</i>).		
Pendiente %:	2%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0	AI-1	Color: 7.5 YR 4/3 (Brown) (Pardo) Textura: Arcillo limoso. 10% Arena Estructura: Granular muy fina, en agregados. Presencia de óxidos de coloración 7.5YR 4/6 (Strang Brown), 7-10%.
32	Transición	Color: 7.5 YR 4/3 (Brown) (Pardo) Textura: Arcillo arenoso. 20% arena, Estructura: Granular fina. Lapilli meteorizados, coloración Gley 2: 6/1 10 BG (Greenish Gray) (Gris verdoso) Presencia frecuente de raíces, permite filtración de agua.
56	AI-2	Color: 7.5 YR 4/1 (Dark Gray) (Gris oscuro) Textura: Arcillo limoso, 5% arena. 2% Mica. Estructura: Muy compacta. Tendencia a saturación masiva.
80	AI-3	Color: 7.5 YR 3/1 (Very Dark Gray) (Gris muy oscuro) Textura: Limo arcilloso. 12% arcilla. Estructura: sin estructura, muy compacto. Presencia de lapilli meteorizada 7.5 YR 5/4 (Brown) (Pardo). Tendencia a saturación.
100		

Observaciones:	
-----------------------	--

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 3 - Muestra 5	Fecha:	27 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago major</i>).		
Pendiente %:	3%	Responsable:	Jonathan Pozo



0	Perfil	Descripción
25	AI-1	Color: 10 YR 4/2 (Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo oscuro). Textura: Franco arcillo arenoso. Mica 3%. Estructura: Granular muy fina, suelta Poca presencia de raíces. Permite la filtración.
40	Transición	Color: 10 YR 4/2 (Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo oscuro). Textura: Arcillo arenoso. Arena 40% Estructura: Granular fina. Presencia de óxidos en lapilli meteorizada coloración 7.5 YR 4/6 (Strong Brown) (Pardo fuerte) en 7%. Permite filtración.
71	AI-2	Color: 7.5 YR 3/2 (Dark Brown) (Pardo oscuro). Textura: Arcillo arenoso. Estructura: Granular suelta de tamaño medio. Lapilli meteorizada 7.5 YR 4/6 en 10%. Presencia de raíces poco frecuente.
100	AI-3	Color: 7.5 YR 2.5/1 (Black) (Negro). Textura: Franco limoso. Arcilla 10% Estructura: Granular simple muy compacto. Tendencia a saturación.

Observaciones:

No se evidencia saturación de agua, los horizontes superiores permiten la percolación hacia partes más profundas.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 3 - Muestra 6	Fecha:	27 de Enero 2015
Especies existentes:	Rye Grass (<i>Lolium perenne</i>), Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago major</i>).		
Pendiente %:	3%	Responsable:	Jonathan Pozo



	Perfil	Descripción
0		
	AI-1	Color: 10 YR 4/2 (Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo oscuro) Textura: Franco Arcillo limoso. Arena 8%. Estructura: Granular fino suelto Presencia de raíces moderada. Permite filtración
17		
	Transición	Color: 10 YR 3/2 (Very Dark Grayish Brown) (Pardo grisáceo muy oscuro). Textura: Franco arcilloso. Estructura: Granular. Presencia de lapilli meteorizada coloración 10 YR 5/6 (Yellowish Brown) (Pardo amarillo)
33		
	AI-2	Color: 10 YR 2/1 (Black). Textura: Limo arcilloso, Estructura: Granular fino y medio. Presencia de raíces frecuente. Presencia de lixiviaciones de coloración 7.5 YR 4/6 (Strong Brown) (Pardo Fuerte)
77		
	AI-2	Color: 10 YR 2/1 (Black) (Negro) Textura: Limo arcilloso. Estructura: Sin estructura definida. Saturación masiva de agua, muestra de suelo escurre agua.
100		

Observaciones:

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO

Ubicación:	Tufiño - Rejo 3 - Muestra 7	Fecha:	27 de Enero 2015
Especies existentes:	Holco (<i>Holcus lanatus</i>) Trébol blanco (<i>trifolium repens</i>), Llantén (<i>Plantago major</i>).		
Pendiente %:	3%	Responsable:	Jonathan Pozo

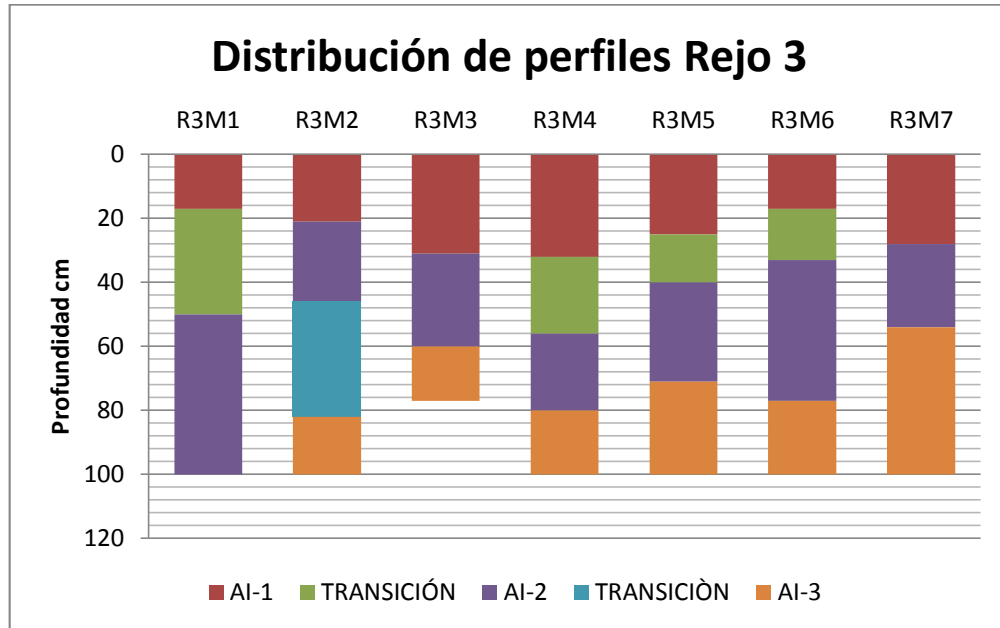


0	Perfil	Descripción
28	AI-1	Color: 10YR 4/3 (Brown) (Pardo) Textura: Franco limoso. 10% arena, 2% mica. Estructura: Granular. Permite filtración de agua, poca presencia de raíces.
54	AI-2	Color: 10YR 3/3 (Dark Brown) (Pardo Oscuro) Textura: Franco Limoso. 5% arena. Estructura: Granular en Bloques. Poca presencia de raíces. Permite filtración de agua.
100	AI-3	Color: 10YR 2/2 (Very Dark Brown) (Pardo muy oscuro) Textura: Franco Limo Arcilloso, Mica 5% Estructura: Granular fina. En constante lluvia presenta tendencia a saturación masiva.

Observaciones:

Suelo se presenta en punto de marchitez permanente en todos los perfiles.

Gráfico 14. Distribución de perfiles Rejo 3.



Elaborado por: Pozo 2015

La estructura granular simple, media y fina, y las texturas francas y sus variaciones presentes en los suelos del rejoy tres, permiten determinar que son suelos con alto contenido de M.O. y que proveen de condiciones óptimas para la producción de pastos y forrajes. El horizonte AI-1 se muestra hasta los 17 y 32 cm de profundidad, pasando en su mayoría de muestras a una zona de transición donde el contenido de suelos se manifiesta más arcilloso, y que en zonas más profundas se evidencia se identifica una tendencia a saturación masiva, además la presencia de lapilli meteorizada y presencia de minerales oxidados, es decir que el proceso de absorción de agua por las plantas se desarrolla de manera normal hasta los primeros 32 cm de profundidad por que las raíces de los pastos solo penetran hasta esas profundidades como máximo.

3.7.5.4. Caracterización física de suelos Rejo 3

Tabla 20. Propiedades físicas de suelos Rejo 3 en PLL y PPLL

Muestra	Peso suelo húmedo		Peso suelo seco		% humedad del peso seco		D.A.		Volumen de humedad		Porosidad del suelo		Espacio de poros ocupado por agua		porcentaje de Carbono		Textura
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	
	g	g	g	g	%	%	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%	%	%	%	%	%	
R3M1	126,31	124,32	75,79	70,21	66,67	77,07	0,64	0,60	42,89	45,93	75,73	77,51	56,63	59,26	13,446	21,66	YI
R3M2	121,63	116,63	68,65	68,66	77,19	69,87	0,58	0,58	44,98	40,72	78,01	78,01	57,65	52,2	18,058	20,06	FY
R3M3	107,99	114,51	63,44	59,49	70,23	92,49	0,54	0,50	37,82	46,70	79,68	80,95	47,46	57,7	20,32	24,78	LY
R3M4	112,47	128,54	55,33	83,94	103,27	53,13	0,47	0,71	48,5	37,86	82,28	73,11	58,95	51,78	23,616	13,26	YI
R3M5	101,7	118,33	57,24	72,76	77,67	62,63	0,49	0,62	37,74	38,68	81,66	76,69	46,21	50,44	15,794	18,12	FYA
R3M6	115,18	98,36	62,91	64,12	83,09	53,4	0,53	0,54	44,37	29,06	79,85	79,46	55,57	36,57	24,408	21,93	FYI
R3M7	112,43	106,48	62,89	59,68	78,78	78,4	0,53	0,51	42,05	39,72	79,86	80,88	52,66	49,11	25,544	27,68	FI
PROM	113,96	115,31	63,75	68,41	79,56	69,57	0,54	0,58	42,62	39,81	79,58	78,09	53,59	51,01	20,17	21,07	

Elaborado por: Pozo, 2015.

La humedad en este sitio, se logra mantener por mayor tiempo, ya que este suelo tiende a saturarse, por eso los valores de humedad son similares en los dos periodos y en relación al Rejo 1 y Rejo 2, existiendo el caso de R3M4 que en PLL contiene 103.27% de humedad y R3M6 que contiene 53.4 en el PPLL. El mismo fenómeno se presenta en la densidad aparente, el caso de R3M4 que en PLL presenta 0.47 g/cm³, y 0.71 g/cm³ en el PPLL.

La porosidad del suelo del Rejo 3, contiene porcentajes altos, aunque a diferencia de los Rejos 1 y 2, estos están por debajo del 79.58% en PLL y del 78.09 en PPLL. A pesar de este porcentaje alto de porosidad, la textura franco arcillosa predomina en los suelos de este rejo, ocasionan que el suelo presente tendencia a saturación masiva, manteniendo por tiempo prolongado la humedad bajo la superficie.

El contenido de carbono en el Rejo 3 presenta valores menores en relación a los Rejos 1 y 2, presentando valores sobre 20.17% en el PLL y sobre 21.07 en el PPLL como valores promedio, de estos se destaca la R3M7 con porcentajes de 25.54% en PLL y 27.68% en PPLL.

3.7.5.5. Caracterización química de suelos Rejo 3.

Tabla 21. Propiedades químicas de suelos Rejo 3 en PLL y PPLL

Muestra			ppm						meq/100ml					
	pH		NH4		P		S		K		Ca		Mg	
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL
R3M1	5,25 AC	5,27 AC	68 A	70 A	22 A	18 A	28 A	27 A	0,27 M	0,29 M	4,7 M	4,9 M	0,9 B	0,9 B
R3M2	5,14 AC	5,20 AC	55 M	58 M	20 M	19 M	32 A	35 A	0,15 B	0,18 B	4,7 M	4,4 M	1,0 M	1,2 M
R3M3	5,14 AC	5,10 AC	65 A	68 A	21 A	22 A	38 A	36 A	0,57 A	0,65 A	5,5 M	5,3 M	1,2 M	1,4 M
R3M4	5,13 AC	5,11 AC	54 M	59 M	21 A	24 A	38 A	39 A	0,34 M	0,40 M	3,9 B	3,7 B	0,8 B	0,7 B
R3M5	5,48 AC	5,41 AC	50 M	50 M	19 M	17 M	17 M	19 M	0,21 M	0,28 M	4,9 M	4,7 M	1,0 M	1,1 M
R3M6	5,52 LAc	5,50 LAc	55 M	58 M	23 A	26 A	20 M	18 M	0,26 M	0,30 M	5,7 M	5,2 M	1,2 M	1,3 M
R3M7	5,55 LAc	5,53 LAc	64 A	66 A	45 A	48 A	23 A	28 A	0,28 M	0,32 M	5,5 M	4,9 M	1,2 M	1,2 M

Elaborado por: Pozo, 2015.

Tabla 22. Propiedades químicas de suelos Rejo 3 en PLL y PPLL

Muestra	ppm										(%)	
	Zn		Cu		Fe		Mn		B		M.O.	
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL
R3M1	2,2 M	2,6 M	4,5 A	4,2 A	1110 A	1150 A	12,1 M	12,2 M	0,30 B	0,15 B	14,5 A	23,4 A
R3M2	2,2 M	2,4 M	4,5 A	4,1 A	1065 A	1003 A	12,0 M	11,8 M	0,20 B	0,18 B	13,4 A	23,2 A
R3M3	3,6 M	3,2 M	5,6 A	5,4 A	1197 A	1133 A	11,7 M	11,4 M	0,30 B	0,24 B	13,7 A	23,3 A
R3M4	2,3 M	2,6 M	4,2 A	4,6 A	1056 A	1006 A	11,3 M	11,0 M	0,30 B	0,31 B	11,2 A	22,2 A
R3M5	3,0 M	2,8 M	4,4 A	4,0 A	1305 A	1245 A	19,3 A	19,8 A	0,30 B	0,30 B	13,9 A	24,0 A
R3M6	3,6 M	3,5 M	4,2 A	4,4 A	1050 A	1350 A	19,2 A	18,5 A	0,20 B	0,29 B	11,9 A	20,2 A
R3M7	3,2 M	3,5 M	3,5 M	3,3 M	1326 A	1366 A	15,2 A	16,1 A	0,20 B	0,26 B	8,5 A	23,1 A

Elaborado por: Pozo, 2015.

Dentro de las propiedades químicas el pH de los suelos del Rejo 3, los valores son ácidos (Ac) en su mayoría, presentándose variaciones menores entre los dos periodos establecidos. Los resultados de laboratorio arrojan valores de pH desde 5.13 a 5.655 en PLL y de 5.10 a 5.50 en el PPLL. En este rejo se observó presencia de trébol (*Trifolium* spp.). (Pizarro, 2005)

Los elementos se presentan en proporción similar en PLL y en PPLL, por ejemplo la concentración de nitrógeno tiene valores mínimos de 50 ppm en los dos periodos, y máximos de 68 ppm en PLL y 70 ppm en PPLL. De igual forma se presentan los contenidos de fósforo, azufre, potasio, calcio y magnesio. Para el fósforo, se presentan valores alrededor de 20 ppm, a excepción de la R3M7 con valores de 45 ppm en PLL y 48 ppm en PPLL, valores que en Rejo 1 y Rejo 2 no se presentan por lo que se podría afirmar que en el lugar donde se obtuvo la muestra debe contener gran cantidad de materia orgánica en descomposición, y/o se produjo una reacción con el hierro, ya que también se presenta con valores altos. (Munera & Meza, s. f.) El azufre se presenta en cantidades similares en los dos periodos, manteniéndose entre los valores de 17 a 37 ppm. (Espinoza, 2012)

El potasio se muestra en niveles por debajo a los encontrados en los Rejos 1 y 2, para los dos periodos se determinó niveles medios, encontrándose con contenido bajo en la R3M2, con niveles de 0.15 meq/100ml en PLL y 0.18 meq/100ml en PPLL; en cambio la R3M3 presenta valores de 0.57 meq/100ml en PLL y 0.65 meq/100ml en PPLL. (Agroestrategias, 2004)

El calcio se presenta en concentración media, con niveles entre 3.9 a 5.7 meq/100ml en PLL y de 3.7 a 5.2 meq/100ml en el PPLL, de igual forma que el potasio, las concentraciones de calcio en el Rejo 3 resultaron bajas en relación a los Rejos 1 y 2. Las causas de este fenómeno resultan ser las bacterias fijadoras de nitrógeno, que necesitan del calcio para fijar nitrógeno, por lo tanto los niveles de calcio descienden, los suelos se acidifican y el intercambio catiónico disminuye a pesar de encontrarse en suelos arcillosos, además el

calcio es absorbido fuertemente por los coloides del suelo, quedando disponible en menor cantidad. El magnesio está disponible en concentraciones medias y bajas que van desde 0.8 a 1.2 meq/100ml en PLL y de 0.7 a 1.4 meq/100ml, a pesar de estar en suelo arcilloso, este no es absorbido fuertemente por los coloides de suelo, por eso se pierde fácilmente por lixiviación. (Agroestrategias, 2004)

La concentración de zinc es media, en valores de 2.2 a 3.6 ppm en PLL y de 2.4 a 3.5 ppm en PPLL. La disponibilidad de este elemento en suelos ácidos es mayor que en suelos alcalinos, pero al presentar condiciones de tendencia a saturación masiva, a pesar de disponer de materia orgánica en cantidades altas (de 8.5 a 24.0 ppm), la actividad microbiana se reduce, disminuyendo la disponibilidad de zinc. (Agroestrategias, 2004)

Los porcentajes de concentración de cobre son medios en los dos periodos, pero para R3M7, se determina concentraciones bajas, de 3.5 ppm en PLL y 3.3 ppm en PPLL, este elemento es constituyente de las estructuras cristalinas de ciertos minerales, además puede estar fijado a los coloides como catión intercambiable.

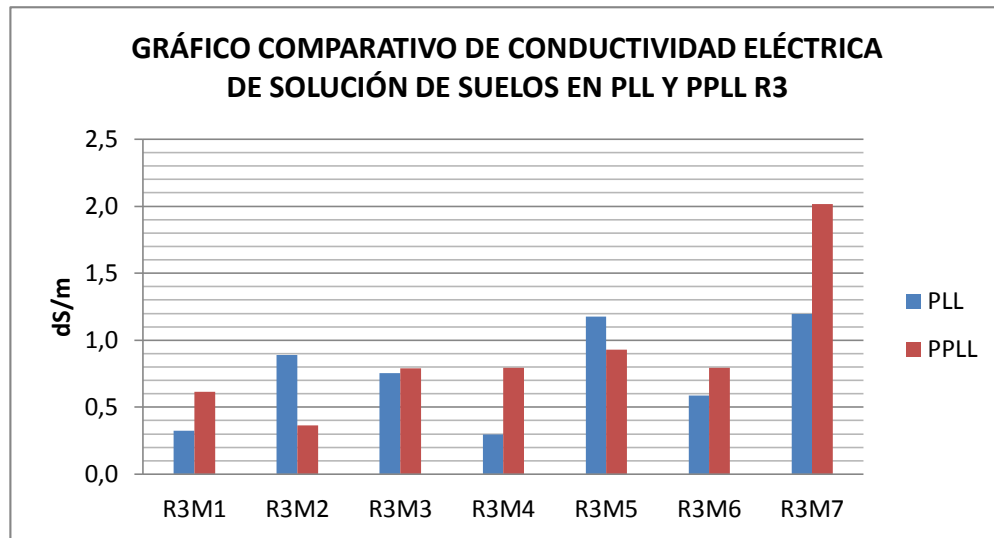
El hierro se mantiene con niveles altos en los dos periodos desde los 1050 ppm hasta 1326 ppm en PLL y desde 1003 ppm a 1363 ppm en PPLL. A pesar de su gran concentración no todo el hierro está disponible para la planta, los suelos arcillosos tienden a retener este elemento.

El manganeso es más absorbible por las plantas a pH ácidos, aunque se encuentra en niveles medios de concentración, R3M1, R3M2, R3M3 y R3M4, por una ineficiente actividad biológica limitada por la saturación del espacio poroso.

El boro se presenta en niveles bajo 0.31 ppm, este elemento en exceso puede causar toxicidad a las plantas, y en esto suelos ácidos se absorbe fácilmente por las raíces de las plantas, pero al ser de textura arcillosa, la movilidad es

baja, aun cuando existe abundante agua en movimiento, por lo tanto se encuentra en parámetros adecuados para el desarrollo de los pastos. (Cabalceta, 1999)

Gráfico 15. C.E. de solución de suelos Rejo 1. (1:2.5)



Elaborado por: Pozo, 2015.

La Conductividad Eléctrica de la solución del suelo del Rejo 3, para los dos periodos demuestra que los suelos son no salinos, manteniéndose por debajo de 2 dS/m, presentándose valores diferentes en los dos periodos. Para R3M3 la salinidad tiene valores similares en los dos periodos, al tener una pendiente de 3%, y de textura limo arcillosa, el movimiento del agua no interfiere directamente de la concentración de sales. Por otro lado en R3M1, R3M6 y R3M7, aumenta la salinidad en el PPLL, lo que determina que este suelo retiene el agua en los poros haciendo que la solución sea tenue; al disminuir la cantidad de agua en el suelo la concentración es mayor. Para R3M2 y R3M5 ocurre lo contrario, en el PLL existe mayor salinidad. (Departamento Agronómico Gat fertilíquidos, s. f.)

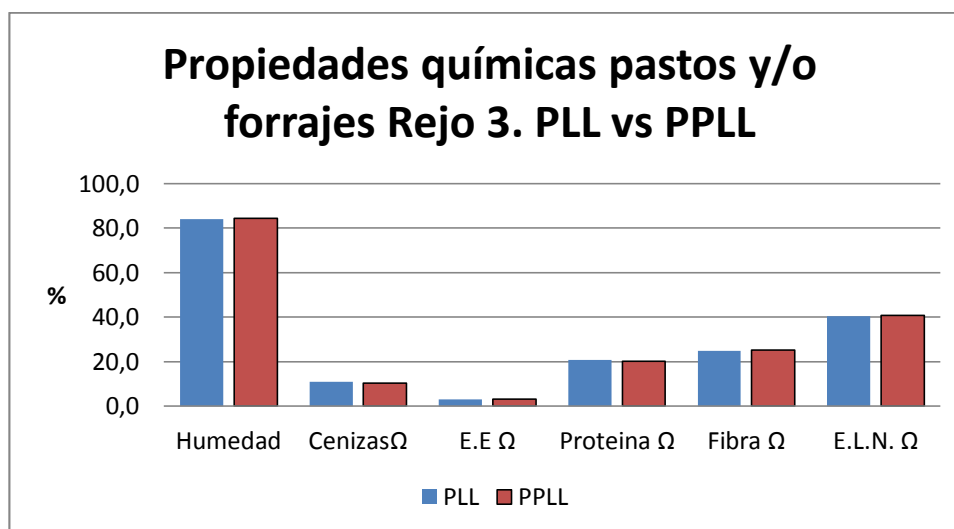
3.7.5.6. Bromatología de pastos y/o forrajes en Rejo 3. PLL vs PPLL

Tabla 23. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 3. PLL vs PPLL (%).

Propiedades químicas de pastos y/o forrajes Rejo 3			
	PLL	PPLL	Unidad
Humedad	84,1	84,35	%
CenizasΩ	11,0	10,43	%
E.E Ω	3,0	3,185	%
Proteína Ω	20,7	20,285	%
Fibra Ω	24,9	25,315	%
E.L.N. Ω	40,5	40,785	%

Elaborado por: Pozo, 2015

Gráfico 16. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 3. PLL vs PPLL (%).



Elaborado por: Pozo, 2015.

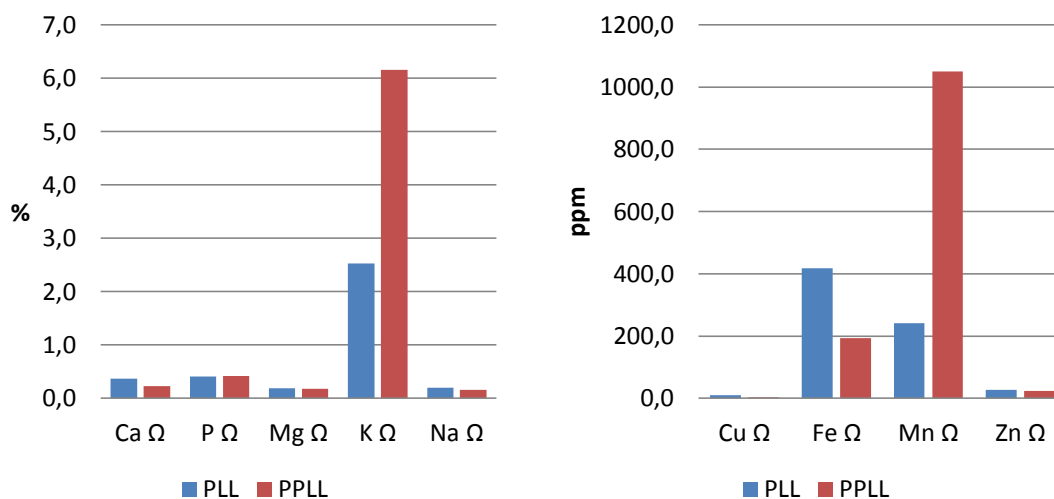
Los análisis bromatológicos de los pastos y/o forrajes indican que se encontró que los porcentajes de la humedad se encuentran alrededor del 84%, al igual que en los Rejos 1 y 2 están sobre la media óptima. (Sierra, 2005).

El contenido de cenizas según esta sobre 10.4%, que se encuentra sobre los valores estándar que contienen los pastos. Los valores del Extracto Etéreo son

mayores a 3%, que de acuerdo a Velásquez (2009), este es un valor adecuado para alimentación de ganado lechero en producción.

Lo valores obtenidos en contenido de proteína están sobre los parámetros requeridos por la unidad bovina en producción, el Rejo 3 dispone de pastos con 20% de proteína asimilable eficazmente en la dieta alimenticia de las vacas lecheras. El porcentaje de fibra los pastos del Rejo 3, al igual que en Rejo 1 y 2, es bajo en relación al 40% determinado por Velásquez (2009) como óptimo, 25% se dispone para la digestión del rumiante.

Gráfico 17. Propiedades químicas pastos y/o forrajes Rejo 3. PLL vs PPLL (ppm).



Elaborado por: Pozo, 2015.

Los contenidos de elementos minerales en los pastos se muestran en valores similares en los dos periodos, calcio, fósforo, magnesio y sodio, se destaca el contenido de potasio en el PPLL, 6.15%, siendo el porcentaje dos veces lo que contiene en el PLL, 2.5%, lo mismo ocurre con el manganeso, que aumenta en el PLL contiene 240.3 ppm y en PPLL 1050 ppm. Contrario a lo anterior, el contenido de hierro se manifiesta mayor en el PLL, con 417.8 ppm, y en PPLL

apenas 194 ppm, la causa es que el hierro al reaccionar con el agua y forma óxidos hidratados, siendo absorbido más fácilmente por las plantas (Baldelomar, Rojas, & Cortéz, 2010, pág. 18)

En relación al Rejo 2, el nivel de calcio es mayor con un 0.40% de calcio y 0.40 % de fósforo, lo que representa mayor beneficio en su dieta alimenticia para la ganancia de peso corporal, los pastos muestran alta calidad como alimento para ganado bovino dedicado a la producción lechera.

Por lo general los niveles se encuentran en niveles adecuados para la producción de suelos, la relación entre los dos periodos determina que la intervención del agua en los procesos es la causa principal de las alteraciones de la diferencia de niveles de contenido de los elementos químicos.

3.8. Validación de la idea a defender.

Se procede a validar la investigación, puesto que se identificaron diferencias específicas en cuanto a propiedades físicas, químicas y disponibilidad de nutrientes en los suelos de los tres rejos en estudio, influenciados principalmente por los periodos lluvioso y poco lluvioso, ya que el recurso hídrico, dependiendo de la cantidad presente en los suelos, y de sus movimientos a través del espacio poroso, facilita o dificulta ciertos procesos físicos y químicos, además de permitir o bloquear la absorción de nutrientes por las raíces de los pastos y/o forrajes. Se determinó que actualmente el suelo tiene aptitud para producción de pastos y/o forrajes, pero a medida que transcurre el tiempo esta pierde su valor, en cuanto a textura y estructura, por otra parte el ganado bovino no siempre dispondrá de los recursos nutricionales para su producción; por lo que se contempla la necesidad de realizar un diseño de estrategias de manejo y producción de pastos y forrajes en relación a las condiciones actuales del suelo y disponibilidad de recurso hídrico, para preservar las propiedades físico-químicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Los suelos de la hacienda “La Concepción” de la parroquia Tufiño, son suelos andisoles, jóvenes de origen volcánico que presentan colores negros o pardos oscuros principalmente, lo que indica que estos son suelos ricos en materia orgánica, y con capas del horizonte AI de gran profundidad, beneficioso para el desarrollo radicular. Su textura se presenta principalmente como suelo franco, franco limoso, franco arenoso, con contenido de arcilla menor al 30% en un metro de profundidad.
- A pesar de que los suelos tienen buenas características físicas y químicas a profundidades de 20 a 30 cm, a profundidades mayores estas van perdiendo valor, presentando tendencia a saturación masiva de manera principal en los suelos del Rejo 3 y en algunos de ellos una infiltración muy rápida como el caso de Rejo 1 en la muestra M1.
- Los valores de pH, van desde prácticamente neutros y ligeramente ácidos, Rejo 1 y Rejo 2, hasta ácidos en el Rejo 3, siendo en mayor porcentaje ligeramente ácidos, lo que indica que se produce una gran actividad microbiana, con niveles altos de calcio y fósforo, pero a medida que el suelo se acidifica presenta problemas para la fijación del fósforo.
- Los macro y microelementos contenidos presentan valores medios y altos a medios, adecuados para el desarrollo de pastos y/o forrajes, a excepción del boro, por lo tanto no presentan riesgo de toxicidad para los pastos y/o forrajes determinando su óptima producción.
- Pese al alto contenido de compuestos químicos, y la diferencia en C.E. el paso de los dos periodos de lluvia, los suelos presentan niveles no

significativos de salinidad, por lo tanto no produce efectos perjudiciales en la producción y manejo de pastos y/o forrajes.

- El contenido de humedad en los pastos y forrajes, para los tres rejos, en los dos periodos, se presenta con valores altos, mayores al 80%, indicando que son fuente de fundamental de agua para los animales y que se debería cubrir menor cantidad de líquido con la bebida.
- El análisis bromatológico de los pastos y/o forrajes determinó que en relación a las propiedades del suelo, tienen la capacidad de absorber los nutrientes disponibles y asimilarlos de forma óptima para su desarrollo.
- Los pastos que se producen en estos suelos disponen además de buen porcentaje de proteína, valores mayores a 15%, valores requeridos para garantizar la producción de leche.
- En los pastos, el contenido bajo en fibra se puede originar por ser pasturas muy jóvenes para alimentación, por lo tanto se debe verificar el estado óptimo de pastoreo.
- Dependiendo de la cantidad de elementos presentes en el suelo, los pastos proveen los nutrientes necesarios para el desarrollo y producción del ganado, determinando que actualmente estos suelos tienen aptitud para producir pasto y/o forrajes ya sea en el periodo lluvioso y poco lluvioso.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda determinar muy bien las zonas de muestreo, considerando el relieve de la zona, y las características específicas.

Tener en cuenta los periodos lluvioso y poco lluvioso, para determinar de manera precisa la cantidad de agua que se debería agregar al suelo.

Realizar la toma de muestras respetando las indicaciones presentadas, considerando las fertilizaciones y salida del ganado después del pastoreo, evitar zonas altamente alteradas ya que podrían modificar significativamente los resultados.

Investigar sobre la aplicación de un sistema silvopastoril que se adecúe a las condiciones edafoclimáticas altoandinas y mejore la producción.

Se recomienda realizar investigaciones profundizando las variables a estudiar de manera que se complemente el estudio para otras alternativas de cultivo e incluyendo el periodo de déficit hídrico, sin intervención de riego.

PROPUESTA

5.1. TITULO DE LA PROPUESTA

Tras realizar el presente estudio se presenta la siguiente propuesta.

Estrategias de manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y / o forrajes en la hacienda “La Concepción”.

Alcance: El alcance de la propuesta cubre a las actividades de manejo y producción de pastos y/o forrajes disponibles o adaptados en la parroquia Tufiño.

5.2. Datos informativos

Establecimiento a intervenir: Hacienda “La Concepción”.

Beneficiarios: Propietarios y empleados

Ubicación: Cantón Tulcán, Parroquia Tufiño.

Provincia: Carchi

Equipo Técnico Responsable: Jonathan Andrés Pozo Martínez

5.3. Antecedentes de la propuesta

La hacienda “La Concepción” de la parroquia Tufiño lleva un manejo extensivo en producción de ganado lechero, para lo cual requiere pastos y forrajes de alta calidad nutritiva, que mediante fertilizaciones y riego artificial se ha alcanzado cubrir este requerimiento, este manejo se lo realiza de acuerdo a la carga animal y a las condiciones ambientales, principalmente en relación a las precipitaciones diaria, de este modo si o se presentan precipitaciones diarias de al menos 5 ml (periodo de déficit hídrico), se corrige con el riego artificial, que de acuerdo a la disponibilidad del sistema de riego, este vuelve cada 8 a 12 días, por lo tanto significa que se aporta de 40 a 60 ml cada vez que se aplica

riego; y si por el contrario se presentan lluvias de más de 20 ml en un día, se suspende el riego por los días en relación.

La carga animal es de 4.5 animales por hectárea, el ciclo de rotación es de 21 a 25 días en estos porteros, en este tiempo el pasto se encuentra en óptimas condiciones para proporcionar nutrientes al ganado.

Se determinó luego de la investigación que estos suelos disponen de niveles óptimos de nutrientes que son asimilados por los pastos y/o forrajes y posteriormente aprovechados por el animal, aun así se observó que las propiedades físicas de los suelos van perdiendo su valor.

5.3.1. Justificación

Al validar que la caracterización físico-química de suelos permite determinar se aptitud para producir un cultivo en específico, se podrá planificar un nivel de óptimo de producción de pastos en la haciendas ganadera “La Concepción” de la parroquia Tufiño, mejorando las propiedades del suelo, para que represente mayores beneficios para los productores y garantizando la sostenibilidad productiva.

Las estrategias de manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y o forrajes, no solamente estará dirigido a quienes dispongan de recursos, si no a quienes deseen mantener la riqueza de sus suelos y el bienestar de sus animales.

Beneficiarios.

Los beneficiarios serán directamente la hacienda La Concepción y los propietarios de fincas pecuarias de la parroquia Tufiño, quienes podrán disponer de esta herramienta como guía para realizar una producción sostenible y sustentable, garantizando su satisfacción económicamente.

Para determinar las estrategias de manejo y conservación, se realizó la caracterización físico-química de los suelos y el análisis bromatológico de las especies existentes, este diagnóstico permitirá enfocar la metodología de aplicación del plan, con el propósito de cuidar la seguridad ambiental, mejorar las propiedades del suelo y brindar accesibilidad a los productores.

El uso de una guía de producción permitirá reformar la forma de intervención de suelo, producción de pastos y/o forrajes, y nutrición de los animales y por último mejorar los ingresos económicos para así contribuir al desarrollo de la matriz productiva.

5.4. OBJETIVOS

5.4.1. Objetivo General

Presentar estrategias de manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y o forrajes para la hacienda “La Concepción”

5.4.2. Objetivos Específicos

- Documentar un modelo estratégico a través de la normativa de buenas prácticas pecuarias.
- Estructurar las estrategias que permitan el diseño de un plan de manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y o forrajes.
- Presentar la propuesta a fin de preservar las propiedades físico-químicas de los suelos.

5.5. Estrategias de manejo y conservación de suelos. (Propiedades físicas y químicas)

5.5.1. Estrategias para evaluar las propiedades físico-químicas de los andisoles

En esta parte se planteará estrategias para evaluar las propiedades físico-químicas de los andisoles de la hacienda “La Concepción” y determinar su aptitud (capacidad productiva) en producción de pastos y/o forrajes.

Objetivo: Evaluar las propiedades físico-químicas de los suelos andisoles y determinar su aptitud (capacidad productiva) en producción de pastos y/o forrajes.

Alcance: El alcance de la evaluación de las propiedades físico-químicas de suelos cubre el área total dedicada a la producción de pastos y/o forrajes mediante un análisis físico-químico para determinar su aptitud (capacidad productiva) y realizar un manejo adecuado a fin de preservar las propiedades físicas y químicas.

Antecedente

El manejo nutricional de los suelos en la hacienda “La Concepción” esta dado en baso al análisis de suelo en cuanto al contenido de macro y microelementos, mas no a las propiedades físicas y reacciones químicas que se producen, evidenciándose una adecuada cantidad de contenido de elementos químicos, pero una carencia en cuanto al conocimiento de los movimientos del agua, aire y su interacción en las profundidades de suelo, se presenta una mezcla entre gramíneas y leguminosas, además de que algunos potreros tienen llantén forrajero, alimento que beneficia la salud del animal y su producción de leche.

PLAN DE ACCIÓN

Tabla 24. Plan de acción evaluación propiedades físico-químicas de suelos.

TABLA 4: PLAN DE ACCIÓN EVALUACIÓN PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE SUELOS				
OBJETIVO DE LA ESTRATEGIA	ACTIVIDADES	TAREAS	ACCIONES DE ACUERDO AL MANUAL DE BPP	PRESUPUESTO/ HA
Evaluar las propiedades físico-químicas de los suelos andisoles y determinar su aptitud (capacidad productiva) en producción de pastos y/o forrajes.	Análisis físico-químico de suelos andisoles dedicados a la producción de pastos y/o forrajes	Descripción de perfiles de suelo.	Delimitación de las áreas Establecimiento de la época de muestreo	\$ 200
		Toma de muestras de suelo y pastos y/o forrajes aplicando el método combinado en "X", considerando las curvas de nivel	Selección de herramientas y materiales necesarios. Recolección e identificación de muestras y envío a laboratorio.	
	Análisis de laboratorio	Enviar a laboratorios certificados para el análisis de contenido nutricional.		
Descripción e interpretación de resultados para Determinación de la aptitud de los suelo (capacidad productiva) para pastos y forrajes.	Descripción e interpretación de resultados para Determinación de la aptitud de los suelo (capacidad productiva) para pastos y forrajes.	Tabulación de resultados obtenidos, clasificación entre propiedades físicas y químicas y proporcionarles un valor.	Comparación con los parámetros establecidos en tablas con parámetros de las propiedades físicas y químicas de suelos de pastos y/o forrajes de la zona altoandina.	\$ 100
		Determinación de la aptitud de los suelos	Calificar las propiedades físicas y químicas de suelo para determinar la aptitud	\$0.00
SUBTOTAL 1				\$ 300

Fuente: Investigación de campo y bibliográfica

Elaborado por: Pozo, 2016

5.5.1.1. Análisis físico-químico de suelos andisoles dedicados a la producción de pastos y/o forrajes

Antes de iniciar con la producción de un cultivo, se debe conocer su capacidad para producir dicho cultivo, de esta manera se procede a caracterizar de forma física y química.

1. Delimitación de las áreas de pastoreo

La delimitación de las áreas destinadas al pastoreo es necesaria para identificar la superficie y determinar las condiciones actuales de ese sector, conocer la topografía y especies existentes, la apariencia física y labores que se han realizado anteriormente, fertilizaciones, intervención de maquinaria. De manera visual se determina si es un suelo seco, si retiene humedad, si se produce encharcamiento, si existe alguna situación que pueda alterar la homogeneidad de las muestras para los análisis de laboratorio, se debe establecer al plano o croquis. Siempre se recomienda seleccionar adecuadamente las zonas para el muestreo de forma que se los resultados sean representativos y determinen características reales. (Mafla, 2016)

2. Época de Muestreo

Para realizar el muestreo tanto de suelos y pastos se debe tener en cuenta que no se haya realizado fertilizaciones durante los tres meses anteriores, así mismo que el ganado haya salido del potrero hace una semana como mínimo. Se debe tener en cuenta que en suelos que no han sido sometidos a actividades de sembrado anteriormente, se tiene que realizar el muestreo de dos a tres meses antes de la siembra; en cultivos de ciclo corto dos meses antes, y en cultivos permanentes, anualmente, dos meses antes de la fertilización.

3. Herramientas y materiales necesarios.

Dentro de los materiales que se deben usar tenemos: clisímetro, GPS, barreno, etiquetas y rotuladores, tela de color claro (de preferencia color blanco), libreta de apuntes, cinta métrica, cartilla de color suelo Munsell, espátula, palas hoyadoras, bolsas de plástico, etiquetas/marcadores, libreta de apuntes, agua, anillo de 5.0 cm de diámetro PVC o metálico, espátula, martillo o maza, bloque de madera, bolsas plásticas y marcador.

4. Toma de la muestra

Realizar los procedimientos descritos de la página 32 a página 39 de esta investigación.

Es necesario evitar tomar muestras en suelos muy húmedos o que se produzca encharcamiento, no muestrear en áreas recién fertilizadas, encaladas o cerca de heces de ganado, tampoco en sitios cercanos a viviendas, corrales, galpones, cercas, caminos, pantanos, zonas áridas, o quemadas.

5. Determinación de perfiles de suelo

Realizar los procedimientos descritos en el capítulo 3 de esta investigación y utilizar la Tabla 25.

Tabla 25. Tabla para descripción física de suelos con barreno.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO			
Ubicación:		Fecha:	
Especies existentes:			
Pendiente %:		Responsable:	
Fotografía o dibujo de perfiles de suelo			
Profundidad de perfil	Perfil	Descripción	
	Perfil 1	Color: Textura: Estructura:	
	Perfil 2	Color: Textura: Estructura:	
	Perfil 3	Color: Textura: Estructura:	
Observaciones:			

Elaborado por: Pozo, 2015

6. Propiedades físico-químicas de suelo-contenido nutricional pastos y/o forrajes.

Realizar los procedimientos descritos en el capítulo 3 de esta investigación y utilizar la Tabla 26, los resultados de análisis químicos de suelo y bromatológicos de pasto proporcionados por los laboratorios y las formulas presentadas por Luters y Salazar (2000), pagina 40 de este documento.

Tabla 26. Tabla para cálculo y registro de propiedades relacionadas a la humedad del suelo.

Tabla para cálculo y registro de propiedades relacionadas a la humedad del suelo.

Muestra	Peso suelo húmedo	Peso suelo seco	% humedad del peso seco	Densidad aparente	Volumen de humedad	Porosidad del suelo	Espacio de poros ocupado por agua	Porcentaje de Carbono	Textura
	g	g	%	g/cm ³	%	%	%	%	

Elaborado por: Pozo, 2015

5.5.1.2. Descripción e interpretación de resultados para determinación de la aptitud de los suelo (capacidad productiva) para pastos y forrajes.

Tabulación de resultados obtenidos, clasificación entre propiedades físicas y químicas

Color de suelo.

Según Munsell y su Carta de Color de Suelos, los suelos más oscuros son los que presentan mayor contenido de materia orgánica, además de determinar que estos son suelos andisoles jóvenes, si la intensidad y matiz del color se van

reduciendo significara que su contenido de materia orgánica será menor y por ende será necesario realizar la incorporar y esparcir heces.

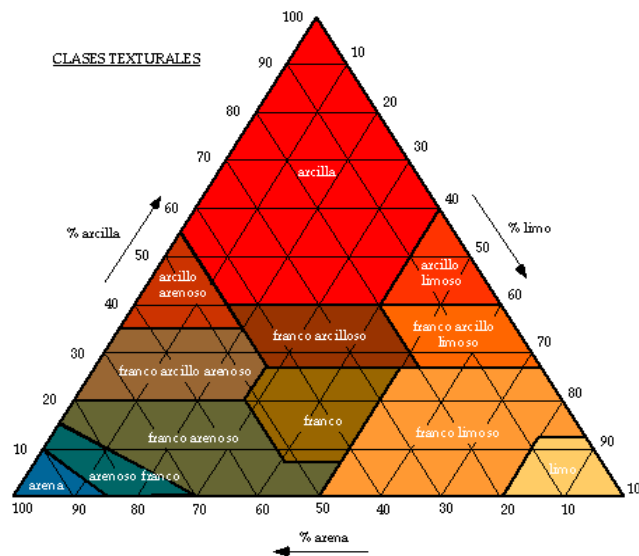
Estructura.

Revisando la página 17 de esta investigación, encontramos las diferentes estructuras, y podremos compararlas con la estructura de un agregado de la muestra extraída con el barreno, la más adecuada es la estructura granular.

Textura.

Para la determinación de la textura tenemos como guía la Ilustración 4. Procedimiento de Textura por Tacto, además del diagrama textural (Ilustración 4). Este identifica las 12 clases texturales del suelo de acuerdo al contenido de arena, limo y arcilla.

Ilustración 4. Diagrama textural



Fuente: (Brissio, 2005)

Dentro de la textura de suelos, el suelo franco, franco limoso y franco arenoso son los más aptos para la producción de pastos y/o forrajes, debido a que la cantidad de componentes físicos que lo conforman permite disponer de lo necesario para mejorar los procesos químicos.

Tabla 27. Parámetros de las propiedades físicas de suelos.

D. A.	Interpretación para Andisoles	Volumen de humedad	Interpretación para Andisoles	Espacio de poros ocupado por agua	Interpretación para Andisoles
g/cm ³		%		%	
<0.25	Muy baja	<10	P.M.P	<25	Muy reducido
0.2-0.35	Baja	10-20	Agua disponible para la planta	25-35	Reducido
0.36-0.50	Medianamente baja	20-25	Capacidad de retención	36-45	Medianamente reducido
0.51-0.60	Media	25-35	Punto de saturación	46-50	Medio
0.61-0.70	Medianamente alta	>40		51-55	Medianamente amplio
0.71-0.80	Alta			56-60	Amplio
>0.80	Muy alta			>60	Muy amplio

Fuente: (Fundacion produce Veracruz, 2016)
Elaborado por: Pozo, 2016

Según la Fundación Produce Veracruz, (2016) estos son los valores referentes para determinar la aptitud de suelos en cuanto a parámetros físicos. La actividad microbiana y el desarrollo de raíces aumentan el espacio poroso de los suelos, permitiendo mayor circulación de aire y agua, a la vez mayor facilidad de absorción de nutrientes y mejor producción de alimento para alimentación de bovinos.

Tabla 28. Interpretación de niveles de pH

Nivel pH	Interpretación	
<5.5	Acido	Dificulta el crecimiento de la mayoría de los cultivos. Dificultad de retención de nutrientes.
5.5 – 6.5	Ligeramente acido	Intervalo óptimo para los cultivos
6.6-7.5	Prácticamente neutro	
7.6 -8.5	Alcalino	Dificulta el crecimiento de la mayoría de los cultivos, posible aparición de clorosis férrica.
>8.5	Muy alcalino	

Fuente: (Garrido, 1993)
Elaborado por: Pozo, 2016

En general en suelos con pH inferior a 5.5, es decir suelos ácidos y que contengan menos de 10% de materia orgánica se recomienda aplicar entre 1 a 1.5 toneladas por hectárea (2000 kg) de cal orgánica que contenga al menos el 80% de carbonato de calcio.

En pasturas establecidas no es posible incorporar la cal al igual que en la siembra, sin embargo se puede aplicar a la superficie, y con el movimiento de agua esta puede penetrar hasta 5 a 10 cm de profundidad, que es la zona de mayor actividad radicular en pastos. (Cardenas & Garzón, 2011)

Tabla 29. Interpretación de la C.E. en dS/m a 25°C

Interpretación de la C.E. en dS/m a 25°C		
dS/m	Interpretación	Efectos
0-2	Son no salinos	Despreciable en su mayoría
2-4	Ligeramente salinos	Se restringen los rendimientos de cultivos muy sensibles
4-8	Moderadamente salinos	Disminuyen los rendimientos de la mayoría de los cultivos. Toleran: alfalfa, cereales
8-16	Fuertemente salinos	Solo dan rendimientos satisfactorios los cultivos tolerantes
>16	Muy fuertemente salinos	Solo dan rendimientos satisfactorios algunos cultivos muy tolerantes

Elaborado por: Pozo, 2016

Es necesario determinar estos niveles de salinidad, ya que la alta concentración de sales en el suelo puede causar toxicidad a los cultivos, principalmente por sales que se componen de cloro, bromo y sodio.

Para corregir estos valores y disminuirlos de modo que no causen daño en los cultivos, será necesario mejorar las propiedades físicas del suelo, entre ellas la textura y estructura, además de mantener el suelo en condiciones óptimas en cuanto a contenido de humedad, para ello será necesario aplicar riego e incorporar materia orgánica.

Tabla 30. Interpretación de los niveles de contenido de elementos en suelo

Valor	NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	ppm			meq/100ml			ppm				
Bajo	<10	<10	<5	<0,45	<5	<0,5	<1,0	<0,6	<2,5	<0,6	<0,5
Medio	10-15	10-15	5-10	0,45-0,7	5-10	0,5-1,5	>1,5	>2	2,5-5,0	>2,0	0,5-2,0
Alto	15-40	15-40	10-20	0,7-2,0	>10	>1,5			>5,0		>2
Exceso	>40	>40	>20	>2,0							

Fuente: (Sela, s. f.)

Elaborado por: Pozo, 2016

Se realizaran fertilizaciones en base a la comparación de los resultados de los análisis de suelos obtenidos y los rangos e interpretación de los niveles de contenidos de elementos en el suelo para el cultivo de pastos y/o forrajes indicados por Sela, (s. f.). En base al manual de Buenas Prácticas de Manejo de suelos, para evitar alteraciones en las propiedades químicas del suelo debido a las altas concentraciones de fertilizantes químicos, se puede utilizar abonos orgánicos e incorporación de microorganismos.

5.5.1.3. Determinación de la aptitud de los suelo (capacidad productiva) para pastos y forrajes

Una vez obtenidos los resultados, y comparado cada valor con el referencial presentado en las tablas de la sección de interpretación de datos, diagrama estructura y texturas de suelo, propiedades físicas, pH, conductividad eléctrica y niveles de contenido de elementos, se determinará si el suelo es apto o no para producir pastos y/o forrajes.

A continuación se presenta la matriz de parámetros para determinar la aptitud de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes de las zonas altoandinas.

Matriz para determinar parámetros de aptitud de suelos dedicados a producción de pastos y/o forrajes

Localización		Extensión		Uso de suelo
Pendiente		Especies		
Detalles	Fertilización	Intervención	Periodo/lluvia	Carga animal
Características:				
Propiedades físicas del suelo				
Valor	4	3	2	1
Color	Negros	Grisos oscuros	Pardos	Amarillentos
Textura	Franco	Franco limoso	Franco arcillosa	Franco arenosa
Estructura	Granular	Prismática	Columnar	Laminar
Prof. Horiz. A	30-40 cm	20-30 cm	10-20 cm	5-10 cm
D.A.	Media	Alta	Baja	Muy baja
% humedad	Capacidad de retención	Agua disponible	Punto de saturación	P.M.P
Espacio poroso	Amplio	Medianamente amplio	Medio	Reducido
Propiedades químicas del suelo				
Materia orgánica	Alto	Medio	Bajo	
pH	Práct. neutro	Ligeramente ácido	Ácido	Alcalino
C.E (Salinidad)	Ligeramente salinos	Moderadamente salinos	Fuertemente salinos	Muy fuertemente salinos
Elementos	Alto	Medio	Bajo	
NH4				
P				
S				
K				
Ca				
Mg				
Zn				
Cu				
Fe				
Mn				
B				
Total				

Elaborado por: Pozo, 2016

Determinación de la aptitud de suelos para producir pastos y/o forrajes			
No Apto	Moderadamente Apto	Apto	Muy apto
21-41	42-62	63-73	74-84

Elaborado por: Pozo, 2016

5.5.2. Estrategias para de manejo y conservación de los suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes.

En esta parte se planteará estrategias para el manejo y la conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes.

OBJETIVO: Plantear estrategias para el manejo y la conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes.

ALCANCE: El alcance del planteamiento de estrategias para el manejo y la conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes, cubre las acciones que se deben realizar a fin de minimizar el desgaste de los suelos y pérdida del valor de sus propiedades físicas y químicas.

ANTECEDENTE

La incorrecta planificación, el uso inadecuado de elementos químicos y de los recursos disponibles, por parte de la mayoría de fincas pecuarias, provocan alteraciones y desgaste en el suelo al intentar producir pastos de calidad destinados a la producción de ganado lechero, es por ello que se propone las estrategias para el manejo y conservación de suelos destinados a la producción de pastos y/o forrajes.

Tabla 31. Plan de acción manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes

PLAN DE ACCIÓN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS DEDICADOS A LA PRODUCCIÓN DE PASTOS Y/O FORRAJES				
OBJETIVO DE LA ESTRATEGIA	ACTIVIDADES	TAREAS	ACCIONES DE ACUERDO AL MANUAL DE BPP	PRESUPUESTO/ Ha
Plantear estrategias para el manejo y la conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes.	Plantear estrategias alternativas para desarrollar un manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes	Planificación para la renovación de pasturas	Determinación del área de pastoreo Determinar la disponibilidad de agua para riego Determinar la disponibilidad de insumos	\$ 200
		Selección de especies.	Selección de mezclas forrajeras. Incorporación de semillas	
		Renovación de pasturas por métodos ecológicos	Renovación de pasturas por siembra directa sin herbicida Renovación de pasturas mediante esparcimiento de heces.	\$ 150
		Delimitación de potreros – pastoreo controlado	Adecuación del terreno. Densidad de carga Rotación de potreros	
		Fertilización orgánica para mantenimiento	Abonos verdes Beneficios de la aplicación de abonos verdes Método de aplicación	\$ 120
		Evaluación de resultados.	Época de evaluación de resultados	
SUBTOTAL 2				\$ 470
TOTAL				\$770

Elaborado por: Pozo, 2016

5.5.2.1. Planificación para la renovación de pasturas

La instalación de pasturas o la renovación de las mismas puede ser una actividad muy costosa si no se conoce como realizarla, por lo tanto se debe planificar el trabajo con la finalidad de que se logren los objetivos esperados.

Tamaño del área de pastoreo.

Es muy importante conocer la capacidad de área que se dispone para empezar la actividad, y realizar lotes pequeños, ya que es necesario tener en cuenta que la producción de pasto se transformara en alimento para el animal y este a su vez en ingresos económicos para recuperar la inversión y obtener utilidades.

Disponibilidad de agua para riego.

Los sistemas de cultivo necesitan imprescindiblemente del recurso hídrico, Bernal (2005) señala que las pasturas cultivadas necesitan una pluviometría mínima promedio de 600 mm, considerando que esta investigación encontró que la pluviometría media anual es mayor a 700 mm, la distribución no es uniforme a lo largo del año, determinándose los periodos lluviosos (Noviembre – Diciembre), y periodos poco lluviosos (febrero - Marzo), y periodos muy seco en (julio - octubre).

Esta es la razón que determina muy importante el uso de riego, considerándose que en promedio, según Bernal (2005). “(...) una hectárea de pasturas se puede regar con un caudal de 1 litro por segundo” (pág. 3).

Diseño de la unidad de pastoreo.

Es necesario realizar la planificación de la zona de pastoreo mediante mapas o cartas topográficas, señalando vías de acceso, reservas naturales, fuentes de agua, topografía y características generales de los suelos y de la producción de ese momento, esta tarea permitirá hacer eficiente la producción de pastos.

Disponibilidad de insumos

Es imprescindible conocer la disponibilidad de los insumos y herramientas requeridas para el manejo de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes, ente ellas, semillas, abonos, y fertilizantes.

5.5.2.2. Selección de especies

Es muy importante elegir especies adaptadas a regiones geográficas específicas, a los objetivos de producción animal y a las características del suelo. Por ejemplo la mayoría de tréboles puede tolerar acidez (pH 5) siendo la alfalfa altamente susceptible a pH menores a 6.5.

Los objetivos de producción animal son también importantes ya que las diferentes especies forrajeras se acomodan al pastoreo de diferentes especies herbívoras, por ejemplo para ganado vacuno se emplearan forrajes de hojas grandes, frondosas y con conductas de crecimiento erecto, así, las gramíneas son la principal fuente de alimento. (Bernal, 2005)

La mejor mezcla forrajera es la que las leguminosas están asociadas con las gramíneas, ya que las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico en el suelo dejándolo disponible a las gramíneas para estas tengan un mejor desarrollo.

Dentro de las especies que se adaptan a la zona altoandina y que se utilizan principalmente encontramos: Rye Grass (*Lolium multiflorum*), trébol blanco (*Trifolium repens*).

Tabla 32. Mezclas forrajeras para zonas lecheras y cantidad de semilla por hectárea.

Alternativa	Cantidad kg/ha	%
Opción 1	45	100
Rye Grass perenne	20	44
Rye Grass anual	10	22
Pasto azul	12	27
Trébol blanco	2	4
Trébol rojo	1	2
Opción 2	45	100
Rye Grass perenne	25	56
Rye Grass anual	15	34
Trébol blanco	5	10

Opción 3	50	100
Rye Grass perenne	43	86
Trébol blanco	7	14

Fuente: (Cardenas & Garzón, 2011)
Elaborado por: Pozo, 2015

Se realiza la mezcla forrajera entre gramíneas y leguminosas ya que las primeras son la base fundamental de la dieta de los rumiantes, pero por otro lado una cobertura de leguminosas de raíces profundas, con frecuencia recupera la porosidad del suelo. (Shaxon & Barber, 2005)

5.5.2.3. Renovación de pasturas por siembra directa sin herbicida

Se realiza la siembra directa cuando la producción disminuye. Es un sistema barato y simple, que produce una pequeña pérdida de producción en los potreros, normalmente se usa cuando se maneja Rye grasses de rotación corta.

Este método podría utilizarse en prados nativos que hayan sido depredados altamente y que presenten alto porcentaje de suelo descubierto.

Este método reduce y evita la erosión eólica del suelo, beneficio que no se tiene cuando se utiliza la labranza tradicional. A continuación se presenta alternativas de mezclas forrajeras para zonas lecheras y cantidad de semilla por hectárea.

5.5.2.4. Renovación de pasturas mediante esparcimiento de heces

Otro método eficaz, que no causa daño en las propiedades del suelo es la renovación de pasturas mediante esparcimiento de heces, consiste en regar la semilla en las tortas de estiércol y posteriormente esparcirlas por todo el lote, una vez cada año como mínimo. (Cardenas & Garzón, 2011)

5.5.2.5. Delimitación de potreros – pastoreo controlado

El objetivo de esta alternativa es controlar las áreas de pastoreo del ganado, aprovechar los pastos y/o forrajes y obtener mayor cantidad de heces en un mismo lugar.

Los potreros deben estar bien delimitados, con cerca eléctrica, piolas y postes de madera.

Sabemos que los animales al pastoreo por naturaleza comen selectivamente, el pastoreo controlado permite que el animal consuma el alimento de manera racional, sin desperdiciarlo ni pisotearlo de modo que permite una aireación del suelo y a la vez permite la germinación de nuevos brotes. También, al estar el ganado en un lugar controlado, deposita sus heces y orina con mayor frecuencia en el mismo lugar, así se obtiene mayor aporte de materia orgánica, urea y microorganismos que benefician las propiedades físicas como son, textura, estructura, porosidad, retención de humedad, entre otras. (Bernal, 2005)

Esta alternativa permite comprender la ecología de las pasturas, el control del tiempo haciendo referencia al pastoreo y al descanso, y la carga animal o densidad e carga de acuerdo a la superficie. Bernal (2005) señala. “Dado que el ritmo crecimiento de forraje varía día a día, se deben tomar decisiones diariamente” (pág. 23).

Área del potrero

$$AP = \frac{N^{\circ} \text{ de vacas} \times \text{consumo por animal} \times \text{días de pastoreo} + \text{desperdicio estimado}}{\text{Rendimiento del pasto Kg materia verde}}$$

Por ejemplo: Para 20 vacas, con un consumo de 40 kg/día (10% del peso corporal), con 1 días de ocupación, 20% de desperdicio sobre un rendimiento de 10.000 kg de forraje verde. (Cardenas & Garzón, 2011)

$$AP = \frac{20 \times 40\text{kg} \times 1 + 2000\text{kg}}{10000}$$

$$AP = 0.28 \text{ Ha}$$

Es decir que el potrero debe tener 2800 m², para alimentar 20 vacas por día.

Densidad de carga: 70 vacas/Ha/día

5.5.2.6. Rotación de potreros

La rotación de potreros dependerá de muchos factores, entre ellos las precipitaciones, calidad de suelo, mezcla forrajera, sistema de pastoreo y su interacción.

Una forma de saber cuándo las pasturas están en óptimas condiciones se denomina como Teoría de las tres hojas. (Bernal, 2005) Esta metodología se basa en el desarrollo foliar, normalmente el Rye grass se encuentra en su estado vegetativo óptimo cuando presenta tres hojas definidas, porque cuando crece una cuarta, la primera empieza a morir, y posteriormente a acumularse en la pastura, sin beneficio para el animal y causando pérdida de nutrientes tanto en el suelo como en el animal.

De acuerdo a la densidad de carga, propiedades de suelo optimas y las condiciones meteorológicas de la sierra altoandina, en periodo lluviosos, de aproximadamente 5 ml/día, la rotación de potreros se realiza cada 21 días, de ser menor la precipitación y menor la calidad del suelo la rotación podría ser entre 25 y 40 días.

Según Mafla (2016), el mayor desarrollo foliar se manifiesta entre el 50 y el 70%; estado en el que las hojas contienen cantidades de proteína y energía necesarias para satisfacer cualquier tipo de ganado, ya que el pasto es más palatable y digerible.

5.5.2.7. Fertilización orgánica para mantenimiento.

Para garantizar la fertilidad y conservación de los suelos, es muy importante realizar aplicaciones de materia orgánica. Con base a los análisis de suelos realizados y una vez determinados los niveles de macro y microelementos contenidos, será necesario aplicar abonos naturales tales como, residuos de plantas, animales y humanos, que una vez preparados los encontramos como compost, humus sólido o líquido, té de estiércol, entre otros. La actividad más económica resulta esparcir las propias heces que el ganado deja cuando sale del potrero, Cárdenas y Garzón, (2011) sostiene:

Una pradera bien manejada con la dispersión de heces y rines puede recibir aproximadamente 500 kg de nitrógeno, 160 kg de fósforo, 600 kg de potasio, 190 kg de óxido de calcio.

5.5.2.8. Abonos verdes

Este tipo de abonos, principalmente el humus de lombriz, es considerado como el mejor de los abonos orgánicos, por su alto contenido de elementos, entre ellos nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, de forma asimilable, además de contener microorganismos que ayudan a desintegrar la materia orgánica facilitando de esta forma la absorción de nutrientes por las plantas. (Guevara, 2009) Este tipo de abono se lo puede aplicar en sólido o en líquido, teniendo en este último contiene ácidos húmicos, fúlvicos y úlmicos.

Beneficios de la aplicación abonos verdes

- Retiene humedad en el suelo por tiempos prolongados
- Mejora el pH de los suelos ácidos.
- Reduce la conductividad eléctrica en suelos salinos
- Estimula el crecimiento radicular.
- Equilibra el desarrollo de microorganismos presentes en el suelo
- Son asimilados por la raíz de la planta.

Método de aplicación

El método más común de aplicar un abono sólido es al voleo, esparciendo en su totalidad por las pasturas, además si se utiliza abonos líquidos, la aplicación será foliar.

No se recomienda el uso continuo de maquinaria sobre el terreno, ya que este compacta el suelo, reduciendo el espacio poroso y ligado a esto la retención de humedad, lo que dificultaría el desarrollo de la vida vegetal.

5.5.2.9. Periodo de evaluación de resultados.

Los resultados en rendimiento de producción de pastos y/o forrajes deberán evaluarse como mínimo cada tres meses, independientemente del periodo que en relación a lluvias se encuentre.

Para la determinación de conservación de suelos el análisis deberá realizarse cada 2 o 3 años, dependiendo del rendimiento de los pastos y del costo que este implique.

La evaluación de resultados debe realizarse teniendo en cuenta que la última fertilización o abonado se haya realizado tres meses antes, y de igual forma que el ganado haya abandonado el potrero de una a dos semanas atrás, para evitar diferencias significativas en los resultados.

5.6. CONCLUSIONES

- Se concluye que el plan de manejo y conservación de suelos dedicados a la producción de pastos y/o forrajes permitirá redireccionar el manejo tradicional e irresponsable de un gran porcentaje de productores pecuarios, introduciendo las buenas practicas pecuarias a las actividades diarias de producción, permitiendo así producir cuidadosamente, sin perder la riqueza natural de los suelos.
- El plan de manejo y conservación de suelos deberá ser aplicado por aquellas fincas o haciendas que se no han logrado obtener resultados benéficos, quienes que han realizado fuertes inversiones en agroquímicos y que han descuidado las propiedades físicas y químicas de los suelos.
- La planificación de la producción y el conocimiento de los recursos disponibles constituyen la base fundamental para iniciar la labor de manejo y producción de pasturas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abecasis, C. (2014). Sitio Argentino de Producción Animal. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/111-SUELO_COMO_ORGANISMO_VIVO.pdf
- Acosta, M., Etchevers, J., Monreal, C., Quednow, K., & Hidalgo, C. (2001). Un metodo para la medicion de carbono en los osmportamientos subterrneos (raices y suelo) de sistemas forestales y agricolas en terreno de ladera en México. Montecillo.
- Anónimo. (2012). Bosquenatural.org. Obtenido de Bosquenatural.org: <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2012/01/el-suelo.html>
- Baldelomar, Z., Rojas, C., & Cortéz, M. (2010). Producción y análisis bromatologico de tres variedades de gramíneas tropicales (B. decumbens, Panicum maximum, cv Tanzania y cv Gatton). U.A.G.R.M., Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Santa Cruz de la sierra.
- Bernal, J. (2005). Manual de manejo de pasto cultivados para zonas altoandinas. Manual, Ministerio de agricultura, Dirección de Crianzas - DGPA.
- BosqueNatural.org. (Enero de 2012). Obtenido de BosqueNatural.org: <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2012/01/el-suelo.html>
- Brissio, P. A. (2005). Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquén donde se efectúan actividades de explotación hidrocarburífera.
- Cabalceta, G. (1999). Fertilizacion y nutricion de forrajes de altura. XI Congreso Nacional Agronomico / III Congreso Nacional de S"elos 1999, Ministerio de agricultura y ganaderia, Sna José. Obtenido de http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_239.pdf
- Campillo, R. (s. f.). La aidificacion de los suelos, origen y mecanismos involucrados. INIA.
- Cardenas, A., & Garzón, J. p. (2011). Guia de manejo de pastos para la sierra sur ecuatoriana. Boletin divulgativo N° 407, INIAP, Estacion experimental

- del Austro, Cuenca. Recuperado el 05 de 06 de 2016, de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Gu%C3%ADa%20de%20manejo%20de%20pastos%20para%20la%20Sierra%20Sur%20Ecuatoriana..pdf>
- Castro, J. (10 de 11 de 2012). Academia. Obtenido de Academia: http://www.academia.edu/10270611/Facultad_de_quimica
- Constitucion de la República del Ecuador. (2008). Constitución 2008. Montecristi: Publicación Oficial de la Asamblea Constituyente.
- Córdova, J., & Valverde, F. (s. f.). Evaluación de la erosión causada por labranza con arado y rastra en Carchi - Ecuador. INIAP, Quito.
- Coronel, L. C. (s.f.). Diseño de sistemas de riego I. Puno.
- Departamento Agronómico Gat fertilíquidos. (s. f.). Salinidad en cultivos agrícolas. Almería.
- FAO. (1997). Zonificación agro-ecológica. Boletín de suelos de la FAO N° 73, Departamento de desarrollo sostenible, Roma. Obtenido de Deposito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/W2962S/w2962s00.htm#Contents>
- FAO. (2000). Manual de práctica integradas de manejo y conservacion de suelos. Roma.
- FAO. (2004). Perfiles por Pais del Recurso Pastura/ forraje Ecuador. Roma: J.M. Suttie y S.G. Reynolds enero 2003. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF%20files/Ecuador-Spanish.pdf>
- FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos-Cuarta edición . Guía, Roma.
- FAO. (2010). Bioenergía y seguridad alimentaria "BEFS". Roma: Erika Felix y Cadmo Rosell. doi:i1712s.pdf
- FAO. (2012). Los fertilizantes y su uso. Guía, Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes.
- FAO. (2014). Claves para la taxonomía de suelos, Décima segunda Edición. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Departamento de Agricultura de los estados Unidos, Montecillo.

- FEDNA. (2004). FEDNA. Obtenido de FEDNA:
<http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ray-grass-verde>
- Fundacion produce Veracruz. (2016). funprover.com. Obtenido de
funprover.com.
- Garrido, S. (1993). Interpretacion de análisis de suelo. Madrid.
- González, R., & Rojas, A. (2014). La relevancia evolutiva de los ecotipos.
- Granados, J. (s. f.). Características y contaminación de suelos sulfatados ácidos (SSA) en el Municipio de Guachetá , Cundinamarca , Colombia. Diplomatura de Estudios Avanzados, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá.
- Guevara, C. (2009). Efectos de tres tipos de abonos organicos aplicados foliarmente en la producción del forraje del Lolium perenne. Tesis de grado previa la obtencion del titulo de ingeniero zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Hernández, J. C. (2013). Edafologia y fertilidad.
- Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. M. (s. f.). Técnicas de medidas del espacio poroso del suelo. Artículo, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Producción Vegetal.
- INAMHI. (2014). Anuario Meteorológico. Quito: Direccion ejecutiva del INAMHI.
- INEC. (2011). Datos estadísticos agropecuarios. Encuesta de superficie y producción agropecuaria, Quito.
- INIA. (2008). La biodiversidad del suelo y su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas. Suplemento tecnológico. Obtenido de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807164750.pdf>
- Jaramillo, R. (2010). Efecto de la vinaza, en el rendimiento de una mezcla forrajera establecida en un andisol. Proyecto previo a la obtencion del titulo de ingeniero agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de ingenieria química y agroindustria, Quito. Recuperado el 04 de 03 de 2016, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1688/1/CD-2651.pdf>

- Julia, D., Román, A., Prieto, F., & Acevedo, O. (2012). Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol.3 Núm.1 , 141-155.
- Luters, A., & Salazar, J. C. (2000). Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Instituto de Suelos CRN – CNIA – INTA, Area de Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras, Argentina .
- Maestas, R. M. (2011). Régimen Hídrico del suelo y evapotranspiración en áreas agrícolas y forestales. Tesis Doctoral, Universidad de La Coruña, La Coruña.
- Mafla, D. (2016). “Estudio de parámetros Productivos, Reproductivos, Nutricionales y Económicos de las explotaciones lecheras tecnificadas del cantón Montúfar – provincia del Carchi.”. Trabajo de titulación previa la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario, Universidad Politecnica Estatal del Carchi, Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, Tulcán.
- Martinez, J. A. (2011). Provincias del Ecuador. Manta.
- Martínez, R. (2013). “Evaluación de cuatro niveles de fertilización foliar 0,75; 1,5; 2,25; y 3,0 lt/ha (40%.”. Tesis presentada como requisito para la obtención de título de ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario, Universidad Politecnica Estatal del Carchi, Tulcán.
- MTOP. (2012). Estudios de factibilidad, impacto ambiental e ingeniería definitivos para la rectificación y mejoramiento de la carretera Tulcán-Tufiño- Maldonado, tramo nº 2, Tufiño- Maldonado. Direccion provincial MTOP. Carchi, Subsecretaria de infraestructura del transporte, Quito.
- Noval, E., García D., J. R., García L., R., Quiñonez, R., & Mollineda, Á. (Enero-marzo de 2014). Caracterizacion de algunos componentes quimicos en suelos de diferentes agroecosistemas ganaderos. *Centro Agrícola*, 41(1), 25-31.
- Pellegrini, A. (2014). Curso de Edafología. Apunte de Edafología, U.N.L.P, Departamento de ambiente y recursos naturales.

- PIONEER. (2014). Compactacion del suelo. Recuperado el 19 de 10 de 2014, de PIONEER: http://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina_Intl/AGRONOMIA/boletines/Compactacion_de_suelo.pdf
- PUCE-GAD-Tulcán. (2011). Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial del Canton Tulcán 2011-2031. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial, GAD-Tulcán, Tulcán.
- Regidor, F. J. (2011). El suelo. Cantabria.
- Reglamento para trabajos de titulación, s. e. (2014). Reglamento para trabajos de titulación, sustentación e incorporación de la UPEC. Resolución N°. 309 - CSUP - 2014, Tulcán.
- Reina, C. E., & Martinez, J. R. (2010). Evaluación de dos fuentes de cal con cuatro niveles, sobre el rendimiento de una Mezcla Forrajera de corte en Montúfar, Carchi. Tesis, Universidad Técnica del Norte, Facultad de ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, San Gabriel. Recuperado el 05 de 02 de 2015, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/165/1/03%20AGP%2074%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- Reyes, I. (2008). Evaluacion de un ecosistema de pastizal natural para la produccion de leche con búfalas en suelos salinos. Tesis en opción al Título de Máster en Pastos y Forrajes, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas.
- Rojas, J. M. (2012). Comparación de métodos de determinación en Ensayo de rotaciones en siembra directa. Provincia del Chaco.
- Rucks, I., Garcia, F., Kaplan, A., Ponce de Leon, J., & Hill, M. (2014). Propiedades físicas del suelo. Departamento de suelo y aguas, Montevideo.
- Ruiz, A. (14 de 11 de 2011). Academia.edu. Obtenido de Academia.edu: http://www.academia.edu/8770669/DETERMINACION_DE_CARBONATOS_TOTALES

- Salamanca, A., & Sadeghian, S. (2005). La densidad aparente y su relacion con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. Centro nacional de investigaciones de café, Caldas.
- Sela, g. (s. f.). Smart Fertilizer Managment. Obtenido de Smart Fertilizer Managment: www.smart-fertilizer.com/es/articles/soil-test-interpretation
- Shaxon, F., & Barber, R. (2005). Boletin de seulos de la FAO 79. En FAO, Optimizacion de la humedad del suelo para l aproduccion vegetal (79 ed., págs. 48, 49). Roma, Italia. Recuperado el 02 de 04 de 2016, de [https://books.google.com.ec/books?id=K-JwJZw1hMwC&pg=PA48&lpg=PA48&dq=porosidad+adecuada+para+pastos&source=bl&ots=ggxM9bvp5M&sig=14XOWXjJAIPS8nbAiA0O7gJFiUY&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj7P7X7qLOAhXFJx4KHb-QB_AQ6AEIGjAA#v=onepage&q=porosidad%20adecuada%20para%](https://books.google.com.ec/books?id=K-JwJZw1hMwC&pg=PA48&lpg=PA48&dq=porosidad+adecuada+para+pastos&source=bl&ots=ggxM9bvp5M&sig=14XOWXjJAIPS8nbAiA0O7gJFiUY&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj7P7X7qLOAhXFJx4KHb-QB_AQ6AEIGjAA#v=onepage&q=porosidad%20adecuada%20para%20)
- Sierra, J. (2005). Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. (Segunda ed.). (G. M. Velásquez, Ed.) Antioquia: Universidad de Antioquia. Recuperado el 21 de Marzo de 2016, de https://books.google.com.ec/books?id=rbezH_RPHVYC&pg=PA196&lpg=PA196&dq=cenizas,+proteina+y+fibra+en+pastos&source=bl&ots=_7hg4NsR5I&sig=jLSgC-B-RUIiHWIfXDJJS-SHZSY&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjsqLzpmI_OAhVEdh4KHXqjCBMQ6AEIGjAA#v=onepage&q=cenizas%2C%20proteina
- Turati, R., & Rivero, E. (s. f.). Invalidez del índice pH- Disponibilidad de nutrientes y enmiendas de los suelos. Artículo científico, Instituto de Suelos – CIRN – INTA, Buenos Aires. Recuperado el 19 de 10 de 2014, de <http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/Invalidez%20del%20Indice%20pH%20-%20R%20Turati.pdf> Infortambo.com:
- UNAD. (Febrero de 2014). datateca. Obtenido de datateca: <http://datateca.unad.edu.co/>
- Universidad Nacional Abierta. (s. f.). Medios, Instrumentos, Técnicas y Métodos en la Recolección de Datos e Información. Dureccion de Investigaciones

y portgrado, Maestria en educacion abierta y a distancia. Bogotá: El Buho.

Valencia, E. (s. f.). Manual de manejo de parcelas en pastoreo.

Vargas, C. L. (2012). Caracterización físico-química de suelos en plantaciones de Pinus radiata en Acosa, parroquia Lasso, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba.

Vazquez, G. (2013). Toma de muestra en analisis de suelo. Complejo de laboratorios, Córdoba. Obtenido de <https://www.bcr.com.ar/Laboratorio%20Varios/Instructivo%20toma%20de%20muestras%20de%20suelo.pdf>

Velasquez, P. (2009). Evaluación morfoagronómica y nutricional de cinco variedades de Rye Grass bianual (*Lolium multiflorum*) en lugares representativos de las zonas de produccion de leche de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha. Proyecto previo la obtencion de título de ingeniero agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Zapata, R. (2006). Quimica de los procesos pedogenéticos. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Medellín.

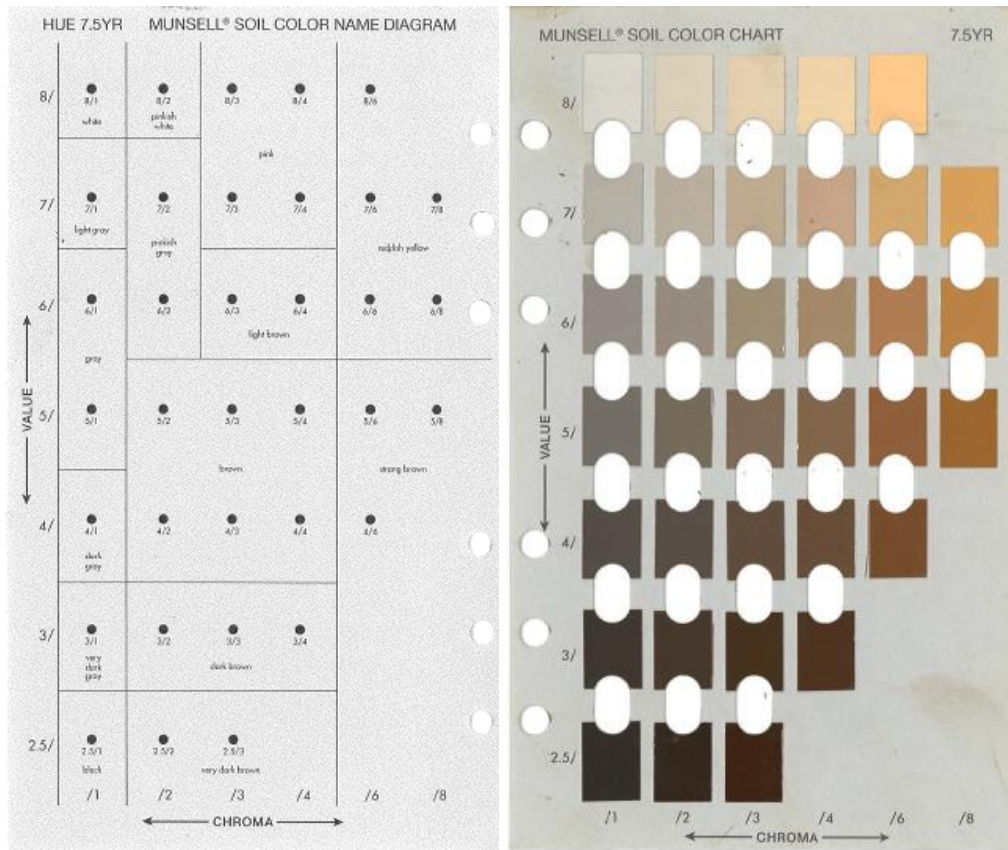
ANEXOS

Anexo 1. Tabla de análisis de perfiles de suelo

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS CON BARRENO			
Ubicación:	Tufiño - Rejo 1 - Muestra 1	Fecha:	
Especies existentes:			
Pendiente %:		Responsable:	
	Perfil	Descripción	
0			
0			
0			
0			
Observaciones:			

Elaborado por: Pozo, 2015

Anexo 2. Cartilla estándar de color de suelos Munsell



Elaborado por: Pozo, 2015

Anexo 3. Etiqueta de suelos

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE SUELO	
FECHA:	<input type="text"/>
POTRERO Nº:	<input type="text"/>
NOMBRE:	<input type="text"/>
NUMERO DE MUESTRA:	<input type="text"/>
TÉCNICO:	<input type="text"/>
OBSERVACIONES	<input type="text"/>

Elaborado por: Pozo, 2015

Anexo 4. Registros meteorológicos

		2015																															
		DIAS																															
Pluviometro	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL ME
CASA	Enero	0	0	1	0	0	0	0	0	4	2	2	2	0	0	0	11	3	10	12	2	10	7	8	3	0	10	0	2	0	3	2	94
	Febrero	1	5	1	2	1	0	18	2	4	0	0	1	0	0	8	0	0	0	2	0	1	0	18	0	0	0	1	1			66	
	Marzo	1	0	3	1	0	4	2	3	0	2	5	3	3	3	1	0	17	8	8	1	1	6	2	2	2	0	0	2	5	15	2	102
	Abril	2	2	1	3	3	0	0	0	2	2	16	1	0	4	0	6	13	4	3	9	3	2	2	1	3	0	2	1	0	0	85	
	Mayo	0	0	0	3	1	2	0	1	1	1	5	7	15	1	3	1	2	5	0,5	2	0	0	0	0	0	12	1	0	10	0,5	0	61,5
	Junio	0	0	0,5	0	0	8	1	6	0,5	5	0	8	0	0	0,5	4	0,5	2	0	0	1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	37,5	
	Julio	0	0	0	1	13	2	3	0,5	2	1	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3	8	3	0	0	0	0	3	3	1	0	51,5
	Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	7
	Septiembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	12	6	19,5	
	Octubre	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	4	8	2	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	42
	Noviembre	0	0	18	0	4	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	3	7	8	0	2	12	0	0	24	0	0	108	
	Diciembre	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	2	
REJO 1	Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	11	2	6	12	2	10	4	15	2	0	11	0	2	0	2	4	90
	Febrero	1	5	2	1	1	0	18	5	4	0	0	1	0	0	9	0	0	0	0	2	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	74	
	Marzo	1	0	2	1	0	3	1	2	0	3	2	4	3	6	1	0	18	9	8	2	1	10	3	2	3	1	0	4	7	15	2	114
	Abril	0	3	2	9	3									0	4	0	5	12	5	4	11	6	2	3	0	0	0	3	0	0	72	
	Mayo	0	0	0	3	1	2	0	0	0	5	6	5	3	1	3	2	3	3	0	2	0	0	0	1	14	1	0	4	0	1	2	62
	Junio	0	0	0	0	0	12	2	5	5	6	0	9	0	0	0	5	4	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
	Julio	0	0	0	1	14	3	8	5	2	3	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	8	7	0	0	1	1	2	2	0	67
	Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	8
	Septiembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	10	6	18	
	Octubre	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	7	7	8	3	3	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	3	4	61
	Noviembre	0	0	6	0	4	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	3	10	9	0	2	17	0	0	0	31	0	0	110	
	Diciembre	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	
REJO 2	Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	8	10	2	8	7	10	2	0	6	0	1	0	2	4	65
	Febrero	1	3	1	1	1	0	21	4	3	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	6	0	30	0	0	0	0	0	0	0	77	
	Marzo	1	0	2	1	0	3	2	3	0	2	2	3	3	9	1	0	18	7	8	1	2	10	2	1	2	0	0	1	12	15	2	113
	Abril	3	2	3	17	2	0	0	0	0	0	15	4	0	4	0	6	6	5	4	7	5	2	2	0	2	2	2	2	0	0	95	
	Mayo	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	4	0	2	1	4	0	3	4	0	2	0	0	2	2	14	0	1	3	0	1	1	50
	Junio	0	0	0	0	0	0	2	5	6	9	0	9	0	0	0	5	0	4	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
	Julio	0	0	0	0	14	3	12	5	0	5	5	1	0	0	4	0	0	0	0	0	2	5	8	0	0	0	5	0	4	3	0	78
	Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	5

Elaborado por: Pozo, 2015

Anexo 5. Recolección de muestras de pastos y suelo



Capturado por: Pozo, 2015

Anexo 6. Descripción de perfiles de suelo



Capturado por: Balarezo, 2015

Anexo 7. Asesoramiento de investigación



Capturado por: Pozo, 2015



Capturado por: Balarezo, 2015



Capturado por: Pozo, 2015

Anexo 8. Recolección de muestras de suelo



Capturado por: Pozo, 2015

Anexo 9. Resultados análisis de suelo.

INIAP												
Informe de pastos del 05 de noviembre de												
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS												
DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO						
NOMBRE: Sr. Carlos Batallas UPE			NOMBRE: HCDA. LA CONCEPCION			CULTIVO ACTUAL: POTRERO						
DIRECCION: Tulcán			PROVINCIA: CARCHI			FECHA DE MUESTREO: 05/11/2014						
CIUDAD:			CANTÓN: TULCÁN			FECHA DE INGRESO: 14/11/2014						
TELÉFONO:			PARROQUIA: TUFÍÑO			FECHA DE SALIDA: 02/12/2014						
FAX:			UBICACION: AGROMUNDO									

N° Muestra	Identificación del	pH	ppm			meq/100ml			ppm					M.O.
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
100434	R1M1	6,63 PN	68,00 A	27,00 A	29,00 A	0,37 M	9,9 A	1,50 M	3,2 M	2,2 M	930,0 A	6,8 M	0,30 B	16,70 A
100435	R1M2	5,52 LAc	62,00 A	28,00 A	42,00 A	0,56 A	11,3 A	1,60 M	4,6 M	4,7 A	1443,0 A	13,7 M	0,40 B	8,90 A
100436	R1M3	5,46 Ac R	109,00 A	25,00 A	38,00 A	0,21 M	15,2 A	1,40 M	3,2 M	1,6 M	### A	18,5 A	0,50 B	29,30 A
100437	R1M4	5,89 LAc	48,00 M	21,00 A	22,00 A	0,66 A	17,8 A	1,50 M	7,4 A	2,0 M	273,0 A	5,2 M	0,30 B	25,40 A
100438	R1M5	5,88 LAc	61,00 A	20,00 M	22,00 A	0,56 A	15,0 A	1,50 M	7,6 A	1,8 M	250,0 A	4,5 B	0,40 B	22,00 A
100439	R1M6	6,12 LAc	19,00 B	14,00 M	20,00 M	0,54 A	16,6 A	1,40 M	5,4 M	2,2 M	237,0 A	4,1 B	0,40 B	19,60 A
100440	R1M7	6,15 LAc	53,00 M	14,00 M	20,00 M	0,63 A	16,6 A	1,40 M	6,5 M	2,4 M	267,0 A	3,2 B	0,30 B	20,60 A
100441	R2 M1	5,68 LAc	54,00 M	18,00 M	26,00 A	1,20 A	11,9 A	1,60 M	19,1 A	3,2 M	407,0 A	7,5 M	0,30 B	21,00 A
100442	R2 M2	5,47 AC R	62,00 A	19,00 M	32,00 A	1,00 A	12,4 A	1,70 M	17,8 A	3,5 M	482,0 A	9,4 M	0,40 B	19,60 A
100443	R2 M3	5,71 LAc	82,00 A	19,00 M	46,00 A	0,99 A	13,6 A	1,70 M	5,8 M	2,8 M	972,0 A	7,1 M	0,30 B	19,10 A
100444	R2 M4	5,90 LAc	59,00 M	16,00 M	28,00 A	0,74 A	11,2 A	1,40 M	3,8 M	2,4 M	446,0 A	4,4 B	0,30 B	15,90 A
100445	R2 M5	5,64 LAc	79,00 A	20,00 M	23,00 A	0,72 A	7,5 M	1,30 M	5,1 M	3,2 M	479,0 A	9,3 M	0,30 B	19,30 A
100446	R2 M6	5,56 LAc	56,00 M	17,00 M	15,00 M	0,34 M	5,5 M	0,84 B	2,9 M	2,6 M	496,0 A	9,3 M	0,30 B	19,50 A
100447	R2 M7	5,58 LAc	66,00 A	16,00 M	15,00 M	0,28 M	7,6 M	1,30 M	4,4 M	2,7 M	834,0 A	9,4 M	0,30 B	21,10 A
100448	R3 M1	5,25 AC R	68,00 A	22,00 A	28,00 A	0,27 M	4,7 M	0,93 B	2,2 M	4,5 A	1110,0 A	12,1 M	0,30 B	14,50 A
100449	R3 M2	5,14 AC R	55,00 M	20,00 M	32,00 A	0,15 B	4,7 M	1,00 M	2,2 M	4,5 A	1065,0 A	12,0 M	0,20 B	13,40 A
100450	R3 M3	5,14 AC R	65,00 A	21,00 A	38,00 A	0,57 A	5,5 M	1,20 M	3,6 M	5,6 A	1197,0 A	11,7 M	0,30 B	13,70 A
100451	R3 M4	5,13 AC R	54,00 M	21,00 A	38,00 A	0,34 M	3,9 B	0,80 B	2,3 M	4,2 A	1056,0 A	11,3 M	0,30 B	11,20 A
100452	R3 M5	5,48 AC R	50,00 M	19,00 M	17,00 M	0,21 M	4,9 M	1,00 M	3,0 M	4,4 A	1305,0 A	19,3 A	0,30 B	13,90 A
100453	R3 M6	5,52 LAc	55,00 M	23,00 A	20,00 M	0,26 M	5,7 M	1,20 M	3,6 M	4,2 A	1050,0 A	19,2 A	0,20 B	11,90 A
100454	R3 M7	5,55 LAc	64,00 A	45,00 A	23,00 A	0,28 M	5,5 M	1,20 M	3,2 M	3,5 M	1326,0 A	15,2 A	0,20 B	8,50 A

Ca	Mg	Ca-Mg	meq/100	ppm	ppm	Textura		
Mg	K	K	γ Bases	P H2O	Cl	Arena	Limo	Arcilla
6,60	4,05	30,81	11,77	10,40				
7,06	2,86	23,04	13,46	8,90				
10,86	6,67	79,05	16,81	13,20				
11,87	2,27	29,24	19,96	9,80				
10,00	2,68	29,46	17,06	8,30				
11,86	2,59	33,33	18,54	12,10				
11,86	2,22	28,57	18,63	9,80				
7,44	1,33	11,25	14,70	12,10				
7,29	1,70	14,10	15,10	9,80				
8,00	1,72	15,45	16,29	11,90				
8,00	1,89	17,03	13,34	11,30				
5,77	1,81	12,22	9,52	8,00				
6,55	2,47	18,65	6,68	5,70				
5,85	4,64	31,79	9,18	8,00				
5,05	3,44	20,85	5,90	5,30				
4,70	6,67	38,00	5,85	8,10				
4,58	2,11	11,75	7,27	8,90				
4,88	2,35	13,82	5,04	6,20				
4,90	4,76	28,10	6,11	12,80				
4,75	4,62	26,54	7,16	11,50				
4,58	4,29	23,93	6,98	13,60				

INTERPRETACION			
Ph	Elementos		
AC = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acid.	LAI = Lige. Alcalin	M = Medio	
PN = Prac. Neut.	Al = Alcalino	A = Alto	

METODOLOGIA USADA			
Ph = suelo:agua(1:2,5)	P K Ca Mg = Olsem Modificado		
S,E = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn = Olsem Modificado		
	B = Curcumina		

INTERPRETACION			
Ph	Elementos		
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	Ms = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

Elaborado por: Pozo, 2015

Anexo 11. Tabulación de datos

ppm			meq/100ml			ppm					(%)
NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
119,00 A	43,00 A	26,00 A	0,49 A	13,6 A	1,90 M	6,5 M	7,4 A	1254,0 A	18,1 A	0,30 B	11,30 A
138,00 A	26,00 A	8,70 B	0,56 A	12,9 A	1,40 M	5,2 M	5,9 A	1200,0 A	20,3 A	0,10 B	25,30 A
185,00 A	31,00 A	16,00 M	0,23 M	11,5 A	0,94 B	2,3 M	5,3 A	2465,0 A	25,4 A	0,40 B	30,40 A
156,00 A	22,00 A	8,40 B	0,66 A	16,6 A	1,50 M	10,4 A	6,8 A	398,0 A	14,1 M	0,20 B	26,20 A
147,00 A	22,00 A	7,70 B	0,64 A	18,5 A	1,40 M	10,9 A	6,7 A	385,0 A	14,0 M	0,40 B	23,90 A
120,00 A	22,00 A	8,70 B	0,65 A	21,1 A	0,97 B	7,9 A	6,9 A	328,0 A	14,4 M	0,50 B	23,40 A
142,00 A	194,00 A	7,60 B	0,58 A	18,4 A	1,02 M	7,3 A	6,6 A	376,0 A	11,7 M	0,20 B	22,70 A

ppm			meq/100ml			ppm					(%)
NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
145,00 A	197,00 A	7,30 B	0,52 A	12,0 A	1,20 M	8,7 A	7,0 A	401,0 A	13,5 M	0,10 B	23,40 A
138,00 A	233,00 A	6,40 B	0,27 M	10,2 A	1,10 M	5,4 M	6,4 A	1224,0 A	11,5 M	0,20 B	23,20 A
153,00 A	44,00 A	7,70 B	0,80 A	14,9 A	1,60 M	9,8 A	6,6 A	411,0 A	13,3 M	0,20 B	23,30 A
160,00 A	19,00 M	5,50 B	0,35 M	6,4 M	0,80 B	5,4 M	7,4 A	996,0 A	20,5 A	0,20 B	22,20 A
168,00 A	20,00 M	13,00 M	0,72 A	12,3 A	1,30 M	7,3 A	7,0 A	388,0 A	13,8 M	0,30 B	24,00 A
128,00 A	24,00 A	7,90 B	0,63 A	16,0 A	1,20 M	7,0 M	6,1 A	407,0 A	11,8 M	0,30 B	20,20 A
161,00 A	39,00 A	13,00 M	0,51 A	8,6 A	1,30 M	8,8 A	8,4 A	939,0 A	20,9 A	0,30 B	23,10 A

ppm			meq/100ml			ppm					(%)
NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
68,00 A	22,00 A	28,00 A	0,27 M	4,7 M	0,93 B	4,6 M	4,5 A	1110,0 A	12,1 M	0,30 B	23,40 A
55,00 M	20,00 M	32,00 A	0,15 B	4,7 M	1,00 M	4,6 M	4,5 A	1065,0 A	12,0 M	0,20 B	23,20 A
65,00 A	21,00 A	38,00 A	0,57 A	5,5 M	1,20 M	4,6 M	5,6 A	1197,0 A	11,7 M	0,30 B	23,30 A
54,00 M	21,00 A	38,00 A	0,34 M	3,9 B	0,80 B	4,6 M	4,2 A	1056,0 A	11,3 M	0,30 B	22,20 A
50,00 M	19,00 M	17,00 M	0,21 M	4,9 M	1,00 M	4,6 M	4,4 A	1305,0 A	19,3 A	0,30 B	24,00 A
55,00 M	23,00 A	20,00 M	0,26 M	5,7 M	1,20 M	4,6 M	4,2 A	1050,0 A	19,2 A	0,20 B	20,20 A
64,00 A	45,00 A	23,00 A	0,28 M	5,5 M	1,20 M	4,6 M	3,5 M	1326,0 A	15,2 A	0,20 B	23,10 A

Muestra	ppm			meq/100ml			ppm					(%)
	NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
R1M1	119 A	43 A	26 A	0,49 A	13,6 A	1,9 M	6,5 M	7,4 A	1254 A	18,1 A	0,3 B	11,3 A
R1M2	138 A	26 A	8,7 B	0,56 A	12,9 A	1,4 M	5,2 M	5,9 A	1200 A	20,3 A	0,1 B	25,3 A
R1M3	185 A	31 A	16 M	0,23 M	11,5 A	0,94 B	2,3 M	5,3 A	2465 A	25,4 A	0,4 B	30,4 A
R1M4	156 A	22 A	8,4 B	0,66 A	16,6 A	1,5 M	10,4 A	6,8 A	398 A	14,1 M	0,2 B	26,2 A
R1M5	147 A	22 A	7,7 B	0,64 A	18,5 A	1,4 M	10,9 A	6,7 A	385 A	14 M	0,4 B	23,9 A
R1M6	120 A	22 A	8,7 B	0,65 A	21,1 A	0,97 B	7,9 A	6,9 A	328 A	14,4 M	0,5 B	23,4 A
R1M7	142 A	194 A	7,6 B	0,58 A	18,4 A	1,02 M	7,3 A	6,6 A	376 A	11,7 M	0,2 B	22,7 A

Muestra	ppm			meq/100ml			ppm					(%)
	NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
R2M2	145 A	197 A	7,3 B	0,52 A	12 A	1,2 M	8,7 A	7 A	401 A	13,5 M	0,1 B	23,4 A
R2M1	138 A	233 A	6,4 B	0,27 M	10,2 A	1,1 M	5,4 M	6,4 A	1224 A	11,5 M	0,2 B	23,2 A
R2M3	153 A	44 A	7,7 B	0,8 A	14,9 A	1,6 M	9,8 A	6,6 A	411 A	13,3 M	0,2 B	23,3 A
R2M4	160 A	19 M	5,5 B	0,35 M	6,4 M	0,8 B	5,4 M	7,4 A	996 A	20,5 A	0,2 B	22,2 A
R2M5	168 A	20 M	13 M	0,72 A	12,3 A	1,3 M	7,3 A	7 A	388 A	13,8 M	0,3 B	24 A
R2M6	128 A	24 A	7,9 B	0,63 A	16 A	1,2 M	7 M	6,1 A	407 A	11,8 M	0,3 B	20,2 A
R2M7	161 A	39 A	13 M	0,51 A	8,6 A	1,3 M	8,8 A	8,4 A	939 A	20,9 A	0,3 B	23,1 A

Muestra	ppm			meq/100ml			ppm					(%)
	NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
R3M1	68 A	22 A	28 A	0,27 M	4,7 M	0,93 B	4,6 M	4,5 A	1110 A	12,1 M	0,3 B	23,4 A
R3M2	55 M	20 M	32 A	0,15 B	4,7 M	1 M	4,6 M	4,5 A	1065 A	12 M	0,2 B	23,2 A
R3M3	65 A	21 A	38 A	0,57 A	5,5 M	1,2 M	4,6 M	5,6 A	1197 A	11,7 M	0,3 B	23,3 A
R3M4	54 M	21 A	38 A	0,34 M	3,9 B	0,8 B	4,6 M	4,2 A	1056 A	11,3 M	0,3 B	22,2 A
R3M5	50 M	19 M	17 M	0,21 M	4,9 M	1 M	4,6 M	4,4 A	1305 A	19,3 A	0,3 B	24 A
R3M6	55 M	23 A	20 M	0,26 M	5,7 M	1,2 M	4,6 M	4,2 A	1050 A	19,2 A	0,2 B	20,2 A
R3M7	64 A	45 A	23 A	0,28 M	5,5 M	1,2 M	4,6 M	3,5 M	1326 A	15,2 A	0,2 B	23,1 A

Elaborado por: Pozo, 2016