


# Análisis del grado de compactación del suelo en área pastoril en la ganadería de la Universidad Técnica de Babahoyo

*Analysis of the degree of soil compaction in the pastoral area of the livestock farming of the Technical University of Babahoyo*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20738344>

**Juan Carlos Medina Fonseca**<sup>1</sup>


Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

<https://orcid.org/0009-0004-7650-1335> 

[jmedinaf@utb.edu.ec](mailto:jmedinaf@utb.edu.ec)

**Aracely Alexandra Guanoluisa Suarez**<sup>2</sup>

Estudiante UTB, Medicina Veterinaria, Ecuador

<https://orcid.org/0009-0003-8722-1083> 

[alexandraguanoluisa27@gmail.com](mailto:alexandraguanoluisa27@gmail.com)

**José Alexander Bernita Posligua**<sup>3</sup>

Estudiante UTB, Medicina Veterinaria, Ecuador

<https://orcid.org/0009-0006-8278-5164> 

[jabernitap@faciag.utb.edu.ec](mailto:jabernitap@faciag.utb.edu.ec)

**Isaac Daniel Quirola Naranjo**<sup>4</sup>

Estudiante UTB, Medicina Veterinaria, Ecuador

<https://orcid.org/0009-0003-6698-2211> 

[iquirola676@faciag.utb.edu.ec](mailto:iquirola676@faciag.utb.edu.ec)

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [jmedinaf@utb.edu.ec](mailto:jmedinaf@utb.edu.ec)

**Fecha de recepción:** 02/01/2026

**Fecha de aceptación:** 09/03/2026

## RESUMEN

La compactación reduce el rendimiento de los suelos ya que existe el deterioro de las propiedades físicas, la susceptibilidad de los suelos varía en cuanto a la textura, siendo los suelos arcillosos los más vulnerables que los arenosos. La presente investigación tuvo como objetivo demostrar estadísticamente si el suelo de la ganadería de la FACIAG cuenta con un grado de compactación. Se utilizó un método de diseño completamente aleatorizados (DCA), en el trabajo de campo se realizó mediante la recolección de

muestras de las distintas profundidades una vez terminado esto procedimos a llevarlas al laboratorio para procesar las muestras y así pudimos obtener los resultados con una densidad real de las diferentes profundidades con un coeficiente de variación de 4,68 % dando como resultado que el mejor tratamiento fue el que se obtuvo a una profundidad de 10 cm con un 2,7 g/cm<sup>3</sup>; una densidad aparente de las diferentes profundidades con un coeficiente de variación de 4,29 % con una profundidad de 10 cm se obtuvo 1,23 g/cm<sup>3</sup> ; una porosidad con un coeficiente de variación de 4,84% se demostró que el más apto fue el de 30 cm con un 55,19 %; humedad gravimétrica con un coeficiente de variación de 8,23 % se determinó que a la muestra a 20 cm fue más adecuado con un 7,75 % ; humedad volumétrica con un coeficiente de variación de 9,93 % resalto que el mejor tratamiento fue el de 20 cm con un 20,57 % y el porcentaje de compactación de las diferentes profundidades con un coeficiente de variación de 5,86 % dio como resultado que el tratamiento a 10 cm es el más adecuado con una compactación de 46 %.

**Palabras claves:** *Compactación, forrajes, porosidad, erosión, propiedades físicas.*

## ABSTRACT

The pressure exerted by grazing animals is an aggravating factor, as it leads to soil compaction. This compaction causes plants to lose their normal state of growth, both externally and internally, hindering root expansion. Water flow and porosity are also among the causes of compaction. Compaction reduces soil productivity due to the deterioration of physical properties. Soil susceptibility varies according to texture, with clay soils being more vulnerable than sandy soils. This study aims to statistically demonstrate whether the soil in the FACIAG livestock area has an appropriate degree of compaction to ensure good-quality pastures for successful livestock grazing. A completely randomized design (CRD) was used. Fieldwork involved collecting samples from different depths, which were then transported to the laboratory for processing. Thus we were able to obtain the results with a real density of the different depths with a coefficient of variation of 4.68% resulting in the best treatment being that obtained at a depth of 10 cm with 2.7 g/cm<sup>3</sup>; an apparent density of the different depths with a coefficient of variation of 4.29% with a depth of 10 cm, 1.23 g/cm<sup>3</sup> was obtained; a porosity with a coefficient of variation of 4.84% showed that the most suitable was that of 30 cm with 55.19%; gravimetric moisture with a coefficient of variation of 8.23% determined that the sample at 20 cm was most suitable with 7.75%; Volumetric moisture

content, with a coefficient of variation of 9.93%, highlighted that the best treatment was the 20 cm depth, with 20.57%. The compaction percentage at different depths, with a coefficient of variation of 5.86%, indicated that the 10 cm depth was the most suitable, achieving 46% compaction.

**KEYWORDS:** *Compaction, forage, porosity, erosion, physical properties.*

## INTRODUCCIÓN

En América Latina, actualmente más de 306 millones de hectáreas se encuentran afectadas por la degradación del suelo, a causa del manejo inadecuado de la tierra a través del cambio de uso de suelo, la labranza inadecuada, y ganadería intensiva (Ramírez, 2023).

La compactación del suelo es un problema que ocurre cuando el ganado al transitar y alimentarse en áreas abiertas del campo ejerce presión constante en el suelo, esto puede tener varias consecuencias negativas como: reducción de la porosidad, disminución de la infiltración de agua, deterioro de la estructura del suelo, impacto en la vegetación y el mayor riesgo de erosión (Bautista et al., 2022).

A nivel gubernamental, el ministerio del ambiente y el ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador han implementado programas relacionados con la conservación del suelo y la agricultura sostenible, en donde la compactación del suelo es un tema de alta relevancia a estudiar y analizar (Cañas, 2024).

La compactación a menudo reduce las dimensiones de los poros lo suficiente como para inhibir la penetración de las raíces, pero no suficientemente como para afectar el drenaje del agua a través del suelo; sin embargo, esa reducción puede reducir de manera significativa la velocidad o tasa de infiltración de la lluvia (Gómez y Hoyos, 2020).

La compresión del suelo consiste en la disminución de su volumen por la aplicación de una alta carga. Cuando este proceso ocurre sobre suelos saturados (todos los espacios vacíos del suelo llenos de agua) se denomina consolidación, y compactación cuando esta ocurre sobre suelos parcialmente saturados. En el primero de los casos la reducción de

vacíos se da por la salida de agua de los espacios vacíos y en el segundo caso por la salida del aire (Gupta, 2019).

La presión del pisoteo de un bovino de 400 kilos se calcula en 3,5 kilogramos por centímetro cuadrado siendo este un fuerte impacto para las praderas de una unidad productiva ganadera (García, 2022).

Los efectos de la compactación en la producción vegetales relacionan con los cambios físicos, químicos y procesos biológicos y éstos van a influir en el rendimiento de los cultivos (Balbuena, 2022).

Estudios realizados por Martínez (2019) mencionó que la reducción en el contenido de aire en el suelo, o el efecto de la compactación actúa cambiando su estructura, la tasa de cambio varia la proporción de los diferentes poros, debido a que la compactación depende del tipo de suelo y del contenido de arcilla en los mismos, al incrementarse los contenidos de arcillas en el suelo la densidad aparente aumenta y en las texturas livianas, ocurre lo contrario.

Por otro lado, Lovey (2023) dijo que, si el contenido de humedad del suelo es elevado, el impacto de la pezuña suele provocar deformación de la superficie de mismo, lo cual genera un aumento en la densificación, disminución de la porosidad, la estabilidad estructural y la capacidad de infiltración.

En el sistema de manejo extensivo se emplean métodos tradicionales en la explotación, que siempre tendrá como objetivo utilizar el territorio de una manera perdurable y eficaz para así poder tener un alto nivel de producción sin afectar el medio ambiente (López et al., 2018).

En las prácticas que fomentan la salud del suelo abarca el uso de prácticas de labranza cero para el adecuado crecimiento de plantas perennes y anuales para así tener vegetación viva y mantillo superficial muerto para cubrir el suelo, desarrollar sistemas de raíces estables y fuertes, para así mantener varias especies de plantas en sus pasturas con diferentes arquitecturas de raíces (raíz pivotante y raíz fibrosa) en diferentes periodos de crecimiento (Duiker, 2023).

El pastoreo extensivo puede afectar la conductibilidad del suelo de varias formas como provocar la compactación del suelo debido al pisoteo por parte de los animales de manera continua reduce el tamaño y la conectividad de los poros en el suelo disminuyendo el flujo del agua y el paso del aire, esto puede provocar la escorrentía superficial (acumulación de agua en la superficie del suelo) (Erazo, 2024).

También puede provocar la degradación de la vegetación ya que es parte del suelo y sirve como una capa protectora ayudando a mantener la estructura del suelo y evitar la erosión y su compactación (Gómez, 2022).

Normalmente se utiliza el 95% como umbral de la compactación, también depende de la capacidad de carga que se le da al suelo es decir por las presiones ejercidas en el caso de los animales, el tamaño de su pezuña y la energía cinética. En base a la literatura se conoce el promedio aproximado de las presiones ejercidas por varias especies animales (Bello, 2021).

El pastoreo continuo si no es controlado produce alteraciones en el ecosistema por ende va influir en la flora y en la fauna que van a contribuir en el mantenimiento del suelo por ende si uno de los factores mencionados es alterado va a tener un impacto el ecosistema de manera negativa, un ejemplo son los microorganismos, las lombrices que ayudan al flujo del agua ya que estos crean canales que favorecen a la circulación del agua ayudando a mejorar la conductibilidad del suelo y a su vez no exista la pérdida de los nutrientes (Beltran, 2020).

La compactación del suelo es un problema que interfiere de distintas maneras en la producción ganadera, es por esto que se realizó la determinación del grado de compactación del suelo en el área ganadera de la Universidad Técnica de Babahoyo.

## **METODOLOGÍA**

En el siguiente trabajo experimental se utilizó el método de Diseño completamente Aleatorizados (DCA), de acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis del suelo que fueron recogidos de la ganadería de la FACIAG para determinar la compactación del suelo.

$$Y_{ji} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : valor estimado de la variable

$\mu$ : media general

$T_i$ : efecto de iésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$ : error experimental

Para poder calcular la densidad real (DR) se necesitó la siguiente formula:

Densidad real= masa/volumen

1. Masa de la muestra en (g)
2. Volumen de la muestra (cm<sup>3</sup>)

Para calcular la densidad aparente ( $D_a$ ) se utilizó el volumen del cilindro donde se toma la muestra de suelo con la siguiente formula:

$D_a$ = masa del suelo seco/volumen del cilindro

1. Toma una muestra de suelo en un cilindro de volumen conocido
2. Seca la muestra en un horno a 105°C hasta peso constante.
3. Se pesa el suelo seco en gramos (g)
4. Calcula el volumen del cilindro usando la fórmula de un cilindro  $V = \pi r^2 h$

La fórmula para calcular la porosidad fue:

Porosidad=  $(1 - \text{densidad aparente} / \text{densidad real}) \times 100$

En donde densidad aparente se representa en (g/cm<sup>3</sup>) y densidad real (g/cm<sup>3</sup>)

La humedad gravimétrica se calcula utilizando la siguiente formula:

Humedad gravimétrica=  $(\text{masa de agua} / \text{masa seca}) \times 100$

Donde masa de agua es la diferencia entre la masa inicial con humedad y mientras que la masa seca es la muestra después de eliminar el agua.

La humedad volumétrica se calculó utilizando la fórmula:

Humedad volumétrica=  $(\text{masa de agua} / \text{volumen total}) \times 100$

Donde masa de agua es la diferencia entre la masa inicial con humedad y la masa seca

en cambio el volumen total es el volumen de la muestra en  $\text{cm}^3$ .

Se valoró la población para el presente trabajo de investigación el área pastoril de la ganadería de la universidad técnica de Babahoyo perteneciente a la facultad de ciencias agropecuarias que consta de 40 ha que son parte del programa de la ganadería bovina. Se evaluará los grados de compactación en las distintas medidas antes descritas.

Se examinó 95 muestras en la presente investigación donde se utilizó el método experimental completamente al azar, se seleccionó el área donde se realizó el muestreo bajo el método de zigzag en 5 parcelas con repeticiones de 5 muestras de 10 cm, 7 muestras de 20 cm y 7 muestras de 30 cm de profundidad del suelo.

Se utilizó el método de zigzag para que el muestreo sea eficiente y no existan alteraciones por obtener muestras de un mismo lugar, por lo tanto, se tomaron muestras de distintas ubicaciones por parcelas, el muestreo será tomado por cada profundidad para que este representando el área total de cada parcela.

La profundidad de muestreo fue de 10 cm, 20 cm y 30 cm de profundidad, por lo tanto, se determinó los grados de compactación en donde la primera profundidad fue la capa base, la segunda siendo una capa intermedia y la tercera siendo una capa profunda.

Una vez tomadas las muestras se procedió a retirálas de los tubos con la ayuda de una paleta y ubicadas en unas fundas Ziplock.

Se evaluó los siguientes tratamientos que van a corresponder a diferentes parcelas que son parte del programa de ganadería bajo un sistema de manejo extensivo de la FACIAG que serán tomadas bajo el método completamente al azar.

- Tratamiento 1 (T1): Parcela (P1)
- Tratamiento 2 (T2): Parcela (P2)
- Tratamiento 3 (T3): Parcela (P3)
- Tratamiento 4 (T4): Parcela (P4)
- Tratamiento 5 (T5): Parcela (P5)

Fueron 19 repeticiones divididas por las diferentes profundidades 5 de 10 cm, 7 de 20 cm y 7 de 30 cm por cada tratamiento lo que permitió que se pueda evaluar el grado de compactación del sistema de pastoreo extensivo dando una totalidad de 95 repeticiones que fueron analizadas en el laboratorio.

## RESULTADOS

### Evaluación la compactación a diferentes extractos de profundidad 10, 20, 30 cm.

**Tabla 1.**

*Variables analizadas para determinar los niveles de compactación.*

Muestra	Masa suelo seco (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Volumen del cilindro (cm <sup>3</sup> )	Densidad Real (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)	Humedad Gravimétrica (%)	Humedad Volumétrica (%)	Porcentaje de Compactación (%)
T1:P1 10 cm	110	45	90,75	2,44	1,21	50,41	6,67	16,30	50%
T2:P2 10 cm	120	45	90,75	2,67	1,32	50,41	7,50	20,00	50%
T3:P3 10 cm	110	39	90,75	2,82	1,21	57,02	8,39	23,66	43%
T4:P4 10 cm	105	38	90,75	2,76	1,16	58,13	7,59	20,99	42%
T5:P5 10 cm	115	41	90,75	2,80	1,27	54,82	7,41	20,78	45%
T1:P1 20 cm	200	80	181,49	2,50	1,10	55,92	9,25	23,13	44%
T2:P2 20 cm	221	86	181,49	2,57	1,22	52,61	6,90	17,73	47%
T3:P3 20 cm	219	78	181,49	2,81	1,21	57,02	7,43	20,87	43%
T4:P4 20 cm	223	84	181,49	2,65	1,23	53,72	7,54	20,02	46%
T5:P5 20 cm	218	79	181,49	2,76	1,20	56,47	7,65	21,11	44%
T1:P1 30 cm	280	120	272,24	2,33	1,03	55,92	7,59	17,71	44%
T2:P2 30 cm	295	132	272,24	2,23	1,08	51,51	7,54	16,85	48%
T3:P3 30 cm	276	118	272,24	2,34	1,01	56,66	8,01	18,74	43%
T4:P4 30 cm	278	119	272,24	2,34	1,02	56,29	7,87	18,39	44%
T5:P5 30 cm	280	121	272,24	2,31	1,03	55,55	7,67	17,75	44%
<b>Promedio</b>				<b>2,56</b>	<b>1,15</b>	<b>54,83</b>	<b>7,67</b>	<b>19,60</b>	<b>45%</b>
<b>Coefficiente de variación</b>				<b>4,68</b>	<b>4,29</b>	<b>4,84</b>	<b>8,23</b>	<b>9,93</b>	<b>5,86</b>
<b>Significancia estadística</b>				**	**	NS	NS	NS	NS

Ns: no significancia estadística

\*\* : significancia estadística

En la tabla 1 se muestra, en resumen, todas las variables analizadas para encontrar el porcentaje de compactación, las cuales fueron densidad real y aparente, porcentaje de porosidad, humedad gravimétrica, humedad volumétrica y finalmente los niveles de compactación en cada profundidad muestreada. A continuación, se detalla cada variable con su respectivo análisis estadístico dando como resultado la aceptación de la hipótesis afirmativa de la investigación.

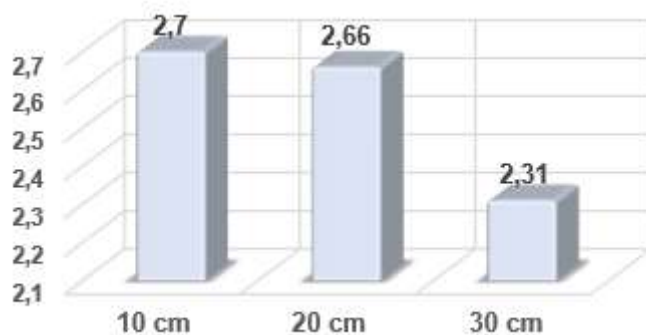
### Densidad Real ( $\text{g/cm}^3$ )

Tabla 2.

Variable densidad real ( $\text{g/cm}^3$ )

Tratamientos	Densidad Real ( $\text{g/cm}^3$ )
10 cm	2,7 a**
20 cm	2,66 a
30 cm	2,31 b
<b>CV%</b>	<b>4,68</b>

Gráfico 1. Variable densidad real ( $\text{g/cm}^3$ )



El análisis de varianza ANOVA demuestra que existe una alta significancia estadística (p-valor 0,0004) en los valores de densidad real de las diferentes profundidades con un coeficiente de variación de 4,68%.

La prueba de comparación de medias utilizada, Tukey al 5% de probabilidad demostró que el mejor tratamiento fue el de 10 cm de profundidad con  $2,7 \text{ g/cm}^3$  y el de menor densidad real fue 30 cm de profundidad con  $2,31 \text{ g/cm}^3$ .

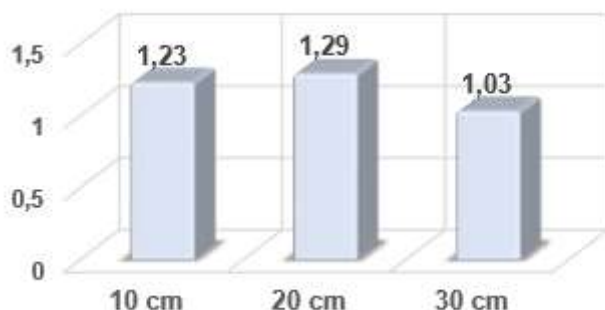
**Densidad Aparente (g/cm<sup>3</sup>)**

**Tabla 3.**

*Variable densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)*

Tratamientos	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
10 cm	1,23 a**
20 cm	1,29 a
30 cm	1,03 b
<b>CV%</b>	<b>4,29</b>

**Gráfico 2. Variable densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)**



El análisis de varianza señala que existe una alta significancia estadística (p- valor 0,0001) en los valores de densidad aparente de las diferentes profundidades con un coeficiente de variación de 4,29%.

La prueba de comparación de medias utilizada, Tukey al 5% de probabilidad demostró que el mejor tratamiento fue el de 10 cm de profundidad con 1,23 g/cm<sup>3</sup> y el de menor densidad real fue 30 cm de profundidad con 1,03 g/cm<sup>3</sup>.

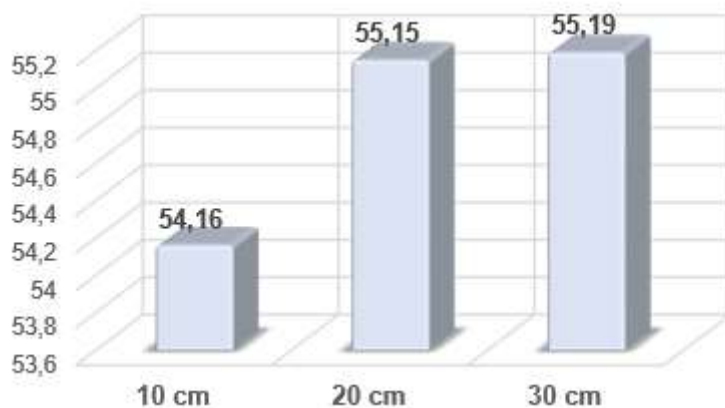
**Porosidad (%)**

**Tabla 4.**

*Variable % de Porosidad*

Tratamientos	Porosidad (%)
10 cm	54,16 a
20 cm	55,15 a
30 cm	55,19 a
<b>CV%</b>	<b>4,84</b>

**Gráfico 3. Variable % de Porosidad**



El análisis de varianza señala que no existe significancia estadística ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) en los valores de la variable porcentaje de poros en las diferentes profundidades con un coeficiente de variación de 4,84%.

La prueba de comparación de medias Tukey al 5% de probabilidad demostró que el mejor tratamiento fue el de 30 cm de profundidad con 55,19% y el de menor porcentaje fue 10 cm de profundidad con 54,16%.

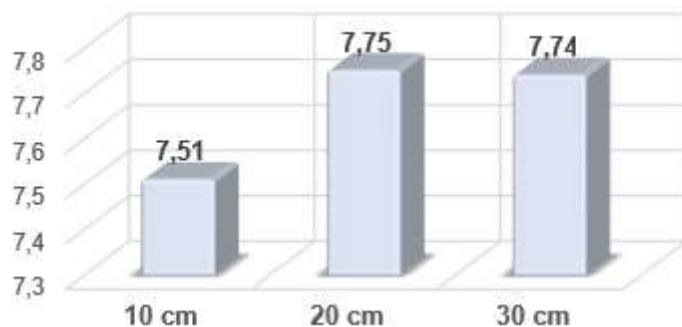
### Humedad Gravimétrica

(%) **Tabla 5.**

*Variable Humedad Gravimétrica (%)*

Tratamientos	Humedad Gravimétrica (%)
10 cm	7,51 a
20 cm	7,75 a
30 cm	7,74 a
<b>CV%</b>	<b>8,23</b>

**Gráfico 4. Variable Humedad Gravimétrica (%)**



Aplicando el análisis de varianza se determinó que no existe diferencia significativa estadística entre las profundidades muestreadas para esta variable con un p-valor  $> 0,05$  con un coeficiente de variación de 8,23%.

La prueba de comparación de medias de Tukey refleja una diferencia numérica de humedad gravimétrica con la profundidad de 20 cm como la predominante con 7,75% y la menor la profundidad de 10 cm con 7,51%.

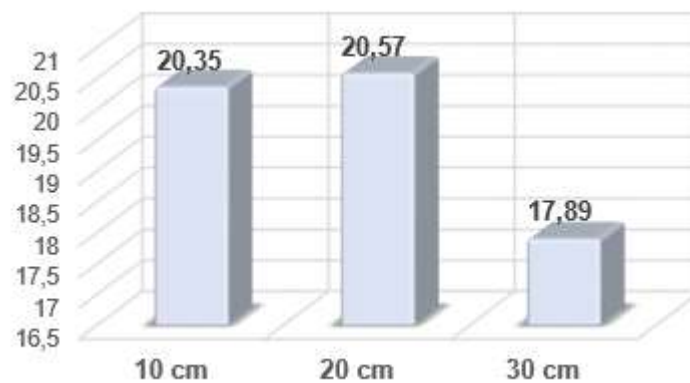
### Humedad Volumétrica (%)

**Tabla 6.**

*Variable Humedad volumétrica (%)*

Tratamientos	Humedad Volumétrica (%)
10 cm	20,35 a
20 cm	20,57 a
30 cm	17,89 a
<b>CV %</b>	<b>9,93</b>

**Gráfico 5. Variable Humedad volumétrica (%)**



El análisis de varianza para esta variable demostró que no significancia estadística entre los tratamientos estudiados (Profundidades) con un coeficiente de variación de 9,93%.

Efectuando la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de probabilidad determinó que el mejor tratamiento fue a 20 cm de profundidad con 20,57% y el peor fue el tratamiento 30 cm con 17,89% de humedad volumétrica.

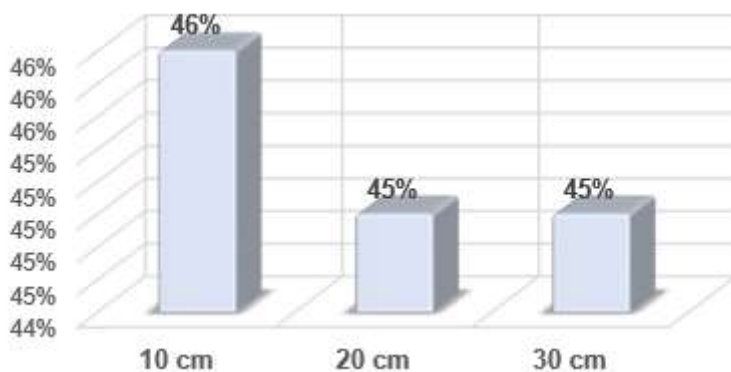
### Porcentaje de compactación

Tabla 7.

Variable Compactación (%)

Tratamientos	Porcentaje de Compactación (%)
10 cm	46% a
20 cm	45% a
30 cm	45% a
<b>CV %</b>	<b>5,86</b>

Gráfico 6. Variable Compactación (%)



El análisis de varianza ANOVA demuestra que no existe una alta significancia estadística ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) en los valores de porcentaje de compactación de las diferentes profundidades con un coeficiente de variación de 5,86%.

La prueba de comparación de medias utilizada, Tukey al 5% de probabilidad demostró que el mejor tratamiento fue el de 10 cm de profundidad con 46% y los de menor porcentaje de compactación fueron 20 y 30 cm de profundidad, ambos con 45%.

### Examinar la conductibilidad física del suelo bajo un modelo pastoreo extensivo

#### Textura

Realizando el análisis textural se encontró los porcentajes de partículas del suelo en el T1:P1 fue superior estadísticamente a los demás tratamientos, el porcentaje de arena fue de 35 % mientras que el menor porcentaje de arena (15 %) en el tratamiento T5:P5, con un coeficiente de variación de 7.99 % y un promedio de 14.80 % de arena; el porcentaje de limo (51 %) en el tratamiento T2:P fue superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor porcentaje de limo (47 %) en el tratamiento T4:P4, con un coeficiente de variación de 1.88 % y un promedio de 45.6 % de limo; el porcentaje

de arcilla (45.33 %) en el tratamiento T2:P2 fue superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor porcentaje de arcilla (34 %) en el tratamiento T1:P1, con un coeficiente de variación de 4.0 % y un promedio de 39.59 % de arcilla.

La clase textural se la determinó en base a los porcentajes de partículas del suelo, mediante el triángulo textural descrito por la USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos), donde el tratamiento T1:P1 presentó una textura Franco Arcilloso, el tratamiento T2:P2 presentó una textura Arcillo limoso, el tratamiento T3:P3 presentó una textura Arcillo limoso, el tratamiento T4:P4 presentó una textura Franco Arcilloso limoso y el tratamiento T5:P5 presentó una textura Franco Arcilloso limoso, evidenciando que existen varias clases texturales en el área de pastoreo extensivo.

**Tabla 8.**

*Textura en la determinación de parámetros físicos y químicos del suelo sometido a explotación extensiva para la alimentación de rumiantes de la FACIAG.*

Tratamientos	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
T1:P1.	35,00 a	31,00 c	34,00 b	Franco Arcilloso
T2:P2.	3,67 c	51,00 a	45,33 a	Arcillo limoso
T3:P3.	3,67 c	51,33 a	45,00 a	Arcillo limoso
T4:P4.	16,67 b	47,00 b	36,33 b	Franco Arcilloso limoso
T5:P5	15,00 b	47,67 b	37,33 b	Franco Arcilloso limoso
<b>Promedio</b>	14,80	45,6	39,59	
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	7,99	1,88	4,07	
<b>Significancia estadística</b>	**	**	**	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) Ns: no significancia estadística  
\*\*.: significancia estadística

**DISCUSIÓN**

La densidad real en nuestros suelos de la provincia de los Ríos es alta en comparación con otros suelos de iguales características edafoclimáticas como en la investigación realizada en suelo tipo vertisol ubicado en el municipio de Sincelejo departamento de Sucre en predios de la Universidad de Sucre en su sede “Puerta Roja” obtuvo un resultado relacionado con la densidad máxima de 1,42 g/cm<sup>3</sup> a un contenido de humedad de 26,57% (Millán, 2020).

En un estudio realizado por Noguera, (2021) la porosidad total fue superior a la presente investigación, siendo T2. bosque el más alto con 79,33%, mientras que el tratamiento T1 (*p. clandestinum*) con 49,00% fue el más bajo por lo tanto el bosque debido a su cobertura presenta mayor capa de material orgánica ejerciendo un efecto en la porosidad del suelo.

Martínez (2019) en su investigación “Efecto de la compactación del suelo sobre la producción de forraje en pasto Guinea”. El grado de compactación medido en términos de densidad aparente resulto significativamente relacionado con la estructura y en menor grado de profundidad del horizonte, para la textura franco arenoso, franco arcillo arenosa para profundidad de 0 y 1 m aproximadamente.

Mediante el ensayo de compactación Proctor modificado se determinó que el suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) presenta un 22,5% de contenido óptimo de humedad y 1,62 g/cm<sup>3</sup> de densidad seca máxima en cambio el suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) presenta un 14,0% de contenido óptimo de humedad y 1,86 de densidad seca máxima (Mondragón, 2015).

Todo lo antes mencionado sobre la compactación, humedad, texturas y porosidad van a variar dependiendo de las estaciones que se presenten en el año, por lo tanto, mientras más contenido de humedad tenga el suelo más compactación va existir.

## CONCLUSIONES

**Impacto de la Profundidad:** La evaluación de la compactación del suelo reveló que a 10 cm de profundidad se presentó el mayor porcentaje de compactación (46%), mientras que a 20 y 30 cm el porcentaje se estabilizó en 45%. Las diferencias en compactación son cruciales para la salud del suelo y la eficiencia en el pastoreo, afectando la penetración de raíces y la retención de agua.

**Humedad del Suelo:** El análisis de humedad gravimétrica y volumétrica mostró que las profundidades de 20 cm presentaron resultados más favorables en comparación con las demás profundidades. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, lo que resalta la estabilidad de estas variables en el contexto del manejo de suelos para pastoreo.

**Variabilidad Textural:** Los diferentes tratamientos mostraron variaciones significativas en la composición textural del suelo, destacando que el tratamiento T2:P2 presentó una mayor proporción de limo, mientras que el tratamiento T1:P1 tuvo el porcentaje más alto de arena. Esto sugiere que la heterogeneidad en la textura del suelo puede influir en la

productividad del pasto y en el manejo de los recursos forrajeros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balbuena, O. (2022). Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/suelos\\_ganaderos/24efecto\\_carga\\_sobre\\_compactacion\\_del\\_suelo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/24efecto_carga_sobre_compactacion_del_suelo.pdf)
- Bautista-García, G., López-Ortiz, S., Murillo-Cuevas, F. D., Pérez-Hernández, P., Ortega-Jiménez, E., & López-Collado, C. J. (2022). Estudio preliminar del pastoreo racional Voisin como herramienta para mejorar las condiciones del suelo después del pastoreo extensivo. *Terra Latinoamericana*, 40.
- Bello, F. J. (2021). Identificación y evaluación De Bacterias autóctonas Resistentes a Los antibióticos En Aguas subterráneas, Impactadas Por La Industria Ganadera En El Municipio De Hatillo, Puerto Rico (Doctoral dissertation, Universidad Ana G Méndez-Gurabo).
- Beltrán, H. (2020). Compactación, una de las causas más comunes de la degradación del suelo. *Ciencias Agropecuarias*, 3(3), 18-22.
- Cañas Suárez, E. E. (2024). Manejo y conservación de suelos en el Ecuador como medida. *Reci Mundo*, 4-8.  
<file:///C:/Users/HP/Downloads/2300-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4184-1-10-20240916.pdf>
- Duiker, S. W. (2023). Manejo del pastoreo para evitar la compactación del suelo. Penn State Extensión. Obtenido de Manejo del pastoreo para evitar la compactación del suelo: <https://extension.psu.edu/grazing-management-to-avoid-soil-compaction>
- Erazo Pisco, R. M. (2024). Evaluación del uso de medidas del restablecimiento de las propiedades físicoquímicas del suelo perturbadas por la actividad ganadera en el área de cobertura del sistema de riego Shobol-Pasguazo Chimborazo (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- García, J. H. (2022). Context Ganadera. <file:///C:/Users/HP/Downloads/25939-Article%20Text-40784-1-10-20190820.pdf>
- Gómez Avila, A. B., & Hoyos Rojas, W. Y. (2020). Evaluación de la calidad de un suelo sometido a diferentes usos (Tesis de grado, Universidad de los Llanos, Colombia).

- GÓMEZ, D. A. C. (2022). Análisis de la intervención en obras de conservación de suelo y agua y su relación con la calidad del suelo en dos fincas productoras de café en la cuenca alta del río Jesús María (Doctoral dissertation, Universidad de Costa Rica).
- Gupta, B. (2019). Compactación del suelo en ganadería. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/bovinos-compactan-el-suelo-en-35-kilogramos-por-centimetro-cuadrado>
- López Báez, W., Reynoso Santos, R., López Martínez, J., Camas Gómez, R., & Tasistro, A. (2018). Diagnóstico de la compactación en suelos cultivados con maíz en la Región Fraylesca, Chiapas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), 65-79.
- Lovey, Y. F. N. (2023). Resistencia mecánica del suelo a la penetración (Tesis de grado, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina).
- Martínez, J. (2019). Efecto de la compactación del suelo sobre la producción de forraje en pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq). *Revista de la Facultad de Agronomía-Universidad del Zulia*, 2(3), 97-108.
- Ramírez, P. G. (2023). Evaluación de la calidad del suelo bajo diferentes tipos de usos, Universidad Nacional de Loja. 16-18.