

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE MONAGAS  
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
MATURIN / MONAGAS / VENEZUELA**



**“DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE UN SUELO DE  
SABANA A UNA PROFUNDIDAD DE 300 a 450 mm UBICADO EN JUSEPIN,  
ESTADO MONAGAS”**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR**

**Br. GONZALEZ ARRIETA, LUIS JESUS  
C.I: 15.345.015**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**FEBRERO, 2011**

## ACTA DE APROBACION



**“DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE UN SUELO DE  
SABANA A UNA PROFUNDIDAD DE 300 a 450 mm UBICADO EN JUSEPIN,  
ESTADO MONAGAS”**

**TRABAJO DE GRADO**

**Br. LUIS JESUS GONZALEZ ARRIETA.**

**PRESENTADO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA DE LA  
UNIVERSIDAD DE ORIENTE COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Dr. JOSE GIL  
ASESOR**

**ING AGR. M.Sc JESUS MENDEZ  
ASESOR**

**Ph.D. AMÉRICO HOSSNE  
ASESOR**

**ING AGR. M.Sc JOSÉ SIMOSA  
JURADO**

**ING AGR. M.Sc MARDEN VASQUEZ  
JURADO**

**FEBRERO, 2011.**

## RESOLUCIÓN

“De acuerdo con el artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado, los trabajos son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien le participará al Consejo Universitario”



## DEDICATORIA

Dedico este triunfo a Dios Todopoderoso y a la Virgen del Valle por sus bendiciones por nunca dejarme decaer, por llenarme de fuerzas en los momentos difíciles, por cuidarme y guiarme siempre por el camino del bien.

Y en especial se los dedico a mis padres por haberme dado el regalo de la vida y ayudarme hacer posible esta etapa tan importante de mi vida.

A mi padre Jesús Luis González que Dios lo tenga en su gloria por haberme enseñado muchas cosas que me han servido para defenderme en esta vida.

Y a mi madre Luz Mila Arrieta quien fue mi fuente de apoyo para seguir adelante y haberme dado la oportunidad de alcanzar este logro, Gracias.

*Luis Jesús González Arrieta*

## AGRADECIMIENTOS

Empiezo agradeciendo a Dios, ya que gracias a su bondad es posible el cumplimiento de cada una de las etapas de la vida.

Continuo agradeciendo a la Universidad de Oriente por haberme inculcado muchos conocimientos que me van ayudar a desarrollar mi vida profesional. A todos los profesores que colaboraron en este proyecto de investigación.

A mis padres Jesús Luis González y Luz Mila Arrieta quienes me dieron la vida y el apoyo incondicional para estar donde estoy, sin su apoyo no estaría hoy aquí. Y a mi abuela Alicia Arrieta por su apoyo y bendiciones.

A mis hermanos: Siomilys por darme palabras de alientos en los momentos difíciles y, en especial a Jesús Enrique y José Eduardo que me ayudaron incondicionalmente.

A mis Tíos: Lourdes Arrieta, Cesar Palacios quienes me brindaron estadía en Maturín, y estuvieron a mi lado cuando los necesite. Gracias!

A una persona muy especial en mi vida, una mujer incondicional quien estuvo conmigo día tras día ayudándome, aconsejándome; de verdad que nunca voy a tener como pagarte todo lo que hiciste por mi “Yarmaira Isabel Ruiz”. ¡Dios te bendiga siempre!

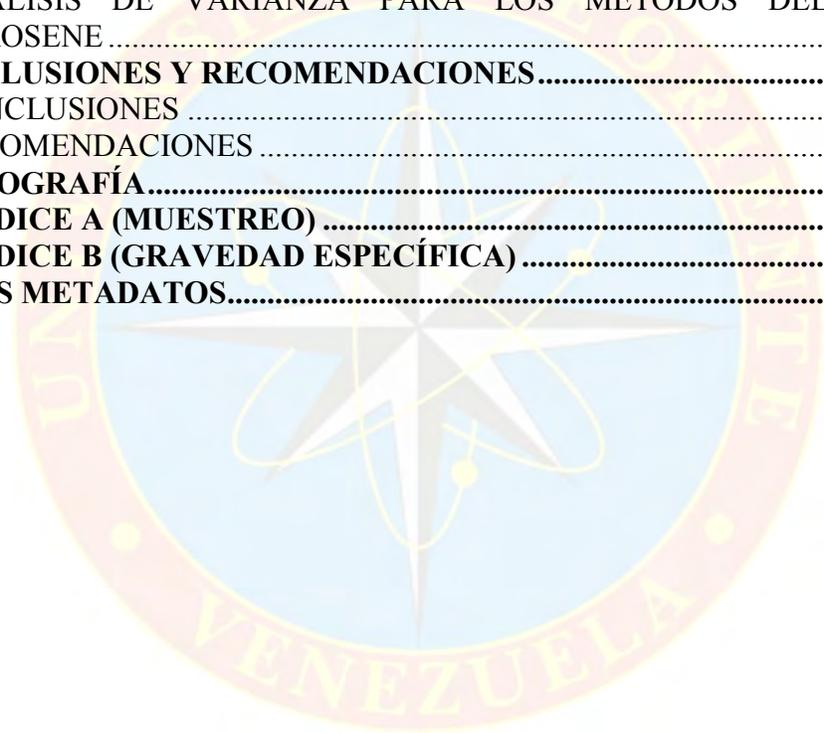
Y por último a mis panas del alma y mis amigos: Carlos Belmonte, Osvaldo Barreto, María Trujillo, Luis Leivas y Milagros Domínguez gracias por todo.

*Luis Jesús González Arrieta*

## CONTENIDO

<b>ACTA DE APROBACION .....</b>	<b>iii</b>
<b>RESOLUCIÓN.....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE CUADROS .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE CUADROS DE APENDICES A.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE CUADROS DE APENDICES B.....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE ECUACIONES .....</b>	<b>xiv</b>
<b>NOMENCLATURA.....</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>SUELO .....</b>	<b>5</b>
<b>PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO .....</b>	<b>6</b>
<b>TEXTURA DEL SUELO.....</b>	<b>7</b>
<b>CLASES TEXTURALES .....</b>	<b>9</b>
<b>ESTRUCTURA DEL SUELO .....</b>	<b>9</b>
<b>POROSIDAD DEL SUELO .....</b>	<b>11</b>
<b>DENSIDAD APARENTE.....</b>	<b>13</b>
<b>DENSIDAD REAL O DE LAS PARTÍCULAS.....</b>	<b>15</b>
<b>PORCENTAJE DE VOLUMEN DE POROS .....</b>	<b>15</b>
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA .....</b>	<b>16</b>
<b>CONSISTENCIA DEL SUELO .....</b>	<b>18</b>
<b>HUMEDAD DEL SUELO.....</b>	<b>20</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....</b>	<b>22</b>
<b>CARACTERIZACIÓN DEL MUESTREO .....</b>	<b>24</b>
<b>CONDUCCIÓN DEL MUESTREO.....</b>	<b>24</b>
<b>ABERTURA DE LAS CALICATAS .....</b>	<b>25</b>
<b>RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS.....</b>	<b>25</b>
<b>ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA .....</b>	<b>27</b>
<b>MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO CON AGUA .....</b>	<b>27</b>
<b>Descripción del Método de Agua .....</b>	<b>28</b>
<b>MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO CON KEROSENE .....</b>	<b>29</b>
<b>Descripción del método con kerosene.....</b>	<b>30</b>

DISEÑO EXPERIMENTAL.....	32
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA EN ESTUDIO .....	34
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD CON LOS GOLPES POR CAÍDAS FORZADAS Y LIBRE.....	35
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD Y LA DENSIDAD APARENTE POR CAÍDAS FORZADAS Y LIBRE.....	38
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA POROSIDAD POR LOS MÉTODOS DEL AGUA Y EL KEROSENE.....	40
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA POR LOS MÉTODOS DEL AGUA Y EL KEROSENE .....	42
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS MÉTODOS DEL AGUA Y KEROSENE .....	45
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
CONCLUSIONES .....	50
RECOMENDACIONES .....	51
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>
<b>APÉNDICE A (MUESTREO) .....</b>	<b>56</b>
<b>APÉNDICE B (GRAVEDAD ESPECÍFICA) .....</b>	<b>75</b>
<b>HOJAS METADATOS.....</b>	<b>80</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. El triángulo Textural. (Rucks et al, 2004). .....	9
Figura 2. Mapa de Ubicación de la Zona en Estudio. (Jusepín, Estado Monagas). ....	22
Figura 3. Materiales Utilizados para la Recolección de las Muestras.....	23
Figura 4. Estufa u Horno de Secado de la Muestra de Suelo.....	23
Figura 5. Posición de los Cilindros para la Toma de las Muestras en las Calicatas. .	24
Figura 6. Abertura de la Calicata y Recolección de la Muestra.....	25
Figura 7. Muestras Preparadas para el Secado en la Estufa.....	26
Figura 8. Muestra los pasos para la Determinacion de la Gravedad Especifica con el Metodo de Agua. (La figura A indica el pesado de la muestra del suelo, la figura B indica el proceso de introduccion de la muestra de suelo al picnometro y la figura C, el pesado de la muestra una vez calentada y sacado el aire del suelo). .....	28
Figura 9. Muestra los pasos para la determinacion de la gravedad especifica con el metodo de kerosene. (la figura A señala la muestra del suelo, la figura B indica el proceso de pesado del suelo con el picnometro y el kerosene y la figura C muestra todas las repeticiones hecha por cada calicata). .....	30
Figura 10. Arreglo Experimental de las Muestras Ensayadas.....	32
Figura 11. Comparación entre el porcentaje de Humedad y el numero de golpes a Caída Forzada obtenidas por el método de muestreo del Uhland en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm.....	37
Figura 12: Comparación entre el porcentaje de Humedad y el numero de golpes a Caída Libre obtenidas por el método de muestreo del Uhland en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm. .....	38
Figura 13: Comparación entre el porcentaje de Densidad Aparente por golpes tantos por caída libre como forzada y la Humedad tanto por golpes de caída libre como forzada obtenida en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm. ....	40
Figura 14. Comparación entre la Porosidad (Método del Agua) y la porosidad (Método del Kerosene), obtenido en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm. ....	42
Figura 15. Comparación entre la Gravedad Especifica (Método del Agua) y la gravedad especifica (Método del Kerosene), obtenido en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm. ....	45
Figura 16. Análisis Físico-Químico (Textura y Materia Orgánica), Obtenido del Suelo Estudiado, Realizado en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua de Eudoca. 57	

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tabla. Densidad Aparente en (g/cm <sup>3</sup> ).....	14
Cuadro 2. Tipos de Suelos según su Gravedad Específica. ....	17
Cuadro 3. Valores Típicos de la Gravedad Específica de las Partículas de los Suelos. ....	17
Cuadro 4: Análisis físico-químico en porcentaje, obtenidos del muestreo del suelo estudiado. ....	34
Cuadro 5. Prueba de Igualdad para Variancias de los Métodos en estudios (Agua-Kerosene). ....	45
Cuadro 6. Análisis de varianza para dos métodos de determinación de la gravedad específica de un suelo Ultisol de la sabana de Jusepín en el estado Monagas. ....	47
Cuadro 7. Prueba de comparación de la diferencia mínima significativa (LSD) para los métodos de determinación de la gravedad específica del suelo. ....	47
Cuadro 8. Cuadro de correlaciones para la determinación de las diferencias entre los métodos de la gravedad específica del suelo. ....	49

## LISTA DE CUADROS DE APENDICES A

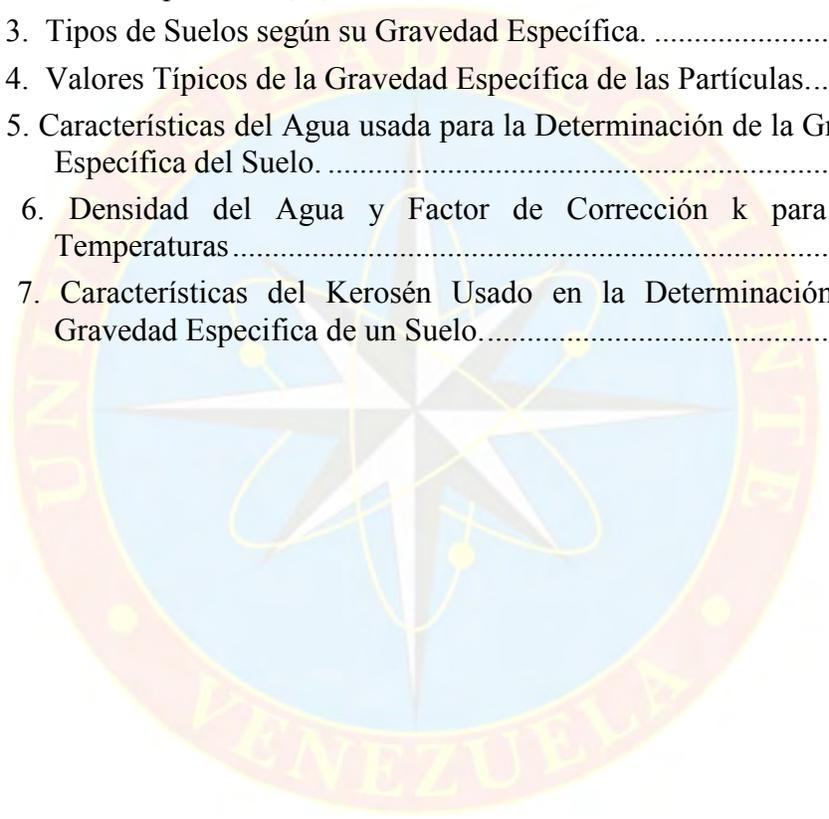
Cuadro 1: Cuadro de Anotaciones del Muestreo de Suelo realizado con el Muestreador Uhland en la Finca de la UDO Ubicada en Jusepín a Profundidad de 300 a 450 mm. ....	58
Cuadro 2: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 1 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	60
Cuadro 3: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 2 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	61
Cuadro 4: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 3 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	62
Cuadro 5: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 4 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	63
Cuadro 6: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 5 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	64
Cuadro 7: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 6 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	65
Cuadro 8: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 7 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	66
Cuadro 9: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 8 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	67
Cuadro 10: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 9 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	68
Cuadro 11: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 10 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	69
Cuadro 12: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 11 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	70

Cuadro 13: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 12 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	71
Cuadro 14: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 13 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	72
Cuadro 15: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 14 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	73
Cuadro 16: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 15 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas. Profundidad de 300 a 450 mm.....	74



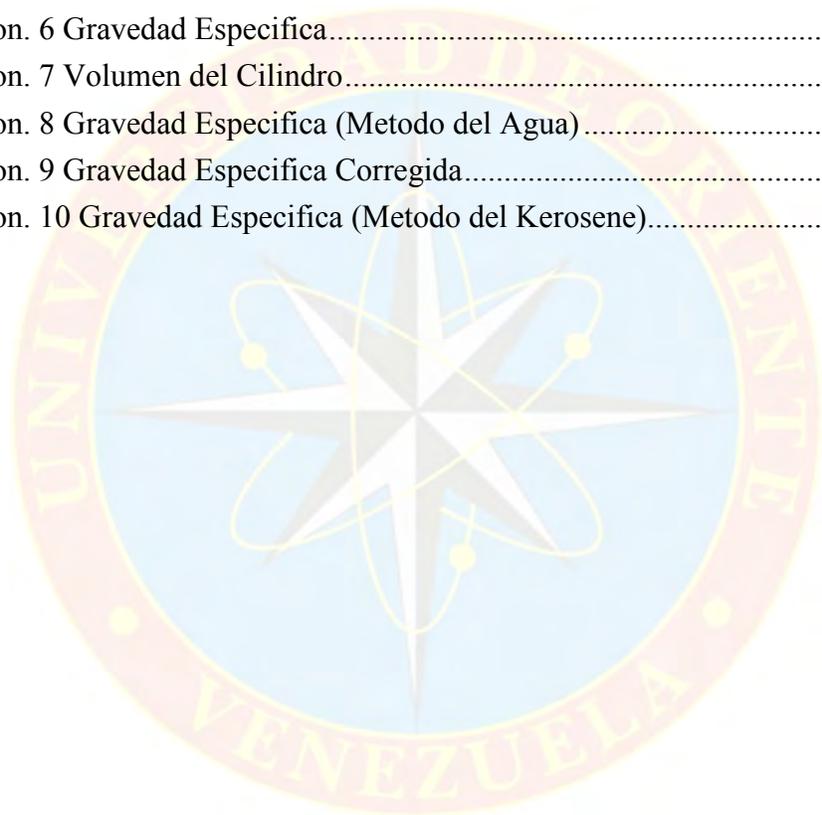
## LISTA DE CUADROS DE APENDICES B

Cuadro 1. Cuadro de Registro y Evaluaciones de la Gravedad Especifica realizado por el Método del Agua. Profundidad de 300 a 450 mm. Repetición 1, 2,3.....	76
Cuadro 2. Cuadro de Registro y Evaluaciones de la Gravedad Especifica realizado por el Método del Kerosene. Profundidad de 300 a 450 mm. Repetición 1, 2, 3. ....	77
Cuadro 3. Tipos de Suelos según su Gravedad Específica. ....	78
Cuadro 4. Valores Típicos de la Gravedad Específica de las Partículas.....	78
Cuadro 5. Características del Agua usada para la Determinación de la Gravedad Específica del Suelo. ....	78
Cuadro 6. Densidad del Agua y Factor de Corrección k para varias Temperaturas.....	79
Cuadro 7. Características del Kerosén Usado en la Determinación de la Gravedad Especifica de un Suelo.....	79



## LISTA DE ECUACIONES

Ecuacion. 1 Porosidad.....	11
Ecuacion. 2 Porosidad.....	11
Ecuacion. 3 Densidad Aparente .....	13
Ecuacion. 4 Densidad real o de las Particulas.....	15
Ecuacion. 5 Porcentaje de volumen de las Particulas .....	15
Ecuacion. 6 Gravedad Especifica.....	16
Ecuacion. 7 Volumen del Cilindro.....	25
Ecuacion. 8 Gravedad Especifica (Metodo del Agua).....	29
Ecuacion. 9 Gravedad Especifica Corregida.....	29
Ecuacion. 10 Gravedad Especifica (Metodo del Kerosene).....	31



## NOMENCLATURA

$M_t$	Masa total de la muestra.	g
$M_s$	Masa seca de las partículas o sólidos en la muestra.	g
$M_w$	Masa de agua en la muestra.	g
w	Contenido de humedad en base seca de la muestra.	% o Adimensional
$\rho_s$	Densidad aparente seca de la muestra.	$g/cm^3$
$\rho_w$	Densidad del agua a 4°C.	$g/cm^3$
$\rho_p$	Densidad de las partículas	$g/cm^3$
G	Gravedad específica	Adimensional
C	Calicatas	
$M_c$	Masa del cilindro	g
L	Longitud del cilindro	mm
D	Diámetro del Cilindro	mm
VT	Volumen total del cilindro	mm
Vt	Volumen total de la muestra	$cm^3$
$M_c + S$	Masa del cilindro mas suelo	g
$M_c + S_s$	Masa del cilindro mas suelo seco	g
Mss	Masa del suelo seco	g
1-45-1	Nº de calicata, profundidad, Nº de cilindro	mm

## RESUMEN

El trabajo que a continuación se presenta está enfocado en un estudio relacionado con el cálculo de la Gravedad Específica de un Suelo Agrícola Franco Arenoso Arcilloso a una profundidad de 300 a 450 mm de la Finca de la UDO, ubicado en Jusepín, Estado Monagas. La Gravedad Específica mide la masa en un determinado volumen de partículas, la misma depende de la composición química y estructura de los minerales en el suelo. Si tenemos información sobre la Gravedad Específica y la Densidad Aparente del suelo, podemos calcular el espacio poroso (o porosidad) que es ocupado por aire y agua. Siendo útil ya que nos permite comprender características importantes del suelo tales como: la cantidad de agua que se puede almacenar en el suelo, la facilidad con que las raíces se pueden mover a través del suelo. El mismo se constituyó a través de la realización de 15 calicatas tomándose diez (10) muestras por calicata con cinco (5) con caída libre y cinco (5) con caída forzada, para cada profundidad. Los parámetros que se midieron para cada cilindro muestreador fueron la humedad gravimétrica ( $w$ ) y la densidad seca ( $\rho_s$ ) para las caídas libre y forzada. Cada muestra compuesta por calicatas se analizó con tres repeticiones por el Método del Agua y del Kerosene con la finalidad de determinar la Gravedad Específica del Suelo en Estudio. La Metodología se basó en el uso del diseño de bloques al azar y se realizó el análisis de varianza respectivo para detectar la existencia o no de las diferencias significativas entre los métodos usados para determinar la gravedad específica ( $G$ ); luego se aplicó la Prueba de comparación de la diferencia mínima significativa (LSD) ambos utilizando el Programa Statistix 8.0. Posteriormente se realizó el análisis de correlación y regresión para relacionar los valores de  $G$ . Entre los resultados se pudo concluir que de los dos métodos utilizados se obtuvo diferencias significativas y el método más recomendable para determinar la Gravedad Específica es el de kerosene.

## SUMMARY

The work that later one presents Franco Areno Arcilloso is focused in a study related with in the calculation of the Specific Gravity of an Agricultural Soil on a depth from 300 to 450 mm of the Estate of the UDO, located in Jusepín, State Monagas. The Specific Gravity measures the mass in a certain volume of particles, the same one depends on the chemical composition and structures of the minerals in the soil. If we have information about the Specific Gravity and the Apparent Density of the soil, we can calculate the porous space (or porosity) that is occupied by air and water. Being useful since it allows us to understand such important characteristics of the soil as: the water quantity that can be stored in the soil, the facility with which the roots can move across the soil, foresee the possibility of floods or the drought in the zone, between others. The same one I constitute across the accomplishment of 15 excavations taking ten (10) samples for excavations with five (5) with free fall and five (5) with forced fall, for every depth. The parameters that measured up for every cylinder that took the samples were the gravimetric dampness ( $w$ ) and the density dries ( $\rho_s$ ) for the free and forced falls. Every sample composed for excavations was analyzed by three repetitions by the Method of the Water and of the Kerosene by the purpose of determining the Specific Gravity of the Soil in Study. The Methodology based on the methods of it used of the design of blocks at random and the respective analysis of variance was realized to detect the existence or not of the significant differences between the methods used to determine the specific gravity ( $G$ ); then there applied to itself the Test of comparison of the minimal significant difference (LSD) both using the Program Statistix 8.0. Later there was realized the analysis of correlation and regression to relate the values of  $G$ . Between the results it was possible to conclude that of both used methods significant differences were obtained and the most advisable method to determine the Specific Gravity is that of kerosene.

## INTRODUCCIÓN

La Física de Suelos estudia tanto propiedades estructurales y mecánicas del suelo como el régimen de agua, aire y temperatura que son importantes en agronomía, así como, mecanismos como el de la floculación de los coloides del suelo y procesos como el movimiento del agua debido a gradientes de temperatura y de concentración de sales, y el de formación de la estructura que resulta de la interacción entre las fuerzas moleculares y electrostáticas de los iones. Estas fuerzas determinan la resistencia mecánica que se opone a los implementos agrícolas de laboreo (Porta *et al*, 1999).

La identificación de las necesidades de manejo de suelo y agua exigen tener el conocimiento claro de las condiciones físicas del suelo ya que estas se pueden alterar radicalmente por actividades como la inversión del suelo por el arado profundo. Este tipo de técnicas puede alterar la característica total del perfil del suelo, la necesidad de riego y la fertilización de los cultivos que sobre él se desarrollen. Por eso, es importante conocer las propiedades físicas del suelo que son mejores para las plantas que se vayan a cultivar en esa área. Esto implica conocer las relaciones suelo-planta-agua-atmósfera y varias prácticas de manejo de suelos (Pino, s/f).

Dentro de estas propiedades físicas se encuentran la densidad aparente, y la densidad de las partículas, o también llamada gravedad específica la cual se diferencia evidentemente del resto en que designa la densidad únicamente de la fase sólida. Es un valor muy permanente pues la mayor parte de los minerales presentan una densidad que está alrededor de  $2,65 \text{ g/cm}^3$ . Este valor es muy semejante al valor de la densidad de los minerales más abundantes, como cuarzo, feldespatos, entre otros, lo que nos permite hacer estimaciones de la composición mineral predominante del suelo en estudio (Pino, s/f).

El valor de la gravedad específica permite conocer de manera más certera la composición mineralógica predominante de un determinado suelo, y en vista de esto se puede conocer el proceso de formación del mismo, o la procedencia en cuanto a su material parental (Porta *et al*, 1999).

El valor de la gravedad específica es necesario para calcular la relación de vacíos de un suelo y con este se puede determinar la porosidad del mismo, parámetros físicos de gran importancia desde el punto de vista agrícola, por su estrecha relación con la capacidad de retención de agua de los suelos; la gravedad específica se utiliza también en el análisis de hidrometría y es útil para predecir el peso unitario del suelo. Ocasionalmente el valor de la gravedad específica puede utilizarse en la clasificación de los minerales del suelo (Porta *et al*, 1999).

Recientemente se ha evidenciado un considerable interés en la composición mineralógica de los suelos. Perkins *et al* (s/f) han estudiado mineralógicamente el suelo por sedimentación en agua separándolos por el tamaño de las partículas y clasificando de acuerdo a la gravedad específica (por suspensión de las partículas en kerosene o agua), por lo cual se destaca la importancia de los métodos usados en la determinación de dicha propiedad, dentro de los que se encuentran principalmente el que usa kerosene como humedecedor y el que usa el agua destilada, el método a usar dependerá de las características del material, por ejemplo, para algunos suelos que contienen una fracción significativa de materia orgánica, el kerosene es un agente humedecedor mejor que el agua y puede ser usado en lugar del agua destilada para muestras secadas al horno. Si se usa kerosene el aire disuelto deberá ser removido mediante el uso de un aspirador únicamente. El kerosene es un líquido inflamable que debe ser usado con mucha precaución. Cada Método (kerosene o agua destilada) presentan sus ventajas y desventajas y deben ser usados en función de las características del material.

Con el desarrollo del presente Trabajo de Grado se plantea realizar un estudio que permita determinar y analizar la gravedad específica de un suelo ultisol a una profundidad de 300 a 450 mm ubicado en Jusepín estado Monagas, requiriendo tanto de la información de muestras del suelo del área en estudio como del conocimiento de la aplicación de los Métodos del Agua y el Kerosene; esto con la finalidad de determinar si existen diferencias entre ambos métodos; además dicho estudio permitirá recomendar el uso del método más óptimo para el cálculo de la gravedad específica del área en investigación en función de los resultados y análisis obtenidos.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la Gravedad Especifica de un Suelo bajo Condiciones de Sabana en el Horizonte de 300 a 450 mm.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el comportamiento de la Humedad con respecto a los golpes por Caída Libre y Forzadas.
- Determinar el comportamiento de la Humedad con respecto a la Densidad Aparente tanto por Caída Libre como por Caída Forzadas.
- Determinar el comportamiento de la Porosidad con los Métodos de Agua y Kerosene utilizados.
- Determinar la Gravedad Especifica del Suelo por el Método del Agua a una Profundidad de 300 a 450 mm.
- Determinar la Gravedad Especifica del Suelo por el Método del kerosene a una Profundidad de 300 a 450 mm.
- Determinar cuál de los dos Métodos es el más Recomendable para el Cálculo de la Gravedad Específica del Suelo en Estudio.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### SUELO

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre, que resulta de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua, del viento y de los seres vivos. Rivas, (2006).

Por otra parte Fuente, (2001). Dice que los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos: material parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo.

Los suelos constan de cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire; la composición volumétrica aproximada es de 45, 5, 25 y 25%, respectivamente. Fuente, (2001).

Los constituyentes minerales (inorgánicos) de los suelos normalmente están compuestos de pequeños fragmentos de roca y minerales de varias clases. Las cuatro clases más importantes de partículas inorgánicas son: grava, arena, limo y arcilla. Fuente, (2001).

(Fuente, 2001).La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales. La materia orgánica del suelo se divide en dos grandes grupos:

- a. Los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos.
- b. El humus, que es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica. Fuente, (2001).

Para darse una idea general de la importancia que tiene el agua para el suelo es necesario resaltar los conceptos:

- a. El agua es retenida dentro de los poros con grados variables de intensidad, según la cantidad de agua presente.
- b. Junto con sus sales disueltas el agua del suelo forma la llamada solución del suelo; ésta es esencial para abastecer de nutrimentos a las plantas que en él se desarrollan. Fuente, (2001).

Fuente, (2001). Dice también que el aire del suelo no es continuo y está localizado en los poros separados por los sólidos. Este aire tiene generalmente una humedad más alta que la de la atmósfera. Cuando es óptima, su humedad relativa está próxima a 100%. El contenido de anhídrido carbónico es por lo general más alto y el del oxígeno más bajo que los hallados en la atmósfera.

La arcilla y el humus son el asiento de la actividad del suelo; estos dos constituyentes existen en el llamado estado coloidal. Las propiedades químicas y físicas de los suelos son controladas, en gran parte, por la arcilla y el humus, las que actúan como centros de actividad a cuyo alrededor ocurren reacciones químicas y cambios nutritivos. Fuente, (2001).

## **PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO**

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.

Infoagro, (2005). Acota que las propiedades físicas de un suelo dependen fundamentalmente de su textura y de su estructura. La importancia de estas propiedades es muy grande, ya que de ellas depende el comportamiento del aire y del agua en el suelo, y por lo tanto condicionan los fenómenos de aireación, de permeabilidad y de asfixia radicular. Por otra parte, las propiedades físicas son más difíciles de corregir que las propiedades químicas, de ahí su interés desde el punto de vista de la fertilidad de un suelo.

Thompson et al, (2001). Los suelos se componen de sólidos, líquidos y gases mezclados en proporciones variables. Las cantidades relativas de aire y agua presentes, dependen mucho de la intensidad de las uniones entre las partículas sólidas. Tanto la textura del suelo (una evaluación del tamaño de sus partículas) como la estructura (la manera en que las partículas se unan entre sí) influyen en la magnitud del volumen de poros y en la distribución del mismo. La textura, estructura, porosidad y consistencia son importantes propiedades físicas de los suelos.

## **TEXTURA DEL SUELO**

Es precisamente esta proporción de cada elemento del suelo lo que se llama la textura, o dicho de otra manera, la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición. Rucks et al, (2004).

Infoagro, (2005). También define la textura como la cantidad y el tamaño de los espacios que existen entre las partículas del suelo. Estos espacios determinan la facilidad que tiene el agua para circular a través del suelo y la cantidad de agua que el

suelo puede retener. El tamaño de las partículas también influye sobre el arado y laboreo de los suelos, de igual manera que sobre el cultivo.

Thompson et al, (2001). Se refiere al porcentaje en peso de cada una de las tres fracciones minerales, arena, limo y arcilla. Estas fracciones se definen según el diámetro de las partículas expresado en milímetros (se considera que las partículas no esféricas presentan un diámetro equivalente, cuya magnitud se sitúa entre su dimensión máxima y mínima).

La importancia de la textura del suelo radica en que cada partícula presente realiza su contribución a la naturaleza del suelo como entidad. La arcilla y la materia orgánica son importantes por su capacidad de almacenar agua y nutrientes. Las partículas más finas pueden además, ayudar a unir entre sí otras mayores, formando agregados. Las partículas más grandes (generalmente la arena) constituyen el esqueleto del suelo, a ellas se debe la mayor parte de su peso y ayudan a conseguir una buena aireación y permeabilidad. Los suelos ricos en arena gruesa suelen ser capaces de soportar grandes pesos con escasa compactación.

Los suelos arenosos son generalmente muy permeables al aire, al agua y a las raíces, pero presentan dos importantes limitaciones. La primera es su bajo poder de retención de agua; la segunda su deficiente capacidad de almacenamiento de nutrientes. Para conseguir altos niveles de producción se requieren frecuentes adiciones de agua y nutrientes. La presencia de un elevado porcentaje de materia orgánica ayudaría a compensar la deficiencia de arcilla, pero la mayoría de los suelos arenosos son muy pobres en materia orgánica. Naturalmente, estas limitaciones de los suelos arenosos pueden paliarse, si se dispone de fertilizantes y agua de riego, pero los costos son elevados.

## CLASES TEXTURALES

Rucks et al, (2004). Dicen que para determinar el tipo granulométrico o clase textural de un suelo, se recurre a varios métodos. Se utilizan cada vez más los diagramas triangulares, siendo el triángulo de referencia, un triángulo rectángulo o un triángulo equilátero. Se usa actualmente, de un modo casi unánime, un triángulo equilátero. Cada uno de sus lados a un eje graduado de 10 en 10, de 0 a 100, sobre el cual se transporta la cantidad del elemento que representa; en general un lado del triángulo corresponde a la arcilla, el otro al limo, el tercero a la arena. (Figura 1).

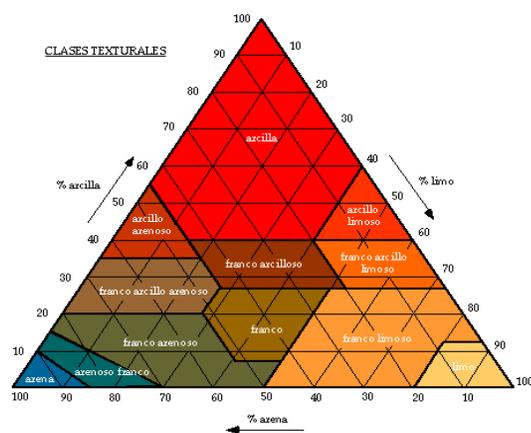


Figura 1. El triángulo Textural. (Rucks et al, 2004).

## ESTRUCTURA DEL SUELO

Rucks et al, (2004). Define la estructura del suelo como el arreglo de las partículas del suelo. Se debe entender por partículas, no solo las que fueron definidas como fracciones granulométricas (arena, arcilla y limo), sino también los agregados o elementos estructurales que se forman por la agregación de las fracciones granulométricas. Por lo tanto, «partícula» designa a toda unidad componente del suelo, ya sea primaria (arena, limo, arcilla) o secundaria (agregado o unidad estructural). Según el nivel de observación, se puede hablar de macroestructura o

microestructura. La macroestructura, es el arreglo de las partículas secundarias y primarias visibles a simple vista. La microestructura es el arreglo de las partículas primarias para formar las secundarias; de ella depende en alto grado la macroestructura. Al atender a la microestructura, se observa que los componentes coloidales del suelo (plasma) actúan como cemento de los granos más gruesos (esqueleto).

Infoagro, (2005). Dice también que la estructura de un suelo es como el modo que tienen los elementos constituyentes del suelo de unirse entre sí, de tal forma que le confieren una arquitectura característica.

Las características más importantes de la estructura del suelo son: (1) la ordenación de las partículas en agregados (grupos de partículas que pueden formar grumos, terrones o parte de ellos si son estables y persistentes) de la forma y tamaño deseables para proporcionar un número adecuado de poros grandes, con canales de conexión entre ellos, y (2) la estabilidad de los agregados cuando se hayan expuestos al agua. Los agregados estables en agua mantienen la capacidad del suelo para absorber agua y le ayudan a resistir la erosión. Los agregados débiles se descomponen y dispersan en el agua o se destruyen bajo el impacto de las gotas de lluvia.

También se entiende por estabilidad estructural la resistencia de los agregados a modificar su forma o su tamaño por la acción de factores externos. Son numerosos los factores degradadores de la estructura, pero el más importante es el agua, ya que ocasiona los efectos de dispersión, estallido, golpeteo, entre otros.

Entre los factores que influyen o determinan la morfología de la estructura están: a) la cantidad o porcentaje del material o matriz que une las partículas del suelo (carbonatos, arcilla, materia orgánica); b) la textura; c) la actividad biológica del

suelo (lombrices) y d) la influencia humana (en el horizonte cultivado se forma una estructura con una morfología totalmente distinta a la natural que poseía el suelo).

## POROSIDAD DEL SUELO

El crecimiento de las plantas, del que depende su producción económica, está determinado por factores atmosféricos, biológicos y edáficos. Estos últimos son físicos y químicos, siendo los primeros las propiedades del suelo que determinan el crecimiento radicular y la dinámica del aire y del agua. Estas propiedades del suelo, están determinadas por las características cuantitativas y cualitativas del espacio del suelo no ocupado por sólidos, denominado espacio poroso. Rucks et al, (2004).

$$P = \left( 1 - \frac{\rho_s}{G} \right) * 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

**P**= porosidad

**$\rho_s$**  = densidad aparente

**G**= gravedad específica

Otra forma de calcular la Porosidad se obtiene dividiendo el volumen ocupado por los poros entre el volumen total de la muestra.

$$P = \left( \frac{V_p}{V_t} \right) * 100 \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

**P**= porosidad

**V<sub>p</sub>** = volumen poroso

**V<sub>t</sub>**= volumen total

Rucks et al, (2004). Continúa explicando que dentro del espacio poroso se pueden distinguir macroporos y microporos. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macroporos y microporos. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo. Respecto al efecto de la textura, cuando en la misma (textura) domina la fracción arcilla, en la porosidad total del suelo hay muchos más microporos que cuando domina la fracción arena. En este caso existe una gran cantidad de macroporos en el espacio poroso. Lo anterior se comprende claramente, si se piensa que entre las microscópicas partículas de arcilla los espacios son pequeños; en cambio entre las partículas de arena los poros son mayores. En cuanto a la magnitud de la porosidad total, es mayor cuando en la textura dominan las fracciones finas que cuando dominan las gruesas. Los suelos arcillosos poseen más porosidad total que los arenosos.

Thompson et al, (2001). Los suelos arenosos suelen tener menor volumen de poros que los de textura fina, pero casi siempre están bien aireados (a menos que exista una limitación subsuperficial del movimiento de agua). Esa buena aireación resulta que en tales suelos la mayoría de los poros son lo bastante grandes para permitir el drenaje del agua que penetra en ellos. Tal circunstancia asegura una adecuada circulación del aire, que solo deja de alcanzar a un pequeño volumen de poros aislados. Naturalmente, esa facilidad con que los suelos arenosos pierden el agua significa que poseen escasa capacidad de almacenamiento hídrico para las plantas. Los suelos franco-arcillosos y arcillosos suelen tener un volumen total de poros muy elevado, pero retienen gran cantidad de agua, incluso en ausencia de restricciones subsuperficiales a la percolación. Sus poros son numerosos pero diminutos. A menos que exista una buena estructura, la mayoría de los poros de estos

suelos poseen un diámetro menor que el espesor de la película de agua que puede retenerse alrededor de cada partícula de suelo. Incluso los escasos poros grandes presentes pueden almacenar aislados de la circulación de aire.

## DENSIDAD APARENTE

La Densidad Aparente es el peso de los sólidos del suelo por unidad de volumen total del mismo. El volumen de poros es una parte del volumen de suelo medido para la estimación de la densidad aparente. Las muestras se secan a la estufa para extraer el agua antes de su pesada. La medición directa de la densidad aparente requiere operaciones de campo y de laboratorio. Actualmente es posible realizarla completamente en el campo mediante la atenuación de rayos gamma. Los datos de densidad aparente se expresan en unidad de peso y volumen. Thompson et al, (2001).

La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en un suelo y es importante para el manejo de los suelos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire). También es un dato necesario para transformar muchos de los resultados de los análisis de los suelos en el laboratorio (expresados en % en peso) a valores de % en volumen en el campo.

Jaramillo, (2002). Es la densidad del suelo que se calcula teniendo en cuenta el espacio ocupado por los poros al cuantificar el volumen de la muestra de suelo, razón por la cual depende de la organización que presente la fracción sólida del mismo y está afectada por su textura, su estructura, su contenido de materia orgánica, su humedad (en especial en suelos con materiales expansivos) y su grado de compactación, principalmente. En términos prácticos, es la densidad que tiene la tierra fina del suelo, con la organización que ella posea

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_t} \text{ Ec. 3}$$

Donde:

$\rho_s$  = Densidad aparente

$M_s$  = Masa de suelo seco

$V_t$  = Volumen total del suelo

A continuación en el cuadro 1 podemos observar la densidad aparente de algunas clases texturales de suelos donde la arena posee una densidad aparente entre 1,70 - 1,80 abarcando los valores mas alto mientras que la arcilla con unos valores mas bajos comprendido entre 1,35 – 1,45 posee los mas bajos de la clase textural.

Cuadro 1. Tabla. Densidad Aparente en (g/cm<sup>3</sup>).

<b>Clases texturales</b>	<b>da (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Arena	1.70 - 1.80
Arena gruesa	1.60 - 1.70
Arena y arena fina	1.55 - 1.65
Arena franca	1.60 - 1.70
Arena franca gruesa	1.55 - 1.65
Arena franca, Arena franca fina	1.55 - 1.60
Franco arenosa	1.55 - 1.60
Franco arenosa gruesa, Franco arenosa y Franco arenosa fina	1.50 - 1.60
Franco arenosa muy fina	1.45 - 1.55
Franca y franco limosa	1.45 - 1.55
Limo	1.40 - 1.50
Franco arcillosa	1.40 - 1.50
Franco arcillo arenosa y franco arcillo limosa	1.45 - 1.55
Arcilla arenosa	1.35 - 1.45
Arcilla limosa	1.40 - 1.50
Arcilla	1.35 - 1.45

Fuente: [www.mn.nrcs.usda.gov](http://www.mn.nrcs.usda.gov)

## DENSIDAD REAL O DE LAS PARTÍCULAS

Es la otra propiedad básica que debe conocerse para calcular el volumen total de poros. La densidad real es la densidad media de las partículas del suelo. El peso de suelo seco a la estufa se divide por el volumen de sólidos que contiene excluyendo el volumen de poros. Las unidades utilizadas son casi siempre los gramos por centímetro cúbico. La densidad real de los suelos minerales varía mucho menos que la densidad aparente. La mayor oscilan entre 2,6 y 2,7 g/cc. A menos que se requieran datos muy precisos suele suponerse que la densidad real de los suelos minerales es de 2,65 g/cc. Thompson et al, (2001).

Rucks et al, (2004). La define como el promedio ponderado de las densidades de las partículas sólidas del suelo.

$$\rho_{\text{real}} = \frac{M_s}{V_{\text{solidos de la muestra}}} \text{ Ec. 4}$$

Donde:

$\rho_{\text{real}}$  = Densidad real

$M_s$  = Masa de suelo seco

$V_s$  = Volumen de los sólidos de la muestra

## PORCENTAJE DE VOLUMEN DE POROS

Se calcula a partir de las densidades aparente y real. Generalmente la primera se determina pesando una muestra de volumen conocido y la segunda se considera igual a 2,65 g/cc.

$$\% V_p = \left( 1 - \frac{\rho_s}{\rho_{\text{real}}} \right) * 100 \text{ Ec. 5}$$

Donde:

**% V<sub>p</sub>**= Porcentaje de volumen de poros

**ρ<sub>S</sub>** = densidad aparente

**ρ<sub>real</sub>** = densidad real

## GRAVEDAD ESPECÍFICA

La gravedad específica (G) es la relación entre la masa de las partículas de suelo y el volumen que ocupan. Este concepto excluye el volumen del espacio poroso que existe entre las partículas sólidas. (Narro, 1994).

Mientras Rucks et al, (2004). Dice que la gravedad específica se determina obteniendo el peso seco de la muestra de suelo y el volumen de los sólidos de la muestra. Eso último se realiza con un aparato denominado picnómetro, y el procedimiento significa la aplicación del principio de Arquímedes. Es decir, determina que volumen de agua que desplazan los sólidos al ser sumergidos. En la ecuación 6 se representa esquemáticamente la ecuación para su cálculo.

$$Gravedad\ específica = \frac{masa\ suelo\ seco}{volumen\ suelo\ seco\ sin\ aire} \quad Ec. 6$$

En el cuadro 2 que se muestra a continuación podemos observar valores de la gravedad específica tales como los de arena con valores entre 2,65 y 2,67; otros como arcilla con valores comprendidos entre 2,70 y 2,80 y también materia orgánica con valores entre 2 o inferiores a 2.

Cuadro 2. Tipos de Suelos según su Gravedad Específica.

<b>Tipos de Suelos</b>	<b>Gs</b>
Arena	2,65 2,67
Arena Limosa	2,67 2,70
Arcilla Inorgánica	2,70 2,80
Suelos con mica o Hierro	2,75 3,00
Suelos Orgánicos	Puede ser inferior a 2.00

Fuente: FISICANET (2009).

Por otra parte Fall, (2007). Menciona que la gravedad específica de un suelo se toma como el valor promedio para partículas del suelo. Si en desarrollo de una discusión no se aclara adecuadamente a que gravedad específica se refieren algunos valores numéricos dados, la magnitud de dichos valores puede indicar el uso correcto, pues la gravedad específica de los suelos es siempre bastante mayor a la gravedad específica volumétrica determinada incluyendo los vacíos de los suelos en el cálculo.

En el cuadro 3 presente a continuación podemos observar otros valores de gravedad específica que fueron demostrados por Berry y Reid, (1993). Los cuales demuestran valores muy similares a los antes mencionados.

Cuadro 3. Valores Típicos de la Gravedad Específica de las Partículas de los Suelos.

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Gs</b>
Grava, arena y limo	2,65
Arcilla inorgánica	2,70
Arcilla orgánica	2,60
Turba amorfa	2,00
Turba fibrosa	1,50

Fuente: (Berry y Reid, 1993).

El valor de la gravedad específica es necesario para calcular la relación de vacíos de un suelo, se utiliza también en el análisis del hidrómetro y es útil para predecir el peso unitario del suelo. Ocasionalmente el valor de la gravedad específica

puede utilizarse en la clasificación de los minerales del suelo, algunos minerales de hierro tienen un valor de gravedad específica mayor que los provenientes de sílice. Fall, (2007).

La gravedad específica de un suelo se utiliza en el cálculo de las relaciones de fase de los suelos, en los cálculos de los ensayos de granulometría por sedimentación, compresibilidad y potencial de expansión. ([www.unalmed.edu.co](http://www.unalmed.edu.co)).

Recientemente se ha evidenciado un considerable interés en la composición mineralógica de los suelos. Perkins *et al* (s/f) han estudiado mineralógicamente el suelo por sedimentación en agua separándolos por el tamaño de las partículas y clasificando de acuerdo a la gravedad específica (por suspensión de las partículas en kerosene o agua), por lo cual se destaca la importancia de los métodos usados en la determinación de dicha propiedad, dentro de los que se encuentran principalmente el que usa kerosene como humedecedor y el que usa el agua destilada, el método a usar dependerá de las características del material, por ejemplo, para algunos suelos que contienen una fracción significativa de materia orgánica, el kerosene es un agente humedecedor mejor que el agua y puede ser usado en lugar del agua destilada para muestras secadas al horno. Si se usa kerosene el aire disuelto deberá ser removido mediante el uso de un aspirador únicamente. El kerosene es un líquido inflamable que debe ser usado con mucha precaución.

## **CONSISTENCIA DEL SUELO**

Rucks et al, (2004). Se refiere a la resistencia para la deformación o ruptura. Según la resistencia el suelo puede ser suelto, suave, duro, muy duro. Esta característica tiene relación con la labranza del suelo y los instrumentos a usarse. A mayor dureza será mayor la energía (animal, humana o de maquinaria) a usarse para la labranza.

Es usualmente definida como el término que designa las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad. Estas manifestaciones incluyen:

- a) El comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.
- b) La tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos extraños o sustancias.
- c) Las sensaciones que son evidenciadas y sentidas por los dedos del observador.

Observaciones de campo e investigaciones experimentales indican que la consistencia del suelo varía con textura, materia orgánica, el total de materia coloidal, estructura (en cierto grado) y contenido de humedad.

Es bien conocido el hecho de que los suelos muestran comportamientos distintos dependiendo de los contenidos de humedad. Atterberg (1911) fue uno de los primeros en darle importancia a esta propiedad de los suelos; describe los cambios de consistencia con la humedad del siguiente modo: A bajo contenido de humedad el suelo es duro y muy coherente a causa del efecto de cementación entre partículas secas. Si el suelo es trabajado con estas condiciones se producen terrones. Cuando el contenido de humedad aumenta, son adsorbidas moléculas de H<sub>2</sub>O, sobre la superficie, lo cual decrece la coherencia e imparte friabilidad a la masa del suelo. Esta zona de consistencia friable representa el rango óptimo de humedad del suelo, para el laboreo. Cuando el contenido de humedad aumenta, la cohesión de los films de agua alrededor de las partículas hace que el suelo permanezca unido y el suelo se vuelve plástico.

## HUMEDAD DEL SUELO

Rucks et al, (2004). El contenido de humedad de una determinada muestra de suelo, está definida como el peso del agua, sobre el peso de los sólidos por cien (para dar el valor en porcentaje), y se denota por la letra W.

Con el porcentaje de humedad, nos podemos hacer una idea de que tan absorbente puede ser un suelo, y además de que tanto espacio vacío tiene.

Thompson et al, (2001). Se denomina humedad del suelo a la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno. Establecer el índice de humedad del suelo es de vital importancia para las actividades agrícolas. Es importante recordar que:

- Los niveles de humedad del suelo determinan el momento del riego.
- La humedad del suelo se puede estimar por el aspecto del terreno.
- Se debe controlar la humedad al menos en una sección del área del campo que difiera de las demás en cuanto a la textura y aspecto del suelo.

La aplicación de riego en el momento exacto y en la cantidad apropiada es fundamental para obtener un buen rendimiento de los cultivos. El exceso de agua reduce el crecimiento al arrastrar los nitratos a una profundidad superior al alcance de las raíces de los cultivos, y al desplazar el aire contenido en el interior del suelo provoca la escasez de oxígeno en las raíces. La falta de agua también es perjudicial para los cultivos, por lo que se debe controlar regularmente el nivel de humedad del suelo para determinar cuándo regar y qué cantidad de agua se debe aplicar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó en el Campo Experimental Agrícola de Sabana de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente, Jusepín, Estado Monagas, el área está situada a 147 m.s.n.m. y coordenadas geográficas de 9° 41' 33'' latitud Norte y 63° 23' de longitud Oeste; con una precipitación anual de 1127 mm y una temperatura media anual de 27,5 °C. Bajo una vegetación típica de sabana como: Chaparro (*Curatella americana* (Dilleniaceae), Merey (*Anacardium occidentale*), Paja Peluda (*Trachypogon* y *Axonopas* sp), Manteco (*Byrsonima crassifolia* Malpighiaceae, Mastranto (*Hyptis suaveolens* Lamiaceae, Gramineous, Ciperaceas, entre otras. El área de trabajo del suelo en estudio seleccionado pertenece a las condiciones de un Ultisol de sabana y al grupo de los Oxic Paleustult Familia Isohipertérmic.

En la Figura 2, se presenta la Ubicación Geográfica del Área de Jusepín donde se realizó el estudio; la misma se encuentra al Norte del Estado Monagas, 30 km al Oeste de Maturín.

Limita al Norte con Caicara de Maturín, al Sur con el Municipio de Aguasay, al Este con el Municipio de Maturín y al Oeste con Punta de Mata.



Figura 2. Mapa de Ubicación de la Zona en Estudio. (Jusepín, Estado Monagas).  
Fuente: [www.gobiernoenlinea.ve](http://www.gobiernoenlinea.ve)

Para la obtención del material de suelo se procedió a realizar en la zona de estudio un muestreo aleatorio con la excavación de quince (15) calicatas con profundidad de 300 a 450 mm., en un área de 100 por 80 cm. y 30m. de distancia entre calicatas. El material se desmenuzo, una parte se envió a EUDOCA para determinar el perfil fisicoquímico (textura y materia orgánica), y el restante se paso por el tamiz numero 10 (2 mm de diámetro), y posteriormente dicho material se empleo para realizar la prueba de gravedad específica.

### **EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**

- Cuchillo.
- Pala.
- Pico.

- Cuchillo.
- Balde.
- Bolsas plásticas capacidad 2 kg.
- Saco con capacidad 50 kg.
- Marcadores.
- Papel aluminio
- Muestreador Uhland; marca Humbolt, modelo N° H-4203.38325



Figura 3. Materiales Utilizados para la Recolección de las Muestras.

- Cilindros metálicos
- Horno de secado o estufa con rango de temperatura uniforme de 30 - 120 °C, marca Memmert, modelo N° Tv40b-561080.



Figura 4. Estufa u Horno de Secado de la Muestra de Suelo.

## CARACTERIZACIÓN DEL MUESTREO

El Suelo en estudio pertenece a la Unidad Maturín en su porción ubicada en Jusepín. El muestreo de suelo consto de tres (3) métodos utilizados, muestreo aleatorio simple, muestreo opinativo y muestreo en el respectivo horizonte, utilizando calicatas. Se perforaron quince (15) calicatas para la recolección de las submuestras y se conformo como una muestra compuesta. La recolección de las submuestras y ubicación de la primera calicatas se realizo apoyado en el método de muestreo aleatorio simple, sin embargo, de manera particular nos apoyamos en el método de muestreo opinativo para la ubicación de los pozos restante. En cada uno de los pozos se realizo un muestreo del horizonte comprendido entre 300-450 mm, tomando muestras al azar del mismo. (Figura 5).

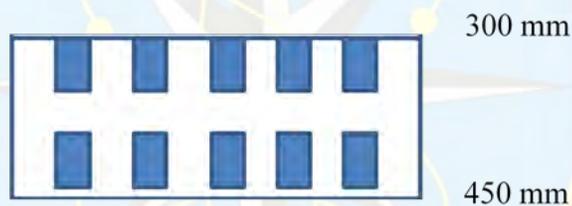


Figura 5. Posición de los Cilindros para la Toma de las Muestras en las Calicatas.

## CONDUCCIÓN DEL MUESTREO

Una vez que se delimito el área, de manera opinativa se excavaron las quince (15) calicatas separadas a una distancia de 40 pasos, aproximadamente 30 m.

Los cilindros utilizados para el muestreo fueron previamente identificados con un número, pesados (masa del cilindro), se midió la altura y diámetro interno con el vernier. Tanto el diámetro interno  $\phi$  como la altura o longitud ( $l$ ) fueron medidos tres veces en diferentes ubicaciones y luego promediados. El volumen del cilindro  $V_C$  que viene a representar el volumen de la muestra  $V_T$  fue determinado en la hoja de

cálculo mostrada en los cuadros del 2 al 16 del apéndice A de muestreo. Se determina por la siguiente relación:

$$V_C = V_T = \frac{\pi * \phi^2}{4} * l \quad \text{Ec. 7}$$

## ABERTURA DE LAS CALICATAS

En los sitios determinado para abrir las calicatas se procedió a abrir un hoyo de 450 mm de profundidad.

## RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Una vez abierto el hoyo se tomó las submuestras al azar en el horizonte de 300 a 450 mm con el Muestreador Uhland, colocado en posición vertical con respecto al suelo, luego se introdujo el cilindro a caída libre del martillo tomando nota del número de golpes. Se tomaron diez submuestras por cada profundidad; se envolvieron en papel de aluminio, se colocaron en bolsas plásticas por separado y se identificaron y se colocaron en cajas de cartón para el traslado. Al mismo tiempo se tomaron submuestras alteradas en bolsas de aproximadamente 5 Kg, para completar la cantidad de suelo necesaria para el ensayo de gravedad específica. (Figura 6).



Figura 6. Abertura de la Calicata y Recolección de la Muestra.

- Las submuestras colectadas fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelo de la Universidad de Oriente, una vez ahí fueron pesadas e introducidas en la estufa para la determinación de la densidad aparente seca y del contenido de humedad gravimétrico. Los parámetros físicos fueron determinados en una tabla de cálculo realizado en el Programa Microsoft Excel (2007) mostrada en los cuadros del 2 al 16 del apéndice A de muestreo, semejante a la utilizada para los cálculos en el ensayo de gravedad específica. El procedimiento es el mismo al descrito más adelante en la tabla de cálculo utilizada para las determinaciones en el ensayo de gravedad específica para densidad aparente seca y humedad gravimétrica del suelo. (Figura 7).



Figura 7. Muestras Preparadas para el Secado en la Estufa.

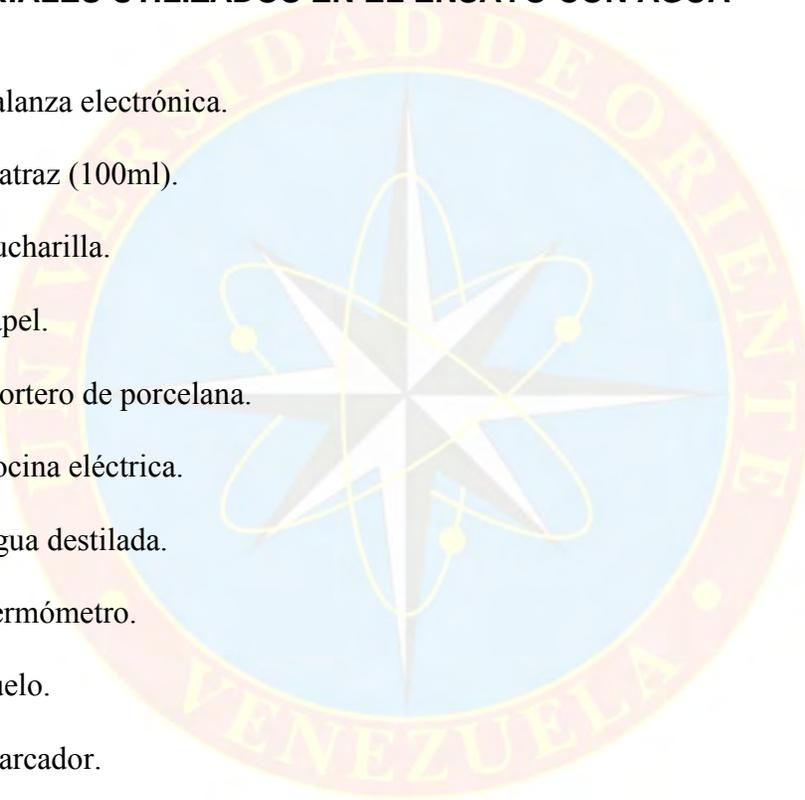
- Las submuestras secas de la estufa se desmenuzaron y se homogeneizaron para conformar una muestra compuesta del estrato, suficiente para cubrir las necesidades de suelo al momento del ensayo, en el orden de 1 kg de suelo por ensayo, con sus 3 repeticiones.
- De la muestra compuesta se tomó una porción para realizar una caracterización fisicoquímica (textura y materia orgánica) del estrato de 300 a 450 mm, estos resultados podemos observarlo en la figura 16. Esta se determinó en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de la Universidad de Oriente (Eudoca), Maturín, Estado Monagas.
- El resto de las muestras se pasó por el tamiz N° 10 para eliminar gravas,

terrones y restos de material vegetal y utilizar la fracción sólida con un tamaño inferior a 2 mm para el ensayo de gravedad específica en el Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad de Oriente, Monagas.

## **ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA**

### **MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO CON AGUA**

- Balanza electrónica.
- Matraz (100ml).
- Cucharilla.
- Papel.
- Mortero de porcelana.
- Cocina eléctrica.
- Agua destilada.
- Termómetro.
- Suelo.
- Marcador.
- Picetas (1000ml).
- Embudo.
- Plancha de metal.
- Pinzas de madera.
- Beaker (1000ml).
- Gotero.



### Descripción del Método de Agua

- El ensayo de gravedad específica por medio del método del agua consistió en pesar 20 gr. de la muestra de suelo por cada repetición por calicata, con 3 repeticiones.
- Se peso cada matraz para obtener su peso vacío.
- Una vez pesado el matraz se procedió a agregar agua destilada a cada matraz para luego ser pasado y así obtener peso del matraz mas agua.
- Determinado el peso de matraz mas agua se procedió a vaciar cada matraz en un beaker, luego se seco cada matraz y se agrego los 20gr de suelo y aquí se obtuvo peso de matraz mas suelo. (Figura 8).



Figura 8. Muestra los pasos para la Determinación de la Gravedad Específica con el Método de Agua. (La figura A indica el pesado de la muestra del suelo, la figura B indica el proceso de introducción de la muestra de suelo al picnómetro y la figura C, el pesado de la muestra una vez calentada y sacado el aire del suelo).

- Ya obtenido el peso de matraz mas suelo, se agrego al agua hasta la mitad del matraz, se coloco en el calentador eléctrico por 5 min., para extraer el aire retenido en el suelo.
- A los 5min., se coloco el tapón al matraz y se llevo a un mesón a reposar a temperatura ambiente, donde posteriormente se agrego agua hasta el menisco del matraz para ser pesado y luego tomar la temperatura.

- Una vez obtenido todo los datos se procedió a calcular la Gravedad Especifica por medio de la formula:

$$G = \frac{M2 - M1}{(M4 - M1) - (M3 - M2)} \quad \text{Ec. 8}$$

G= gravedad especifica.

M1= masa del matraz en gr.

M2= masa del matraz + suelo en gr.

M3= masa del matraz + suelo+ agua en gr.

M4= masa del matraz + agua en gr.

- Obtenido estos datos se procedió a calcular la Gravedad Especifica Corregida a través de la siguiente fórmula:

$$G(\text{corregida}) = G \times \frac{\text{densidad relativa del agua a temperatura ambiente}}{\text{densidad relativa del agua @ 22}^\circ\text{C}} \quad \text{Ec. 9}$$

Nota: este procedimiento ya mencionado se utilizo para cada repetición por calicata.

## **MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO CON KEROSENE**

- Balanza electrónica.
- Matraz (100ml).
- Cucharilla.
- Papel.
- Mortero de porcelana.
- kerosene.
- Suelo.
- Marcador.
- Picetas (1000ml).

- Embudo.
- Beaker (1000ml).
- Gotero.

### Descripción del método con kerosene

- El ensayo de gravedad específica por medio del método del kerosén consistió en pesar 20 gr. de la muestra de suelo por cada repetición por calicata con 3 repeticiones.
- Se peso cada matraz para obtener su peso vacío.
- Una vez pesado el matraz se procedió a agregar kerosén a cada matraz para luego ser pasado y así obtener peso del matraz más kerosén.
- Determinado el peso de matraz mas kerosén se procedió a vaciar cada matraz en un beaker, luego se seco cada matraz y se agrego los 20gr de suelo y aquí se obtuvo peso de matraz mas suelo.
- Ya obtenido el peso de matraz mas suelo se agrego al kerosén hasta el menisco del matraz para luego ser pesado.(Figura 9).

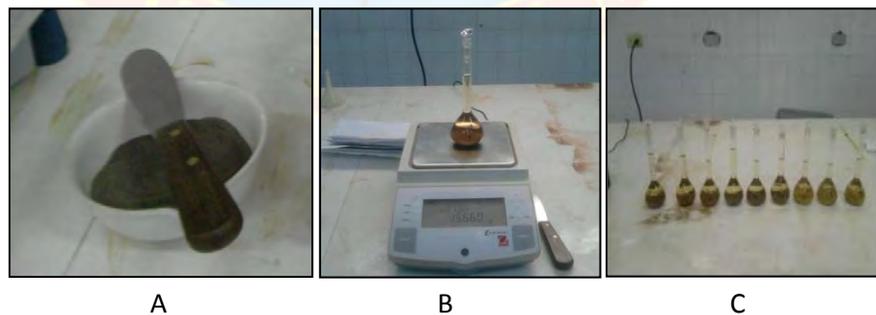


Figura 9. Muestra los pasos para la determinación de la gravedad específica con el método de kerosene. (la figura A señala la muestra del suelo, la figura B indica el proceso de pesado del suelo con el picnómetro y el kerosene y la figura C muestra todas las repeticiones hechas por cada calicata).

- Una vez obtenido todo los datos se procedió a calcular la Gravedad Especifica por medio de la formula:

$$G = \frac{M2 - M1}{(M4 - M1) - (M3 - M2)} \text{ Ec. 10}$$

G= gravedad especifica.

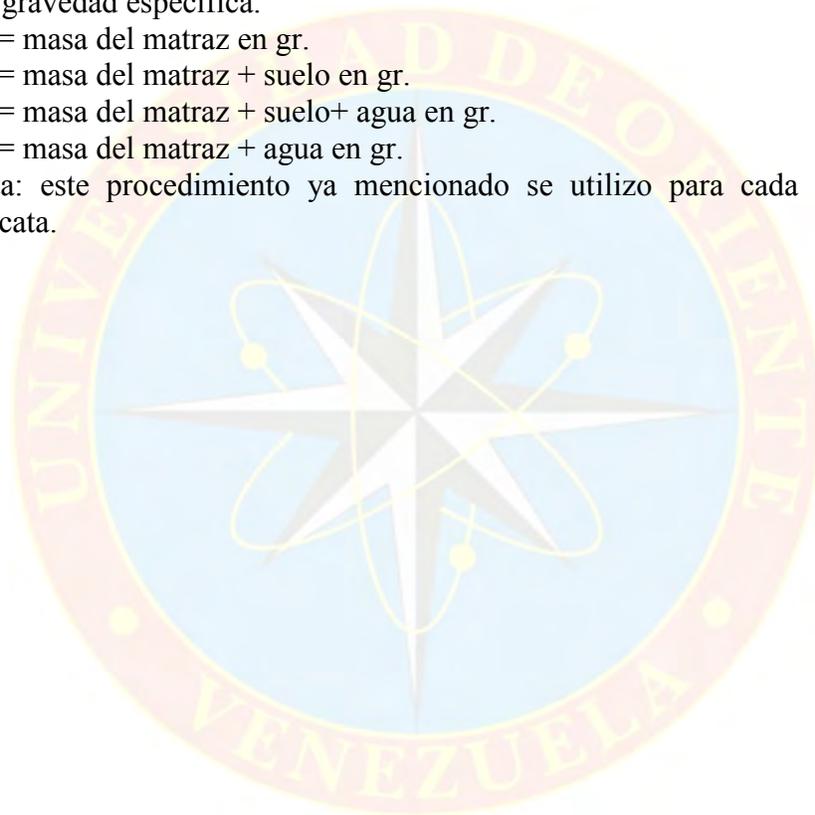
M1= masa del matraz en gr.

M2= masa del matraz + suelo en gr.

M3= masa del matraz + suelo+ agua en gr.

M4= masa del matraz + agua en gr.

Nota: este procedimiento ya mencionado se utilizo para cada repetición por calicata.



## DISEÑO EXPERIMENTAL

### Calicatas con Profundidad de 300 a 450 mm.

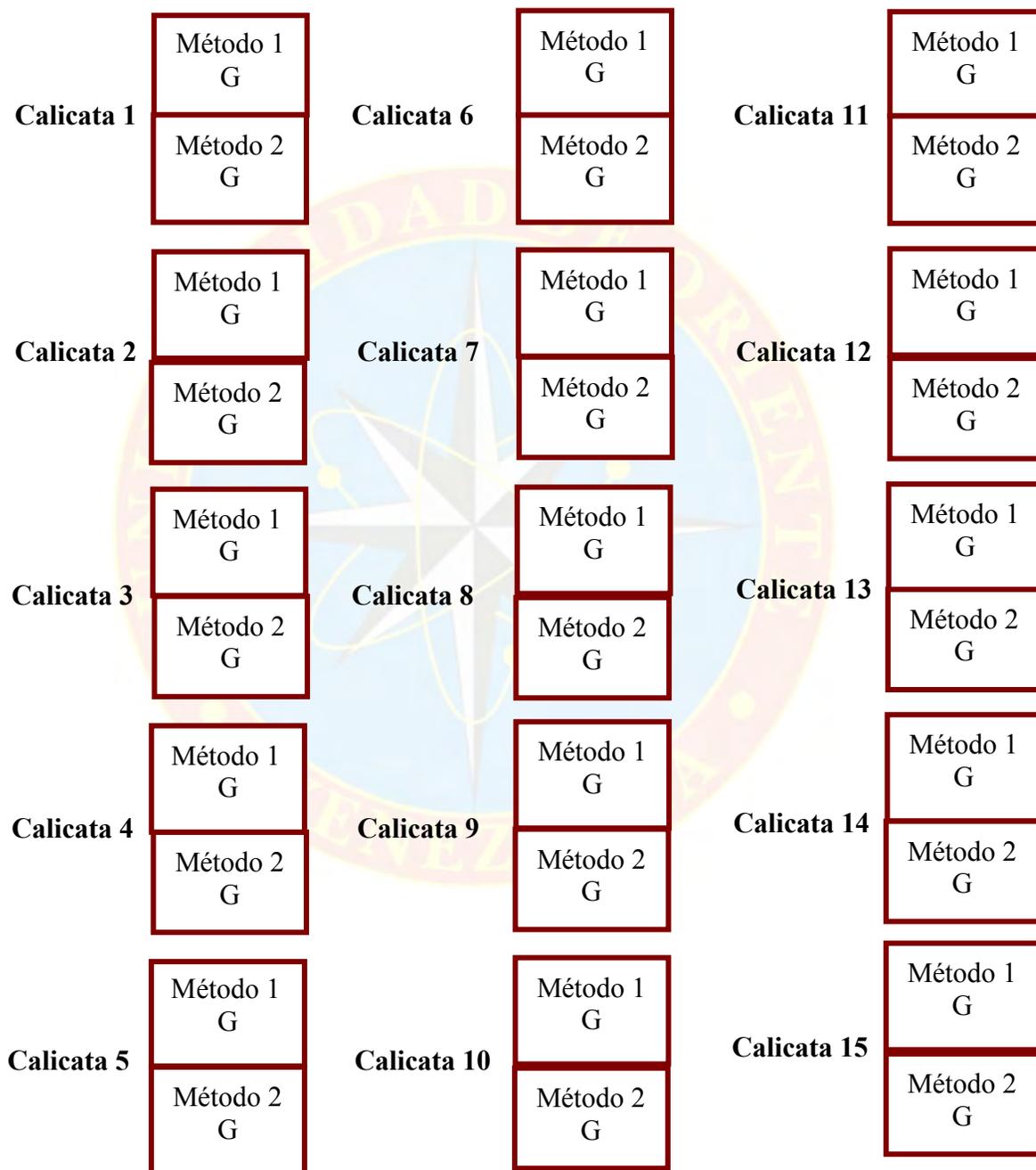
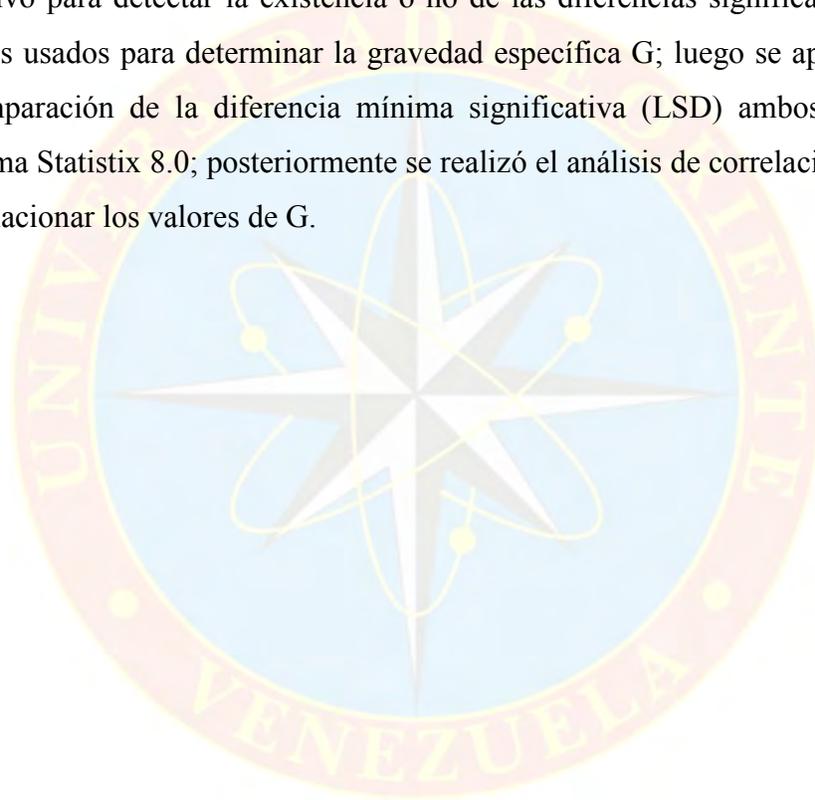


Figura 10. Arreglo Experimental de las Muestras Ensayadas.

Se tomaron diez (10) muestras por calicata, cinco con (5) con caída libre y cinco (5) con caída forzada, para cada profundidad. Los parámetros que se medieron para cada cilindro muestreador: la humedad gravimétrica ( $w$ ) y la densidad seca ( $\rho_s$ ) para las caída libre y forzada. Cada muestra compuesta por calicata se analizó con tres repeticiones por el método del agua y del kerosene para determinar la gravedad específica. Se usó el diseño de bloques al azar y se realizó el análisis de varianza respectivo para detectar la existencia o no de las diferencias significativas entre los métodos usados para determinar la gravedad específica  $G$ ; luego se aplicó la Prueba de comparación de la diferencia mínima significativa (LSD) ambos utilizando el Programa Statistix 8.0; posteriormente se realizó el análisis de correlación y regresión para relacionar los valores de  $G$ .



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA EN ESTUDIO

Se realizaron los análisis físicos químicos en Eudoca con la finalidad de obtener los resultados a los agregados texturales del suelo en estudio; dichos resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4: Análisis físico-químico en porcentaje, obtenidos del muestreo del suelo estudiado.

Tamaño de Partículas	Porcentaje
Arena	69,8
Arcilla	20,2
Limo	10,0

Fuente. Labsea, Eudoca, 2010.

Se observó en el suelo en estudio que prevalece un contenido de arena de 69,8%; seguido por una proporción de arcilla de 20,2% y un contenido de Limo de un 10,0%, lo que lo clasifica a este suelo de textura Franco Areno-arcilloso (FAa), el porcentaje de materia orgánica fue de 1,06; como se observa en el Cuadro 4.

Smith (1990), encontró que los suelos de sabana del Estado Monagas son mayormente arenosos en superficie con un 76,5% de arena (60-90% de cuarzo, inclusiones de mineral de Fe, con presencia de esmectita y feldespatos), 10,1% de limo (100% de cuarzo), 13,04% de arcilla caoliníticas (10-20% de cuarzo y 5% de pirrofilita) y pobres en materia orgánica 1,06% de (MO). Lo que no hace buena contribución al desarrollo de las plantas.

Ydrogo, (2006), en su análisis físico y granulométrico de un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín observó la predominancia de la arena con un 64,63% del

total de la muestra y en menor proporción el limo y la arcilla, con un bajo % de M.O 0,45%.

Ahora según Subero, (2008), en su análisis también realizado en un suelo ultisol ubicado en Jusepín demostró que predominó un contenido de arena de 60,15% y en menor proporción un contenido de limo de 29,65% y un contenido de partículas de caolinita de un 10,2 % donde lo clasifica como un suelo de textura Franco Arenosa (Fa), y un porcentaje de M.O. de 0,45%.

### **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD CON LOS GOLPES POR CAÍDAS FORZADAS Y LIBRE**

Se construyeron gráficos referentes a los golpes por caídas forzadas y libres en función del porcentaje de humedad con la finalidad de observar si existen diferencias, variaciones en el comportamiento de las mismas; estas variables se fijaron para cada calicata.

En la Figura 11 se observa la disminución del porcentaje de humedad entre las dos primeras calicatas en comparación con el resto de las mismas; siendo inferiores, esto se debe al poco contenido de humedad que había en el suelo para el momento de la visita; Vale la pena mencionar que en las dos primeras calicatas se observó presencia de piedras (de 2 a 6 cm de diámetro) a una profundidad de 45cm; este hecho aunado al bajo porcentaje de humedad en las dos primeras calicatas contribuyó en el incremento de los golpes.

En las restantes calicatas se observa que fue aumentando el porcentaje de humedad con los días a medida que se fueron aperturando las mismas, ya que se presentaron lluvias que humedecieron el suelo y se observa que la variable humedad con un promedio de (9,47 %), pasó a una posición donde siempre fue superior a los

golpes mostrado por la masa del Uhland en caídas forzadas con un promedio de 5,36 para todas las calicatas.

Se pudo percibir que a mayor porcentaje de humedad del suelo disminuyen los golpes por caídas forzadas (menor presión y golpeteo) permitiendo una menor resistencia en el momento de la penetración de los cilindros en el suelo facilitando la penetración de los mismos y por ende la toma de la muestra.

Cova (1998), dice que pudo observar durante su prueba que a niveles de humedad baja, los especímenes presentaron alta resistencia a los esfuerzos aplicados, sin embargo, esta resistencia se fue modificando en forma decreciente a medida que los niveles de humedad aumentaron, también habla que si el suelo está saturado se dice que la humedad es continua o tiene continuidad pero si el agua ocupa parcialmente los poros la humedad es discontinua y forma cuñas de agua entre los granos adyacente y una película humedad alrededor de ella.

Por otro lado Ydrogo, (2006), señala que el incremento en el porcentaje de la humedad del suelo hasta cierto límite ayuda a la penetración de los cilindros en el suelo y por ende disminuye el grado de fricción y compactación que se puede ejercer al momento de introducirlo.

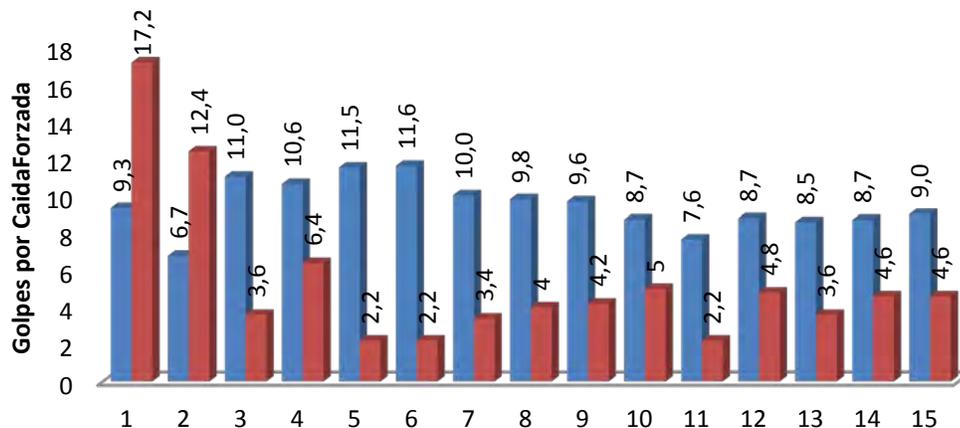


Figura 11. Comparación entre el porcentaje de Humedad (■) y el número de golpes a Caída Forzada (■) obtenidas por el método de muestreo del Uhland en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm.

En la Figura 12 se observa el efecto de la humedad sobre el número de golpes por caída libre, notándose que por caída libre se necesita un mayor número de golpes para introducir completamente el cilindro en el suelo; el promedio general de golpes por caída libre fue de 7,2 mientras que con las caídas forzadas se promedia a 5,4 golpes. Esto debido a que los golpes por caída forzada son más intensos o agudos y por ello introducen con mayor facilidad el cilindro.

Se observa que a mayor porcentaje de humedad del suelo disminuyen los golpes por caídas libre (menor presión y golpeteo); sin embargo se evidencia que para un mismo porcentaje de humedad los golpes por caída libre son mayores a los golpes por caída forzada con una diferencia de 1,8 golpes.

Zacillo, (2007), encontró en un trabajo semejante que a mayor porcentaje de humedad menor sería el número de golpes, ya que la humedad facilita la penetración de los cilindros en el suelo, es decir que la relación humedad del suelo y el número de golpes de la masa del Uhland en caída libre es inversamente proporcional.

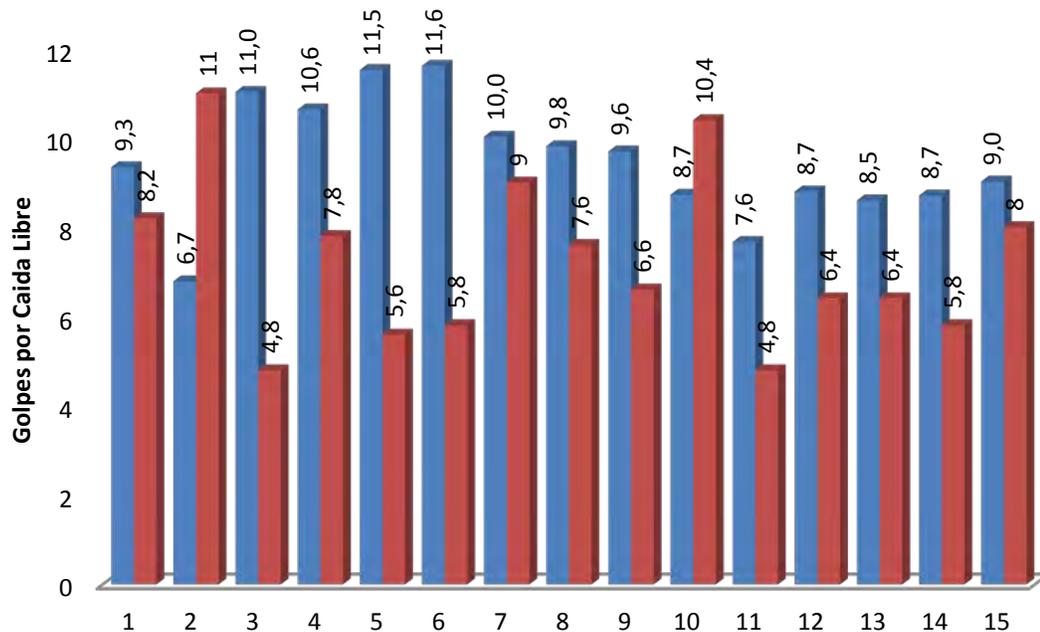


Figura 12: Comparación entre el porcentaje de Humedad (■) y el número de golpes a Caída Libre (■) obtenidas por el método de muestreo del Uhland en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm.

### ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD Y LA DENSIDAD APARENTE POR CAÍDAS FORZADAS Y LIBRE

Se realizó el gráfico referente al porcentaje e humedad por caídas forzadas y libres en función de la densidad aparente por caídas forzadas y libres; estas variables se fijaron para cada calicata.

En el Figura 13 que sigue a continuación podemos notar que el porcentaje de Densidad Aparente por caída libres y forzadas es menor que la humedad tanto por caídas libres y forzadas, oscilando entre 1,57 – 1,56 g/cm.<sup>3</sup> con un valor promedio de 1,56 g/cm.<sup>3</sup>. Esto a su vez nos dice que a medida que aumenta la humedad disminuye la densidad aparente ya que la misma es inversamente proporcional al contenido de humedad.

Se observo que el contenido de humedad afecta significativamente la densidad aparente seca en el momento del muestreo, así por ejemplo, a mayor contenido de humedad las partículas del suelo estarán en expansión y por ende el peso de la muestra será menor, mientras que en el mismo suelo si muestreamos a menor contenido de humedad el peso de la muestra será mayor que la anterior por que el suelo se encuentra comprimido y como consecuencia las partículas de suelo estarán más unidas.

A pesar de la diferencia obtenida entre los dos métodos utilizados para evaluar la densidad aparente, esta fue relativamente pequeña, lo que influye de manera positiva en el crecimiento de las plantas. La densidad aparente es un factor que influye en el crecimiento de plantas, si el suelo tiene una alta densidad aparente (compactación) la semilla estará restringida y el crecimiento de las raíces afectará el crecimiento total de la planta y por ende el rendimiento.

Lichter y Costello (1994), Mediante la densidad aparente se pudo demostrar dicha diferencia entre los 2 métodos utilizados. Donde la máxima densidad aparente en caídas libre fue de  $1,66 \text{ g/cm}^3$  mientras que la mínima fue de  $1,40 \text{ g/cm}^3$ ; con una diferencia de  $0,26 \text{ g/cm}^3$ . Y en cuanto a las caídas forzadas la máxima fue de  $1,69 \text{ g/cm}^3$  y la mínima fue de  $1,41 \text{ g/cm}^3$ . Obteniendo una diferencia de  $0,28 \text{ g/cm}^3$ .

Rodríguez, (1998), indica en su trabajo realizado en un suelo de sabana del Estado Monagas que el comportamiento de la densidad seca y la humedad, puede deberse a la textura, a la materia orgánica y a las malezas, presente en ese suelo, ya que ese suelo por ser franco arenoso presenta una arena tipo fina, y también observo que la cantidad de agua presente en ese suelo en el momento del muestreo, fue baja para la profundidad de 0 – 150 mm. Debido a la absorción del agua por parte de las raíces de las malezas presentes, también presento una baja densidad seca por el efecto desmenuzante del suelo por parte de las raíces, la mayor densidad seca y el mayor

contenido de humedad se presento en la segunda profundidad de muestreo 150-300mm. Debido a que esa profundidad, la materia orgánica se presenta de forma elevada, aglutinando el suelo para formar agregados, y por lo tanto retener mas agua, ya que el efecto de la materia orgánica es mas notable en los suelo que contienen pequeñas cantidades de arcillas, ese suelo en la medida en que presenta mayor cantidad de agua al secarse se compacta mas por lo tanto la densidad seca aumenta, presentándose una disminución de la humedad y la densidad seca, a medida que se va profundizando en el perfil.

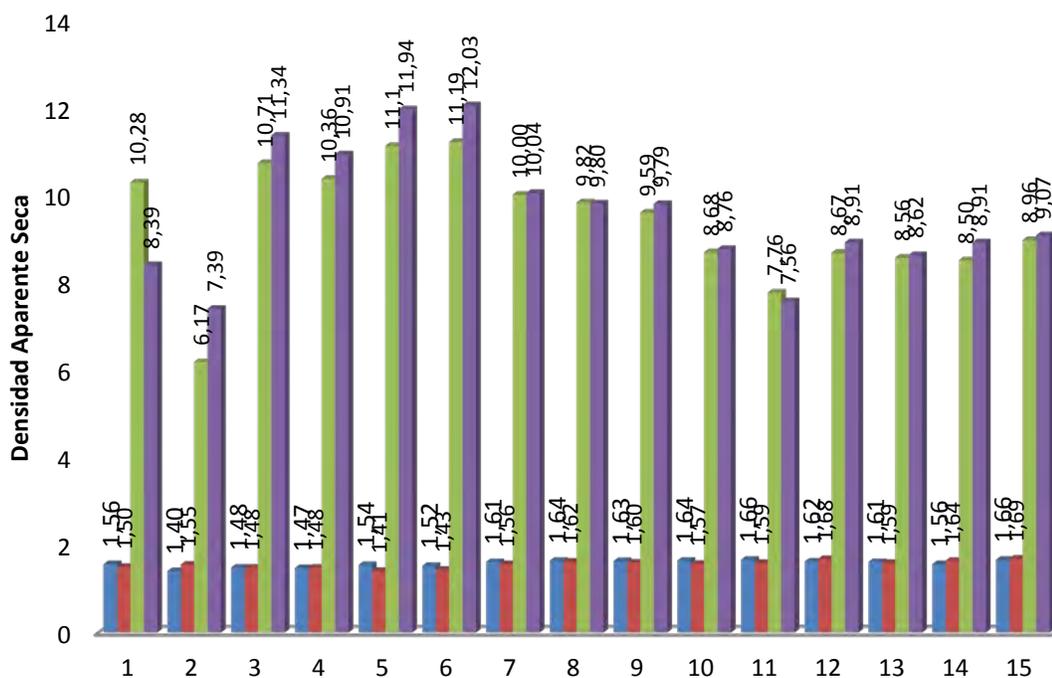


Figura 13: Comparación entre el porcentaje de Densidad Aparente por golpes tantos por caída libre (■) como forzada (■) y la Humedad tanto por golpes de caída libre (■) como forzada (■) obtenida en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm.

## ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA POROSIDAD POR LOS MÉTODOS DEL AGUA Y EL KEROSENE

En la Figura 14 se observan los valores de porosidad obtenidos con los dos métodos utilizados, en donde se evidencia que los mayores valores de porosidad se obtienen con el método del kerosene ya que por ser un líquido no polar moja mejor el suelo y tiene mayor movilidad lo que influye en que los niveles de porosidad sean mayores a los estudiados con el agua. El agua por ser líquido polar puede presentar problemas al momento de su movilidad en el suelo. El porcentaje promedio de porosidad para todas las calicatas por el método del agua fue de 38,45% y por el método del kerosene fu del 44,10%. En las primeras seis calicatas se observan los mayores valores de porosidad por ambos métodos; a partir de allí la porosidad empieza a decrecer esto se debe principalmente al porcentaje de humedad, siendo mayor en las primeras calicatas y al pasar los días fue disminuyendo.

También se noto que la porosidad aumenta a medida que disminuye la densidad aparente y la misma es inversamente proporcional al contenido de humedad; por lo tanto a mayor humedad en el suelo mayor será el volumen poroso ocupado por los fluidos y por ende aumentara la porosidad.

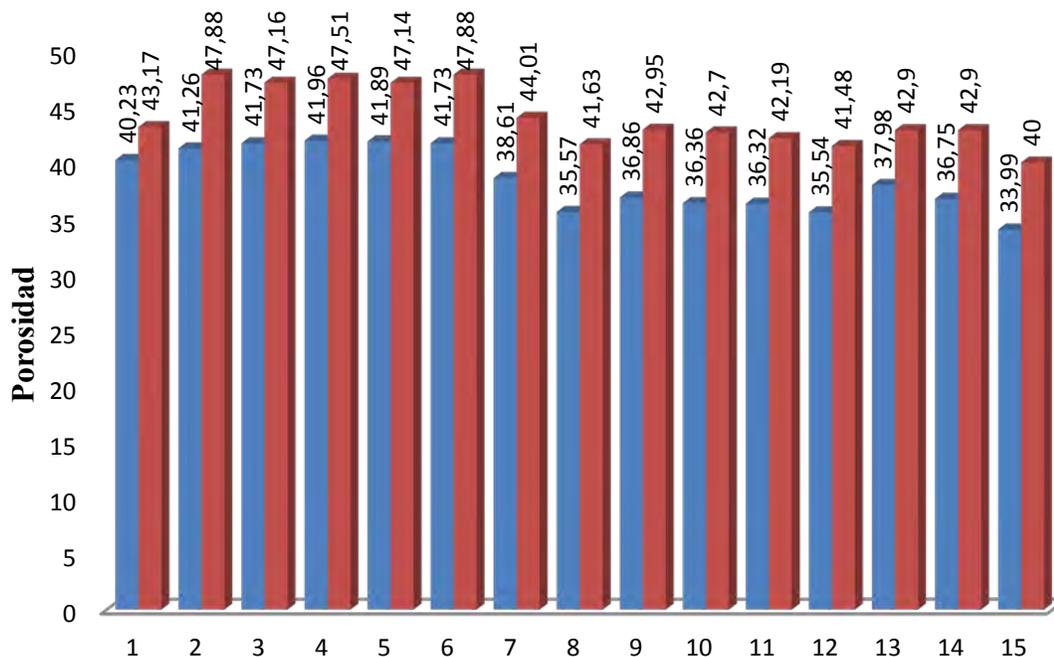


Figura 14. Comparación entre la Porosidad (Método del Agua) (■) y la porosidad (Método del Kerosene) (■), obtenido en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm.

## ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA POR LOS MÉTODOS DEL AGUA Y EL KEROSENE

En la Figura 15 presentada a continuación se demuestra el comportamiento de la gravedad específica obtenida por el método del agua y el método del kerosene donde, el método del kerosene con promedio de 2,81 arrojó resultados mayores a los del método del agua con promedio de 2,54. Muchos autores señalan que la gravedad específica promedio señalado o reportado por las literaturas es de 2,65 los que nos indica que por los resultados obtenidos en este trabajo los que más se acercan y asemejan a los recomendados corresponden a los obtenidos por el método del agua; dichos resultados los podemos observar en el cuadro 5 donde se aplicó un análisis de varianza para estos 2 métodos.

Son pocos los estudios que se han realizado para el cálculo de gravedad específica utilizando el kerosene; sin embargo algunos autores señalan que puede ser empleado en lugar del agua destilada por poseer mejor capacidad de mojabilidad del suelo; es importante la realización de trabajos posteriores sobre el tema en estudio que permitan corroborar los resultados obtenidos.

(Khan, L), en estudios realizados en la Universidad de Orientales sobre Gravedad Especifica (Método del Kerosene) obtuvo resultados que oscilaron entre los 2,57 y 2,61.

Por su parte (Ruhlman et al, 2004) en sus estudios realizados con el Método del Agua, comenta que la Gravedad Especifica representa una de las propiedades físicas del suelo y depende tanto de los minerales que conforman el suelo como de la composición de la materia orgánica del mismo. Por lo tanto, varía para los diferentes suelos, por ejemplo, dentro del grupo de los suelos minerales, oscila entre 2.4 a 2.9. Expresa que la materia orgánica del suelo tiene dos grandes influencias en la gravedad específica: (1) a través de un efecto de masa (expresada como proporción de la mezcla entre minerales del suelo y los componentes orgánicos), y (2) a través de un efecto de la calidad (expresada en cambios calculados en la gravedad específica de componentes orgánicos del suelo). A mayor contenido de materia orgánica del suelo (0-100%), la gravedad específica de los componentes orgánicos del suelo aumenta cerca de 1,10 a 1,50. Además, demostró que la matriz mineral del suelo afecta a la gravedad específica sobre todo a través de variaciones en el tipo de minerales.

(Smettem, 2001). En la mayoría de los suelos la gravedad específica media de las partículas, se encuentra en el rango de 2.6 a 2.7. Este estrecho margen refleja el predominio de los minerales cuarzo y arcilla en la matriz del suelo. Una gravedad específica promedio de 2,65 (la gravedad específica del cuarzo) a menudo se aplica a los suelos compuestos principalmente de materiales de silicato. Las excepciones

pueden producirse si el suelo es rico en materia orgánica, lo que reduce la gravedad específica de las partículas del suelo. Humus, por ejemplo, tiene una gravedad específica que es generalmente inferior al 1,5. Por el contrario, los suelos que son ricos en hierro pueden tener una alta gravedad específica de las partículas. Los minerales ferromagnesianos, por ejemplo, tienen gravedades específicas que van de 2,9 a 3,5. La gravedad específica de los óxidos de hierro y otros minerales pesados pueden ser superiores a 4.

En otros estudios realizado por (Venkatramaiah, 2006), señala que se puede calcular la Gravedad Específica por el método del kerosene y que puede ser usado en lugar del agua destilada; el kerosene tiene la mejor capacidad humectante, que puede ser necesaria si la muestra de suelo es de arcilla. En el caso de arcilla, la aireación se debe hacer con mucho más cuidado al colocar el picnómetro en un desecador de vacío durante 24 horas aproximadamente.

(Folsom, 2004). El kerosene es un mejor agente humectante que el agua para la mayor parte de suelos y puede ser usado para calcular la gravedad específica en el lugar del agua destilada para muestras secadas por horno.

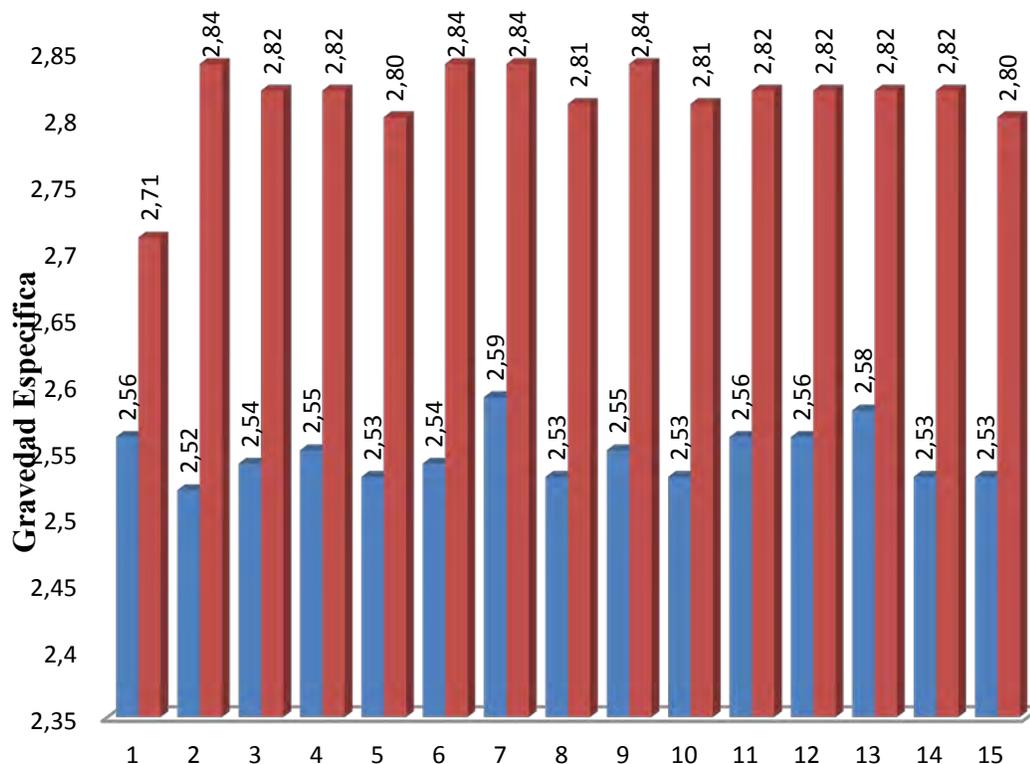


Figura 15. Comparación entre la Gravedad Especifica (Método del Agua) (■) y la gravedad específica (Método del Kerosene) (■), obtenido en un suelo ultisol de sabana ubicado en Jusepín, estado Monagas a una profundidad de 300 a 450 mm.

## ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS MÉTODOS DEL AGUA Y KEROSENE

En el Cuadro 5 se manifiesta que a estos métodos se le aplicó una prueba de igualdad para variancia, donde se demuestra que ambos métodos tienen el mismo nivel de variación, lo que describe que los métodos tienen igualdad de precisión a la hora de medir la Gravedad Especifica desde el punto de vista estadístico. (F mayor 0,0

Cuadro 5. Prueba de Igualdad para Variancias de los Métodos en estudios (Agua-Kerosene).

### Estadística descriptiva para el Método del Agua

<b>Varianza</b>	4,10E-04
<b>C.V</b>	0,7946
<b>Media</b>	2,5467

### Estadística descriptiva para el Método del Kerosene

<b>Varianza</b>	1,01E-03
<b>C.V</b>	1,1302
<b>Media</b>	2,814

### Prueba de igualdad para varianzas

<b>F</b>	2,47
<b>DF</b>	14,14
<b>P</b>	0,051

En el Cuadro 6 se observa el análisis de varianza para los dos métodos utilizados, donde se muestra que existen diferencias significativas entre los resultados

debido a los métodos evaluados; se obtuvo un coeficiente de variación para el error calicata \* método de 1,69 % y para el error calicata\*método\*muestra un coeficiente de 2,30%.

Cuadro 6. Análisis de varianza para dos métodos de determinación de la gravedad específica de un suelo Ultisol de la sabana de Jusepín en el estado Monagas.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	p	Significancia
CALICATA	14	0.04263	0.00304	1.48	0.2381	ns
METODO	1	1.61604	1.61604	783.04	0.0000	*
Error CALICATA*METODO	14	0.02889	0.00206			
ErrorCALICATA*METODO*MUESTRA	60	0.22780	0.00380			
Variación Total	89	1.91536				

Media general: 2.6827

CV (Calicata\*método): 1,69 %

CV (Calicata\*método\*muestra): 2.30 %

\* Significativo ( $F < p$ ); ns: No significativo ( $F > p$ ); Nivel de significancia: 0,05.

En el Cuadro 7, mostrado a continuación se puede observar que existen diferencias entre los 2 métodos estudiados; en donde el kerosene arrojó resultados superiores comparados con el agua, esto debido a que ambos líquidos utilizados en la determinación de la Gravedad Específica son distintos. El agua por su parte es polar y en su uso como medio de desplazamiento puede presentar algunos problemas especialmente con suelos arcillosos debido a la atracción entre las partículas de arcillas y las moléculas de agua mientras que con el kerosene que es una sustancia no polar no permite que las partículas de arcillas se atraigan con las moléculas de kerosene permitiendo así una mejor movilidad del mismo en el suelo. WARREN, (1975).

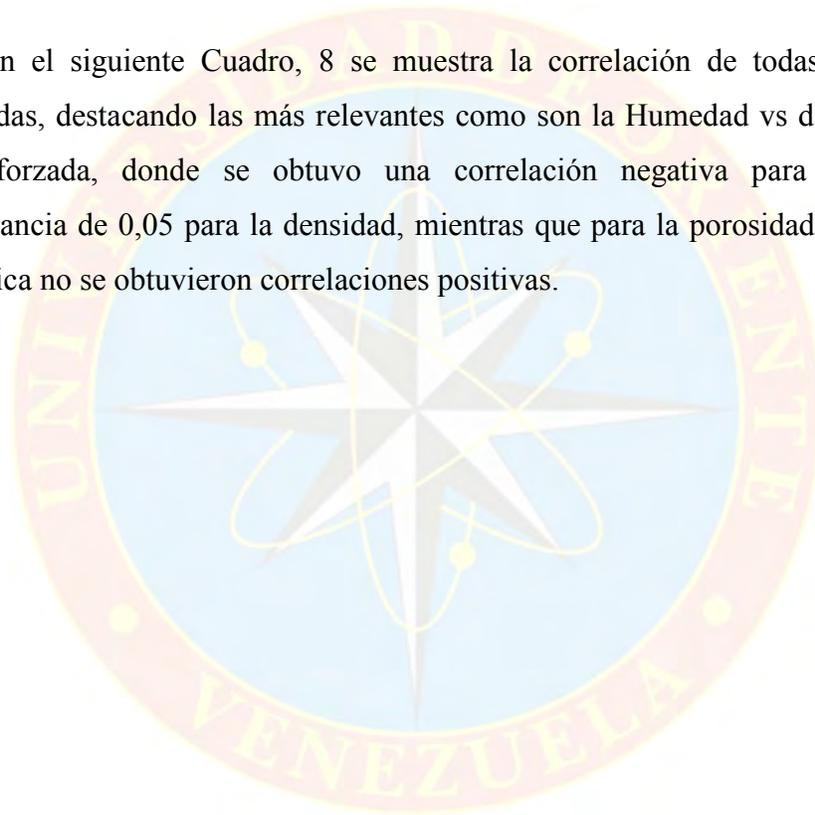
Cuadro 7. Prueba de comparación de la diferencia mínima significativa (LSD) para los métodos de determinación de la gravedad específica del suelo.

<b>METODO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>GRUPO</b>
Kerosene	2,8167	A
Agua	2,5487	B

Nivel de significancia de 0,05. Error estándar de comparación: 9.577E-03. Valor crítico de T: 2,145 y valor crítico de comparación: 0,0205.

Letras iguales indican promedios estadísticamente similares y letras diferentes promedios estadísticamente diferente.

En el siguiente Cuadro, 8 se muestra la correlación de todas las variables estudiadas, destacando las más relevantes como son la Humedad vs densidad seca a caída forzada, donde se obtuvo una correlación negativa para un nivel de significancia de 0,05 para la densidad, mientras que para la porosidad y la gravedad específica no se obtuvieron correlaciones positivas.



Cuadro 8. Cuadro de correlaciones para la determinación de las diferencias entre los métodos de la gravedad específica del suelo.

**Correlaciones**

	Humedad	Cai_Forz	Cai_Lib	PS_Lib	PS_Forz	Hum_Lib	Hum_For	Poros_Agua	Poros_Kero	Gagua	Gkero	
Humedad	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 0,187 15	-0,360 0,129 15	-0,410 0,129 15	-0,149 0,595 15	-0,634* 0,011 15	0,967** 0,000 15	0,971** 0,000 15	0,477 0,072 15	0,431 0,109 15	0,012 0,967 15	-0,016 0,956 15
Cai_Forz	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-0,360 0,187 15	1 0,038 15	0,539* 0,038 15	-0,383 0,159 15	-0,071 0,802 15	-0,234 0,402 15	-0,456 0,087 15	0,236 0,398 15	0,073 0,795 15	-0,072 0,798 15	-0,652** 0,008 15
Cai_Lib	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-0,410 0,129 15	0,539* 0,038 15	1 0,609 15	-0,144 0,609 15	0,134 0,634 15	-0,397 0,143 15	-0,397 0,142 15	-0,046 0,871 15	-0,013 0,963 15	-0,145 0,607 15	-0,068 0,811 15
PS_Lib	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-0,149 0,595 15	-0,383 0,159 15	-0,144 0,609 15	1 0,016 15	0,610* 0,913 15	-0,031 0,913 15	-0,253 0,364 15	-0,850** 0,000 15	-0,885** 0,000 15	0,314 0,254 15	-0,103 0,714 15
PS_Forz	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-0,634* 0,011 15	-0,071 0,802 15	0,134 0,634 15	0,610* 0,016 15	1 0,016 15	-0,591* 0,020 15	-0,637* 0,011 15	-0,916** 0,000 15	-0,851** 0,000 15	0,065 0,817 15	0,112 0,690 15
Hum_Lib	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0,967** 0,000 15	-0,234 0,402 15	-0,397 0,143 15	-0,031 0,913 15	-0,591* 0,020 15	1 0,000 15	0,879** 0,000 15	0,406 0,133 15	0,292 0,291 15	0,120 0,669 15	-0,224 0,422 15
Hum_For	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0,971** 0,000 15	-0,456 0,087 15	-0,397 0,142 15	-0,253 0,364 15	-0,637* 0,011 15	0,879** 0,000 15	1 0,000 15	0,516* 0,049 15	0,536* 0,039 15	-0,092 0,744 15	0,180 0,520 15
Poros_Agua	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0,477 0,072 15	0,236 0,398 15	-0,046 0,871 15	-0,850** 0,000 15	-0,916** 0,000 15	0,406 0,133 15	0,516* 0,049 15	1 0,000 15	0,949** 0,000 15	-0,046 0,870 15	-0,026 0,926 15
Poros_Kero	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0,431 0,109 15	0,073 0,795 15	-0,013 0,963 15	-0,885** 0,000 15	-0,851** 0,000 15	0,292 0,291 15	0,536* 0,039 15	0,949** 0,000 15	1 0,467 15	-0,203 0,467 15	0,243 0,382 15
Gagua	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0,012 0,967 15	-0,072 0,798 15	-0,145 0,607 15	0,314 0,254 15	0,065 0,817 15	0,120 0,669 15	-0,092 0,744 15	-0,046 0,870 15	-0,203 0,467 15	1 0,937 15	-0,022 0,937 15
Gkero	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-0,016 0,956 15	-0,652** 0,008 15	-0,068 0,811 15	-0,103 0,714 15	0,112 0,690 15	-0,224 0,422 15	0,180 0,520 15	-0,026 0,926 15	0,243 0,382 15	-0,022 0,937 15	1 15

\*. La correlación es significativa al nivel 00,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa al nivel 00,01 (bilateral).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. A mayor porcentaje de humedad del suelo disminuyen los golpes por caídas libres y forzadas (menor presión y golpeteo) facilitando la penetración de los cilindros y por ende la toma de muestras.
2. Los golpes por caída libre son mayores a los golpes por caídas forzadas para un mismo porcentaje de humedad ya que se necesita un mayor golpeteo para la toma de muestra.
3. La porosidad aumenta a medida que disminuye la densidad aparente y la misma es inversamente proporcional al contenido de humedad.
4. El porcentaje promedio de porosidad para todas las calicatas por el método del agua fue de 38,45% y por el método del kerosene fue del 44,10%; siendo mayor la obtenida por el método del kerosene ya que este moja más fácilmente el suelo.
5. El método del Agua es el más apropiado para el suelo en estudio ya que los resultados obtenidos con este método son los que mas se acercan a los recomendados por las literaturas para un suelo FAa.

## RECOMENDACIONES

1. Podemos señalar que por ser el primer trabajo realizado sobre gravedad específica en la Universidad de Oriente se recomienda seguir investigando sobre el tema para irlo perfeccionando y desarrollando.
2. En los ensayos realizados sobre la gravedad específica tanto por el método del agua como por el método del kerosene es recomendable tener precisión a la hora de pesar ya que un mínimo error en la pesada modificaría completamente los resultados de la gravedad específica.
3. En los ensayos realizados por el método del agua al momento de liberar el aire contenido en el suelo se recomienda usar una bomba de vacío ya que es mucho más sencillo y menos peligroso, también se podría usar un calentador.
4. Se recomienda usar el método del Agua a la hora de determinar la Gravedad Específica por ser más fácil de utilizar y encontrar en las literaturas.
5. Tomar en cuenta que hay que eliminar el agua contenida en kerosene, mediante el calentamiento o por el método de decantación.
6. En los ensayos es recomendable secar bien los picnómetros a la hora de ser usados por que al estar húmedos podría modificar los resultados de la Gravedad Específica.

## BIBLIOGRAFÍA

- BEER, et. (1977) Gravedad Específica. Documento en línea disponible en: [icc.ucv.cl/geotecnia/03\\_docencia/02.../gravedad\\_especifica.pdf](http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02.../gravedad_especifica.pdf) (Consulta: 10-11-09).
- CEDEÑO, H; (2008), Comparación de dos Métodos para la Comparación de la Densidad Seca de tres Suelos Agrícolas del Estado Monagas. Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela.
- COVA, A. 1998. El Esfuerzo Cortante y su Interrelación con la Humedad de un Suelo Ultisol Franco Arenoso. Trabajo de Grado para optar al Título de Ing. Agrónomo, Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela: 41p. Multigrafiado.
- DE BOODT, M. Soil Physics. Gante, Bélgica, International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists. 1965.
- DE LEENBEER, L. Considerations Critiques Sur la Valeur des Resultats de la Determination de la Porosité Totale et de la Distribución des Pore du sol. Pedologien. 17:2. 1967.
- FALL, Á. 2007. Gravedad Específica. Documento en línea disponible en: <http://ingenieracivil.blogspot.com/2007/05/gravedad-especifica.html>. (Consulta: 01-12-09).
- FISICANET, 2000 Física Termoestática. Documento en línea disponible en: [http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termoestatica/lb01\\_densidad.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termoestatica/lb01_densidad.php) (consulta: 09-12-09).
- FUENTE, L; 2001. El suelo. documento en línea disponible en: (<http://www.monografias.com/trabajos6/elsu/elsu.shtml>).(consulta: 09-12-09).
- GONZÁLEZ, J; Densidad Relativa = Specific Gravity. Documento en línea disponible en: (<http://www.tiemporeal.es/archivos/DensidadRelativa.pdf>). Consultado el (5-07-10).

- HOSSNE G., A. 2004. Evaluación Terramecánica del Crecimiento Radical en un Suelo Ultisol de Sabana del Estado Monagas. Departamento de Ingeniería Agrícola. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente. Maturín, Monagas, Venezuela. Revista UDO Agrícola. Vol. 4. 42-52 p.
- HOSSNE, A 2007, La Densidad Aparente y sus Implicaciones Agrícolas en el Proceso de Expansión / Contracción del Suelo. Terralatioamericana 26: 195-202.
- HOSSNE, A. 2008, Índice de Friabilidad de un Suelo Franco Arenoso de Sabana del Estado Monagas, Venezuela, UDO Agrícola. 8 (1): 107-117.
- HOSSNE, A; CHRISTOPHER, J; SANTAELLA, E; MALAVER, J Evaluación de las Resistencias Terramecánicas a Tres Precisiones Laterales de Cámara de un Suelo Ultisol de Sabana del Estado Monagas, Venezuela UDO Agrícola 2 (11): 73-78.
- <http://www.walcoagro.com/exposiciones/propiedades%20fisicas%20suelos%202.pdf>. Consultado el 15/08/2010.
- INFOAGRO, (2005); Análisis del Suelo Parte 1. documento en línea disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos/analisis\\_suelos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/analisis_suelos.htm). Consultado el 15/08/2010.
- LAMBE, T. y WHITMAN, R. V. 1979. Soil Mechanics, SI Version. John Wiley. 553 p.
- LICHTER, J. M. and L. R. Costello. (1994); An evaluation of volume excavation and core sampling techniques for measuring soil bulk density. Journal of Arboriculture 20(3): 160-164.
- NARRO, E. (1994) Física de Suelos, con Enfoque Agrícola. 1era Edición: Trillas – México.
- PAREDES, G. y CARVAJAL, R. 1999. Efecto del Esfuerzo Cortante y su Interrelación con la Humedad de un Suelo Ultisol Franco Arenoso. Trabajo de Grado para optar al Título de Ing. Agrónomo, Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela: 231p. Multigrafiado.

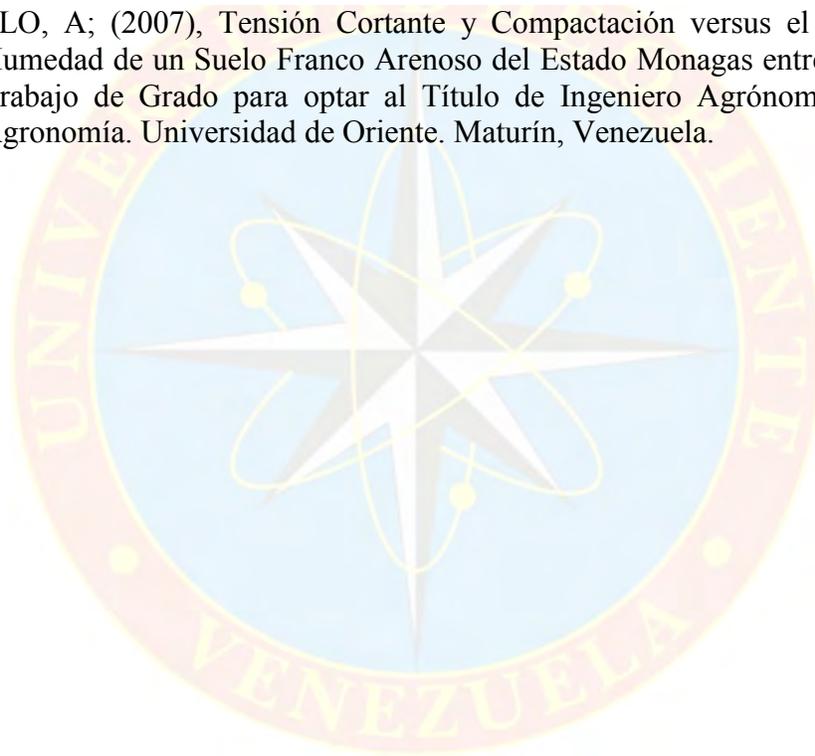
- PERKINS ET AL, (2000). Humedad y gravedad específica con partículas de suelo. Documento disponible en: [www.jstor.org/stable/3625400](http://www.jstor.org/stable/3625400). Consultado el 21-10-2010.
- PINO, F. s/f. Curso de Química de Suelos. Maturín, Venezuela Universidad de Oriente- Núcleo de Monagas. Escuela de Ingeniería Agronómica.
- PORTA, J., López, M., y Roquero, C. 1999. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.
- RIVAS, B; (2006), Los Suelos. documento en línea disponible en: (<http://www.monografias.com/trabajos33/suelos/suelos.shtml>).
- RODRÍGUEZ, L; (1998), La Densidad y la Humedad a Diferentes Profundidades de un Suelo de Sabana del Estado Monagas, en Condiciones Impertubadas. Trabajo de Grado para optar al Título de Ing. Agrónomo, Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela.
- RUCKS, L; García, F; Kaplan, A; Ponce de León, J; Hill, M; 2004. Propiedades Físicas del Suelo. Departamento de Suelos y Aguas. Universidad de la República. Montevideo-Uruguay.
- RUHLMAN, J. KÖRSCHENS, M. GRAEFE J. (2006); Un Nuevo enfoque para calcular la Gravedad Específica de los suelos. documento en línea disponible en: <https://www.soils.org/publications/sssaj/articles/72/6/1501>
- SMETTEM, K. (2004); Gravedad Específica. documento en línea disponible en: <http://www.tech-faq.com/specific-gravity.html>.
- SUBERO, F; (2008), Tensión Cortante y Compactación versus el contenido de humedad de un suelo franco arenoso del estado Monagas entre 300 y 600 mm. Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela.
- THOMPSON, L; TROEH, F (1988). Los Suelos y su Fertilidad. P. 75, 79, 82.

VENKATRAMAIAH, C. (2006); Geotechnical Engineering. P. 33.

WARREN, F. 1975. Física de suelo. Costa Rica. P. 34.

YDROGO, J; (2006), Contracción Lineal cada 12 Horas a Profundidad de 150 a 300 mm. de un Suelo Ultisol de Sabana. Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela.

ZACILLO, A; (2007), Tensión Cortante y Compactación versus el Contenido de Humedad de un Suelo Franco Arenoso del Estado Monagas entre 0 y 300 mm. Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela.



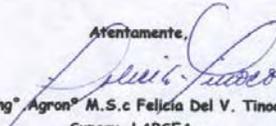
**APÉNDICE A (MUESTREO)**



Figura 16. Análisis Físico-Químico (Textura y Materia Orgánica), Obtenido del Suelo Estudiado, Realizado en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua de Eudoca.



EMPRESA:		TIPO DE ANALISIS: Fertilidad			
SOLICITANTE: Br. Luis González		FECHA DE INGRESO: 28/05/10			
ESTADO: Monagas		FECHA DE REPORTE: 03/06/10			
LOCALIDAD: UDO-Jusepin		N° DE REPORTE: 71/10			
MUNICIPIO: Maturín		CULTIVO:			
SECTOR: Potreros UDO		FINCA:			
		N° LAB.		120	
		IDENTIFICACIÓN		M-Unica	
		PROFUNDIDAD		30-45 cm	
Parámetros	Unidad	LIMITES ORANGOS MÁXIMO			
M.O	(%)	<1,5	1,5-3,0	>3,0	1,06
<b>Textura</b>					
Arena	(%)				69,8
Arcilla	(%)				20,2
Limo	(%)				10,0
CLASE					FAa

Atentamente,  
  
 Ing. Agrón. M.S.c Felicia Del V. Tinoco  
 Superv. LABSEA. -



empresa universitaria de desarrollo oriente, s.a.  
 RIF: J-08011534-3 NIT: 0016929802  
 Av. Alirio Ugarte Pelayo  
 Maturín - Edo. Monagas

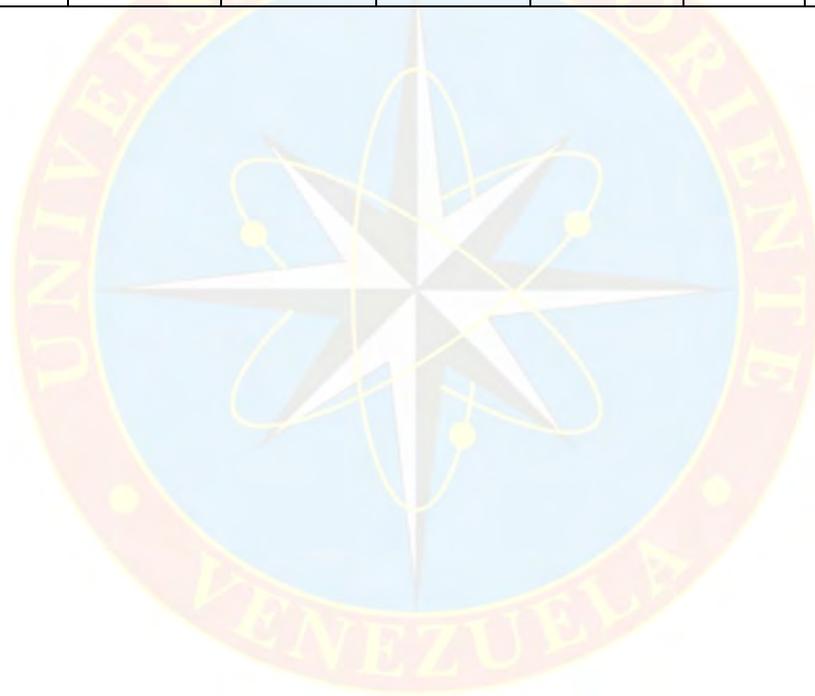
Av. Alirio Ugarte Pelayo (Cerca del Elevado de Boquerón) Telef: (0291)-6435950 Email Eudoca@cantv.net

Cuadro 1: Cuadro de Anotaciones del Muestreo de Suelo realizado con el Muestreador Uhland en la Finca de la UDO Ubicada en Jusepín a Profundidad de 300 a 450 mm.

	Caída libre					Caída forzada				
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	1-37,5-1	1-37,5-2	1-37,5-3	1-37,5-4	1-37,5-5	1-45-6	1-45-7	1-45-8	1-45-9	1-45-10
<b>N° golpes</b>	10	9	8	8	6	9	35	21	17	4
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	2-37,5-1	2-37,5-2	2-37,5-3	2-37,5-4	2-37,5-5	2-45-6	2-45-7	2-45-8	2-45-9	2-45-10
<b>N° golpes</b>	16	10	7	10	12	7	9	10	17	19
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	3-37,5-1	3-37,5-2	3-37,5-3	3-37,5-4	3-37,5-5	3-45-6	3-45-7	3-45-8	3-45-9	3-45-10
<b>N° golpes</b>	4	5	5	4	6	3	4	3	4	4
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	4-37,5-1	4-37,5-2	4-37,5-3	4-37,5-4	4-37,5-5	4-45-6	4-45-7	4-45-8	4-45-9	4-45-10
<b>N° golpes</b>	10	9	6	7	7	6	8	9	5	4
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	5-37,5-1	5-37,5-2	5-37,5-3	5-37,5-4	5-37,5-5	5-45-6	5-45-7	5-45-8	5-45-9	5-45-10
<b>N° golpes</b>	6	6	5	5	6	3	3	1	2	2
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	6-37,5-1	6-37,5-2	6-37,5-3	6-37,5-4	6-37,5-5	6-45-6	6-45-7	6-45-8	6-45-9	6-45-10
<b>N° golpes</b>	5	6	6	5	7	2	3	2	2	2
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	7-37,5-1	7-37,5-2	7-37,5-3	7-37,5-4	7-37,5-5	7-45-6	7-45-7	7-45-8	7-45-9	7-45-10
<b>N° golpes</b>	10	8	8	10	9	3	3	4	3	4
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	8-37,5-1	8-37,5-2	8-37,5-3	8-37,5-4	8-37,5-5	8-45-6	8-45-7	8-45-8	8-45-9	8-45-10
<b>N° golpes</b>	9	8	9	8	4	4	4	4	4	4
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	9-37,5-1	9-37,5-2	9-37,5-3	9-37,5-4	9-37,5-5	9-45-6	9-45-7	9-45-8	9-45-9	9-45-10
<b>N° golpes</b>	5	6	6	11	5	5	4	4	4	4
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	10-37,5-1	10-37,5-2	10-37,5-3	10-37,5-4	10-37,5-5	10-45-6	10-45-7	10-45-8	10-45-9	10-45-10
<b>N° golpes</b>	10	11	11	11	9	6	5	3	5	6
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	11-37,5-1	11-37,5-2	11-37,5-3	11-37,5-4	11-37,5-5	11-45-6	11-45-7	11-45-8	11-45-9	11-45-10
<b>N° golpes</b>	5	4	5	4	6	2	2	2	2	3
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	12-37,5-1	12-37,5-2	12-37,5-3	12-37,5-4	12-37,5-5	12-45-6	12-45-7	12-45-8	12-45-9	12-45-10

Continuación del Cuadro 1

<b>N° golpes</b>	6	9	6	7	4	5	5	5	5	4
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	13-37,5-1	13-37,5-2	13-37,5-3	13-37,5-4	13-37,5-5	13-45-6	13-45-7	13-45-8	13-45-9	13-45-10
<b>N° golpes</b>	6	9	5	5	7	3	4	3	5	3
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	14-37,5-1	14-37,5-2	14-37,5-3	14-37,5-4	14-37,5-5	14-45-6	14-45-7	14-45-8	14-45-9	14-45-10
<b>N° golpes</b>	6	6	3	7	7	5	5	3	5	5
<b>Calicata-profundidad-cilindro</b>	15-37,5-1	15-37,5-2	15-37,5-3	15-37,5-4	15-37,5-5	15-45-6	15-45-7	15-45-8	15-45-9	15-45-10
<b>N° golpes</b>	9	8	7	9	7	4	5	5	5	4



Cuadro 2: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 1 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	L <sub>p</sub> mm	D mm	D <sub>p</sub> mm	V <sub>T</sub> mm <sup>3</sup>	V <sub>t</sub> cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	M <sub>T</sub> g	M <sub>s</sub> g	M <sub>w</sub> g	w %	ρ <sub>s</sub> g/cm <sup>3</sup>
1-45-1	243,39	69,86	69,85	71,86	71,59	281.178,26	281,18	779,90	724,51	536,51	481,12	55,39	10,3241319	1,7111
		69,84		71,35										
		69,86		71,56										
1-45-2	234,01	69,18	69,37	71,82	72,01	282.506,12	282,51	757,99	704,89	523,98	470,88	53,10	10,1339746	1,6668
		69,40		71,78										
		69,54		72,42										
1-45-3	225,07	71,44	71,29	72,46	72,23	292.114,91	292,11	700,70	649,57	475,63	424,50	51,13	10,7499527	1,4532
		71,19		72,22										
		71,24		72,01										
1-45-4	225,99	70,77	70,91	72,15	72,52	292.854,98	292,85	698,67	649,51	472,68	423,52	49,16	10,4002708	1,4462
		71,04		72,24										
		70,91		73,16										
1-45-5	222,85	70,87	71,05	72,62	72,48	293.191,01	293,19	727,59	678,08	504,74	455,23	49,51	9,80901058	1,5527
		71,23		72,70										
		71,06		72,13										
1-45-6	246,02	70,23	70,25	71,83	71,32	280.633,10	280,63	690,35	659,36	444,33	413,34	30,99	6,97454595	1,4729
		70,34		72,12										
		70,19		70,00										
1-45-7	237,75	70,42	70,60	72,21	72,32	289.995,92	290,00	663,64	634,73	425,89	396,98	28,91	6,78813778	1,3689
		70,70		72,18										
		70,69		72,56										
1-45-8	245,10	70,00	70,10	71,90	71,97	285.188,20	285,19	728,03	678,19	482,93	433,09	49,84	10,3203363	1,5186
		70,07		72,05										
		70,24		71,96										
1-45-9	240,10	69,93	70,18	72,14	72,18	287.168,63	287,17	732,98	683,98	492,88	443,88	49,00	9,94156793	1,5457
		70,15		72,25										
		70,46		72,15										
1-45-10	242,17	70,17	70,23	71,85	71,96	285.637,01	285,64	745,72	705,57	503,55	463,40	40,15	7,97338894	1,6223
		70,31		71,91										
		70,20		72,13										

Cuadro 3: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 2 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C	Mc	L	LP	D	DP	VT	Vt	Mc + Mt	Mc + Ss	MT	Mss	Mw	w	ps
N°	g	mm	mm	mm	mm	mm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	g	g	g	g	g	%	g/cm <sup>3</sup>
2-45-1	244,37	69,93	69,98	72,07	71,96	284.580,99	284,58	701,10	668,98	456,73	424,61	32,12	7,03260132	1,4921
		69,91		72,04										
		70,10		71,76										
2-45-2	247,00	69,95	70,13	72,06	71,93	285.019,60	285,02	714,84	687,49	467,84	440,49	27,35	5,84601573	1,5455
		70,11		71,79										
		70,34		71,95										
2-45-3	245,11	70,22	70,49	71,92	72,01	287.093,63	287,09	628,31	607,26	383,20	362,15	21,05	5,49321503	1,2614
		70,50		72,16										
		70,76		71,95										
2-45-4	244,31	70,14	70,26	71,73	71,83	284.728,12	284,73	663,18	637,72	418,87	393,41	25,46	6,07825817	1,3817
		70,57		72,10										
		70,08		71,66										
2-45-5	241,96	70,11	70,07	71,99	72,01	285.409,54	285,41	651,59	625,30	409,63	383,34	26,29	6,41798696	1,3431
		69,96		72,01										
		70,15		72,04										
2-45-6	244,28	70,04	70,10	71,95	72,07	285.980,53	285,98	723,97	689,08	479,69	444,80	34,89	7,27344743	1,5554
		70,11		72,14										
		70,14		72,13										
2-45-7	244,49	70,17	70,11	71,99	71,96	285.122,51	285,12	720,01	683,56	475,52	439,07	36,45	7,66529273	1,5399
		70		72										
		70,15		71,89										
2-45-8	244,24	70,04	69,98	72,02	71,63	282.003,00	282,00	726,82	689,42	482,58	445,18	37,40	7,75001036	1,5786
		69,83		71,78										
		70,07		71,09										
2-45-9	240,76	69,98	70,12	71,97	71,96	285.163,18	285,16	726,77	692,15	486,01	451,39	34,62	7,12331022	1,5829
		70,06		72,10										
		70,31		71,81										
2-45-10	245,79	69,74	70,03	71,85	71,98	284.929,09	284,93	716,76	683,13	470,97	437,34	33,63	7,1405822	1,5349
		70,20		71,99										
		70,14		72,09										

Cuadro 4: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 3 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
3-45-1	243,69	69,96	70,06	72,07	71,97	285.051,88	285,05	717,61	663,40	473,92	419,71	54,21	11,4386394	1,4724
		69,91		72,07										
		70,32		71,78										
3-45-2	244,29	70,04	70,14	71,98	71,60	282.411,05	282,41	729,69	677,45	485,40	433,16	52,24	10,7622579	1,5338
		70,22		70,78										
		70,16		72,04										
3-45-3	244,32	69,94	70,02	71,82	71,90	284.308,89	284,31	718,35	669,11	474,03	424,79	49,24	10,3875282	1,4941
		70,01		71,92										
		70,12		71,96										
3-45-4	246,37	69,88	70,03	72,23	72,09	285.840,69	285,84	692,40	646,80	446,03	400,43	45,60	10,2235276	1,4009
		70,19		71,92										
		70,02		72,12										
3-45-5	244,17	69,93	69,94	71,94	72,13	285.763,81	285,76	738,66	685,33	494,49	441,16	53,33	10,784849	1,5438
		70,03		72,31										
		69,86		72,13										
3-45-6	244,81	69,94	70,05	72,12	72,33	287.815,57	287,82	697,90	646,24	453,09	401,43	51,66	11,4017083	1,3947
		70,36		72,31										
		69,84		72,56										
3-45-7	244,64	70,04	69,96	72,21	72,07	285.396,55	285,40	723,17	670,94	478,53	426,30	52,23	10,9146762	1,4937
		69,92		71,98										
		69,92		72,02										
3-45-8	246,56	69,99	69,90	71,94	71,85	283.387,25	283,39	722,65	669,78	476,09	423,22	52,87	11,1050432	1,4934
		69,87		71,90										
		69,84		71,70										
3-45-9	232,59	71,45	71,25	72,53	72,41	293.380,92	293,38	728,41	672,21	495,82	439,62	56,20	11,3347586	1,4985
		71,22		72,12										
		71,08		72,57										
3-45-10	240,60	70,16	69,97	71,99	71,08	277.662,53	277,66	724,34	666,38	483,74	425,78	57,96	11,981643	1,5334
		69,89		70,01										
		69,87		71,24										

Cuadro 5: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 4 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
4-45-1	243,39	69,86	69,85	71,86	71,59	281.178,26	281,18	720,92	671,97	477,53	428,58	48,95	10,2506649	1,5242
		69,84		71,35										
		69,86		71,56										
4-45-2	234,01	69,18	69,37	71,82	72,01	282.506,12	282,51	667,84	621,74	433,83	387,73	46,10	10,6262822	1,3725
		69,40		71,78										
		69,54		72,42										
4-45-3	225,07	71,44	71,29	72,46	72,23	292.114,91	292,11	698,03	648,44	472,96	423,37	49,59	10,4850304	1,4493
		71,19		72,22										
		71,24		72,01										
4-45-4	225,99	70,77	70,91	72,15	72,52	292.854,98	292,85	725,05	674,59	499,06	448,60	50,46	10,1110087	1,5318
		71,04		72,24										
		70,91		73,16										
4-45-5	222,85	70,87	71,05	72,62	72,48	293.191,01	293,19	713,02	662,28	490,17	439,43	50,74	10,3515107	1,4988
		71,23		72,70										
		71,06		72,13										
4-45-6	246,02	70,23	70,25	71,83	71,32	280.633,10	280,63	729,64	677,27	483,62	431,25	52,37	10,8287498	1,5367
		70,34		72,12										
		70,19		70,00										
4-45-7	237,75	70,42	70,60	72,21	72,32	289.995,92	290,00	716,38	664,09	478,63	426,34	52,29	10,9249316	1,4702
		70,70		72,18										
		70,69		72,56										
4-45-8	245,10	70,00	70,10	71,90	71,97	285.188,20	285,19	726,48	674,62	481,38	429,52	51,86	10,7731937	1,5061
		70,07		72,05										
		70,24		71,96										
4-45-9	240,10	69,93	70,18	72,14	72,18	287.168,63	287,17	698,45	647,11	458,35	407,01	51,34	11,2010472	1,4173
		70,15		72,25										
		70,46		72,15										
4-45-10	242,17	70,17	70,23	71,85	71,96	285.637,01	285,64	722,78	670,75	480,61	428,58	52,03	10,8258255	1,5004
		70,31		71,91										
		70,20		72,13										

Cuadro 6: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 5 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
5-45-1	244,37	69,93	69,98	72,07	71,96	284.580,99	284,58	724,80	673,89	480,43	429,52	50,91	10,5967571	1,5093
		69,91		72,04										
		70,10		71,76										
5-45-2	247,00	69,95	70,13	72,06	71,93	285.019,60	285,02	737,02	683,39	490,02	436,39	53,63	10,9444512	1,5311
		70,11		71,79										
		70,34		71,95										
5-45-3	245,11	70,22	70,49	71,92	72,01	287.093,63	287,09	738,12	681,53	493,01	436,42	56,59	11,478469	1,5201
		70,50		72,16										
		70,76		71,95										
5-45-4	244,31	70,14	70,26	71,73	71,83	284.728,12	284,73	777,08	717,84	532,77	473,53	59,24	11,1192447	1,6631
		70,57		72,10										
		70,08		71,66										
5-45-5	241,96	70,11	70,07	71,99	72,01	285.409,54	285,41	727,18	671,89	485,22	429,93	55,29	11,3948312	1,5064
		69,96		72,01										
		70,15		72,04										
5-45-6	244,28	70,04	70,10	71,95	72,07	285.980,53	285,98	688,34	635,19	444,06	390,91	53,15	11,9691033	1,3669
		70,11		72,14										
		70,14		72,13										
5-45-7	244,49	70,17	70,11	71,99	71,96	285.122,51	285,12	688,44	634,06	443,95	389,57	54,38	12,2491272	1,3663
		70,00		72,00										
		70,15		71,89										
5-45-8	244,24	70,04	69,98	72,02	71,63	282.003,00	282,00	716,96	662,00	472,72	417,76	54,96	11,6263327	1,4814
		69,83		71,78										
		70,07		71,09										
5-45-9	240,76	69,98	70,12	71,97	71,96	285.163,18	285,16	715,86	661,62	475,10	420,86	54,24	11,4165439	1,4759
		70,06		72,10										
		70,31		71,81										
5-45-10	245,79	69,74	70,03	71,85	71,98	284.929,09	284,93	690,57	635,21	444,78	389,42	55,36	12,4466028	1,3667
		70,20		71,99										
		70,14		72,09										

Cuadro 7: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 6 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
6-45-1	243,69	69,96	70,06	72,07	71,97	285.051,88	285,05	735,53	678,99	491,84	435,30	56,54	11,4956083	1,5271
		69,91		72,07										
		70,32		71,78										
6-45-2	244,29	70,04	70,14	71,98	71,60	282.411,05	282,41	727,75	674,39	483,46	430,10	53,36	11,0371075	1,5230
		70,22		70,78										
		70,16		72,04										
6-45-3	244,32	69,94	70,02	71,82	71,90	284.308,89	284,31	723,58	671,93	479,26	427,61	51,65	10,7770313	1,5040
		70,01		71,92										
		70,12		71,96										
6-45-4	246,37	69,88	70,03	72,23	72,09	285.840,69	285,84	733,41	676,81	487,04	430,44	56,60	11,6212221	1,5059
		70,19		71,92										
		70,02		72,12										
6-45-5	244,17	69,93	69,94	71,94	72,13	285.763,81	285,76	751,49	695,44	507,32	451,27	56,05	11,0482536	1,5792
		70,03		72,31										
		69,86		72,13										
6-45-6	244,81	69,94	70,05	72,12	72,33	287.815,57	287,82	708,78	651,91	463,97	407,10	56,87	12,257258	1,4144
		70,36		72,31										
		69,84		72,56										
6-45-7	244,64	70,04	69,96	72,21	72,07	285.396,55	285,40	716,07	660,74	471,43	416,10	55,33	11,7366311	1,4580
		69,92		71,98										
		69,92		72,02										
6-45-8	246,56	69,99	69,90	71,94	71,85	283.387,25	283,39	737,88	681,05	491,32	434,49	56,83	11,5667996	1,5332
		69,87		71,90										
		69,84		71,70										
6-45-9	232,59	71,45	71,25	72,53	72,41	293.380,92	293,38	670,48	616,95	437,89	384,36	53,53	12,2245313	1,3101
		71,22		72,12										
		71,08		72,57										
6-45-10	240,60	70,16	69,97	71,99	71,08	277.662,53	277,66	707,58	649,62	466,98	409,02	57,96	12,4116665	1,4731
		69,89		70,01										
		69,87		71,24										

Cuadro 8: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 7 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C	Mc	L	LP	D	DP	VT	Vt	Mc + Mt	Mc + Ss	MT	Mss	Mw	w	ps
N°	g	mm	mm	mm	mm	mm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	g	g	g	g	g	%	g/cm <sup>3</sup>
7-45-1	243,39	69,86	69,85	71,86	71,59	281.178,26	281,18	755,50	702,98	512,11	459,59	52,52	10,2556091	1,6345
		69,84		71,35										
		69,86		71,56										
7-45-2	234,01	69,18	69,37	71,82	72,01	282.506,12	282,51	743,46	691,56	509,45	457,55	51,90	10,1874571	1,6196
		69,40		71,78										
		69,54		72,42										
7-45-3	225,07	71,44	71,29	72,46	72,23	292.114,91	292,11	748,87	697,80	523,80	472,73	51,07	9,74990454	1,6183
		71,19		72,22										
		71,24		72,01										
7-45-4	225,99	70,77	70,91	72,15	72,52	292.854,98	292,85	729,11	678,60	503,12	452,61	50,51	10,0393544	1,5455
		71,04		72,24										
		70,91		73,16										
7-45-5	222,85	70,87	71,05	72,62	72,48	293.191,01	293,19	762,67	709,72	539,82	486,87	52,95	9,80882516	1,6606
		71,23		72,70										
		71,06		72,13										
7-45-6	246,02	70,23	70,25	71,83	71,32	280.633,10	280,63	747,00	696,77	500,98	450,75	50,23	10,0263484	1,6062
		70,34		72,12										
		70,19		70,00										
7-45-7	237,75	70,42	70,60	72,21	72,32	289.995,92	290,00	773,14	718,94	535,39	481,19	54,20	10,1234614	1,6593
		70,70		72,18										
		70,69		72,56										
7-45-8	245,10	70,00	70,10	71,90	71,97	285.188,20	285,19	713,55	667,08	468,45	421,98	46,47	9,91994877	1,4797
		70,07		72,05										
		70,24		71,96										
7-45-9	240,10	69,93	70,18	72,14	72,18	287.168,63	287,17	739,67	688,94	499,57	448,84	50,73	10,1547331	1,5630
		70,15		72,25										
		70,46		72,15										
7-45-10	242,17	70,17	70,23	71,85	71,96	285.637,01	285,64	731,51	682,46	489,34	440,29	49,05	10,0237054	1,5414
		70,31		71,91										
		70,20		72,13										

Cuadro 9: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 8 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
8-45-1	244,37	69,93	69,98	72,07	71,96	284.580,99	284,58	767,91	717,89	523,54	473,52	50,02	9,55418879	1,6639
		69,91		72,04										
		70,10		71,76										
8-45-2	247,00	69,95	70,13	72,06	71,93	285.019,60	285,02	793,07	740,92	546,07	493,92	52,15	9,55005768	1,7329
		70,11		71,79										
		70,34		71,95										
8-45-3	245,11	70,22	70,49	71,92	72,01	287.093,63	287,09	771,34	719,54	526,23	474,43	51,80	9,84360451	1,6525
		70,50		72,16										
		70,76		71,95										
8-45-4	244,31	70,14	70,26	71,73	71,83	284.728,12	284,73	781,19	728,93	536,88	484,62	52,26	9,73401878	1,7020
		70,57		72,10										
		70,08		71,66										
8-45-5	241,96	70,11	70,07	71,99	72,01	285.409,54	285,41	716,04	666,42	474,08	424,46	49,62	10,4665879	1,4872
		69,96		72,01										
		70,15		72,04										
8-45-6	244,28	70,04	70,10	71,95	72,07	285.980,53	285,98	774,11	724,43	529,83	480,15	49,68	9,37659249	1,6790
		70,11		72,14										
		70,14		72,13										
8-45-7	244,49	70,17	70,11	71,99	71,96	285.122,51	285,12	755,49	703,32	511,00	458,83	52,17	10,2093933	1,6092
		70		72										
		70,15		71,89										
8-45-8	244,24	70,04	69,98	72,02	71,63	282.003,00	282,00	740,71	691,19	496,47	446,95	49,52	9,9744194	1,5849
		69,83		71,78										
		70,07		71,09										
8-45-9	240,76	69,98	70,12	71,97	71,96	285.163,18	285,16	753,68	704,77	512,92	464,01	48,91	9,53560009	1,6272
		70,06		72,10										
		70,31		71,81										
8-45-10	245,79	69,74	70,03	71,85	71,98	284.929,09	284,93	761,34	710,27	515,55	464,48	51,07	9,90592571	1,6302
		70,20		71,99										
		70,14		72,09										

Cuadro 10: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 9 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
9-45-1	243,69	69,96	70,06	72,07	71,97	285.051,88	285,05	739,72	692,47	496,03	448,78	47,25	9,52563353	1,5744
		69,91		72,07										
		70,32		71,78										
9-45-2	244,29	70,04	70,14	71,98	71,60	282.411,05	282,41	761,42	711,67	517,13	467,38	49,75	9,62040493	1,6550
		70,22		70,78										
		70,16		72,04										
9-45-3	244,32	69,94	70,02	71,82	71,90	284.308,89	284,31	729,15	681,55	484,83	437,23	47,60	9,81787431	1,5379
		70,01		71,92										
		70,12		71,96										
9-45-4	246,37	69,88	70,03	72,23	72,09	285.840,69	285,84	785,24	735,68	538,87	489,31	49,56	9,1970234	1,7118
		70,19		71,92										
		70,02		72,12										
9-45-5	244,17	69,93	69,94	71,94	72,13	285.763,81	285,76	781,46	728,77	537,29	484,60	52,69	9,80662212	1,6958
		70,03		72,31										
		69,86		72,13										
9-45-6	244,81	69,94	70,05	72,12	72,33	287.815,57	287,82	749,60	700,27	504,79	455,46	49,33	9,77238059	1,5825
		70,36		72,31										
		69,84		72,56										
9-45-7	244,64	70,04	69,96	72,21	72,07	285.396,55	285,40	752,61	699,81	507,97	455,17	52,80	10,3943146	1,5949
		69,92		71,98										
		69,92		72,02										
9-45-8	246,56	69,99	69,90	71,94	71,85	283.387,25	283,39	761,94	713,26	515,38	466,70	48,68	9,44545772	1,6469
		69,87		71,90										
		69,84		71,70										
9-45-9	232,59	71,45	71,25	72,53	72,41	293.380,92	293,38	737,09	688,63	504,50	456,04	48,46	9,60555005	1,5544
		71,22		72,12										
		71,08		72,57										
9-45-10	240,60	70,16	69,97	71,99	71,08	277.662,53	277,66	743,74	694,57	503,14	453,97	49,17	9,7726279	1,6350
		69,89		70,01										
		69,87		71,24										

Cuadro 11: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 10 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
10-45-1	243,39	69,86	69,85	71,86	71,59	281.178,26	281,18	765,13	718,28	521,74	474,89	46,85	8,97956837	1,6889
		69,84		71,35										
		69,86		71,56										
10-45-2	234,01	69,18	69,37	71,82	72,01	282.506,12	282,51	732,91	690,29	498,90	456,28	42,62	8,54279415	1,6151
		69,40		71,78										
		69,54		72,42										
10-45-3	225,07	71,44	71,29	72,46	72,23	292.114,91	292,11	745,35	694,03	520,28	468,96	51,32	9,86391943	1,6054
		71,19		72,22										
		71,24		72,01										
10-45-4	225,99	70,77	70,91	72,15	72,52	292.854,98	292,85	749,79	707,37	523,80	481,38	42,42	8,09851088	1,6437
		71,04		72,24										
		70,91		73,16										
10-45-5	222,85	70,87	71,05	72,62	72,48	293.191,01	293,19	750,48	708,60	527,63	485,75	41,88	7,93738036	1,6568
		71,23		72,70										
		71,06		72,13										
10-45-6	246,02	70,23	70,25	71,83	71,32	280.633,10	280,63	741,11	698,14	495,09	452,12	42,97	8,67923004	1,6111
		70,34		72,12										
		70,19		70,00										
10-45-7	237,75	70,42	70,60	72,21	72,32	289.995,92	290,00	742,35	697,38	504,60	459,63	44,97	8,91200951	1,5850
		70,70		72,18										
		70,69		72,56										
10-45-8	245,10	70,00	70,10	71,90	71,97	285.188,20	285,19	716,82	677,92	471,72	432,82	38,90	8,24641737	1,5177
		70,07		72,05										
		70,24		71,96										
10-45-9	240,10	69,93	70,18	72,14	72,18	287.168,63	287,17	745,02	700,96	504,92	460,86	44,06	8,72613483	1,6048
		70,15		72,25										
		70,46		72,15										
10-45-10	242,17	70,17	70,23	71,85	71,96	285.637,01	285,64	739,34	693,22	497,17	451,05	46,12	9,27650502	1,5791
		70,31		71,91										
		70,20		72,13										

Cuadro 12: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 11 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
11-45-1	244,37	69,93	69,98	72,07	71,96	284.580,99	284,58	771,91	730,94	527,54	486,57	40,97	7,76623574	1,7098
		69,91		72,04										
		70,10		71,76										
11-45-2	247,00	69,95	70,13	72,06	71,93	285.019,60	285,02	753,11	713,43	506,11	466,43	39,68	7,84019284	1,6365
		70,11		71,79										
		70,34		71,95										
11-45-3	245,11	70,22	70,49	71,92	72,01	287.093,63	287,09	764,90	725,79	519,79	480,68	39,11	7,52419246	1,6743
		70,50		72,16										
		70,76		71,95										
11-45-4	244,31	70,14	70,26	71,73	71,83	284.728,12	284,73	745,26	705,74	500,95	461,43	39,52	7,88901088	1,6206
		70,57		72,10										
		70,08		71,66										
11-45-5	241,96	70,11	70,07	71,99	72,01	285.409,54	285,41	759,39	718,93	517,43	476,97	40,46	7,81941519	1,6712
		69,96		72,01										
		70,15		72,04										
11-45-6	244,28	70,04	70,10	71,95	72,07	285.980,53	285,98	736,78	699,07	492,50	454,79	37,71	7,65685279	1,5903
		70,11		72,14										
		70,14		72,13										
11-45-7	244,49	70,17	70,11	71,99	71,96	285.122,51	285,12	735,96	698,47	491,47	453,98	37,49	7,628136	1,5922
		70		72										
		70,15		71,89										
11-45-8	244,24	70,04	69,98	72,02	71,63	282.003,00	282,00	737,41	699,28	493,17	455,04	38,13	7,73161385	1,6136
		69,83		71,78										
		70,07		71,09										
11-45-9	240,76	69,98	70,12	71,97	71,96	285.163,18	285,16	729,01	694,07	488,25	453,31	34,94	7,15616999	1,5897
		70,06		72,10										
		70,31		71,81										
11-45-10	245,79	69,74	70,03	71,85	71,98	284.929,09	284,93	741,56	703,73	495,77	457,94	37,83	7,63055449	1,6072
		70,20		71,99										
		70,14		72,09										

Cuadro 13: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 12 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
12-45-1	243,69	69,96	70,06	72,07	71,97	285.051,88	285,05	748,36	703,39	504,67	459,70	44,97	8,91077338	1,6127
		69,91		72,07										
		70,32		71,78										
12-45-2	244,29	70,04	70,14	71,98	71,60	282.411,05	282,41	776,62	731,56	532,33	487,27	45,06	8,46467417	1,7254
		70,22		70,78										
		70,16		72,04										
12-45-3	244,32	69,94	70,02	71,82	71,90	284.308,89	284,31	732,51	690,96	488,19	446,64	41,55	8,51103054	1,5710
		70,01		71,92										
		70,12		71,96										
12-45-4	246,37	69,88	70,03	72,23	72,09	285.840,69	285,84	754,75	710,55	508,38	464,18	44,20	8,6942838	1,6239
		70,19		71,92										
		70,02		72,12										
12-45-5	244,17	69,93	69,94	71,94	72,13	285.763,81	285,76	740,01	696,36	495,84	452,19	43,65	8,80324298	1,5824
		70,03		72,31										
		69,86		72,13										
12-45-6	244,81	69,94	70,05	72,12	72,33	287.815,57	287,82	784,28	736,93	539,47	492,12	47,35	8,77713311	1,7098
		70,36		72,31										
		69,84		72,56										
12-45-7	244,64	70,04	69,96	72,21	72,07	285.396,55	285,40	776,08	727,53	531,44	482,89	48,55	9,13555622	1,6920
		69,92		71,98										
		69,92		72,02										
12-45-8	246,56	69,99	69,90	71,94	71,85	283.387,25	283,39	772,82	725,64	526,26	479,08	47,18	8,96515031	1,6905
		69,87		71,90										
		69,84		71,70										
12-45-9	232,59	71,45	71,25	72,53	72,41	293.380,92	293,38	762,61	715,41	530,02	482,82	47,20	8,90532433	1,6457
		71,22		72,12										
		71,08		72,57										
12-45-10	240,60	70,16	69,97	71,99	71,08	277.662,53	277,66	752,04	706,95	511,44	466,35	45,09	8,81628344	1,6796
		69,89		70,01										
		69,87		71,24										

Cuadro 14: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 13 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
13-45-1	243,39	69,86	69,85	71,86	71,59	281.178,26	281,18	741,51	697,09	498,12	453,70	44,42	8,91752991	1,6136
		69,84		71,35										
		69,86		71,56										
13-45-2	234,01	69,18	69,37	71,82	72,01	282.506,12	282,51	756,22	711,41	522,21	477,40	44,81	8,58083913	1,6899
		69,40		71,78										
		69,54		72,42										
13-45-3	225,07	71,44	71,29	72,46	72,23	292.114,91	292,11	727,40	684,95	502,33	459,88	42,45	8,45062011	1,5743
		71,19		72,22										
		71,24		72,01										
13-45-4	225,99	70,77	70,91	72,15	72,52	292.854,98	292,85	742,61	698,61	516,62	472,62	44,00	8,5168983	1,6138
		71,04		72,24										
		70,91		73,16										
13-45-5	222,85	70,87	71,05	72,62	72,48	293.191,01	293,19	736,16	693,14	513,31	470,29	43,02	8,38090043	1,6040
		71,23		72,70										
		71,06		72,13										
13-45-6	246,02	70,23	70,25	71,83	71,32	280.633,10	280,63	746,71	704,16	500,69	458,14	42,55	8,49827238	1,6325
		70,34		72,12										
		70,19		70,00										
13-45-7	237,75	70,42	70,60	72,21	72,32	289.995,92	290,00	745,27	701,86	507,52	464,11	43,41	8,5533575	1,6004
		70,70		72,18										
		70,69		72,56										
13-45-8	245,10	70,00	70,10	71,90	71,97	285.188,20	285,19	722,75	681,61	477,65	436,51	41,14	8,61300115	1,5306
		70,07		72,05										
		70,24		71,96										
13-45-9	240,10	69,93	70,18	72,14	72,18	287.168,63	287,17	763,48	718,03	523,38	477,93	45,45	8,68393901	1,6643
		70,15		72,25										
		70,46		72,15										
13-45-10	242,17	70,17	70,23	71,85	71,96	285.637,01	285,64	732,66	689,58	490,49	447,41	43,08	8,78305368	1,5664
		70,31		71,91										
		70,20		72,13										

Cuadro 15: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 14 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
14-45-1	244,37	69,93	69,98	72,07	71,96	284.580,99	284,58	738,21	698,19	493,84	453,82	40,02	8,1038393	1,5947
		69,91		72,04										
		70,10		71,76										
14-45-2	247,00	69,95	70,13	72,06	71,93	285.019,60	285,02	730,21	690,69	483,21	443,69	39,52	8,17863869	1,5567
		70,11		71,79										
		70,34		71,95										
14-45-3	245,11	70,22	70,49	71,92	72,01	287.093,63	287,09	677,56	638,91	432,45	393,80	38,65	8,93744942	1,3717
		70,50		72,16										
		70,76		71,95										
14-45-4	244,31	70,14	70,26	71,73	71,83	284.728,12	284,73	761,15	715,97	516,84	471,66	45,18	8,74158347	1,6565
		70,57		72,10										
		70,08		71,66										
14-45-5	241,96	70,11	70,07	71,99	72,01	285.409,54	285,41	758,51	714,40	516,55	472,44	44,11	8,53934759	1,6553
		69,96		72,01										
		70,15		72,04										
14-45-6	244,28	70,04	70,10	71,95	72,07	285.980,53	285,98	763,31	718,29	519,03	474,01	45,02	8,67387242	1,6575
		70,11		72,14										
		70,14		72,13										
14-45-7	244,49	70,17	70,11	71,99	71,96	285.122,51	285,12	760,82	714,03	516,33	469,54	46,79	9,06203397	1,6468
		70		72										
		70,15		71,89										
14-45-8	244,24	70,04	69,98	72,02	71,63	282.003,00	282,00	739,23	695,91	494,99	451,67	43,32	8,75169195	1,6016
		69,83		71,78										
		70,07		71,09										
14-45-9	240,76	69,98	70,12	71,97	71,96	285.163,18	285,16	775,78	727,57	535,02	486,81	48,21	9,0108781	1,7071
		70,06		72,10										
		70,31		71,81										
14-45-10	245,79	69,74	70,03	71,85	71,98	284.929,09	284,93	757,49	711,06	511,70	465,27	46,43	9,07367598	1,6329
		70,20		71,99										
		70,14		72,09										

Cuadro 16: Características Físicas del Muestreo de la Calicata # 15 realizado en la Finca de la UDO, Jusepín. Estado Monagas.  
Profundidad de 300 a 450 mm.

C N°	Mc g	L mm	LP mm	D mm	DP mm	VT mm <sup>3</sup>	Vt cm <sup>3</sup>	Mc + Mt g	Mc + Ss g	MT g	Mss g	Mw g	w %	ps g/cm <sup>3</sup>
15-45-1	243,69	69,96	70,06	72,07	71,97	285.051,88	285,05	773,20	725,30	529,51	481,61	47,90	9,04609922	1,6896
		69,91		72,07										
		70,32		71,78										
15-45-2	244,29	70,04	70,14	71,98	71,60	282.411,05	282,41	763,95	714,29	519,66	470,00	49,66	9,55624832	1,6642
		70,22		70,78										
		70,16		72,04										
15-45-3	244,32	69,94	70,02	71,82	71,90	284.308,89	284,31	762,79	716,21	518,47	471,89	46,58	8,98412637	1,6598
		70,01		71,92										
		70,12		71,96										
15-45-4	246,37	69,88	70,03	72,23	72,09	285.840,69	285,84	773,53	730,87	527,16	484,50	42,66	8,09241976	1,6950
		70,19		71,92										
		70,02		72,12										
15-45-5	244,17	69,93	69,94	71,94	72,13	285.763,81	285,76	750,88	704,46	506,71	460,29	46,42	9,16105859	1,6107
		70,03		72,31										
		69,86		72,13										
15-45-6	244,81	69,94	70,05	72,12	72,33	287.815,57	287,82	761,39	713,05	516,58	468,24	48,34	9,35769871	1,6269
		70,36		72,31										
		69,84		72,56										
15-45-7	244,64	70,04	69,96	72,21	72,07	285.396,55	285,40	791,1	739,61	546,46	494,97	51,49	9,42246459	1,7343
		69,92		71,98										
		69,92		72,02										
15-45-8	246,56	69,99	69,90	71,94	71,85	283.387,25	283,39	772,88	725,73	526,32	479,17	47,15	8,95842833	1,6909
		69,87		71,90										
		69,84		71,70										
15-45-9	232,59	71,45	71,25	72,53	72,41	293.380,92	293,38	779,70	732,42	547,11	499,83	47,28	8,64177222	1,7037
		71,22		72,12										
		71,08		72,57										
15-45-10	240,60	70,16	69,97	71,99	71,08	277.662,53	277,66	764,97	717,75	524,37	477,15	47,22	9,00509182	1,7185
		69,89		70,01										
		69,87		71,24										

**APÉNDICE B (GRAVEDAD ESPECÍFICA)**



Cuadro 1. Cuadro de Registro y Evaluaciones de la Gravedad Específica realizado por el Método del Agua. Profundidad de 300 a 450 mm. Repetición 1, 2,3.

**Datos de gravedad específica del agua (repetición 1) profundidad (300 mm a 450 mm)**

CALICATAS	Determinaciones														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
temperatura ambiente °c	31	29	35	35	33,8	34	30	30	31,5	29	30	34	31	27	30
masa del matraz (M1) en g	64,11	64,78	57,94	64,11	64,78	57,94	64,11	64,78	57,94	64,11	64,78	57,94	64,11	64,78	57,94
masa del matraz + suelo seco (M2) en g	84,04	84,74	77,94	83,87	84,78	77,92	83,85	84,71	77,94	83,85	84,72	77,93	83,84	84,73	77,90
masa del matraz + suelo + agua (M3) en g	175,41	176,15	169,32	175,39	175,95	169,06	175,51	175,95	169,25	175,40	176,11	169,49	175,37	176,12	169,26
masa del matraz + agua (M4) en g	163,33	164,08	157,23	163,33	164,08	157,23	163,33	164,08	157,23	163,33	164,08	157,23	163,33	164,08	157,23
<b>Resultado de la gravedad específica</b>	2,53	2,52	2,52	2,56	2,46	2,45	2,61	2,44	2,50	2,57	2,52	2,58	2,56	2,52	2,51

**Datos de gravedad específica del agua (repetición 2) profundidad (300 mm a 450 mm)**

CALICATAS	Determinaciones														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
temperatura ambiente °c	31	34	35	33	34	34	31,5	32	32	29	32	35	30	31	32
masa del matraz (M1) en g	59,20	58,93	59,03	59,20	58,93	59,03	59,20	58,93	59,03	59,20	58,93	59,03	59,20	58,93	59,03
masa del matraz + suelo seco (M2) en g	79,15	78,92	79,02	79,16	78,88	79,00	79,18	78,93	79,03	79,09	78,92	79,02	79,11	78,91	79,02
masa del matraz + suelo + agua (M3) en g	170,60	170,20	170,41	170,82	170,28	170,58	170,76	170,42	170,39	170,83	170,46	170,51	170,67	170,27	170,45
masa del matraz + agua (M4) en g	158,48	158,15	158,26	158,48	158,15	158,26	158,48	158,15	158,26	158,48	158,15	158,26	158,48	158,15	158,26
<b>Resultado de la gravedad específica</b>	2,54	2,51	2,54	2,61	2,55	2,61	2,59	2,58	2,54	2,50	2,60	2,58	2,57	2,54	2,56

**Datos de gravedad específica del agua (repetición 3) profundidad (300 mm a 450 mm)**

CALICATAS	Determinaciones														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
temperatura ambiente °c	33	30	32	34	33	33	33	32,5	32	30	32	35	27	28	30
masa del matraz (M1) en g	56,64	75,13	58,93	56,64	75,13	58,93	56,64	75,13	58,93	56,64	75,13	58,93	56,64	75,13	58,93
masa del matraz + suelo seco (M2) en g	76,63	95,13	78,86	76,54	95,13	78,89	76,57	95,13	78,90	76,60	95,13	78,92	76,57	95,11	78,27
masa del matraz + suelo + agua (M3) en g	168,43	186,60	169,71	167,99	186,78	169,71	168,27	186,72	169,88	168,16	186,72	169,61	168,38	186,64	169,66
masa del matraz + agua (M4) en g	156,08	174,50	157,51	156,08	174,50	157,51	156,08	174,50	157,51	156,08	174,50	157,51	156,08	174,50	157,51
<b>Resultado de la gravedad específica</b>	2,61	2,53	2,57	2,49	2,59	2,57	2,57	2,57	2,62	2,53	2,57	2,53	2,61	2,54	2,54
<b>promedio de la gravedad específica</b>	2,56	2,52	2,54	2,55	2,53	2,54	2,59	2,53	2,55	2,53	2,56	2,56	2,58	2,53	2,53

<b>Promedio total de la gravedad específica</b>	2,55
---	------

Cuadro 2. Cuadro de Registro y Evaluaciones de la Gravedad Especifica realizado por el Método del Kerosene. Profundidad de 300 a 450 mm. Repetición 1, 2, 3.

**Datos de gravedad especifica del kerosene (repetición 1) profundidad (300 mm a 450 mm)**

CALICATAS	Determinaciones														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
masa del matraz (M1) en g	64,12	64,72	64,12	64,72	64,12	64,72	64,12	64,72	64,12	64,72	64,12	64,72	64,12	64,72	64,12
masa del matraz + suelo seco (M2) en g	84,12	84,69	84,05	84,70	84,10	84,68	84,11	84,72	84,10	84,71	84,12	84,70	84,11	84,70	84,09
masa del matraz + suelo + kerosene (M3) en g	155,08	157,27	156,05	157,10	156,03	157,08	156,22	157,07	156,10	157,05	156,14	157,05	156,02	157,06	156,05
masa del matraz + kerosene (M4) en g	143,25	144,02	143,25	144,02	143,25	144,02	143,25	144,02	143,25	144,02	143,25	144,02	143,25	144,02	143,25
<b>Resultado de la gravedad especifica</b>	2,44	2,92	2,79	2,89	2,77	2,89	2,84	2,87	2,80	2,87	2,81	2,87	2,76	2,87	2,78

**Datos de gravedad especifica del kerosene (repetición 2) profundidad (300 mm a 450 mm)**

CALICATAS	Determinaciones														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
masa del matraz (M1) en g	59,12	58,99	59,12	58,99	59,12	58,99	59,12	58,99	59,12	58,99	59,12	58,99	59,12	58,99	59,12
masa del matraz + suelo seco (M2) en g	79,10	78,98	79,12	78,99	79,11	78,97	79,10	78,99	79,12	78,98	79,10	78,99	79,12	78,99	79,11
masa del matraz + suelo + kerosene (M3) en g	151,32	151,10	151,26	151,07	151,20	151,12	151,30	151,05	151,40	151,04	151,23	151,05	151,33	151,07	151,18
masa del matraz + kerosene (M4) en g	138,38	138,15	138,38	138,15	138,38	138,15	138,38	138,15	138,38	138,15	138,38	138,15	138,38	138,15	138,38
<b>Resultado de la gravedad especifica</b>	2,83	2,83	2,80	2,82	2,78	2,85	2,83	2,81	2,86	2,81	2,80	2,81	2,83	2,83	2,78

**Datos de gravedad especifica del kerosene (repetición 3) profundidad (300 mm a 450 mm)**

CALICATAS	Determinaciones														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
masa del matraz (M1) en g	56,63	75,16	56,63	75,16	56,63	75,16	56,63	75,16	56,63	75,16	56,63	75,16	56,63	75,16	56,63
masa del matraz + suelo seco (M2) en g	76,63	95,15	76,62	95,16	76,61	95,15	76,62	95,13	76,60	95,15	76,62	95,14	76,61	95,16	76,62
masa del matraz + suelo + kerosene (M3) en g	149,11	167,21	149,08	167,15	149,03	167,18	149,02	167,14	149,07	167,12	149,05	167,20	149,08	167,15	149,01
masa del matraz + kerosene (M4) en g	136,04	154,37	136,04	154,37	136,04	154,37	136,04	154,37	136,04	154,37	136,04	154,37	136,04	154,37	136,04
<b>Resultado de la gravedad especifica</b>	2,88	2,79	2,87	2,77	2,85	2,78	2,85	2,77	2,87	2,76	2,86	2,79	2,87	2,77	2,84

<b>Promedio de la gravedad especifica</b>	2,71	2,84	2,82	2,82	2,80	2,84	2,84	2,81	2,84	2,81	2,82	2,82	2,82	2,82	2,8
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----

<b>Promedio total de la gravedad especifica</b>	2,81
---	------

Cuadro 3. Tipos de Suelos según su Gravedad Específica.

<b>Tipos de Suelos</b>	<b>Gs</b>
Arena	2,65 2,67
Arena Limosa	2,67 2,70
Arcilla Inorgánica	2,70 2,80
Suelos con mica o Hierro	2,75 3,00
Suelos Orgánicos	Puede ser inferior a 2.00

Fuente: Fisicanet (2009).

Cuadro 4. Valores Típicos de la Gravedad Específica de las Partículas.

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Gs</b>
Grava, arena y limo	2.65
Arcilla inorgánica	2.70
Arcilla orgánica	2.60
Turba amorfa	2.00
Turba fibrosa	1.50

Fuente: (Berry y Reid, 1993).

Cuadro 5. Características del Agua usada para la Determinación de la Gravedad Específica del Suelo.

<b>Parámetro</b>	<b>Características</b>
Fórmula	H <sub>2</sub> O
Punto de fusión	0°C
Punto de ebullición	100 °C.
Densidad	1 g/cm <sup>3</sup> a 3,98 °C.
Calor Especifico	4,184 j/g °C
Punto de Congelación	0 °C

Fuente: Redal, (2006)

Cuadro 6. Densidad del Agua y Factor de Corrección k para varias Temperaturas

Temperatura °C	Densidad del agua (g/mL)	Factor de corrección (K)
17.5	0.99869	1.00048
18.0	0.99860	1.00039
18.5	0.99850	1.00030
19.0	0.99841	1.00020
19.5	0.99831	1.00010
20.0	0.99821	1.00000
20.5	0.99810	0.99990
21.0	0.99799	0.99979
21.5	0.99789	0.99968
22.0	0.99777	0.99957
22.5	0.99776	0.99945
23.0	0.99754	0.99933
23.5	0.99742	0.99921
24.0	0.99730	0.99909
24.5	0.99717	0.99897
25.0	0.99705	0.99884
25.5	0.99692	0.99871
26.0	0.99679	0.99858
26.5	0.99665	0.99844
27.0	0.99652	0.99831
27.5	0.99638	0.99817
28.0	0.99624	0.99803
28.5	0.99609	0.99788
29.0	0.99595	0.99774
29.5	0.99580	0.99759
30.0	0.99565	0.99744
30.5	0.99550	0.99729

Fuente: Norma ASTM D 854-02.

Cuadro 7. Características del Kerosén Usado en la Determinación de la Gravedad Especifica de un Suelo.

Parámetro	Características
Peso específico	15.6 °C 0.804
Color	Saybolt 29
Destilación	Punto inicial 155 °C Punto final 269 °C
Contenido de azufre	0.013 %
Cenizas	0,0001
Punto de inflamación	42 °C
Contenidos aromáticos	18%

Fuente: Agroisleña. C.A.

## HOJAS METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/5

<b>Título</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE UN SUELO DE SABANA A UNA PROFUNDIDAD DE 300 A 450 mm, UBICADO EN JUSEPÍN, ESTADO MONAGAS.</b>
<b>Subtitulo</b>	

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

#### **Autor(es)**

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
González Arrieta Luis Jesús	<b>CVLAC</b>	15.345.015.
	<b>e-mail</b>	Luisgonzalez2910@gmail.com
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

#### **Palabras o frases claves:**

Gravedad específica, métodos, agua, kerosene.

El representante de la subcomisión de tesis solicitará a los miembros del jurado la lista de las palabras claves. Deben indicarse por lo menos cuatro (4) palabras clave.

**Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/5**  
**Líneas y sublíneas de investigación:**

Área	Sub-área
Tecnología (Ciencias Aplicadas)	Ingeniería agronómica

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos un subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

**Resumen:**

El trabajo que a continuación se presenta está enfocado en un estudio relacionado con el cálculo de la Gravedad Específica de un Suelo Agrícola Franco Arenoso Arcilloso a una profundidad de 300 a 450 mm de la Finca de la UDO, ubicado en Jusepín, Estado Monagas. La Gravedad Específica mide la masa en un determinado volumen de partículas, la misma depende de la composición química y estructura de los minerales en el suelo. Si tenemos información sobre la Gravedad Específica y la Densidad Aparente del suelo, podemos calcular el espacio poroso (o porosidad) que es ocupado por aire y agua. Siendo útil ya que nos permite comprender características importantes del suelo tales como: la cantidad de agua que se puede almacenar en el suelo, la facilidad con que las raíces se pueden mover a través del suelo. El mismo se constituyó a través de la realización de 15 calicatas tomándose diez (10) muestras por calicata con cinco (5) con caída libre y cinco (5) con caída forzada, para cada profundidad. Los parámetros que se midieron para cada cilindro muestreador fueron la humedad gravimétrica ( $w$ ) y la densidad seca ( $\rho_s$ ) para las caídas libre y forzada. Cada muestra compuesta por calicatas se analizó con tres repeticiones por el Método del Agua y del Kerosene con la finalidad de determinar la Gravedad Específica del Suelo en Estudio. La Metodología se basó en el uso del diseño de bloques al azar y se realizó el análisis de varianza respectivo para detectar la existencia o no de las diferencias significativas entre los métodos usados para determinar la gravedad específica ( $G$ ); luego se aplicó la Prueba de comparación de la diferencia mínima significativa (LSD) ambos utilizando el Programa Statistix 8.0. Posteriormente se realizó el análisis de correlación y regresión para relacionar los valores de  $G$ . Entre los resultados se pudo concluir que de los dos métodos utilizados se obtuvo diferencias significativas y el método más recomendable para determinar la Gravedad Específica es el de kerosene.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/5

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Prof. Hossne Américo	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	1.501.236.
	e-mail	americohossne@cantv.net
Prof. Gil José	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	8.469.875.
	e-mail	jalexgil@cantv.net
Prof. Méndez Jesús	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	8.203.513.
	e-mail	Jmendezn@cantv.net
Prof. Simosa José	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	4.680.289.
	e-mail	jasimosam@gmail.com
Prof. Vásquez Marden	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5.721.636.
	e-mail	mardenv@hotmail.com

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2011	2	3

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

**Lenguaje:** spa      Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para ingles en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/5

### Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Luis Gonzalez.docx	OFFICCE 2007 (Word)

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

### Alcance:

Espacial: \_\_\_\_\_ (opcional)

Temporal: \_\_\_\_\_ (opcional)

### Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero agrónomo

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarum en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

### Nivel Asociado con el trabajo: Ingeniería

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Postdoctorado, etc.

### Área de Estudio:

Departamento de Agronomía

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

### Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

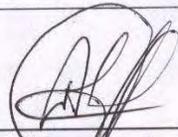
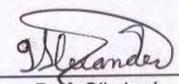
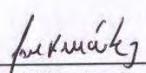
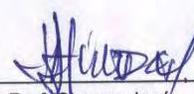
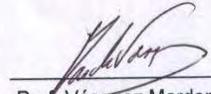
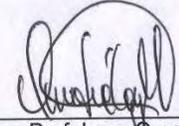
Si como producto de convenciones, otras instituciones además de la Universidad de Oriente, avalan el título o grado obtenido, el nombre de estas instituciones debe incluirse aquí.

**Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 5/5**

**Derechos:**

Los autores garantizamos en forma permanente a la Universidad de Oriente el derecho de archivar y difundir, por cualquier medio, el contenido de esta tesis. Esta difusión será con fines estrictamente científicos y educativos, pudiendo cobrar la Universidad de Oriente una suma a recuperar parcialmente los costos involucrados. Los autores nos reservamos los derechos de propiedad intelectual así como todos los derechos que pudieran derivarse de patentes industriales o comerciales.

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardarlo al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.

 González A, Luis J. <b>AUTOR</b>	 Prof. Hossne Americo <b>TUTOR</b>	 Prof. Gil, José <b>TUTOR</b>
 Prof. Méndez Jesús <b>TUTOR</b>	 Prof. Simosa José <b>JURADO</b>	 Prof. Vásquez Marden <b>JURADO</b>
 Prof. Lanz Omar <b>POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS</b>		