

**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovable

***DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGUA ALMACENADA EN EL SUELO  
DEL ECOSISTEMA PARAMO, EN LA ESTACION CIENTÍFICA “LOS ENCINOS”  
EL ANGEL***

Tesis de Grado previa a la obtención del título de  
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

**Autora:**

Mayra Johanna Carcelén Haro

**Ibarra – Ecuador**

**Enero, 2006**

**APROBADA:**

Ing. Guillermo Beltrán  
**DIRECTOR DE TESIS**

.....

Biol. Galo Pavón  
**ASESOR**

.....

Ing. Gladis Yaguana  
**ASESORA**

.....

Dr. Nelson Gallo  
**ASESOR**

.....

## DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi Madre GUADALUPE HARO, por su dedicación y esfuerzo en ayudarme a culminar mi profesión, por su comprensión y palabras de aliento.

A mis hermanos Jenny y José, a mis sobrinos André y Mateo.

En especial, dedico mi profesión a mi hijo, un ser tierno e inocente que llenó mi vida de felicidad: SAMUEL MARTIN

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales en especial a todo el personal de la Escuela de Recursos Naturales Renovables.

A todos los profesores que me guiaron y ayudaron a direccionar mi tesis durante la realización del trabajo de investigación.

Al Ing. Guillermo Beltrán como director de mi tesis, a la Ing. Gladis Yaguana por su asesoramiento sin límites de tiempo, al Lic. Galo Pavón y al Dr. Nelson Gallo.

Mi eterno agradecimiento, a la Corporación Grupo Randi-Randi por facilitarme el tema de investigación y el financiamiento para la ejecución del mismo. Al Biol. David Suárez por su colaboración como coordinador de la Corporación en mi Tesis.

A mis colaboradores y amigos de campo Nacira y Mauricio.

## INDICE

---

### CAPITULO I

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. General.....	4
1.2.2. Específicos.....	4
1.3. HIPÓTESIS.....	4

### CAPITULO II

<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. EL PÁRAMO Y SU IMPORTANCIA.....	5
2.2. LA DIVERSIDAD DEL PÁRAMO.....	6
2.3. LA FLORA DEL PÁRAMO.....	8
2.4. LA DEGRADACIÓN ANTROPICA DE LOS PÁRAMOS.....	10
2.4.1. El Fuego.....	10
2.4.2. El Sobrepastoreo.....	11
2.4.3. El Uso Agrícola.....	12
2.5. PRINCIPALES PROBLEMAS DE LOS PÁRAMOS DEL CARCHI.....	13
2.5.1. Deforestación.....	13
2.5.2. Erosión.....	13
2.5.3. Pérdida de Biodiversidad.....	14
2.5.4. Expansión de la frontera agrícola hacia el Páramo.....	14
2.5.5. Intensificación Agrícola.....	14
2.5.6. Impacto del Uso de Pesticidas en la Salud Humana.....	15
2.5.7. Bajo Capital Social.....	15
2.6. EL AGUA EN EL SUELO.....	16
2.7. RETENCIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO.....	16
2.8. LA HUMEDAD EN EL SUELO DEL PÁRAMO.....	17

2.9. FORMAS DEL AGUA DEL SUELO.....	17
2.9.1. Agua Gravitacional.....	17
2.9.2. El Agua Retenida.....	18
2.10. ESTACION METEOROLOGICA “EL ANGEL”.....	19
2.10.1. Meses Ecológicamente Secos.....	19
2.10.2. Diagramas Ombrotermicos.....	20
2.11. SERVICIOS AMBIENTALES.....	22

### **CAPITULO III**

<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	23
3.2. MATERIALES.....	24
3.3. METODOS.....	25
3.3.1. Caracterización del Suelo y de la Cobertura Vegetal.....	26
3.3.1.1. Metodología para la caracterización del suelo.....	26
3.3.1.2. Metodología para la caracterización de la cobertura vegetal.....	28
3.3.2. Calculo del Contenido de Humedad del Suelo a 0.10, 0.20 Y 0.30 m.....	28
3.3.2.1. Factores En Estudio.....	28
3.3.2.2. Tratamientos.....	30
3.3.2.3. Diseño Experimental.....	30
3.3.2.4. Características del Experimento.....	31
3.3.2.5. Análisis Estadístico.....	31
3.3.2.6. Tipo de prueba.....	31
3.3.2.7. Variable a evaluarse.....	32
3.3.2.8. Manejo específico del Experimento.....	32
3.3.3. Cálculo de la Curva de Retención con Pruebas del Pf.....	33
3.3.4. Cálculo de la Acumulación del Agua en el Suelo.....	34

## **CAPITULO IV**

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>35</b>
4.1. CARACTERIZACION DEL SUELO Y DE LA COBERTURA VEGETAL.....	35
4.1.1. Caracterización general del Suelo.....	35
4.1.1.2. Caracterización del Suelo.....	36
4.1.2. Caracterización de la Cobertura Vegetal.....	38
4.1.2.1. Vegetación del Humedal.....	38
4.1.2.2. Vegetación del Parche De Bosque.....	39
4.1.2.3. Vegetación del Páramo Quemado.....	39
4.1.2.4. Vegetación del Páramo Intervenido.....	40
4.2. CONTENIDO DE HUEMEDAD DEL SUELO A 0.10, 0.20 Y 0.30 M.....	40
4.2.1. Análisis Estadístico para el Contenido de humedad.....	40
4.2.2. Determinación del mejor Tratamiento.....	44
4.2.3. Determinación de la mejor Profundidad para Retener la Humedad.....	45
4.2.4. Determinación del mes de mayor contenido de humedad.....	46
4.2.5. Determinación del Estado de Conservación que retiene mayor humedad....	47
4.3. CURVA DE RETENCION DE AGUA.....	48
4.3.1. Gráficos de las curvas de Retención de agua.....	49
4.4. CANTIDAD DE AGUA ACUMULADA.....	53

## **CAPITULO V**

<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
5.1. CONCLUSIONES.....	56
5.2. RECOMENDACIONES.....	58

**RESUMEN**

**SUMARY**

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

## INDICE DE CUADROS

---

2.1. Estación Meteorológica “El Ángel” .....	19
3.2. Tratamientos, resultado de la combinación de los dos factores en estudio.....	30
3.3. Esquema del ADEVA.....	31
4.4. Características generales del suelo de la Estación Científica “Los Encinos”.....	35
4.5. Resultados de los parámetros del suelo de los estados de conservación.....	36
4.6. Sumatorias y medias de los tratamientos en los seis meses de muestre.....	41
4.7. ADEVA para el contenido de humedad del suelo.....	42
4.8. ADEVA general de los seis meses de muestreo.....	43
4.9. Retención de humedad del suelo en los distintos estados de conservación.....	48
4.10. Acumulación de agua en el suelo a las profundidades propuestas.....	54
4.11. Promedio de acumulación de agua a los 30 cm. de profundidad.....	55
4.12. Promedio de acumulación de agua a los 30 cm. de profundidad del suelo para las diferentes áreas de cada uno de los estados de conservación.....	56

## INDICE DE GRAFICOS

---

2.1. Diagrama Ombrotérmico Estación Meteorológica El Ángel.....	21
4.2. Contenido de humedad volumétrica del mejor tratamiento.....	44
4.3. Contenido de humedad volumétrica de las profundidades propuestas.....	45
4.4. Contenido de humedad volumétrica, de los meses.....	46
4.5. Contenido de humedad volumétrica de los estados de conservación.....	47
4.6. Curva de Retención de Agua del Humedal.....	50
4.7. Curva de Retención de Agua del Bosque.....	51
4.8. Curva de Retención de Agua del Páramo Quemado.....	52
4.9. Curva de Retención de Agua del Páramo Intervenido.....	53

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

#### **MAPAS**

1. Mapa de ubicación del área de estudio
2. Mapa de los Estados de Conservación
3. Mapa de puntos de muestreo

### **ANEXO 2**

#### **TABLAS**

1. Densidad Aparente
2. Densidad Real
3. Porcentaje de Humedad
4. Humedad Gravimétrica
5. Humedad Volumétrica
6. Humedad en Términos de Lamina de Agua
7. Acumulación de Agua
8. Análisis Completo del Suelo (CESA)

### **ANEXO 3**

#### **LISTA DE ESPECIES VEGETALES**

1. Especies vegetales del Humedal
2. Especies vegetales del Bosque
3. Especies vegetales del Páramo Quemado
4. Especies vegetales del Páramo Intervenido

## **ANEXO 4**

### **FOTOGRAFIAS**

#### **1. FOTOGRAFIAS DE LOS ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE LA ESTACION CIENTIFICA “LOS ENCINOS”**

FOTOGRAFIA 1.....	Estación Científica Los Encinos
FOTOGRAFIA 2.....	El Humedal
FOTOGRAFIA 3.....	Parche de Bosque
FOTOGRAFIA 4.....	Páramo Quemado
FOTOGRAFIA 5.....	Páramo Intervenido

#### **2. FOTOGRAFIAS DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA**

FOTOGRAFIA 6.....	Realización de una calicata de 40cm x 40cm
FOTOGRAFIA 7.....	Toma de muestra de suelo
FOTOGRAFIA 8.....	Enfunde de las muestras de suelo
FOTOGRAFIA 9.....	Etiquetado de las muestras
FOTOGRAFIA 10.....	Área Mínima

## **RESUMEN**

El páramo es uno de los ecosistemas más importantes, debido principalmente a que son considerados esponjas de agua por su gran capacidad de retener agua. La presente investigación tiene con fin determinar el agua contenida en el suelo, basándose en los estados de conservación presentes en la Estación Científica Los Encinos en El Ángel.

Para el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos: el General fue Determinar la cantidad de agua almacenada en el suelo del ecosistema páramo, bajo los diferentes estados de conservación de la Estación Científica “Los Encinos” y los objetivos específicos fueron : Caracterizar el suelo y la cobertura vegetal de la Estación, Determinar el contenido de humedad a 0.10, 0.20 y 0.30 m de profundidad en el suelo del Páramo, en los diferentes estados de conservación, Calcular la curva de retención de agua en los estados de conservación del páramo, Cuantificar la acumulación de agua del suelo en los diferentes estados de conservación del páramo.

Los estados de conservación presentes en la estación experimental son: Páramo de Humedales (Humedales presentes en el sitio de investigación), Páramo arbóreo (parches de bosque presentes en el sitio de investigación), Páramo Quemado (este sitio se encuentra alterado por quemas recientes), Páramo Intervenido (el cual se encuentra alterado por pastoreo y quemas realizadas hace algún tiempo).

Para el efecto, se procedió a ubicar en cada uno de los estados, seis parcelas (sitios de muestro) de 1 x 1 metros, para los seis meses de muestreo. En cada sitio de muestreo

correspondiente a cada mes, se hicieron tres calicatas de 0.40 x 0.40 metros para extraer muestras de suelo a las profundidades de 0.10, 0.20 y 0.30 m, las muestras se colectaron en fundas plásticas para determinar en el laboratorio el contenido de humedad y de otros parámetros útiles para la identificar las características del suelo, la Curva de retención y la Acumulación de Agua.

Luego se aplicó un análisis estadístico, combinando los estados de conservación con las profundidades a las que se tomó las muestras de suelo para determinar a qué estado y a que profundidad se retiene más agua, durante el seguimiento de seis meses.

Los resultados obtenidos aplicando el análisis estadístico fueron que el Páramo con Humedal a las profundidades de 0.10 y 0.30 m., son los mejores para retener el agua en el suelo, debido a sus características propias, sin descartar también la importancia del Páramo Intervenido a profundidad de 0.10 m que también retiene agua en un buen porcentaje, por su cobertura vegetal casi en buen estado de recuperación. Además, en relación a los parámetros del suelo de cada uno de los estados de conservación, no existe variación se mantiene en las mismas características físicas y químicas en todos los estados. La determinación de la Acumulación de Agua ayudó a conocer cuanta agua acumulada el suelo del páramo en cada uno de sus estados de conservación. Se define también que a mayor profundidad, menor es el contenido de humedad en los suelos del páramo.

Por esta razón es de suma importancia conservar y proteger el ecosistema páramo, ya que a más de ser un paisaje único, es vital para los programas de agua de riego y consumo humano, para todas las personas que conforman la Cuenca del Río El Ángel.

## **SUMMARY**

The moor is mainly one of the most important, due ecosystems to that sponges of water are considered by its great capacity to retain water. The present investigation has with end to determine the water contained in the floor, being based on the present conservation states in the Scientific Station The Encinos in The Ángel.

For the present study they thought about the following objectives: the General was to Determine the quantity of water stored in the floor of the ecosystem moor, under the different states of conservation of the Scientific Station "The Encinos" and the specific objectives were: To characterize the floor and the vegetable covering of the Station, to Determine the content of humidity to 0.10, 0.20 and 0.30 m of depth in the floor of the Moor, in the different conservation states, to Calculate the curve of retention of water in the states of conservation of the moor, to Quantify the accumulation of water of the floor in the different states of conservation of the moor.

The present conservation states in the experimental station are: Moor of Humedales (Humedales present in the investigation place), arboreal Moor (present forest patches in the investigation place), Burnt Moor (this place is altered for you burn recent), Intervened Moor (which is altered by shepherding and you burn had carried out for some time).

For the effect, you proceeded to locate in each one of the states, six parcels (places of I show) of 1 x 1 metros, for the six months of sampling. In each sampling place corresponding to every month, three calicatas of 0.40 x 0.40 meters was made to extract floor samples to the depths of 0.10, 0.20 and 0.30 m, the samples were collected in plastic

cases to determine in the laboratory the content of humidity and of other useful parameters for identifying the characteristics of the floor, the retention Curve and the Accumulation of Water.

Then a statistical analysis was applied, combining the conservation states with the depths to those that he/she took the floor samples to determine to what state and to that depth more water is retained, during the pursuit of six months.

The obtained results applying the statistical analysis was that the Moor with Humedal to the depths of 0.10 and 0.30 m., they are the best to retain the water in the floor, due to their own characteristics, without also discarding the importance from the Intervened Moor to depth of 0.10 m that also retains water in a good percentage, for their vegetable covering almost in good recovery state. Also, in relation to the parameters of the floor of each one of the conservation states, variation doesn't exist he/she stays in the same physical and chemical characteristics in all the states. The determination of the Accumulation of Water helped to know all accumulated water the floor of the moor in each one of its conservation states. He/she is also defined that to more depth, minor is the content of humidity in the floors of the moor.

For this reason it is of supreme importance to conserve and to protect the ecosystem moor, since to more than being an unique landscape, it is vital for the programs of watering water and human consumption, for all the people that conform the Cuenca of the River The Ángel.