

# UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI



## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

#### TESIS DE GRADO

TEMA:

**“RECUPERACIÓN DE CÁRCAVAS CON AGAVE (PENCO AZUL) PARA LA PROTECCIÓN BIOLÓGICA AMBIENTAL DEL ESTADIO CEYPSA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente

**Autora:** Carla Katherine Corrales Freire

**Director de tesis:** Ing. Oscar René Daza Guerra

Latacunga – Ecuador

Julio 2013

## **AUTORIA**

El autor del documento de tesis TITULADA “Recuperación de Cárcavas con Agave (Penco Azul) Para La Protección Biológica Ambiental del Estadio CEYPSA, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi”, en tal virtud, declaro que el contenido de la investigación es mi responsabilidad tanto legal como también académica, es original, autentica y personal producto de la investigación diaria en las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi y de la misma manera la recopilación de información bibliográfica tomada de diferentes fuentes científicas que en el mismo contenido del presente documento se menciona.

Postulante:

.....  
**Carla Katherine Corrales Freire**

**C.I. 0503337053-8**

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

Yo, **Ing. MSc. Oscar René Daza Guerra** Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: **“Recuperación de Cárcavas con Agave (Penco Azul) Para La Protección Biológica Ambiental del Estadio CEYPSA, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi”**, de autoría de la tesista Carla Katherine Corrales Freire, de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente.

CERTIFICO: que el documento en mención ha sido revisado y corregido en su totalidad. Por tanto autorizo la presentación del mismo, ya que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

.....  
**Ing. MSc. Oscar Daza**

**Director de Tesis**

## **AVAL DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS**

Luego de haber revisado prolijamente la Tesis de Grado con el tema “**Recuperación de Cárcavas con Agave (Penco Azul) Para La Protección Biológica Ambiental del Estadio CEYPSA, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi**”, de autoría de la tesista Carla Katherine Corrales Freire, de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente, los miembros del tribunal, una vez realizada las correcciones en la tesis por parte de la mencionada alumna y haber revisado la misma. **CERTIFICAMOS:** que el presente trabajo de investigación está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

Atentamente

Ing. Adán Herrera

**Presidente**

Ing. Alicia Porras

**Opositor**

Ing. Eduardo Cajas

**Miembro**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios principalmente por la vida que me brinda cada día y a cada uno de mis seres queridos dándome las fuerzas, sabiduría, paciencia, salud y bendiciones para seguir adelante.

A mis padres Jaime y Mariana por haber hecho muchos sacrificios para que yo pudiera estudiar junto a mi Hermana Gaby por su dedicación desde pequeñas puesto que al ser madre de gemelas una labor muy complicada supo sacarnos adelante con empeño de llegar a cumplir con su papel tan importante de padres.

A mis profesores que día a día me brindaron sus conocimientos en las aulas de la universidad, y de esta manera ir adquiriendo nuevos conocimientos para desarrollarme en mi vida profesional.

No es una etapa que culmina sino un eslabón más en mi vida de nuevas experiencias e inquietudes.

## **DEDICATORIA**

La presente investigación está dedicada para todos mis familiares ya que de una u otra forma fueron participes para que yo pudiera llegar a cumplir una meta más, dando así un paso más en mi vida profesional de igual manera a mi abuelito que ya no lo tengo físicamente pero está en mi corazón y en cada uno de mis familiares dios lo llevo para cuidarnos desde el cielo a cada uno de sus hijos y nietos.

A mi abuelita mi segunda madre ella con sus sabios consejos de seguir y ser alguien en la vida supo empujarnos cada día a cada uno de sus nietos para no rendirnos.

Carla Katherine Corrales Freire

# INDICE

## Contenido

AUTORIA.....	i
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	ii
AVAL DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
INDICE.....	vi
INDICE DE TABLAS .....	ix
INDICE DE GRÁFICOS.....	ix
<b>RESÚMEN</b> .....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xii
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	xiv
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	xvi
JUSTIFICACIÓN Y SIGNIFICACIÓN .....	xvii
ANTECEDENTES .....	xix
OBJETIVOS .....	xxii
Objetivo general.....	xxii
Objetivos específicos .....	xxii
CAPITULO I .....	1
1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1 Erosión.....	1
1.1.1 Causas de la Erosión. ....	2
1.1.2 <i>Erosión Hídrica</i> .....	5

1.1.3	Erosión eólica.....	8
1.2	Cárcavas.....	12
1.2.1	Clasificación.....	16
1.2.2	Causas de la formación de las cárcavas.....	18
1.2.3	Erosión de cárcavas.....	20
1.2.4	Efectos ocasionados por las cárcavas.....	21
1.3	El Agave.....	22
1.3.1	Condiciones de cultivo para el agave.....	26
1.3.2	Usos de la planta de agave.....	26
1.3.3	Potenciales agroecológicos agave azul.....	27
1.4	Marco conceptual.....	28
CAPÍTULO II.....		31
2.- PROCESO METODOLÓGIA.....		31
2.1-	Diseño Metodológico.....	31
2.1.1	<i>Tipo de Investigación</i> .....	31
2.1.2	Metodología.....	32
2.1.2	Métodos y técnicas.....	32
2.2	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA PARTE ALTA DEL CEYPSA (ÁREA DE ESTUDIO).....	35
2.2.1	Descripción del Área.....	35
2.2.2	Características Geográficas.....	35
2.2.2.1	Características de la Zona.....	36
2.2.3	Reconocimiento del terreno.....	37
2.2.4	Levantamiento topográfico.....	38
2.2.5.	Características biofísicas del área de estudio.....	39
2.2.5.1.	Relieve.....	39
2.2.5.2.	Suelo.....	39
2.2.5.3.	Hidrografía.....	41
2.2.5.4.	Vegetación.....	41
2.2.5.5.	<i>Fauna</i> .....	41
2.2.5.6	Flora.....	48



2. 2.5.7 Fisiografía. ....	50
2.2.5.8Clima.....	51
2.2.5.9 Hidrografía.....	52
2.2.5.10 Viento.....	52
2.2.5.11 Temperatura. ....	52
CAPITULO III.....	53
3.- IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTACIÓN DE AGAVE EN CURVAS DE NIVEL	53
3.1 Construcción del Agro-Nivel o Nivel "A" .....	53
3.3.1Preparación Del Agro-Nivel o Nivel "A". ....	54
3.2 Trazado de las Curvas a Nivel o a Desnivel en el Terreno. ....	54
3.3Determinación del Sistema de Plantación en Base al Diagnóstico Ambiental. ....	54
3.4 Levantamiento topográfico. ....	55
3.5 Señalización de las curvas de nivel.....	55
3.6 Diseño de la plantación. ....	55
3.7 Transporte y colocación del sustrato.....	56
3.8 Selección del lugar para la extracción de plantas.....	56
3.9 Selección de las plantas. ....	56
3.10 Extracción de las plantas.....	56
3.11 Transporte de las plantas.....	57
3.12 Recepción de las plantas. ....	57
3.13 Sistema de plantación. ....	57
3.14 Beneficios del sistema.....	57
3.15 Transporte de las plantas a cada una de las curvas. ....	58
3.16 Plantación.....	58
3.17 Seguimiento y evaluación del sistema de la plantación. ....	58
4.- Conclusiones.....	62
5.- Recomendaciones. ....	63
6.- Bibliografía y referencias. ....	64
6.1 BIBLIOGRAFÍA. ....	64
6.2 Bibliografía en línea.....	65

ANEXOS .....	66
--------------	----

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1 EFECTOS Y CONSECUENCIAS DE LA EROSIÓN EÓLICA.....	11
TABLA 2 PROFUNDIDAD Y ÁREA DE DRENAJE DE LAS CÁRCAVAS .....	17
TABLA 3 PENDIENTE DEL TERRENO Y DISTANCIA DE CURVA A CURVA.....	39
TABLA 4 MAMÍFEROS SILVESTRES .....	41
TABLA 5 AVES SILVESTRES.....	42
TABLA 6 INSECTOS .....	44
TABLA 7 ANÉLIDOS .....	46
TABLA 8 REPTILES .....	46
TABLA 9 ARÁCNIDOS.....	47
TABLA 10 MIRIÁPODOS .....	47
TABLA 11 ESPECIES VEGETALES .....	48
TABLA 12 PENDIENTE Y DISTANCIAMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	55
TABLA 13 PORCENTAJE DE MORTALIDAD .....	60
TABLA 14 ESTADO DE LAS PLANTAS.....	61

## INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO. 1 EVOLUCIÓN DE UNA CÁRCAVA EN CUATRO ETAPAS.....	13
GRÁFICO. 2 EFECTOS DEL IMPACTO Y SALPICADURA DE UN SALTO EN LA CABECERA DE UN BARRANCO: 1) PERFIL ORIGINAL, 2) PORCIÓN A DESPLOMARSE, 3) LÍNEA DE RUPTURA Y 4) SOCAVADURA.....	13
GRÁFICO. 3 LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS NEUTRALIZA LA INFILTRACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA. ....	14
GRÁFICO. 4 MORFOLOGÍA DE UNA CÁRCAVA EN LA CUENCA DEL RÍO SANTA BÁRBARA: 1) MESAS, 2) ESCARPES, 3) TALUD DE DETRITOS, 4) VEGA O FONDO DEL CANAL Y 5) MICRO-TERRAZA (EL ESCARPE DERECHO MIDE APROXIMADAMENTE 3 M DE ALTURA). ....	16
GRÁFICO. 5 SISTEMA DE PLANTACIÓN .....	59

## RESÚMEN

La presente investigación se la realizo en la Universidad Técnica de Cotopaxi en su centro experimental CEYPSA ubicado en Salache a 7 kilómetros de la ciudad de Latacunga.

El trabajo empezó con el reconocimiento del área, pues era muy importante delimitarlo mediante la utilización de un GPS, se llevó acabo la recuperación de la cárcava con la técnica del Nivel en A siguiendo las curvas de nivel, con el objetivo de recupera esta área y evitar más la erosión existente en el sector y la vez el deslizamiento de esta loma.

Una vez realizado el reconocimiento del área, se procedió a trazar las curvas de nivel con la ayuda del nivel en A señalando cada una de las curvas con las estacas, las mismas q nos va ayudar para realizar de mejor manera el hoyado, el mismo que se realizó con una dimensión de 40x40cm cada hoyo.

Para lo posterior proceder a colocar el sustrato dentro de los mismos, el siguiente paso fue colocar en cada uno de los hoyos las plantas de agave para después plantarlas.

Para ello se utilizó los métodos Inductivo, Deductivo e histórico, la Técnica de la observación, los materiales utilizados fue: Laptop, impresora, flash Memori, cámara fotográfica, libro de campo, lápiz, material bibliográfico como libros, revistas, tesis, cuadros y tablas.

Al finalizar la plantación de las plantas de agave procedimos a regar cada una de las curvas a nivel, obteniendo así 9 curvas de nivel con un total de 170 plantas de agave.

Obteniendo después de un control durante 3 meses 37 plantas muertas teniendo un porcentaje de 21% por varios factores climáticos y por la intervención del hombre.

En conclusión se determina el estado actual de las cárcavas de la parte alta CEYPSA encontrando una condición de terreno de forma irregular con una pendiente a los dos lados, formando una pendiente puntiaguda la más alta se encuentra en el centro del lote obteniendo un suelo duro y a la vez pedregoso.

Se recomienda monitorear continuamente por medio de prácticas agroambientales el estado en el que se encuentran las cárcavas para acelerar el proceso de recuperación, con el aporte de las carreras afines y de medio ambiente, procurando que las plantas lleguen a formar terrazas a lo largo del tiempo.

## ABSTRACT

This research was conducted at the Technical University of Cotopaxi in its experimental center located in Salache CEYPSA, 7 kilometers from the Latacunga city of.

The work began with the ground reconnaissance. It was very important to delimit using a GPS. The recovery of the gully took place with the technique of Level in A, following the contours. It was done with the aim of recovering this area and preventing further erosion existing in the sector as well as the landslides of this hill.

Once the ground reconnaissance was done, we proceeded to trace the contour with the help of the A, pointing each of the curves with some stakes. It helped us to make the hollow in a better way. This hollow size is about 40x40cm each hole.

Then, Each hole was filled in with the same substrate. The next step was to place the agave plants in order to plant them. Therefore we used the Inductive- Deductive and historical methods and the observation technique. The , materials used were: Laptop, Printer, Flash Memory, camera, field book, pencil, books, journals, theses, charts and tables.

After finishing planting the agave plants, we proceeded to water each of the contour lines. Thus, we obtained nine contours with a total of 170 agave plants. After a 3 month experiment, we got 37 dead plants which represent a percentage of 21% by various climatic factors and human intervention.

In conclusion, it was determined the current state of gully which are in the highest part of CEYPSA. It was found a land of irregular shape with a slope on both sides, forming a pointed slope. The highest is in the center of the land, getting a hard floor and rather rocky.

Continuous monitoring is recommended through the agro-environmental practices in order to determine the state of the gullies that accelerate the recovery process. The contribution of the related careers such as Environmental Career, it is possible to make these plants to form terrace one day.

## INTRODUCCIÓN

La degradación de suelos en el Ecuador, es particularmente importante el proceso de erosión producido en buena parte por la expansión de la frontera agrícola, como una forma o mecanismo de incremento de la producción en lugar de mejoras de productividad con adecuado manejo de tecnologías y consideraciones eco sistémicas, lo que ha llevado a incorporar territorios "**no aptos**" a esta actividad; esto ha derivado en una alta incidencia del fenómeno "**erosión**" respecto al total del territorio nacional.

La erosión del suelo es una crisis silenciosa, un desastre insidioso y provocado por el hombre mismo y se desarrolla gradualmente. En muchos lugares ni siquiera se lo reconoce como tal: el suelo desaparece, aguacero tras aguacero, en incrementos tan pequeñas que apenas se observa el proceso.

Los desbordamientos de los ríos y las inundaciones en la costa ecuatoriana, en épocas de lluvia, son el resultado de la sedimentación causada por el desgaste del terreno en las partes altas.

Para contrarrestar este desastre ambiental provocado por la erosión es imperativo emprender acciones inmediatas y a gran escala. Y con 'acciones' no se limita a obras civiles de reparación de puentes y carreteras, sino a una concienciación a nivel nacional del impacto desastroso de la deforestación, de los incendios y del mal manejo de los suelos.

Las soluciones deben partir de la recuperación de cárcavas mediante el repoblamiento de la ladera con vegetación permanente (pastos, arbustos o arboles). Para mejorar la infiltración del agua lluvia en el suelo, se pueden construir zanjas de desviación, que

canalicen o encaucen el agua que corre sobre el suelo, o diques de piedras en las cárcavas, para detener el escurrimiento del agua y del suelo.

El control de cárcavas debe estar dentro del plan de manejo de una zona de producción, conservación y protección y debe considerarse como un sistema de recuperación de zonas degradadas y de protección de las obras de infraestructura hidro- agrícolas o de caminos en partes bajas de las aéreas de drenaje de las cárcavas.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La erosión, entendida no como un proceso de formación del paisaje, sino mejor como resultado de la intervención humana del territorio, con diferentes finalidades, ha adquirido con el paso del tiempo una magnitud tal, que hoy día se le considera uno de los principales problemas ambientales a nivel global, asociado, en gran medida, a la deforestación. Así, en América del Sur (PNUMA, 2000), casi 250 millones de hectáreas de terreno se encuentran afectadas por la degradación del suelo, siendo la erosión la principal amenaza con 68% del terreno afectado; unos 100 millones de hectáreas se han degradado como consecuencia de la deforestación, en tanto que unos 70 millones de hectáreas se han visto sometidas a procesos de pastoreo intensivo y a la erosión del mismo.

Además de la deforestación y la aplicación directa de la tierra a sistemas de cultivo y pastoreo, ciertos proyectos de desarrollo construcción de carreteras, aeropuertos, y embalses para generación hidroeléctrica, entre otros han con frecuencia contribuido al desarrollo de procesos erosivos. No pueden ser subestimadas, además, las repercusiones que han tenido en la generación del fenómeno, actividades consideradas tradicionalmente como artesanales, caso de la minería de superficie, cuya manera particularmente letal de intervenir el terreno, genera importantes áreas para desprendimiento y arrastre de materiales.

La aparición de la erosión en cárcavas, guarda en gran medida relación con tales prácticas inadecuadas de utilización de la tierra. Este es el caso de la disposición inapropiada del material proveniente de cortes de terreno, en diferentes tipos de construcciones civiles y minería, quedando aquél a merced del agua lluvia. Asimismo, tiene relación con la generación de surcos en campos de cultivo y senderos de ganado en pastizales, los cuales, favorecidos por la acción de la lluvia y concentración de flujos, tienden a profundizarse, y con el tiempo, ser precursores de esta manifestación erosiva, causando así un impacto al ambiente.

La erosión en cárcavas es una de las expresiones de la erosión superficial, y ocupa dentro de ésta, el nivel máximo de manifestación, precedida por la erosión en forma de salpicadura, laminar y en surcos; así, surge generalmente luego de la erosión laminar y la erosión en surcos, al aumentar el volumen de escorrentía o su velocidad. Suele ser producto del descuido en la aplicación de medidas protectoras cuando se tienen formas incipientes de erosión, pudiéndose alcanzar estados de gran avance y desarrollo, de difícil control posterior.

La parte alta del CEYPSA con sus terrenos con fuertes pendientes lamentablemente camina a pasos agigantados a su degradación las negativas actividades agropecuarias que realiza el ser humano para subsistir, el cambio climático. Entonces es urgente la formulación de un plan que busque alternativas que minimice los problemas que afligen a este ecosistema estratégico.

Este tipo de erosión reviste especial atención económicamente entre otras, por las siguientes razones: difícil y costoso control si no se acometen acciones a tiempo; elevadas pérdidas de suelo y contaminación de cuerpos de agua; afectación negativa al recurso paisajístico; además lo que es flora fauna y pérdida de capacidad productiva de las tierras, y con ello dificultades económicas para los dependientes de ellas a la sociedad que depende de ellas para subsistir.

Afectando a la productividad en el campo con el arrastre del suelo fértil en el área dañada, lo que reduce considerablemente el rendimiento. Los costos de operación aumentan considerablemente en los terrenos donde por descuido se ha permitido la formación de cárcavas afectando así en lo económico y social.

Determinando como objeto de estudio las cárcavas con el agave y el campo de acción la siembra.



## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La recuperación de cárcavas con agave (penco azul) como ayudaría a la protección biológica ambiental del estadio y el CEYPSA?

## JUSTIFICACIÓN Y SIGNIFICACIÓN

En el área de estudio existe una erosión eólica e hídrica debido a los factores climáticos y a su escasa vegetación en la zona, produciendo así en épocas de lluvia arrastre de materiales como son piedras arena y lo q se encuentra a su paso, provocando a su vez inundaciones en las instalaciones del campus CEYPSA.

Es necesaria la recuperación de cárcavas con agave (penco azul) para la protección biológica ambiental del estadio CEYPSA y así dar una solución a esta problemática, puesto que la implementación de obras en el control de la erosión en cárcavas es costosa.

Con la recuperación de las cárcavas va existir una mayor infiltración de agua en el suelo y evita la escorrentía superficial, favoreciendo al ambiente y al recurso paisajístico puesto, que con el tiempo se van a formar terrazas naturales en las cuales se pueden implementar nuevas técnicas de conservación.

Para su corrección y control, han sido diseñados tratamientos integrales que combinan obras de tratamientos biológicos, buscándose así controlar el accionar de los principales agentes erosivos, y restaurar las condiciones propicias para la colonización vegetal.

A la vez recuperar y reutilizar los suelos al tener terrazas de formación lenta con la utilización del agave siguiendo las curvas de nivel con densidades de plantación mínimas.

Esto quiere decir, que el agave por su presencia como planta que sobrevive en condiciones donde otras especies no lo hacen, puede ser pionero de una sucesión

vegetal contribuyendo en la recuperación de suelos degradados o erosionados por deforestación, sobre pastoreo (Parra-Negrete 2005).

Son varias las características de los agaves que les permiten evitar una excesiva transpiración; una reducción en la superficie que transpira en relación con el volumen total del órgano, la presencia de una cutícula gruesa en la epidermis de la hoja, la acumulación de cera en la superficie y la presencia de estomas de naturaleza compleja que aseguran una protección adicional contra la evaporación durante los periodos de sequía.

## ANTECEDENTES

El agave en la pre-hispanidad era considerada una planta sagrada .Sus registros más antiguos datan de algunos códices prehispánicos como el Tonalmatl Náhuatl que significa "Tira de peregrinación Azteca", que narra la historia del pueblo de México.

Según los códices Nutall, Laud, Florentino y Mendocino, las tribus indígenas hallaron diferentes usos para el agave y sus subproductos, por ejemplo; alimentos, hilos, agujas para coser, calzado, techos para casas, ropa, clavos, punzones, armas de guerra, papel, entre otros objetos. Los mexicanos aprendieron a cocerlas piñas del agave.

Es poco el valor agroecológico que se le da a las diversas especies de **Agave**, en los que puede estar incluido el A. tequilana, para la recuperación de suelos degradados, sobre todo donde especies maderables no prosperarían (Parra, et al., 2002). Porque, si a los Agaves se les manejara sobre todo en cerros y los ríos, no solo en el sistema de monocultivo, sino en cultivo asociado (en franjas con leguminosas, nopal, maderables, etc.)Y en recolección (en sucesión vegetal natural, donde se cosechan solo las plantas maduras) esto mejoraría la biodiversidad y la calidad de los suelos.

Lo más común en cuanto a obras civiles para controlar el crecimiento de las cárcavas en dicha ciudad, es la construcción de canales escalonados o disipadores de energía, elaborados con hierro y concreto. El escalonamiento tiene la función de disminuir la velocidad y el potencial erosivo de la corriente que por allí se desplaza. En la desembocadura de algunas de estas estructuras se colocan una serie de salientes de piedra o concreto a manera de obstáculos. La finalidad es siempre la misma: disminuir la fuerza del agua y eliminar la socavación.

En ciertas localidades se han construido también lo que los ingenieros civiles denominan “chimeneas”, cuya función es que el chorro de agua que cae desde el borde de una mesa invierta la mayor parte de su energía sobre un fondo de concreto. En ocasiones se combina la construcción de las estructuras con la fabricación de muros laterales (gaviones) y se recortan los escarpes, con el fin de disminuir las pendientes, para posteriormente colocar fajinas de palos perpendiculares al declive, y luego proceder a la siembra de gramíneas.

Juan Diego León Peláez tuvo una experiencia en surcos en curvas de nivel. Semejantes a los surcos profundos pero de profundidades entre 18 y 25 cm, pudiendo ser también localizados al interior de la cárcava, y su camellón plantado con especies forestales.

Entre las especies más comúnmente empleadas pueden ser citadas: limoncillo(*Cymbopogon citratus*), citronela (*Andropogon citratus*), pasto imperial (*Axonopus scoparius*), caña brava (*Gynerium sagittatum*), bambú (*Bambusa* sp), leucaena (*Leucaena* sp) y cabuya (*Agave* sp), entre otras.

La provincia de Cotopaxi cuenta con una variada diversidad de plantas mismas que permiten tener un banco genético para su mantenimiento de las especies y su aprovechamiento para la recuperación de suelos deforestados. El valle de Latacunga posee un magnífico suelo apto para la producción agrícola, ganadera, entre los cultivos principales tenemos, cebada, trigo, maíz, legumbres, hortalizas y frutas, mientras que el sector occidental es propicio para el cultivo de banano, caña de azúcar y varios productos tropicales.

La riqueza forestal es considerable tanto como especies nativas como exóticas, cuenta con áreas boscosas como: bosques andinos, tropicales y amazónicos.

En La Universidad Técnica de Cotopaxi con su centro experimental CEYPSA ubicado en Salache a 7 kilómetros de la ciudad de Latacunga (2822 m.s.n.m.)

En el CEYPSA Posición + - 4m: Sur: 00° 59.999', W: 078° 37.618'), se llevó a cabo la forestación mixta con la técnica de tres bolillo que es la más aconsejable para terrenos en pendiente, utilizando cinco especies nativas (acacia, aliso, retama, molle y quishuar), con el objetivo de recuperar estos suelos, para evitar la erosión y por ende el deslizamiento de esta loma que está formado en toda el área por un suelo calcáreo con presencia de pumita (cascajo), con escasa vegetación, sin duda alguna, que este es el inicio de un labor muy difícil pero no imposible ya que la recuperación de dichos suelos es el aliciente que nos permitió continuar con este trabajo.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Recuperar las cárcavas con agave (penco azul) para la protección biológica ambiental del estadio CEYPSA, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el periodo 2013.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de las cárcavas del CEYPSA parte alta del estadio.
- Determinar en base a la pendiente la distancia y señalización de las posibles terrazas siguiendo las curvas de nivel.
- Implementar plantaciones de agave, siguiendo las curvas a nivel.

# **CAPITULO I**

## **1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1 Erosión**

La erosión es un proceso natural por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran parte del suelo de unos puntos a otros. Es un proceso muy útil porque permite se desplacen materiales de unos suelos a otros que recuperan fertilidad con estos aportes. La erosión es un problema cuando se acelera, con lo cual los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechados o se pierden, o cuando por causas ajenas al propio medio aparece en puntos que no deberían de erosionarse en su totalidad.

Según el proyecto del Centro Rural de Información Europea (2000) “La erosión es uno de los problemas ambientales que más preocupa a los científicos, gobernantes y ciudadanos. Sus consecuencias son catastróficas y buena prueba de ello es el crecimiento de los desiertos.”(Pág.1)



Según el proyecto del Centro Rural de Información Europea (2000)

**La erosión una vez ha alcanzado el punto culminante de su evolución es prácticamente irreversible a escala humana, conseguir que un desierto vuelva a ser suelo fértil es una tarea de siglos o milenios. En cambio conseguir que los suelos fértiles se vuelvan eriales cuesta muy poco, basta una lluvia no excesivamente fuerte sobre una ladera desprovista de vegetación para que el proceso de la erosión se inicie. (Pág.1)**

El material erosionado puede estar conformado por:

- Fragmentos de rocas producto de la meteorización mecánica (termoclastia, gelifración, etc.) o formados por abrasión mecánica debida a la acción del viento, aguas o glaciares.
- Suelos, en especial aquellos que han sido despojados de su cubierta vegetal por tala, sobre pastoreo o incendio.

### **1.1.1 Causas de la Erosión.**

Los agentes son más eficaces en función dependiendo de qué tipo de tierra sea, la capa que la protege (hierbas, árboles, rocas, etc.), la cantidad de agua existente, el viento y su uso. Uno de los principales factores es el agua. Uno de los tres primeros factores puede permanecer constante. En general depende de que tan resistente sea la tapa vegetal, en las áreas de precipitación intensa, la arena se corre por las cuestas y se va por las corrientes del agua.

Según el artículo hablando de erosión, escrito por el centro rural de información europea (2000)

**En las zonas donde se encuentre más arcilla la erosión será de menor intensidad. Como la capa protectora de vegetación protege a la tierra de la erosión, cuando esta se retira (ya sea por desastre natural o la construcción de cultivos, carreteras, etc.) el riesgo de erosión se hace grande, pues hay un riesgo de que, sin su capa protectora, la tierra se corra por las pendientes y las corrientes de agua. Los caminos son los principales aumentos de riesgo en la erosión, la capa protectora de vegetación ha sido retirada y un camino sin drenaje a los lados produce que la capa de asfalto se levante poco a poco produciendo problemas al conducir, y por supuesto, problemas de erosión, en los caminos que se encuentran al lado de una pendiente sufren más riesgo de ser erosionados y producir los molestos hoyos llamados baches.**

Muchas actividades humanas retiran la capa protectora de vegetación, produciendo una erosión más acelerada.

Según el artículo hablando de erosión, escrito por el centro rural de información europea (2000) "En los cambios de vegetación (como el paso de vegetación nativa a los cultivos) producen un aumento de la erosión produciendo que el suelo pierda sus nutrientes y sea infértil e inservible." pag.2

Según el artículo hablando de erosión, escrito por el centro rural de información europea (2000)

**También depende el tipo de vegetación que se encuentre en el lugar, por ejemplo, una zona sin árboles sufre mucho, debido a que el árbol absorbe el agua y en su ausencia el agua se va sin ser absorbida en su mayor parte y llevándose con sigo la arena de la tierra. (Pág.2)**

Además las hojas juegan un papel importante en la erosión, por ejemplo, un arbusto grande con hojas abundantes protege más el suelo de la caída de las gotas.

Según el artículo hablando de erosión, escrito por el centro rural de información europea (2000)

**Las gotas al caer sobre una hoja se desbaratan y se dispersan en forma de gotas más pequeñas, por el contrario, al caer al suelo las gotas desbaratan el suelo por su efecto corrosivo (una de las propiedades más interesantes del agua). (Pág. 2)**

Según el proyecto del Centro Rural de Información Europea (2002)

La vegetación controla también la velocidad de la corriente de agua, entre más juntos estén los tallos de las plantas la velocidad de la corriente del agua será menor.

### ***1.1.2 Erosión Hídrica***

Según el Proyecto MET-ALARM Managua Nicaragua (2006) "La erosión hídrica actual se conoce a partir de la estimación de la pérdida de suelo en tiempo real como consecuencia de las condiciones presentes del territorio." (Pág.12)

Y de igual manera se considera como la amenaza por erosión hídrica a la predicción de las pérdidas de suelo en un espacio o área dada, en un periodo de tiempo determinado bajo la influencia de determinadas condiciones.

Según FAO (2002)

**A nivel mundial, la erosión hídrica es el tipo más importante de degradación de suelos y ocupa aproximadamente 1,093 millones de hectáreas (56%) del área total afectada por degradación de suelo inducida por el hombre. La erosión eólica es, a continuación, la que afecta mayor superficie y ocupa 548 millones de hectáreas (28%) del área afectada. (Pág. 13)**

Según la forma como el agua actúa en el suelo, existen tres clases de erosión hídrica: erosión pluvial, erosión por escurrimiento y remoción en masa.

Los factores que desencadenan la erosión hídrica son: clima, topografía, suelo, vegetación y técnicas de cultivo.

- **Erosión hídrica pluvial**

Según el Proyecto MET-ALARM Managua Nicaragua (2006)

**La erosión hídrica pluvial es la que se genera como consecuencia de la lluvia. De acuerdo con sus formas de**

**actuar la erosión hídrica se subdivide en: erosión por salpicadura, erosión laminar, erosión en surcos, y erosión en cárcavas. (Pág.14)**

- **Erosión por salpicadura**

Según el Proyecto MET-ALARM Managua Nicaragua (2006)

**La erosión de suelo es un proceso mecánico que requiere energía, la mayor parte de esta energía es suministrada por las gotas de lluvia. Cuando las gotas golpean el suelo desnudo a alta velocidad, fragmenta los gránulos de suelo y agregados, desprendiendo las partículas de la masa del suelo.**

(Pág. 14)

Esta acción de salpicadura mueve las partículas desprendidas solamente a distancias cortas, pero el flujo superficial ligero transporta parte de estas partículas directamente pendiente abajo y otra parte es conducida a pequeñas depresiones donde el flujo es más concentrado y provee una mejor transportación de las partículas del suelo.

- **Erosión laminar**

Según el Proyecto MET-ALARM Managua Nicaragua (2006)

**El flujo laminar, que es muy superficial, transporta material del suelo que ha sido desprendido por impacto de las gotas de lluvia. Cuando el escurrimiento es impedido de fluir libremente por una obstrucción natural o artificial p. Ej. Barrera de residuos vegetales o vivas en contorno, se reduce la velocidad del flujo y hay una mayor probabilidad de que ocurra una deposición de partículas. (Pág.14)**

Según el Proyecto MET-ALARM Managua Nicaragua (2006) “Dado que la erosión laminar ocurre casi uniformemente sobre los campos agrícolas, puede remover una considerable cantidad de suelo sin ser evidente, pero no puede ser ignorado como una fuente importante de sedimentos.” (Pág.14)

- **Erosión en surco**

Es un proceso donde pequeños canales de varios centímetros de profundidad son formados.

Según el Proyecto MET-ALARM Managua Nicaragua (2006)

**El suelo es desprendido por la acción abrasiva del flujo de agua y por desprendimiento del suelo, causado por socavamiento de las paredes laterales de los canales. Las partículas desprendidas son transportadas por una combinación de suspensión, saltación y rodamiento. (Pág.14)**

Según el Proyecto MET-ALARM Managua Nicaragua (2006)

**Partículas suspendidas, principalmente arcilla y limo fino, pueden viajar grandes distancias antes de ser depositadas sobre la superficie de la tierra. El potencial erosivo del flujo de agua depende de su velocidad, profundidad, turbulencia del flujo así como del tipo y cantidad del material siendo transportado. (Pág.14)**

Erosión en surco incrementa rápidamente con la longitud y el grado de pendiente que causa un incremento en la velocidad y volumen del flujo de escorrentía superficial

### 1.1.3 Erosión eólica.

Según el documento de ingeniería agroforestal de la universidad politécnica de Madrid (2001) “Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento.” (Pág. 1)

El fenómeno de la erosión eólica se favorece con:

- 1) Vientos fuertes y frecuentes
- 2) Superficies llanas expuestas al viento
- 3) Suelo seco, suelto, de textura fina y poca materia orgánica. Con una inexistente o degradada estructura del suelo.
- 4) Condiciones de aridez. Altas temperaturas y escasas precipitaciones
- 5) Poca cubierta vegetal. Así un pastoreo abusivo, la quema de residuos agrícolas y el laboreo irracional pueden ser factores causantes de la erosión eólica.

El movimiento de las partículas se produce por acción del viento y puede ser, en función de su tamaño, rodando ( $>0,5$  mm), por saltación (0,05-0,5 mm), o en suspensión ( $< 0,1$  mm). Una de las manifestaciones más claras de la acción del viento son las dunas, que son acumulaciones de arena formadas al interponerse un obstáculo, que pueden tener forma transversal perpendicular al viento, estrellada, con direcciones de viento variables, o la típica forma de media luna o duna aislada que forma un montículo en el que el lado opuesto a la dirección del viento tiene mayor pendiente, al caer la arena por gravedad, y el lado enfrenteado a la dirección de avance menor pendiente al ascender las partículas por arrastre.

Uno de los modelos más aplicados para estimar la erosión eólica es la ecuación de la erosión eólica WEQ.

Según este modelo la tasa de erosión eólica dependerá de cinco factores (Woodruff y Siddoway, 1965):

$$E' = f(I', K', V, L', C')$$

Según el documento de ingeniería agroforestal de la universidad politécnica de Madrid (2001)

- **La erosionabilidad eólica del suelo, I': representa el potencial de pérdida de suelo y depende de la granulometría de éste. Se expresa en Mg/acre? año y se determina clasificando el suelo dentro de un grupo de erosionabilidad (8 posibles) según las propiedades de la superficie del suelo, y a partir del porcentaje de agregados del suelo seco mayores de 0,8 mm.(Pág. 1)**

-

Las propiedades más importantes del suelo, en relación a la erosión eólica, son: 1) textura del suelo, 2) contenido en materia orgánica, 3) contenido en carbonato cálcico, 4) estado de humedad del suelo, y, 5) estabilidad estructural. El índice toma un valor mínimo de 0 (suelos con alto contenido en elementos gruesos en la superficie o húmedos) y un valor máximo de 310 (suelos arenosos, y con porcentaje de agregados del suelo seco mayores de 0,8 mm del 1 %).

Según el documento de ingeniería agroforestal de la universidad politécnica de Madrid (2001) “Rugosidad del suelo, K’: cualquier irregularidad de la superficie del suelo (macrorrelieve o macrorrelieve) Longitud del terreno, L’: hace referencia a la longitud efectiva recorrida por el viento.”(Pág.1)

Según el documento de ingeniería agroforestal de la universidad politécnica de Madrid (2001)

**Factor de vegetación, V: se obtiene considerando tres subfactores: el porcentaje de residuos superficiales del suelo, la clase de cobertura vegetal (densidad, superficie y altura); y, la orientación, uniformidad, distribución y ancho de la vegetación. (Pág.1)**



El factor climático,  $C'$ : el factor climático según el modelo planteado por Woodruff y Siddoway se cuantifica según la expresión:

$$C = 386 \cdot (V)^3 \cdot [\text{PE index}]^{-2}$$

V: velocidad media del viento corregida a una altura de 9,1 metros

PE index : índice precipitación-evaporación de Thornthwaite

$$\text{PE index} = \frac{J \text{ I a XII } 3, 1606 \cdot (P / (1,8 \cdot T + 22))}{1,111}$$

P: precipitación media mensual en milímetros (Para P M 13 mm)

T: temperatura media mensual en °C (Para T M -1,7° C)

## ETAPAS

1. Desprendimiento
2. Transporte
3. Depósito

## FACTORES

- Viento. > 20 Km/hora
- Clima, muy seco
- Vegetación
- Relieve
  
- Suelo

**TABLA 1 EFECTOS Y CONSECUENCIAS DE LA EROSIÓN EÓLICA**

<b>EFECTOS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>
<b>PERDIDA DE MATERIALES</b>	<p>Alteración de la textura</p> <p>Suelo más arenoso</p> <p>Perdida de nutrientes</p> <p>Disminución de espesor</p> <p>Disminución de la productividad</p>
<b>DEPÓSITO DE MATERIALES</b>	<p>Salinización</p> <p>Alteración de la textura</p> <p>Dstrucción de cultivos</p> <p>Disminución de la productividad</p> <p>Favorece la desertificación</p>
<b>DESECACIÓN DEL SUELO</b>	<p>Disminución de la cobertura vegetal</p> <p>Disminución de materia orgánica</p> <p>Aumento de erodibilidad</p> <p>Disminución de la productividad</p> <p>Incremento de la desertificación</p>
<b>TORMENTAS DE PARTICULAS</b>	<p>Enfermedades pulmonares</p> <p>Hábitat desapacible</p>

FUENTE [http://edafologia.ugr.es/erosion/tema9\\_eolica/9](http://edafologia.ugr.es/erosion/tema9_eolica/9)

## 1.2 Cárcavas.

### Definición

La cárcava es una zanja producto de la erosión que generalmente sigue la pendiente máxima del terreno y constituye un cauce natural en donde se concentra y corre el agua proveniente de las lluvias. El agua que corre por la cárcava arrastra gran cantidad de partículas del suelo causando una herida en el mismo.

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**Las cárcavas se inician cuando el suelo ha sido removido por el flujo superficial formando pequeños surcos considerado como zanjeado incipiente y a medida que aumenta el escurrimiento se forman pequeños canalillos que van creciendo en ancho y en profundidad hasta formar secciones transversales de diferentes formas que se agrandan con la presencia de las avenidas máximas.(Pag.1)**

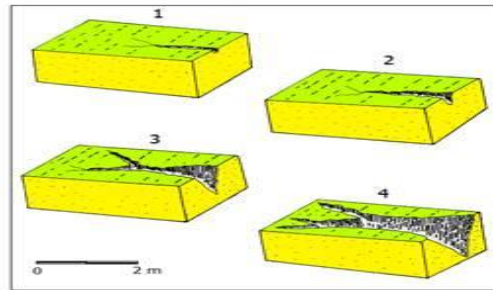
Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009) "Consecuentemente, las cárcavas se originan por la concentración de los escurrimientos superficiales en determinados puntos críticos del terreno." (Pág.1)

Generalmente, poseen un perfil agudo en forma de "V"; sin embargo, al detenerse el crecimiento vertical y avanzar el desgaste lateral, el perfil deja de tener un fondo agudo y desarrolla una superficie plana, dando al conjunto una forma de cajón. A medida que se va socavando el fondo del barranco, las paredes se van desmoronando.

La rata de crecimiento dependerá de la intensidad de las lluvias. Cuando la cabecera o punta de la cárcava presenta un escarpe, durante las lluvias más intensas se genera un salto de agua de alto poder erosivo, cuyo impacto al pie del talud produce una

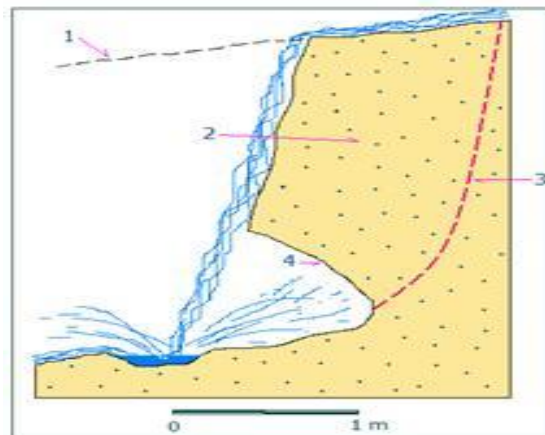
intensa salpicadura radial, capaz de hacer retroceder el barranco varios metros durante un mismo aguacero.

**GRÁFICO. 1 EVOLUCIÓN DE UNA CÁRCAVA EN CUATRO ETAPAS.**



(FUENTE: SANTIAGO, 2007).

**GRÁFICO. 2 EFECTOS DEL IMPACTO Y SALPICADURA DE UN SALTO EN LA CABECERA DE UN BARRANCO: 1) PERFIL ORIGINAL, 2) PORCIÓN A DESPLOMARSE, 3) LÍNEA DE RUPTURA Y 4) SOCAVADURA.**



(FUENTE: MODIFICADO DE CAMPOS Y PERAZA, 1994)

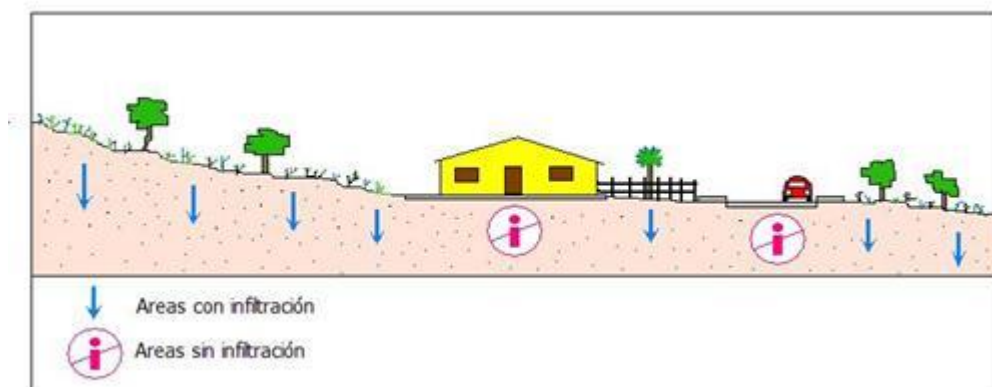
Una cubierta de vegetación escasa puede implicar un crecimiento más acelerado de las cárcavas, puesto que, durante las lluvias, la escorrentía tendrá menos obstáculos a lo largo de las vertientes. La mayor o menor velocidad de la escorrentía depende del grado de inclinación (pendientes) del terreno. Las cárcavas se originan por causas

naturales, pero en muchas circunstancias su origen se asocia a las actividades antrópicas; el hombre desforesta la superficie con diferentes propósitos (agricultura, minería, urbanización, etc.).

Según la monografía de erosión de cárcavas de Bolivia escrito por Santiago (2002)

**La generación de cárcavas en áreas urbanas es una consecuencia de la impermeabilización de extensas superficies (Fig. 4); es cuando el agua de lluvia que deja de infiltrarse escurre en exceso pendiente abajo, creando problemas particularmente en los terrenos de mayor inclinación. La inestabilidad de los taludes también puede verse influida por la infiltración de agua desde pozos sépticos cercanos. (Pág.2)**

**GRÁFICO. 3 LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS NEUTRALIZA LA INFILTRACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA.**



(FUENTE: SANTIAGO 2002)

Según la monografía de erosión de cárcavas de Bolivia escrito por Santiago (2002)

**Otro de los factores determinantes en el desarrollo de las cárcavas es la litología: en los escarpes los materiales sueltos, como la arena, facilitan la remoción; mientras que los materiales cohesivos, como la arcilla, ofrecen una mayor estabilidad. El contenido de arcilla en las capas arenosas disminuye la susceptibilidad tanto a la erosión como a los desplomes. (Pág.2)**

Las cárcavas pueden dividirse en activas o inactivas; las primeras se caracterizan por su incesante crecimiento, mientras que las segundas se destacan por su estabilidad; es decir, que en períodos suficientemente largos a la escala humana, no presentan cambios notables en ninguna de sus tres dimensiones. En éstas es palpable la existencia de vegetación recubriendo buena parte de la superficie. Al contrario, en las cárcavas activas se observan grandes lotes de terreno sin cubierta vegetal, con taludes exhibiendo surcos y cicatrices de desplomes recientes (Fig. 5) (Pág.2)

Según la monografía de erosión de cárcavas de Bolivia escrito por Santiago (2002).

**Para medir y pronosticar el crecimiento tridimensional de los barrancos se han propuesto algunos modelos matemáticos de dudosa efectividad; pero, ya que cada caso responde a factores muy particulares, se ha recomendado como una forma más confiable, el monitoreo durante la época de lluvias, colocando marcas y realizando visitas frecuentes al sitio de interés. (Pág. 2)**

**GRÁFICO. 4 MORFOLOGÍA DE UNA CÁRCAVA EN LA CUENCA DEL RÍO SANTA BÁRBARA: 1) MESAS, 2) ESCARPES, 3) TALUD DE DETRITOS, 4) VEGA O FONDO DEL CANAL Y 5) MICRO-TERRAZA (EL ESCARPE DERECHO MIDE APROXIMADAMENTE 3 M DE ALTURA).**



(FUENTE: SANTIAGO 2002)

Según la monografía de erosión de cárcavas de Bolivia escrito por Santiago (2002) “El crecimiento desmesurado de los barrancos es causal de la ruina de tierras agrícolas y del colapso de infraestructuras, lo cual genera cuantiosas pérdidas materiales y pone bajo riesgo la vida de las personas.” (Pág.2)

### **1.2.1 Clasificación.**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009) “Las cárcavas se pueden clasificar por la forma de la sección, por su profundidad y área de drenaje y por su continuidad a lo largo de la pendiente.” (Pág.3)

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**Sección transversal: La cárcavas se clasifican por la forma de la sección transversal en tipo U que se forman cuando el suelo superficial tiene la misma resistencia que el subsuelo; el tipo V que se forma cuando el subsuelo tiene más resistencia que el suelo superficial y el tipo trapezoidal se forma cuando**

**el sustrato es muy resistentes a la erosión como sucede en las zonas de tepetates. (Pág.3)**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009) ***Profundidad y área de drenaje de las cárcavas:*** A este respecto, las cárcavas se agrupan en pequeñas, medianas y grandes de acuerdo con los valores que se muestran a continuación.”(Pág.3)

**TABLA 2 PROFUNDIDAD Y ÁREA DE DRENAJE DE LAS CÁRCAVAS**

Clase	Profundidad(m)	Área de drenaje (ha)
Pequeñas	< 1	< 2
Medianas	1 a 5	2 a 20
Grandes	> 5	> 20

(FUENTE: SARGARPA 2009)

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

***Las cárcavas de pueden agrupar en:***

**Continúas:** Estas conforman un sistema de drenaje superficial bien definido. Tienen una cárcava principal en la que confluyen las cárcavas secundarias conformando un sistema de drenaje o varios sistemas de drenaje. (Pág.4)

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**No continúas:** Estas se presentan en forma aislada y son provocadas por los movimientos en masa de un terreno o por la concentración de escurrimiento en una ladera pero no



**conforman un sistema de cárcavas, sino que están aisladas. Generalmente la descarga de los escurrimientos, se presenta en áreas planas y la cárcava tiende a desaparecer. (Pág.1)**

### **1.2.2 Causas de la formación de las cárcavas**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**La mayor parte de las cárcavas se forman debido a las actividades humanas y otras por la presencia de eventos de lluvia extraordinarios que saturan al suelo y por las condiciones de pendiente y de lo impermeable del sustrato causan los movimientos en masa de los suelos o el aumento en los sistemas de drenaje en las laderas y las montañas. (Pág.3)**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**Algunas de las causas de la formación de cárcavas son: el sobre pastoreo propiciado por el crecimiento de los hatos ganaderos que rebasa la capacidad de carga permisible y la reducción de cobertura de la vegetación; la expansión de los terrenos de cultivo de escarda en las partes altas de las laderas o de las montañas sin tomar en cuenta el manejo de los suelos y la cobertura vegetal que causa un concentración de los escurrimientos superficiales; la deforestación debido a los cambios de uso del suelo, la sedentarización de la milpa, la producción de madera, el aprovechamiento de especies maderables y no maderables que causan una reducción de la propia vegetación para proteger a los suelos contra la erosión y la presencia de sistemas de drenaje naturales que van**

**creciendo continuamente ya que no tienen la capacidad para desalojar los crecientes escurrimientos superficiales.(Pág.3)**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**Las acciones del hombre como el uso inapropiado de las zonas forestales, de pastizales y de selvas donde realizan tala inmoderadas, establecen cultivos anuales sin el uso de prácticas de conservación de suelos hacen que con en el tiempo los terrenos productivos se vuelvan improductivos y se abandonen sin protegerlos de los agentes erosivos. (Pág.3)**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**En las zonas de agostadero el excesivo pastoreo por los crecientes hatos ganado bovino, caprinos y ovinos propician un sobre pastoreo que reduce la cubierta vegetal y disminuye la infiltración del agua en el suelo, aumentando los escurrimientos en las zonas de drenaje de las cárcavas. (Pág.3)**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**El desarrollo de infraestructura para la producción: como surcados, terrazas, bordos de captación de escurrimientos con sus estructuras vertedoras, canales de desviación, caminos mal trazados o sin mantenimiento preventivo provocan la formación y crecimientos de las cárcavas cuando los escurrimientos se concentran en las zonas de ruptura. (Pág.3)**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009)

**Los factores físicos como el tamaño y la forma del área de drenaje de la cárcava, la topografía (longitud y grado y forma de la pendiente), las propiedades físicas de los suelos especialmente aquellos que forman grietas cuando secos, son los que favorecen el crecimiento de las cárcavas. (Pág. 3)**

En resumen, las principales causas de la formación de cárcavas son:

- Cambios de uso del suelo
- Uso inadecuado de laderas
- Caminos no protegidos
- Hábito subterráneo de roedores
- Prácticas inadecuadas de laboreo
- Pérdida de la resistencia del suelo a la erosión
- Aprovechamientos forestales no controlados
- Sobre pastoreo
- Ruptura de obras aguas arriba
- Lluvias de alta intensidad
- Suelos susceptibles a la erosión en canalillos

### **1.2.3 Erosión de cárcavas.**

La erosión en cárcavas es una de las expresiones de la erosión superficial, y ocupa, dentro de ésta, el nivel máximo de manifestación, precedida por la erosión en forma de salpicadura, laminar y en surcos; así, surge generalmente luego de la erosión laminar y la erosión en surcos, al aumentar el volumen de escorrentía o su velocidad. Suele ser producto del descuido en la aplicación de medidas protectoras cuando se

tienen formas incipientes de erosión, pudiéndose alcanzar estados de gran avance y desarrollo, de difícil control posterior.

Este tipo de erosión reviste especial atención, entre otras, por las siguientes razones:

Según el documento de Estrategias para el Control y Manejo de la Erosión en Cárcavas, escrito por Peláez (2001)

**Difícil y costoso control si no se acometen acciones a tiempo; elevadas pérdidas de suelo y contaminación de cuerpos de agua; afectación negativa al recurso paisajístico; y pérdida de capacidad productiva de las tierras, y con ello dificultades económicas para los dependientes de ellas. (Pág.3)**

Según el documento de Estrategias para el Control y Manejo de la Erosión en Cárcavas, escrito por Peláez (2001)

**Para su corrección y control, han sido diseñados tratamientos integrales que combinan obras hidráulicas y estructuras mecánicas, acompañadas de tratamientos biológicos, buscándose así controlar el accionar de los principales agentes erosivos, y restaurar las condiciones propicias para la colonización vegetal.(Pág.3)**

#### **1.2.4 Efectos ocasionados por las cárcavas**

Según el libro de control de cárcavas escrito por SAGARPA (2009) "Las cárcavas originan grandes perjuicios, tanto o más graves cuando más numerosas y profundas sean; llegan inclusive a inutilizar grandes áreas de cultivo o terrenos dedicados al pastoreo." (Pág.4)

Entre los principales daños ocasionados por las cárcavas pueden citarse los siguientes:

- El arrastre del suelo fértil en el área dañada, lo que reduce considerablemente la productividad.
- El azolve de los vasos de almacenamiento, canales y otras obras hidráulicas, así como de los cauces naturales localizados en la parte baja de la cuenca, lo que reduce la vida útil de las estructuras mismas y casi siempre obliga a realizar importantes erogaciones para el desazolve.
- El depósito o acumulación de suelos infértiles acarreados de las zonas erosionadas sobre los terrenos fértiles situados en las partes bajas, lo que origina una disminución de la productividad en las áreas afectadas.
- La dificultad para cruzar las cárcavas con los implementos y maquinaria agrícola de que se disponga, lo que en muchos casos llega a imposibilitar totalmente esta operación.
- Aumentan el peligro para el ganado en pastoreo, que al transitar cerca de las orillas de las cárcavas pueden resbalar y causarse serios daños.
- En algunos casos, las cárcavas cerca de los caminos, producen socavaciones que hacen peligroso el tránsito en general.
- Las cárcavas hacen el papel de drenes que concentran el agua precipitada en las zonas circundantes y limitan la humedad aprovechable para los cultivos establecidos.
- Se reduce el área útil de cultivo y, por consiguiente, los rendimientos por unidad de superficie, lo que disminuye además el valor de la tierra.
- Los costos de operación aumentan considerablemente en los terrenos donde por descuido se ha permitido la formación de cárcavas.

### **1.3 El Agave**

Los agaves son plantas perennes, con hojas dispuestas en espiral y arregladas en rosetas en el ápice de un tallo, el cual puede ser corto y apenas sobre pasar unos

centímetros del suelo, o bien, ser largo y erecto —en este caso llega a medir hasta tres metros de altura; en varias especies el tallo se dobla hacia el sustrato y repta sobre el suelo o las rocas, por lo que es difícil observarlo, ya que pueden surgir rosetas a lo largo y, además, quedar cubiertos por las hojas secas. Las hojas por lo general son suculentas, fibrosas, con la base dilatada y carnosa; su forma varía de linear a lanceolada u ovada; las de las especies más pequeñas no sobrepasan veinte gramos de peso, mientras que las de los magueyes pulqueros son las más grandes del género, llegando a pesar más de treinta kilos cada una. El número de hojas varía, de cinco a diez en *Agavegypsophily Agavenizandensis*, hasta de 150 a 200 en *Agave rhodacantha*.

Según el libro los agaves de México (2007)

**Los márgenes exhiben una gran diversidad morfológica, los dientes córneos (en la mayoría de las especies) sobresalen como proyecciones de tejido, o bien se ubican sobre una banda córnea continua, mientras que en otras es filífero y se desprende en delgadas fibras o bien muestra dientecillos microscópicos, semejantes a filosas sierras. (Pag.1)**

Los agaves han tenido y tienen una gran importancia económica y cultural para numerosos pueblos indígenas y mestizos, que los han aprovechado durante siglos como fuente de alimento, bebida, medicina, combustible, cobijo, ornato, fibras duras extraídas de las hojas (ixtle), abono, construcción de viviendas y elaboración de implementos agrícolas, entre otros usos.

Son varias las características de los agaves que les permiten evitar una excesiva transpiración; una reducción en la superficie que transpira en relación con el volumen total del órgano, la presencia de una cutícula gruesa en la epidermis de la hoja, la acumulación de cera en la superficie y la presencia de estomas de naturaleza compleja

que aseguran una protección adicional contra la evaporación durante los periodos de sequía.

Según el libro los agaves de México (2007)

**El excesivo calentamiento de la lámina foliar disminuye con el arreglo de las hojas en el espacio (filotaxia) y la orientación favorece la sombra de unas sobre las otras. El bandeo de las hojas con segmentos alternantes claros y oscuros se debe a las variaciones en el grosor de la cutícula y, aparentemente, se origina por condiciones irregulares de crecimiento, que dependen de las condiciones climáticas. (Pág. 1)**

Según el libro los agaves de México (2007) "El metabolismo ácido crasuláceo (CAM), típico de algunos géneros y familias de plantas que crecen en zonas con altas temperaturas, constituye una especialización fisiológica en los agaves, a la cual se combina una alta radiación y baja humedad."(Pag.1)

Según el libro los agaves de México (2007)" Las plantas con metabolismo CAM tienen transpiración nocturna, abren sus estomas en la noche, fijan el carbono en ácidos orgánicos, principalmente ácido málico, que se acumulan en las vacuolas; durante el día el ácido málico es descarboxilado y se obtiene carbono, el cual es utilizado por la planta para la producción de carbohidratos" (Pag1).

Según el libro los agaves de México (2007)"El metabolismo CAM permite obtener ganancias netas de carbono con una pérdida mínima de agua." (Pág. 1)

Según el libro los agaves de México (2007)"

**Por lo menos diecisiete taxa de agaves tienen este tipo de metabolismo, entre ellos algunas especies económicamente importantes, como *Agave americana*, *A. fourcroydes*, *A. lechuguilla* y *A. tequilana*; mientras que otras son hasta cierto punto “facultativas”, ya que en condiciones de riego frecuente o en laboratorio los esto más abren de día, absorben CO<sub>2</sub> siguiendo probablemente la ruta fotosintética denominada C3. (Pág. 1)**

Según el libro los agaves de México (2007)” Las hojas de *Agave deserti* presentan metabolismo C3 durante un tiempo breve en la mañana, mientras que en *A. mapisaga* sucede esto tanto en la mañana como en la tarde. (Pág. 1)

Según la revista de cultura científica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**La edad de los agaves es legendaria, aunque muy pocos trabajos abordan el tema; las especies grandes alcanzan su madurez entre los 10 y 25 años, mientras que las especies pequeñas lo hacen después de crecer entre cuatro y cinco años. La inflorescencia que surge del meristemo apical del maguey suele ser desproporcionada en relación con el tamaño de la planta; es de apariencia espigada en el subgénero *Littaea* y racemosa o paniculada con racimos laterales compuestos en el subgénero *Agave*.**

Según la revista de cultura científica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.



**El pedúnculo floral tiene brácteas que se reducen en tamaño desde la base hasta el ápice. Las flores tienen diferentes grados de succulencia, son bisexuales, tubulares, con ovario ínfero, poseen seis tépalos de coloración verdoso-amarillenta en muchas especies, aunque las hay de color amarillo intenso y rara vez tienen tonos rojizos o violetas; los estambres son seis, muy largos, ya que sobrepasan a los tépalos, al igual que el estilo.**

### **1.3.1 Condiciones de cultivo para el agave**

Las temperaturas ideales son de 30° durante el día y 15° durante la noche. Los cultivos de agave se encuentran en condiciones de 600 a 800 mm de lluvia total anual con una probabilidad de ocurrencia de 70% lo cual quiere decir, que al menos siete veces en 10 años llueve una cantidad de agua que tendría una lámina o altura de 60 a 80 centímetros. Los excesos de humedad son dañinos para el agave. De la primavera y hasta otoño hace falta abonar el agave cada tres semanas con un abono líquido suministrado junto al agua de riego utilizando un producto específico formulado para la nutrición de las cactáceas. Durante el otoño y el invierno suspender los abonos.

### **1.3.2 Usos de la planta de agave**

**El agave se ha aprovechado entre otras cosas en:**

- Como papel, shampoo, detergentes y jabones
- Vallas para guardar las heredades. Las hojas o pencas como tejas en techumbres, cercas vivas, fertilizante (vinaza)

- Tallos o quiotes como vigas, fibras y resinas termoplásticas, tapetes
- Las fibras de las hojas en hilaturas para tejidos, cordelería, jarcería, cestería (estropajos, tejidos y vestimenta artesanal, lazos, ayate, cepillos)
- Puntas de las pencas como: Clavos, punzones, agujas
- Jugo o licor del cual se hace vino, vinagre, miel, azúcares (inulina, polisacáridos)
- La piña como alimento humano (pan de pulque, tortillas, perianto de la flor en nixtamal, quiote cocidos y asado, mixiote, gusanos chinicuiles, aguamiel, miel de agave, jarabes, atole de aguamiel, vinagre), bebidas (pulques, mezcales, bacanoras, tequilas, raicilla, sotol) y forrajero (piña, mezontle verde picado)
- Para medicina humana y animal (pencas frescas y cocidas contra golpes, contusiones, miembros quebrados, antiescorbuto, antiinflamatoria, anemias)

Según los autores Dr. Fulvio Gioanetto, Ing. Sergio Olvera Metrocert/Icea abril (2009)

### 1.3.3 Potenciales agroecológicos agave azul

Es poco el valor agroecológico que se le da a las diversas especies de **Agave**, en los que puede estar incluido el A. tequilana, para la recuperación de suelos degradados, sobre todo donde especies maderables no prosperarían (Parra, et al., 2002). Porque, si a los Agaves se les manejara sobre todo en cerros y lomeríos, no solo en el sistema de monocultivo, sino en **cultivo** asociado (en franjas con leguminosas, nopal, maderables, etc.) y en recolección (en sucesión vegetal natural, donde se cosechan solo las plantas maduras) esto mejoraría la biodiversidad y la calidad de los suelos.

Esto quiere decir, que el agave por su presencia como planta que sobrevive en condiciones donde otras especies no lo hacen, puede ser pionero de una sucesión vegetal contribuyendo en la recuperación de suelos degradados ó erosionados por deforestación, sobre pastoreo (Parra-Negrete 2005).

El monocultivo del agave azul y la clonación del cultivar hizo sí que el patrimonio genético de la especie hacia subido una fuerte erosión genómica y pérdida de biodiversidad varietal, elementos indispensables en caso de ataques de microorganismos o especies inmunes. Es el caso del complejo marchitez (*Fusarium* sp.)/mancha gris (*Cercospora* sp.)/mancha foliar (*Botryodiplodia*) y *Phytophthora* que afecta en algunas áreas ya un 30-40% de los monocultivos de agave azul.

#### **1.4 Marco conceptual.**

**Agostadero.-** Se entiende por agostadero a la porción de tierra dedicado a la explotación y supervivencia así como la cría del ganado.

**Agave.-** Plantas forman una gran roseta de hojas gruesas y carnosas, generalmente terminadas en una afilada aguja en el ápice y, a menudo, también con márgenes espinosos

**Aridización.-** Disminución de la biodiversidad y de la productividad biológica, la reorientación de las dinámicas ecológicas y la presencia predominante de especies adaptadas a la falta de agua.

**Cárcava.-** Abarrancamientos formados en los materiales blandos por el agua de arrollada que, cuando falta una cobertera vegetal suficiente, ataca las pendientes excavando largos surcos de bordes vivos.

**Detritos.-** Tejido muerto, enfermo o lesionado, y cualquier cuerpo extraño que deba ser retirado de una herida o zona en tratamiento.

**Drenes.-** Dispositivo que facilita la salida de líquidos o exudados al exterior del organismo, es decir, el drenaje.

**Escorrentía.-** Lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida.

**Erosión.-** Es un proceso natural por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran parte del suelo de unos puntos a otros

**Erosión hídrica.-**Es el proceso de sustracción de masa sólida al suelo o a la roca de la superficie llevado a cabo por un flujo de agua que circula por la misma.

**Erosión eólica.-** Es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento

**Infiltración.-** Penetración paulatina de un líquido entre los poros de un sólido.

**Incipiente.-**Daño o erosión que está iniciando en los suelos.

**Siembra.-** Colocación o esparcimiento de las semillas en la tierra para que germinen.

**Socavando.-**Excavar algo por debajo, dejándolo sin apoyo y expuesto a hundirse.

**Socavaciones.-** Resultado de la acción erosiva del flujo de agua que arranca y acarrea material de lecho y de las bancas de un cauce

**Piroclástica.-** Rocas o ceniza volcánica.

**Talud.-** Zona plana inclinada.

**Tepetates.-** Es una toba volcánica (polvos, cenizas o barros eruptivos, que han sufrido un proceso de consolidación, cementándose y sedimentándose) por lo tanto es sedimentaria.

**Termoclastia.-** Es la fragmentación de la roca debido a los cambios de temperatura bruscos.

**Toba.-** Es un tipo de roca ígnea volcánica, ligera, de consistencia porosa, formada por la acumulación de cenizas u otros elementos volcánicos muy pequeños expelidos por los respiraderos durante una erupción volcánica.

## CAPÍTULO II

### 2.- PROCESO METODOLÓGIA

#### 2.1- Diseño Metodológico

En el desarrollo de la tesis se empleó la investigación descriptiva la cual permitió ordenar la información de las diferentes conductas físicas y ecológicas ambientales del entorno a investigar.

La metodología nos brindó una serie de herramientas teórico-prácticas que nos permite plantear el problema de manera real y objetiva, que determino la línea base del proyecto mediante un conjunto de indicadores hasta llegar a recuperar las cárcavas con *Agave americana* L. (penco azul) para la protección biológica ambiental de las cárcavas.

##### *2.1.1 Tipo de Investigación*

El tipo de investigación que se aplicó en el siguiente estudio es:

- **Descriptiva:** Consistió en caracterizar y determinar el área de la cárcava mediante transepto horizontal y vertical.

- **Campo:** Se describió las causas y efectos de la formación de cárcavas, producidas por diferentes efectos climáticos.
- **Histórica:** Porque se logró determinar los diferentes trabajos que sean venido realizando en el CEYPSA desde el mismo momento que la hacienda pasa hacer parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi; como son los diferentes sistemas agrícolas, pecuarios y agroforestales.

### **2.1.2 Metodología**

En la presente investigación se utilizó la siguiente metodología, empezando con el diagnóstico de campo en el cual se enfocó sobre la situación actual de la zona de estudio para realizar el respectivo levantamiento topográfico el que nos permitió señalar cada una de las curvas de nivel para proceder con el hoyado en el mismo que se realizó la colocación del sustrato (tierra negra) hasta finalizar con la siembra de los pencos.

#### **2.1.2 Métodos y técnicas.**

##### **2.1.2.1 Métodos.**

Los métodos que permitieron el desarrollo de la investigación son: inductivo, deductivo, histórico y descriptivo:

- **Inductivo**

En la presente investigación se utilizó el método inductivo, utilizando así una de sus estrategias como es la observación la cual permitió conocer los objetos, hechos o fenómenos, tal como se presentan en el área de estudio CEYPSA.

Lo que permitió determinar el diagnóstico ambiental donde se obtuvo información sobre: el estado actual de la área de estudio, éste método se utilizó durante el desarrollo del proyecto, con cada una de las actividades.

- **Deductivo**

Este método se lo aplico en el área de estudio utilizando una de sus estrategias como fue la aplicación; la cual nos permitió fijar los conocimientos de la formación de las curvas de nivel; así como de adquirir nuevas destrezas para la conservación de suelos.

- **Histórico**

Este método se aplicó para obtener información de la historia y cultura, recordando la sabiduría ancestral y conocer los diferentes usos del suelo y adaptación, que marcan la vida de las comunidades de los alrededores.

- **Descriptivo**

Se empleó en el desarrollo de la investigación, el cual permitió la obtención de información tanto de fuentes primarias como secundarias en relación al tema de estudio, sus causas y efectos de la formación de las cárcavas.



#### **2.1.2.2 Técnicas.**

- **Observación**

Nos permitió recopilar información, destacar características, identificar hechos y fenómenos para concretar técnicamente la presente investigación.

La observación fue directa y estructurada ya que se la realizó con la ayuda de elementos técnicos apropiados, tales como: cuadros, tablas, etc., por lo cual se la denomina observación sistemática; y de campo.

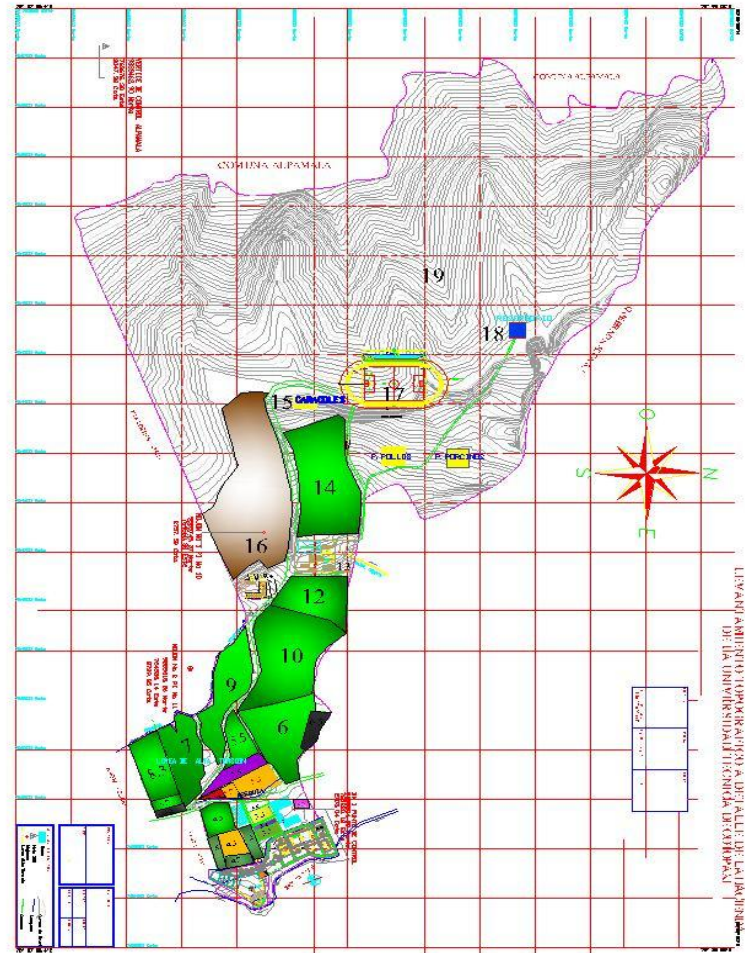
- **Análisis de documentos**

Recopilamos información en documentos escritos, tales como, textos, folletos, revistas, documentales, archivos, informes, periódicos, documentos, de investigaciones anteriores.

## 2.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA PARTE ALTA DEL CEYPSA (ÁREA DE ESTUDIO)

### 2.2.1 Descripción del Área.

GRÁFICO. 5 MAPA DEL CEYPSA



(FUENTE: TESIS FORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS DEL CEYPSA (LOTE SECTOR ALTO DEL INVERNADERO DE CARACOLE))

### 2.2.2 Características Geográficas

- **Ubicación**  
**Provincia:** Cotopaxi

**Cantón:** Latacunga  
**Parroquia:** Eloy Alfaro  
**Sitio:** Salache Bajo

- **Coordenadas**

**Longitud:** 78°37'19,16" SUR

**Latitud:** 00°59'47,68" OESTE (6)

- **Coordenadas: Cuadrícula Mercator UTM.**

✓ N: 9888.749,37.

✓ E: 764.660,386. (6)

- **Altitud**

✓ 2703,04 m.s.n.m. (PARTE BAJA)

✓ 2757,59 m.s.n.m ( PARTE INTERMEDIA)

✓ 3047,39 m.s.n.m ( PARTE ALTA)

✓ Posición + - 4m:

Sur: 00° 59.999'

W: 078° 37.618''

### 2.2.2.1 Características de la Zona

- **Zona ecológica**

**Pluviosidad:** 250 – 500mm

**Temperatura:** 13 °C

**Humedad Relativa:** 3%

**Nubosidad:** Irregular

**Clima:** Seco Templado

**Heliografía:** 0.08 cal/cm<sup>2</sup>

**Velocidad del viento:** 22 m/seg.

- **Características Ecológicas**

Cobertura vegetal en la planicie de 22 has., que corresponden al 35% y sin cobertura vegetal de 26 has., que corresponden al 65%.

- **Zona de Vida**

Estepa espinosa montano bajo. Formado por llanuras, barrancos y valles muy secos (2000 – 3000 m.s.n.m. y T° de 12 a 18 °C) con precipitación anual de 250 y 500 mm.

Nota: Datos otorgados por el Dr. Polivio Moreno.

### **2.2.3 Reconocimiento del terreno**

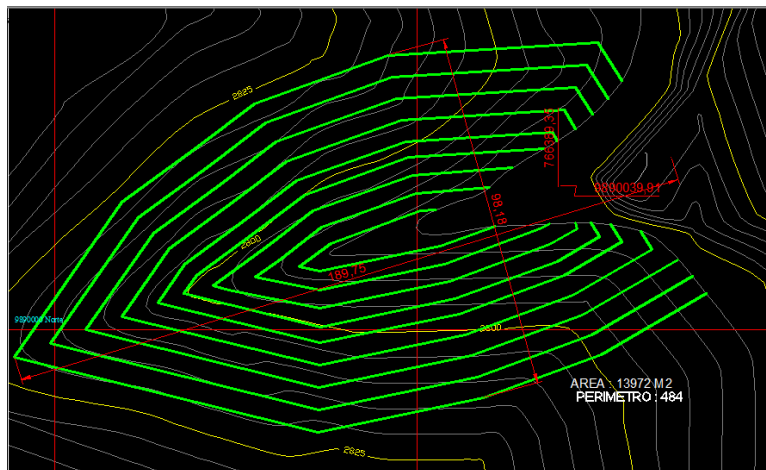
El trabajo empezó con un reconocimiento de la superficie, para así buscar un acceso a la parte alta de la cárcava, por presentar una condición de suelo duro o cangahua y a la vez pedregoso calcáreo con una pendiente de inclinación de más de 45 %, en base al levantamiento topográfico realizado.

Lo que impide un fácil caminar en el sitio, ayudándonos en el trabajo para que no sea difícil al momento de transportar la tierra negra y las plantas a cada uno de los sitios donde fueron plantadas.

El traslado al lugar de estudio, para ésta observación de campo se utilizó material de trabajo (libro de campo, lápiz y una cámara) registrando la longitud de la cárcava para contabilizar el número de terrazas de formación lenta siguiendo las curvas de nivel que se realizaron en base a la pendiente utilizando el nivel en A.

## 2.2.4 Levantamiento topográfico.

GRÁFICO. 6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



(ELABORADO POR: TESISISTA CARLA CORRALES)

El terreno es de forma irregular, con una pendiente a los dos lados, formando una puntijera, con pendiente de 45% la parte más alta se halla al centro del lote, desde la cual se definen las pendientes siendo las más pronunciadas hacia la punta, con un área total de 13972m<sup>2</sup> y un perímetro de 484 m.

La misma q está ubicada a 9890039,91N y766389, 35E con una longitud de 189,75m y con una altitud mínima de 2780 m y máxima de 2820 m.

Al ejecutar el levantamiento topográfico pudimos determinar la base de la pendiente, la distancia y señalización de las posibles terrazas siguiendo las curvas de nivel, basados en estudios realizados de prácticas de conservación de suelos de la fundación Hondureña de investigación agrícola. Mayo 2004.

**TABLA 3 PENDIENTE DEL TERRENO Y DISTANCIA DE CURVA A CURVA**

Pendiente del terreno (%)	Distancia entre las obras de conservación (metros)	
	Granos básicos y hortalizas	Cultivos densos y permanentes
5	20	25
10	15	20
15	10	18
20	9	16
25	8	15
30	7	14
35	6	13
40	6	12
45	-	10
50	-	9
55	-	8
más de 60	-	7

(FUENTE: FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. MAYO 2004.)

## **2.2.5. Características biofísicas del área de estudio**

### **2.2.5.1. Relieve**

De manera general, el área de estudio tiene una pendiente del 25 al 45%.

### **2.2.5.2. Suelo**

El área de estudio está constituido por suelo con las más severas limitaciones; duro o cangagua y a la vez pedregoso calcáreo que corresponden a una pendiente escarpada, es improductivo en razón de una o varias limitaciones. Deberá protegerse la vegetación natural existente.



### 2.2.5.3. Hidrografía.

Es una situación erosiva muy propia de la Sierra, siendo el proceso dominante, en invierno el escurrimiento que puede actuar solo o asociado con los movimientos en masa, y en verano la erosión eólica.

El escurrimiento difuso se encuentra siempre juntamente con el escurrimiento concentrado.

### 2.2.5.4. Vegetación

La biodiversidad se ha visto afectada de diversas maneras, con especies que han tenido que luchar contra una serie de condiciones extremas que han configurado una vegetación típica de esta zona de vida.




### 2.2.5.5. Fauna

La biodiversidad faunística del sector es muy escasa donde se aprecian adaptaciones a un ambiente extremo, las cuales se encuentra representada por grupos taxonómicos conocidos como:

**TABLA 4 MAMÍFEROS SILVESTRES**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	
<b>Conejo</b>	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	
<b>Chucuri</b>	<i>Mustela felipei</i>	







<b>Ratones</b>	Throdontomy	
<b>Zariguellas o Raposas</b>	Didelphis marsupiales	
<b>Zorros</b>	Duscyonthous	

(ELABORADO POR: TESISISTA CARLA CORRALES)





### **TABLA 5 AVES SILVESTRES**

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	
<b>Mirlos</b>	TurdusSerranus	

<b>Tórtolas</b>	Columbina Talpacoti	
<b>Colibríes</b>	Encirefa	
<b>Pájaros silvestres</b>	Zonotrichiacap	
<b>Gorriones</b>	Passer domesticus.	
<b>Paloma</b>	Columba livia	

(ELABORADO POR: TESISISTA CARLA CORRALES)

**TABLA 6 INSECTOS**

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	
<b>Mariposas</b>	Siproetastelenes	
<b>Abejas</b>	Apis mellifera	
<b>Moscas (Dípteros)</b>	AnophelesSp.	
<b>Zancudos</b>	Aedes albifasciatus	

**Escarabajos** *Necrophorashumator*



**Hormigas** *Myrmecia gulosa*



**Moscardón** *Lucila caesar*



**Saltamontes** *Tetragoniscaangulustulailiger*



<b>Bungas</b>	Hibiscusspp.	
---------------	--------------	------------------------------------------------------------------------------------


(ELABORADO POR: TESISTA CARLA CORRALES)

### TABLA 7 ANÉLIDOS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	
<b>Lombriz de tierra</b>	Lumbricus terrestres	


(ELABORADO POR: TESISTA CARLA CORRALES)

### TABLA 8 REPTILES

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	
<b>Lagartijas</b>	Phenacosaurusisp.	

(ELABORADO POR: TESISTA CARLA CORRALES)

**TABLA 9 ARÁCNIDOS**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	
<b>Arañas</b>	Pisara mirabilis.	

(ELABORADO POR: TESISISTA CARLA CORRALES)




**TABLA 10 MIRIÁPODOS**





NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	
<b>Ciempíes</b>	Scutigera	

(ELABORADO POR: TESISISTA CARLA CORRALES)




### 2.2.5.6 Flora.

**TABLA 11 ESPECIES VEGETALES**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	
<b>Sigse</b>	Cortaderiarudiuscula	
<b>Chilca</b>	Bracchorislanceolate	
<b>Penco blanco</b>		

<p><b>Ñachag</b></p>	<p><i>Bidenshumilis</i></p>	
<p><b>Vira vira</b></p>	<p><i>Gnaphaliumspicatum</i></p>	
<p><b>Trebol cardillo</b></p>	<p><i>Medicagolispida</i></p>	
<p><b>Trébol hoja blanca</b></p>	<p><i>Trifoliumrepens</i></p>	
<p><b>Farolito</b></p>		



<b>Cactus</b>		
<b>Ortiga</b>	<i>Urticaurens</i>	
<b>Izo</b>	<i>Dalea matisi.</i>	
<b>Salvia</b>	<i>Salvia officinalis.</i>	
<b>Hongo</b>		

(ELABORADO POR: TESISISTA CARLA CORRALES)

### 2. 2.5.7 Fisiografía.

Corresponde al típico altiplano de la sierra y es dependiente de una amplia zona plana, la cual se extiende hacia el norte hasta las estribaciones del nudo de Tiopullo.

Hacia el sur experimenta una débil pendiente, describiendo sinuosidades, las que dan origen a diferentes niveles de terraza. Al occidente limita con las estribaciones de la colina Alpamalag.

#### **2.2.5.8Clima.**

El CEYPSA se encuentra dentro de la región bioclimática Subhúmedo Templado. Esta región se extiende desde los 2000 a 3000 m.s.n.m., con una temperatura media anual que varía entre los 4 y 18°C. En la localidad su temperatura media anual es alrededor de 14.5 °C y la precipitación media anual es superior a 300mm., e inferior a 600mm, (CEYPSA es de 540 m.s.n.m.).

Los meses que tiene un leve incremento en el promedio de temperatura mensual son: enero, febrero, marzo y abril. Los meses de menor temperatura en el año son: junio, julio y agosto, que coinciden con los meses de heladas.

La temporada lluviosa comienza ligeramente en octubre y se extiende con más precipitación desde enero hasta abril, intercalada con una estación seca que va desde mayo hasta septiembre.

Alrededor de seis y siete meses son ecológicamente secos, y va de mayo hasta noviembre. Ecológicamente no hay meses húmedos en la parte baja.

#### **2.2.5.9 Hidrografía.**

En el predio se encuentra en la micro cuenca del río Salache – Isinche, que está incluida el área de drenaje natural de la sub cuenca del río Cutuchi, que a su vez forma parte de la cuenca alta del río Pastaza. Esta área es parte de la cuenca del río Amazonas, vertiente del Océano Atlántico. A través de la brecha del Agoyán recibe esta zona, la influencia de las corrientes aéreas que caracterizan el amazónico.

#### **2.2.5.10 Viento.**

Después de la temporada seca, los fuertes vientos provenientes del norte y de la cordillera oriental por la mañana casi no se sienten, pero a partir del mediodía, aumentan y a veces suelen ser fuertes causando perjuicios al suelo.

#### **2.2.5.11 Temperatura.**

La temperatura ambiente presenta variaciones significativas durante el transcurso del año, registrándose como temperatura mínima 4 °C y una máxima de 13 °C, la temperatura ambiente está influenciada por los vientos húmedos.

**(FUENTE: TESIS FORESTACION CON ESPECIES NATIVAS DEL CEYPSA LOTE SECTOR ALTO DEL INVERNADERO DE CARACOLE)**

## **CAPITULO III**

### **3.- IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTACIÓN DE AGAVE EN CURVAS DE NIVEL**

#### **3.1 Construcción del Agro-Nivel o Nivel "A"**

- Dos reglas de madera de 2 metros (m) de largo por 5 centímetros (2pulgadas) de ancho por 2.5 centímetros (1 pulgada) de grueso.
- Una regla de madera de 1.10 m de largo por 5 centímetros de ancho por 2.5 centímetros de grueso.
- Cinta métrica.
- Dos trompos de 20-25 centímetros de alto y 5 centímetros de diámetro.
- Un nivel de cuerda o nivel de albañil.
- Tres clavos de unos 6-8 centímetros de largo.
- Cuerda fina o cáñamo de costurar sacos.
- Una piedra, o botella con su tapa o rosca para utilizarla como plomada.

El agro nivel o nivel en A es una herramienta que nos permite realizar mediciones de planta a planta y de hilera a hilera, como también nos facilita realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel de acuerdo a la densidad requerida.

### **3.3.1 Preparación Del Agro-Nivel o Nivel "A".**

Para trazar las curvas a nivel o curvas a desnivel según sea el caso, se coloca el nivel de cuerda o plomada en 0% para curvas a nivel, y 0.5% para curvas a desnivel.

### **3.2 Trazado de las Curvas a Nivel o a Desnivel en el Terreno.**

Para el trazado de las curvas a nivel o a desnivel, se utiliza el agro-nivel o nivel "A". Se inicia el trazado de las curvas colocando una de las patas del nivel "A" exactamente en la estaca de la línea madre, la misma que está ubicada en base a características técnicas cuya altitud es 2790m y la otra se mueve hasta que la plomada o la gota del nivel de cuerda indica que está a nivel, colocándose en ese punto otra estaca y repitiendo este procedimiento hasta cubrir la totalidad del lote. Luego se repite el procedimiento al otro lado y seguidamente se hace lo mismo en cada una de las estacas de la línea madre.

### **3.3 Determinación del Sistema de Plantación en Base al Diagnóstico Ambiental.**

En base al reconocimiento de la superficie la cual es 13972m<sup>2</sup> y su pendiente de 45% se determinó la distancia de curva a curva, en base a la tabla 3. (FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. MAYO 2004.)

### **3.4 Levantamiento topográfico.**

Basándonos en estudios realizados de prácticas de conservación de suelos de la fundación Hondureña de investigación agrícola y relacionando con el levantamiento topográfico realizado en la investigación pudimos determinar la distancia entre curva y curva.

**TABLA 12 PENDIENTE Y DISTANCIAMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

<b>PENDIENTE DE LA CARCAVA</b>	<b>DISTANCIA ENTRE CURVA Y CURVA</b>
<b>45%</b>	<b>10 m</b>

(ELABORADO POR: TESISISTA CARLA CORRALES)

### **3.5 Señalización de las curvas de nivel.**

Con la ayuda de los estudiantes de séptimo Medio Ambiente se realizó el trazado de las curvas a nivel al 0% para curvas a nivel fue muy importante señalar con estacas cada una de las curvas para realizar de mejor manera el hoyado.

### **3.6 Diseño de la plantación.**

Una vez señaladas las curvas a nivel se procedió a realizar el hoyado, en cada una de las curvas con una dimensión de 40 x 40 cm cada hoyo a una distancia de un metro, debido a que las plantas seleccionadas necesitan espacio para engrosar sus hojas y a la vez tengan una buena asimilación de nutrientes, tratando de mantener y respetar la vegetación existente del lugar.

### **3.7 Transporte y colocación del sustrato.**

Cada uno de los hoyos fueron rellenos unos 20cm de tierra negra, que fueron transportados en lonas por los estudiantes como se lo demuestra en el anexo 7 y 8, luego se procedió a cubrir con la tierra del sector q fue retirada al momento de realizar el hoyo, para que de esta manera no exista un encharcamiento al momento de la siembra y así exista un intercambio de cationes que contiene la tierra negra y sea una gran fuente de nutrientes que la planta necesita y poder mantener la humedad que necesita la planta para su adaptación.

### **3.8 Selección del lugar para la extracción de plantas.**

El lugar seleccionado para la extracción de las plantas se lo ubico de acuerdo a que no se afecten los ecosistemas existentes en el sector a ser extraídas del lugar y así no causar un daño al ambiente.

El lugar seleccionado está ubicado en la vía del nuevo paso lateral en los hornos Pujilí, las cuales fueron extraídas del sector debido a mejoras de la vía.

### **3.9 Selección de las plantas.**

La selección de plantas fue realizada en base a su tamaño, color, vigor, que no estén débiles sus raíces al contrario que estén duras, fibrosas y tengan suficiente fuerza para rebrotar al ser plantadas.

### **3.10 Extracción de las plantas.**

Con la ayuda de la retroexcavadora, se removió la tierra para facilitar la extracción de las plantas cuidando sus raíces; utilizando la barra y una pala para proceder a sacar las plantas más pequeñas del sector y las que se encontraban lejos del área.

### **3.11 Transporte de las plantas.**

Las plantas fueron transportadas por medio de una camioneta las mismas que fueron revisadas previamente si van a ser plantadas o no, debido que al momento de ser extraídas pueden romperse sus raicillas las que permiten que se adapten en el lugar a plantarse.

### **3.12 Recepción de las plantas.**

Una vez transportadas las plantas se procedió a realizar una labor fitosanitario es decir retirar las partes no necesarias de la planta como hojas y raíces secas, quedando así aptas para ser plantadas.

### **3.13 Sistema de plantación.**

El sistema de plantación que se adopto es: plantación en curvas a nivel, por ser la más aconsejable en terrenos con fuerte pendiente como este, mismo que nos ayudara a proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica, a la distancia de un metro por sus condiciones y estructura del suelo y por la conservación de la flora del sector.

### **3.14 Beneficios del sistema.**

El sistema adoptado es una técnica muy antiguo utilizado por los agricultores para sembrar a curvas de nivel, en forma de terrazas, debido que se conservan mejor los suelos y se disminuye la velocidad de las aguas lluvias, las de riego por gravedad, la perdida y lavado de nutrientes, de materia orgánica mínima.

Además:

- Con la especie que se realice la plantación ayudara a interceptar la lluvia y mediante sus raíces dar estabilidad al suelo.
- Reducir la erosión hídrica



- Controlar el escurrimiento superficial a velocidades no erosivas y dirigirlo hacia una salida estable.
- Propiciar la formación de terrazas.
- Disminuyen el grado y longitud de la pendiente.
- Reducen el contenido de sedimentos en el agua de esorrentía.
- Disminuyen la velocidad del escurrimiento y favorecen una mayor infiltración.
- Aportan materia orgánica al suelo.
- Mejoran el paisaje.
- Mejoran los sistemas de producción en laderas

### **3.15 Transporte de las plantas a cada una de las curvas.**

Una vez realizada la labor fitosanitario procedimos a transportas las plantas en lonas para ser ubicadas en cada uno de los hoyos realizados para ser posteriormente plantadas.

### **3.16 Plantación.**

En los hoyos realizados y después de haber colocado la tierra negra, se procedió a ubicar los pencos, para posteriormente ser plantados. Se colocó agua en cada una de las plantas. Esta agua fue transportada en galones. Cabe mencionar que fue un factor importante al terminar de ser plantadas las lluvias continuas caídas en ese entonces que sirvieron para obtener un excelente prendimiento.

### **3.17 Seguimiento y evaluación del sistema de la plantación.**

En el desarrollo del trabajo sobre la plantación en curvas a nivel con el agave (penco azul), se han registrado datos que nos han permitido establecer un resultado certero y poder dar un seguimiento en el área de estudio.

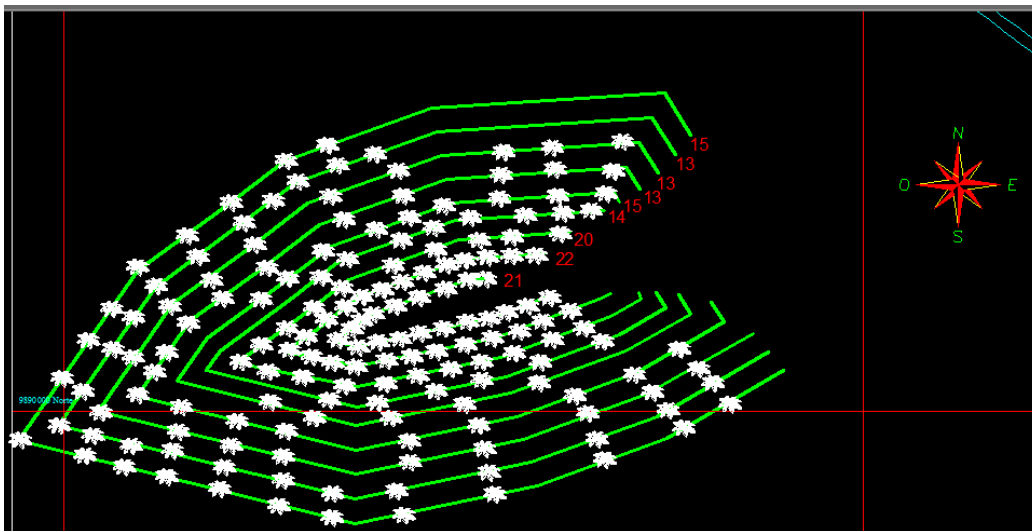
Los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación fueron:

- Porcentaje de mortalidad
- Estado de la planta (excelente, bueno y malo)

Para esto se ha partido de la fecha de siembra de la especie sobre la pendiente con el sistema de plantación en curvas a nivel trazadas a una distancia de 10 metros de curva a curva.

Obteniendo 9 curvas a nivel en las cuales se sembró 170 plantas de agave (penco azul) distribuidas en cada una de ellas en un área total de 13972m<sup>2</sup> y un perímetro de 484 m.

GRÁFICO. 5 SISTEMA DE PLANTACIÓN



(ELABORADO POR: TESISISTA CARLA CORRALES)

Se inició evaluando el grado de prendimiento con una frecuencia entre quince días y un mes, periodos de tiempo que nos permitieron observar el desarrollo de la planta e ir determinando el estado de la misma y los posibles problemas que estarían afectando a la planta para su subsistencia, en un medio diferente al que tuvieron en lugar que fue extraída.

Para el seguimiento y registro de los datos se consideró registrar en forma continua en cada hilera, considerando su ubicación desde la parte baja, la parte media y la parte alta del total del área plantada y del número q se encuentran en cada curva para obtener estos datos que nos permitirán tener un resultado significativo.

Así tenemos y consideramos el análisis de los siguientes datos obtenidos:

**TABLA 13 PORCENTAJE DE MORTALIDAD**

Porcentaje de mortalidad				
Curva a nivel	Plantadas	15 días	1 mes	3 meses
Primera	20	20	15	15
Segunda	22	21	21	13
Tercera	13	13	0	0
Cuarta	16	16	16	13
Quinta	17	17	17	15
Sexta	17	17	15	14
Séptima	20	20	20	20
Octava	23	23	23	22
Novena	22	22	22	21
<b>Total</b>	<b>170</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>37</b>

## **ANÁLISIS**

El porcentaje de mortalidad de la plantación de un 100% en general es de un 21%, este porcentaje no significa que la planta murió o vaya a morir, este significa como pudimos observar en nuestro seguimiento de la plantación al mes de ser plantadas en la tercera curva a nivel se manifestó la intervención del hombre para la construcción de un ciclo paseo sin previo aviso para poder sacar las plantas sembradas en dicha curva, y ser replantadas en un lugar que lo necesite.

**TABLA 14 ESTADO DE LAS PLANTAS**

Estado de la planta				
Curva a nivel	Plantadas	15 días	1 mes	3 meses
Primera	20	Muy Bueno	Bueno	Bueno
Segunda	22	Muy Bueno	Muy Bueno	Malo
Tercera	13	Muy Bueno	Malo	Malo
Cuarta	16	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno
Quinta	17	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno
Sexta	17	Muy Bueno	Bueno	Bueno
Séptima	20	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Octava	23	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Novena	22	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

## **ANÁLISIS**

El estado de las plantas desde el inicio hasta finalizar el trabajo, se puede observar un resultado favorable de las mismas, al comprobar el desarrollo y evolución de cada una de ellas, con una consideración muy buena, por el estado en que se encuentran al ser la última vista de campo.

El estado de las plantas podemos considerar que van desde muy bueno, bueno, y malo: el estado designado como malo no significa necesariamente que la planta esté muerta o vaya a morir, este significa que la condición de la planta es de enfermedad o esta con plaga, lo cual es tratable, a la vez encontramos la intervención del hombre debido a la construcción del ciclo paseo pasando por la tercera curva de nivel.

#### **4.- Conclusiones.**

- Se determina el estado actual de las cárcavas de la parte alta CEYPSA encontrando una condición de terreno de forma irregular con una pendiente a los dos lados, formando una puntijera la más alta se encuentra en el centro del lote obteniendo un suelo duro y a la vez pedregoso.
- Se pudo determinar en base a la pendiente la distancia y señalización de las posibles terrazas que pueden darse a futuro. Obteniendo una pendiente de 45% y 9 posibles terrazas de formación lenta con el paso del tiempo.
- Se efectúa la plantación de agave utilizando el agronivel o nivel en A con una cantidad de 170 plantas que garantiza que este terreno y su pendiente cuente con terrazas de formación lenta, al sembrarse siguiendo las curvas de nivel recomendado, ya que se ha conservado la vegetación existente sin provocar un daño o impacto negativo al lugar.
- La labranza de conservación reduce el esfuerzo físico y los costos representados en tiempo y mano de obra requeridos para la preparación de suelos, e igualmente la utilización de agroquímicos (herbicidas) es menor.

- Así mismo hay una disminución de los costos derivados de la baja utilización de maquinaria agrícola para la preparación de los suelos y de sistemas de riego, como motobombas.
- Además el sistema utilizado en la presente investigación va a proteger eficazmente el suelo, ayudar en la prevención de procesos más erosivos y en la disminución de la compactación debido a que no se usa maquinaria pesada y arados de discos, favoreciendo así la penetración de raíces, la absorción de nutrientes y la retención de agua, que le facilitan a las plantas su aprovechamiento en el momento en que la requieran.

### **5.- Recomendaciones.**

- Monitorear continuamente por medio de prácticas agroambientales el estado en el que se encuentran las cárcavas para acelerar el proceso de recuperación, con el aporte de las carreras afines y de medio ambiente, procurando que las plantas lleguen a formar terrazas a lo largo del tiempo.
- Profundizar lo estudiado en clase mediante trabajos prácticos, las distintas formas para recuperar el suelo erosionado, de esta manera extender la forestación de las pendientes para evitar la erosión hídrica y eólica que amenaza los terrenos del CEYPSA, aportando a conservar la flora y fauna del sector.
- Proponer nuevas investigaciones a los estudiantes para mejorar el presente caso de estudio en base a los resultados obtenidos sobre el acondicionamiento

del suelo con sustrato en la siembra de las plantas de agave en terrenos similares como se lo realizó en la presente investigación.

## **6.- Bibliografía y referencias.**

### **6.1 BIBLIOGRAFÍA.**

**SAGARPA**, control de cárcavas (en línea) México 2009 (fecha consultada 1 de diciembre 2011).

**JESUS SANTIAGO**, monografías la erosión de cárcavas en Bolivia (fecha consultada 5 de diciembre 2011).

**JUAN DIEGO LEON PELAEZ**, Estrategias para el control y manejo de la erosión de cárcavas, (en línea) Colombia- Medellín 2001 (fecha consultada 5 de diciembre 2011).

**CEDIG**, La erosión en el ecuador (en línea) 1986 (fecha consultada 10 de diciembre 2011).

**LUIS SUAREZ**, Los páramos como paisajes naturales en el ecuador (fecha consultada 12 de mayo 2012)

**ALBERTO RAMIREZ GONZÁLEZ**, Metodología Investigación científica (fecha consultada 12 de mayo 2012)

**LUCINDA**, La erosión del suelo (fecha consultada 11 abril 2013)

**INSTITUTO FORESTAL MODELOS AGROFORESTALES**, sistema productivo integrado para una agricultura sustentable (fecha consultada 11 de abril 2013)

**FONDO NACIONAL DEL AMBIENTE**, guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales lima octubre 2007 (fecha consultada 11 de abril 2013)

**DR. FULVIO GIOANETTO, ING. SERGIO OLVERA,** Fertilización y manejo orgánico de las agaváceas 3 de abril 2009 (fecha consultada 13 de abril 2013)

## **6.2 Bibliografía en línea.**

[www://edafologia.ugr.es/erosion/tema9\\_eolica/9\\_eolica.pdf](http://www.edafologia.ugr.es/erosion/tema9_eolica/9_eolica.pdf)

[www.alumno.unam.mx/algo\\_leer/Agave](http://www.alumno.unam.mx/algo_leer/Agave)

<http://www.slideshare.net/Isa06t/54-fundamentos-investigacin-de-campo>

[http://www.criecv.org/es/proyectos/pag\\_agua/erosion.html](http://www.criecv.org/es/proyectos/pag_agua/erosion.html)

[www.dominicanaonline.org/.../es/definición Ver.asp?id=81](http://www.dominicanaonline.org/.../es/definición_Ver.asp?id=81)

<http://www.proyectosfindecarrera.com/definicion/Carcava.htm>

<http://www.wordreference.com/definicion/infiltraci%C3%B3n>

<http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/cienciasTierra/Tema12.html>

<http://adf.ly/778833/banner/http://ar.search.yahoo.com/search?n=10&ei=UTF-8>

<http://www.wordreference.com/definicion/siembra>

<http://www.fao.org/docrep/013/al928s/al928s.pdf>

<http://observatoriopoliticaambiental.org/categoria-indicadores/89-indicadores-de-cambio-climatico/71-la-erosion-del-suelo-en-el-ecuador>

[http://www.bospas.org/bospas/index.php?option=com\\_content&task=view&id=42&Itemid=78](http://www.bospas.org/bospas/index.php?option=com_content&task=view&id=42&Itemid=78)

<http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR28871.pdf>

<http://www.slideshare.net/syandrea/manual-de-buenas-practicas-para-el-manejo-de-ch>



# **ANEXOS**

**CONSTRUCCIÓN DEL AGRO NIVEL**



**CALIBRACIÓN DEL AGRO NIVEL EN 0%.**



**SEÑALIZACION DE LAS CURVAS DE NIVEL**



**HOYADO**



## **SUSTRATO**



## **TRANSPORTE DEL SUSTRATO**





**COLOCACIÓN DEL SUSTRATO**



**SELECCIÓN DE LAS PLANTAS**



**EXTRACCIÓN DE LAS PLANTAS**







**TRASPORTE DE LAS PLANTAS**





**RECEPCIÓN DE LAS PLANTAS**



**LABOR FITOSANITARIO**



**TRANSPORTE DE LAS PLANTAS A CADA UNA DE LAS CURVAS A NIVEL**



**UBICACIÓN DE LOS PENCOS EN LOS HOYOS**



**ACARREO DEL AGUA**



