



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**

**ESCUELA DE POST GRADO**

**MAESTRIA EN GESTION Y NEGOCIOS**

**MENCION GESTION DE PROYECTOS**

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS, EN  
PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS MEDIANTE ZANJAS DE  
INFILTRACIÓN Y PLANTACIONES DE *PINU RADIATA* EN LA  
COMUNIDAD DE RONDOBAMBA, DISTRITO DE PACHAS, PROVINCIA DE  
DOS DE MAYO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE:**

**MAGISTER EN GESTIÓN Y NEGOCIOS**

**MENCION GESTION DE PROYECTOS**

**TESISTA: GENARO PAREDES PABLO**

**ASESOR: Dr. EDWIN ESTEBAN RIVERA**

**HUANUCO – PERU**

**2018**





**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**

**ESCUELA DE POST GRADO**

**MAESTRIA EN GESTION Y NEGOCIOS**

**MENCION GESTION DE PROYECTOS**

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS, EN  
PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS MEDIANTE ZANJAS DE  
INFILTRACIÓN Y PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* D. Don EN LA  
COMUNIDAD DE RONDOBAMBA, DISTRITO DE PACHAS, PROVINCIA DE  
DOS DE MAYO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE:  
MAGISTER EN GESTIÓN Y NEGOCIOS  
MENCION GESTION DE PROYECTOS**

**TESISTA: GENARO PAREDES PABLO  
ASESOR: Dr. EDWIN ESTEBAN RIVERA**

**HUANUCO – PERU**

**2018**

**Dedicatoria:**

A Dios todopoderoso y eterno;

A mi esposa Hirma Elisa Raymundo Quispe;

A mis hijas Greyssi, Anasofia Paredes Raymundo;

A mi madre y hermanas (os); A mis

amigos y amigas.

## **AGRADECIMIENTOS**

En este apartado quiero dar mis más sinceros agradecimientos a las personas más importantes en mi vida y que me han entregado su apoyo incondicional; mis hijas Greyssi y Anasofia junto a mi querida esposa Hirma. Sin su ayuda, comprensión, paciencia y por sobre todo su infinito amor jamás hubiese podido conseguir mi tan anhelado sueño.

También quiero dar las gracias al Dr. Edwin Esteban Rivera, patrocinador del presente trabajo de investigación, y por su apoyo permanente.

De igual manera agradezco a los docentes de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco.

A mi madre, que me ayudó en forma inestimable

## RESUMEN

El trabajo de investigación “Evaluación de las propiedades físicas de suelos, en prácticas conservacionistas mediante zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo”, se realizó en la Comunidad de Rondobamba, distrito de Pachas, provincia de Dos de Mayo, Región Huánuco. Tuvo los siguientes objetivos: Objetivo general Evaluar las propiedades físicas de suelos, con prácticas conservacionistas de zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo. Objetivos específicos: 1. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, instaladas hace un año, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo. 2. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, instaladas hace dos años, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo. 3. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, instaladas hace tres años, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo. Los parámetros evaluados fueron: Variable independiente zanjas o acequias de infiltración, Plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. Variable dependiente las propiedades físicas de los suelos (textura, densidad, humedad, lámina de agua y desarrollo de *Pinus radiata* D. Don. Variable interviniente condiciones

fisiográficas y el Clima. Conclusiones: 1. Las condiciones edafoclimáticas para la plantación de *Pinus radiata* D. Don, en la zona en estudio, permiten realizar plantaciones de Pino con fines de protección, no tanto así con fines productivos. 2. Las texturas de los suelos evaluados, son francos arenosos (FrAo) a franco arcillo arenosos (FrArAo), estos son de textura gruesa, con poca retentividad del agua, pero hay una presencia de materia orgánica en las parcelas, que está mejorando esta cualidad y que puede ser aprovechada en la plantación. 3. En *Pinus radiata* D Don, se evaluó diámetro de copas, el diámetro del tallo, y la altura de plantas; esto permitió comparar el efecto de las láminas de agua con estas características; en las láminas de agua y el diámetro de copas, se estableció que hay incrementos significativos de año a año, luego se tiene que la lámina de agua está influyendo significativamente en el desarrollo del diámetro de tallo y finalmente en altura de planta no se mostró diferencia significativa. 4. En los resultados del análisis químico, el hecho de mayor relevancia en esta parte, es los pHs o reacción del suelo, estos están clasificados en extremadamente ácidos, y muy fuertemente ácido. Este hecho constituye un problema fuerte de estos suelos para los cultivos, y para la plantación con fines de protección de *Pinus radiata* D Don.

## **SUMMARY**

Research work "Evaluación of the physical properties of grounds, in practical conservationists by means of ditches of infiltration and Pinus's plantations radiata D. Gift, in the community of Rondobamba, Pachas's Distrito, May's Provincia of two ", came true in the Community of Rondobamba, Pachas's district, May's province of two, Región Huánuco. You had the following objectives: General objective Evaluating the physical properties of grounds, with practical conservationists of ditches of infiltration and Pinus's plantations radiata D. Gift, in the community of Rondobamba, Pachas's Distrito, May's Provincia of two . Specific objectives: 1. Determining properties soil physicses in practical conservationists with ditches of infiltration and Pinus's plantations radiata D. Gift, installed a year ago, in the community of Rondobamba Distrito of Pachas, Provincia of two of May. 2. Determining properties soil physicses in practical conservationists with ditches of infiltration and Pinus's plantations radiata D. Gift, installed two years ago, in the community of Rondobamba Distrito of Pachas, Provincia of two of May. 3. Determining properties soil physicses in practical conservationists with ditches of infiltration and Pinus's plantations radiata D. Gift, installed three years ago, in the community of Rondobamba Distrito of Pachas, Provincia of two of May. The evaluated parameters were Independent variable ditches or irrigation ditches of infiltration, Pinus's Plantaciones radiata D. Gift. Dependent variable properties soil physicses (texture, density, humidity, water and development plate of Pinus radiata D. Gift. Intervening variable physiographic conditions and the Weather.

1. The conditions edafoclimáticas for the plantation of Pinus radiata D. Gift, in



the zone under consideration, allow selling off Pino's plantations with protective intentions, no as much that way with productive intentions. 2. The textures of the evaluated grounds, are frank sandy I clay ( FrAo ) to franc sandy ( FrArAo ), these come from thick texture, with not much retentivity of water, but there is a presence of organic matter in the plots of land, that it is improving this attribute and that she can be opportunistic in the plantation. 3. In *Pinus radiata* D Don, diameter of wineglasses, the diameter of the stem were evaluated, and the height of plants; This allowed comparing the effect of the water plates with these characteristics; In the water plates and the diameter of wineglasses, it was established that there are significant increments from year to year, next it is known that the water plate is significantly influencing the development of the diameter of stem and finally in in-house height difference did not look significant. 4. In the results of the chemical analysis, the fact of bigger relevance in this part, it is pHs or reaction of the ground, these are classified in extremely acid, and very strongly acid. This fact constitutes a strong problem of these grounds for cultivations, and for the plantation with protective intentions of *Pinus radiata* D Don.

## **INTRODUCCIÓN**

Algunos autores como Ferreras I., Magra G., Besson P., Kovalevski E. y García F, indican “que el uso sustentable de las tierras, requiere conservar propiedades edáficas, que son importantes desde el punto de vista de la fertilidad y el laboreo del suelo”, los autores ratifican que es necesario estudiar las propiedades físicas del suelo, el agua y la manera como se pueden mantener económicamente esas condiciones para la producción óptima de los cultivos. El manejo del agua está siendo de mucha importancia en las regiones donde ésta es escasa y costosa; por lo que la investigación de las propiedades físicas de los suelos, textura, estructura, densidades, humedad; el estudio de las buenas prácticas agrícolas, correlacionado con un buen manejo y conservación de suelos, va a permitir a los edafólogos, físicos de suelos, los fisiólogos y los bioquímicos pueden contribuir para aumentar la eficiencia del proceso de la fotosíntesis en los cultivos.

En la zona de Rondobamba en el distrito de Pachas, provincia de Dos de Mayo en estudio, presenta el área en estudio que está ubicada entre las cotas de altura de 4018 a 4029 msnm, se encuentra en una Zona de Vida de páramo muy húmedo – Montano Tropical (pmh – MT); según el Diagrama Bioclimático del Sistema de Holdridge. Las partes bajas del área en estudio, presenta un uso actual de tierras con una agricultura en seco (tuberosas, leguminosas comestibles y algunos cereales de grano), con una ganadería insipiente y de autoconsumo. Asimismo, en las partes altas arriba de los 4000 m el potencial de los suelos, es favorable para plantaciones forestales. Las condiciones climáticas de la zona, presenta temperaturas medias mensuales de 8.0 a 8.1; la

precipitación anual reportada según SENAMHI (2011), oscila entre 716.4 a 1220.4 mm. Por la zona de vida y estas condiciones climáticas, para un proyecto de forestación y reforestación, podría ser óptimo con buenos resultados, si los resultados de los estudios edáficos y de fertilidad de los suelos, son apropiados para los cultivos o las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, si hay problemas el presente estudio, identificara la problemática y recomendará las acciones pertinentes. Los daños ocasionados por la erosión y las causas principales se encuentran: en el sobrepastoreo, el efecto de las aguas de escorrentía, generadas como consecuencia de la pendiente, que ocasiona el socavamiento del área. De igual manera influye el hecho, de la costumbre andina de quema de pajonales, que ocasiona el descubrimiento del suelo, lo que lo hace susceptible para los procesos erosivos. Sobre esta base, las medidas de corrección, están orientadas básicamente a evitar el efecto de las gotas de lluvia y la escorrentía, igualmente hay necesidad de conservar el agua, para las épocas de baja precipitación.

Planteo el presente trabajo de investigación “Evaluación de las propiedades físicas de suelos, en prácticas conservacionistas mediante zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo”, con la finalidad de hacer conocer la importancia y la necesidad de inculcar el estudio de este tema con fines de generar y buscar alternativas para el mejor manejo y conservación de los suelos altoandinos, que presentan un potencial muy importante.

## INDICE

I.	EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1.	Descripción del problema	1
1.2.	Formulación del problema	3
1.2.1.	Problema general	3
1.2.2.	Problemas específicos	3
1.3.	Objetivo general y objetivo específico	4
1.4.	Hipótesis y/o sistema de hipótesis	4
1.5.	Variables	5
1.6.	Operacionalización de variables	5
1.7.	Justificación e importancia	5
1.8.	Viabilidad	7
1.9.	Limitaciones	8
II.	MARCO TEÓRICO	9
2.1.	Antecedentes de la investigación	9
2.1.1.	Investigación nacional e internacional	9
2.1.1.1.	Propiedades físicas de los suelos	9
2.1.1.2.	Prácticas conservacionistas	16
2.1.1.3.	Construcción de zanjas de infiltración	19
2.2.	Forestación y reforestación	23
2.2.1.	Plantación de <i>Pinus radiata</i> D. Don	26
2.3.	Bases teóricas	28
2.4.	Definiciones conceptuales	41
2.5.	Bases epistémicos	46
III.	MARCO METODOLÓGICO	48
3.1.	Generalidades	48
3.2.	Lugar de ejecución	49
3.2.1.	Ubicación política	49
3.2.2.	Posición geográfica	49
3.3.	Descripción climática y de los suelos según su origen	50
3.4.	Tipo y nivel de investigación	53
3.5.	Diseño y esquema de la investigación	53
3.6.	Población y muestra	56
3.7.	Definición operativa del instrumento de recolección de datos	57
3.8.	Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos	57
IV.	RESULTADOS	59
4.1.	Características edafoclimáticas de la zona	59
4.2.	Análisis de las propiedades físico químicas de suelos del área en estudio	65
4.2.1.	Propiedades físicas de los suelos y la plantación de <i>Pinus radiata</i> D. Don	65
4.2.1.1.	Propiedades físicas de los suelos	67
4.2.1.2.	Evaluaciones en la plantación de <i>Pinus radiata</i> D. Don	72
4.2.1.3.	Lámina de agua de los suelos	77
4.2.2.	Propiedades químicas de los suelos	79
4.2.2.1.	Contenido de materia orgánica	82

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
5.1. Características edafoclimáticas	84
5.2. Propiedades físicas de los suelos	88
5.3. Plantaciones de <i>Pinus radiata</i> D. Don	91
5.4. Propiedades químicas de los suelos	93
VI. CONCLUSIONES	97
VII. SUGERENCIAS	100
VIII. BIBLIOGRAFÍA	101
IX. ANEXO	110

## INDICE DE TABLAS, FIGURAS Y FOTOS

1. Tabla N° 1. Variables e indicadores	5
2. Fig. N° 01. Ciclo hidrológico del agua	39
3. Fig. N° 03. Croquis de las parcelas y zanjas de infiltración	54
4. Foto N° 1. Diseño de la zanja de infiltración	55
5. Tabla N° 02. Temperatura media mensual 2003 – 2011	59
6. Tabla N°. 03 precipitación total anua y promedio mensual 2003 – 2011 60.	
7. Fig. N° 04. Temperatura media anual en °C	59
8. Tabla N° 03. Precipitación total anual y promedio mensual 2003 – 2011 60.	
9. Fig. N° 05. Precipitación anual y mensual	60
10. Tabla N° 04. Humedad a capacidad de campo (%H CC) y lámina de agua 69.	
11. Fig. N° 06. Humedad a capacidad de campo (%H CC) y lámina de agua 70.	
12. Tabla N°. 05. Relación de lámina de agua y textura de suelo	71
13. Fig. N° 07. Relación lámina de agua y textura de suelos	72
14. Fig. N° 08. Relación de lámina de agua y el diámetro de copa en plantación de <i>Pinus radiata</i> D. Don en parcelas de 3 años	73
15. Fig. N° 09. Relación de lámina de agua y el diámetro de tallo en plantación de <i>Pinus radiata</i> D. Don en parcelas de 3 años	75
16. Fig N° 10. Relación de lámina de agua y la altura de plantas en plantación de <i>Pinus radiata</i> D. Don en parcelas de 3 años.	76
17. Fig. N° 11. Relación del pH y el contenido de carbonatos en las parcelas de uno, dos y tres años.	80
18. Tabla N° 07. Resultados de análisis físico químico de suelos - Análisis de primera remesa	110
19. Tabla 07.a. Propiedades físicas de los suelos y materia orgánica	111
20. Tabla N° 08. análisis físico químico de suelos - Análisis de segunda remesa	112
21. Tabla N° 9. Análisis químico de suelos	113
22. Tabla N° 10. Ficha de interpretación de análisis de suelos	116
23. Tabla N° 11. Ficha de interpretación de análisis físico de suelos	117
24. Tabla N° 12. Evaluación de plantones de pino de un año	118
25. Tabla N° 13. Evaluación de plantones de pino de dos años	119
26. Tabla N° 14. Evaluación de plantones de pino de tres años	120
27. Tabla N° 15.- Resultados de la lámina de agua	121
28. Tabla N° 16.- Lámina de agua (cm) y diámetro de copa (cm)	122
29. Tabla N° 17.- Lámina de agua (cm) y diámetro de tallo (cm)	123
30. Tabla N° 18.- Lámina de agua (cm) y altura de plantas (cm)	124
31. Fig. 18. Plano de ubicación de las parcelas en investigación	125
32. Fig. 19. Plano de plantación de Pino a un año	126
33. Fig. 20. Plano de plantación de Pino a dos años	127
34. Fig. 21. Plano de plantación de Pino a tres años	128
35. Tabla N° 19. INFORMACION METEOROLOGICA	129
36. Tabla N° 20. Temperatura media mensual en °C	130
37. Figura N° 22. Temperatura media mensual en °C	130

38. Foto N° 02. Plantación de Pino del área de investigación	131
39. Foto N° 03. Evaluando plantación de Pino	132
40. Foto N° 04. Apertura de calicatas y muestreo de suelos	133
Tabla N° 21. Matriz de Consistencia	134

## I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La identificación de las necesidades de manejo de suelo y agua, exige tener el

Ferreras I., Magra G., Besson P., Kovalevski E. y García F; informan que el uso sustentable de las tierras requiere conservar propiedades edáficas, que son importantes desde el punto de vista de la fertilidad y el laboreo del suelo.
--

conocimiento claro de las condiciones físicas del suelo, ya que estas se pueden alterar radicalmente por actividades como la inversión del suelo por el arado profundo. Este tipo de técnicas puede alterar las características totales del perfil del suelo, la necesidad de riego y la fertilización de los cultivos, que sobre él se desarrollen. Por eso, es importante conocer las propiedades físicas del suelo, que son mejores para las plantas y que se van a cultivar en una determinada área.

Las prácticas de labranza influyen en las condiciones físicas del suelo, por ejemplo, el laboreo excesivo causa erosión, compactación, pérdida de agua del suelo, mala estructura y deterioro de otras propiedades físicas, que impiden el desarrollo radicular.

Para la producción óptima de plantas, es necesario estudiar las propiedades físicas y las condiciones apropiadas del agua, del suelo y la manera como se pueden mantener económicamente esas condiciones. Las técnicas de riego, está siendo de mucha importancia en las regiones donde el agua es escasa y costosa. Es necesario investigar las propiedades físicas de los suelos, textura, estructura, densidades, humedad y otras; en cuanto al espacio poroso crítico y/o ritmo de difusión del aire y niveles de capa freática en diferentes condiciones de suelo y clima. Con el mejoramiento de las condiciones físicas de los suelos, los físicos de suelos, los fisiólogos y los bioquímicos pueden contribuir para aumentar la eficiencia del proceso de la



fotosíntesis en los cultivos. Actualmente en la fotosíntesis sólo se aprovecha el 1 % de la energía de la radiación solar y se podría hacer llegar hasta el 5 %.

Afectan el crecimiento de las plantas, las propiedades mecánicas del suelo, el contenido de agua, la difusión del oxígeno y del bióxido de carbono, la temperatura, la luz, la presión, etc. Los aspectos físicos del medio ambiente interno y externo del suelo pueden afectar todo el desarrollo de la planta, desde la germinación hasta la maduración fisiológica. Por esto, es importante conocer el microambiente de los cultivos, los procesos relacionados con sus cambios y la interacción continua entre la planta y su medio ambiente. Es decir, cómo se lleva a cabo el intercambio de agua, aire y calor entre el suelo y el medio ambiente externo, y qué función desempeña el agua, el aire, el calor y los nutrientes en el suelo, así como, la energía solar y el bióxido de carbono de la atmósfera en el proceso biológico de producción.

La zona en estudio presenta daños ocasionados por la erosión y las causas principales, se encuentra el sobrepastoreo, el efecto de las aguas de escorrentía, generadas como consecuencia de la pendiente, que ha ocasionado el cárcavamiento del área. De igual manera influye el hecho, de la costumbre andina de quema de pajonales, que ocasiona el descubrimiento del suelo, lo que lo hace susceptible para los procesos erosivos. Sobre esta base, las medidas de corrección, están orientadas básicamente a evitar el efecto de las gotas de lluvia y la escorrentía, igualmente hay necesidad de conservar el agua, para las épocas de baja precipitación.

En nuestra serranía, para mitigar el proceso erosivo de las lluvias, se recurre a las prácticas conservacionistas instalando zanjas de infiltración, para almacenar el agua de las precipitaciones o lluvias, y cortar la velocidad de

caída del agua, que eviten el efecto erosivo, que en muchos casos es desastroso por la energía que carga las aguas.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para el trabajo de investigación propuesto, consistió en la “Evaluación de las propiedades físicas de suelos, en prácticas conservacionistas mediante zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo”, para lo cual se presentó la siguiente problemática:

### 1.2.1. PROBLEMA GENERAL

Problema principal:

¿Cuáles son las propiedades físicas de los suelos, con prácticas conservacionistas de zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus Radiata* D Don, en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo?

### 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, instaladas hace un año en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo?

2. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, instaladas hace dos años en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo?

3. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D.

Don, instaladas hace tres años en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo?

### 1.3. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVO ESPECÍFICOS

#### Objetivo general

Evaluar las propiedades físicas de suelos, con prácticas conservacionistas de zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.

#### Objetivos específicos:

1. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, instaladas hace un año, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.

2. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, instaladas hace dos años, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.

3. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, instaladas hace tres años, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.

### 1.4. HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS

#### Hipótesis general

Al evaluar las practicas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, influye en la mejora las propiedades

físicas de los suelos: textura, densidad, humedad, la mayor capacidad de retención de agua de los suelos, que redundara en la lámina de agua y otros; en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.

### 1.5. VARIABLES

Variable independiente: Zanjas de Infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don.

Variable dependiente: Propiedades físicas de los suelos y desarrollo de *Pinus radiata* D. Don.

### 1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

TABLA N° 1. Variables e indicadores

VARIABLES	INDICADORES
Independiente. Practicas Conservacionista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zanjas o acequias de infiltración.</li> <li>• Plantaciones de <i>Pinus radiata</i> D. Don</li> </ul>
Dependiente Propiedades físicas de los suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textura de suelos.</li> <li>• Densidad de suelos.</li> <li>• Humedad de suelos</li> <li>• Lámina de agua.</li> <li>• Desarrollo de <i>Pinus radiata</i> D. Don</li> </ul>
Variables intervenientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones fisiográficas</li> <li>• Clima.</li> </ul>

### 1.7. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El suelo es un recurso natural y hábitat, considerado por algunos como un recurso no renovable. En el mundo las manifestaciones más habituales de degradación del suelo, son la contaminación, la erosión, pérdida de las propiedades físicas de los suelos como la estructura, la densidad, la poca capacidad de retención de humedad, pérdida de la materia orgánica, la compactación, la salinización y la desertización entre otros.

El estudio de las propiedades físicas de los suelos, se justifica y es importante, por las siguientes consideraciones que esbozo a continuación: La construcción de zanjas de infiltración, es una medida conservacionista para hacer frente a los efectos erosivos, especialmente por condiciones de la precipitación pluvial, e igualmente la plantación de Pinos, en la zona de estudio ayudan a amortiguar el efecto por las variaciones topográficas y la poca cobertura vegetal, que dan condiciones para la erosión acelerada, y que es uno de los problemas más serios que tiene que enfrentar, que afecta el desarrollo agropecuario de la zona, ya que además de ser la causa de bajos rendimientos de los cultivos, favorece en muchos casos, las inundaciones, los problemas de drenaje. En éste sentido, las buenas propiedades físico, químicas y biológicas de los suelos, desempeña seis funciones básicas no siempre complementarias, que entran en competición cuando el hombre utiliza el territorio: 1. Producción de biomasa, suministrando alimentos, energía renovable y materias primas como base para la vida humana y animal. 2. Actuar como filtro y medio tamponador (buffer) y transformador para proteger el medio ambiente de la contaminación, especialmente de las aguas subterráneas y la cadena alimentaria. 3. Servir como medio protector de los numerosos organismos del suelo y como reserva genética. 4. Como soporte físico, por sus propiedades físicas, para el desarrollo de las actividades agropecuarias. 5. Como fuente de materias primas, suministrando agua, arcilla, arena, gravas, minerales y condiciones físicas entre otros, y 6. Como medio protector de la herencia cultural que contiene en forma de evidencias arqueológicas y paleontológicas.

El territorio de la provincia de Dos de Mayo, presenta los suelos agrícolas ubicados en la zona altoandina de Huánuco, con problemas de erosión, con la

consecuente pérdida de las propiedades físicas de suelos, agravándose debido a que en las partes medias y altas de las quebradas, microcuencas y subcuencas donde se generan las lluvias se siguen degradando los recursos suelos y vegetación, ya sea por la erosión hídrica, la deforestación (ampliación de la frontera agrícola) y sobrepastoreo, Así estas zonas se vienen encaminando a un proceso de desertificación y su consecuente aporte negativo al proceso del cambio climático que viene afectando al planeta tierra en su conjunto.

El problema es en estas zonas alto andinas, donde se produce la mayor cantidad de agua y se le considera un verdadero “colchón acuífero”, por lo que hay que evitar su pérdida, garantizándose con las buenas propiedades físico químicas de los suelos, la receptividad del agua por su buena permeabilidad, alta capacidad de retención de humedad, texturalmente suelos francos de buenas condiciones físicas y de vital importancia para las poblaciones asentadas en las partes medias y bajas de las cuencas, que tendrán agua disponible permanente para el consumo humano y el riego..

Ante este escenario, en mi trabajo de tesis “Evaluación de las propiedades físicas de suelos, en prácticas conservacionistas mediante zanjas de infiltración y plantaciones de *Pino radiata* D. Don, en la Comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo”, se justificó por cuanto se investigó las propiedades físicas de los suelos en las condiciones edafoclimáticas de la zona, y por cuanto hay escasa investigación al respecto.

#### 1.8. VIABILIDAD

El presente trabajo de investigación, “Evaluación de las propiedades físicas de suelos, en prácticas conservacionistas mediante zanjas de infiltración

y plantaciones de pino *Pino radiata* D. Don, en la Comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo” fue viable por la accesibilidad y la presencia de las zanjas de infiltración y la plantación de Pino, de uno, dos y tres años de antigüedad; hechas por el Ministerio de Agricultura y Riego, como parte de una política de la conservación de los recursos naturales, y control en el manejo de estas actividades antrópicas, en la Comunidad de Rondobamba.

#### 1.9. LIMITACIONES

Los factores exógenos como las variables climáticas y condiciones fisiográficas de la zona, y los factores endógenos como la topografía y condiciones edáficas de los suelos, interactúan dentro de la microcuenca, y hacen que el comportamiento no se presenten en las mismas condiciones; en base a esto, la evaluación cuantitativa que fue aplicado para las condiciones específicas de la zona de Rondobamba, superó las limitaciones que se presentaron, como los agentes externos en especial los fenómenos climáticos que en estos últimos años que se viene manifestándose con más frecuencia y fuerza.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. Investigación nacional e internacional

##### 2.1.1.1. Propiedades físicas de los suelos

Reichardt K. (1983), sostiene que la producción agrícola, depende muchísimo de las propiedades físicas del suelo, principalmente de las que determinan la capacidad de éste para retener y transmitir el agua. Estas propiedades influyen en las disponibilidades de agua para los cultivos y por lo tanto, pueden determinar su rendimiento. El conocimiento de las propiedades físicas del suelo es esencial para definir y/o mejorar las prácticas de aprovechamiento del agua de los suelos a fin de obtener una productividad óptima para cada condición de suelo/clima. Otro factor que limita rigurosamente la producción agrícola en muchas zonas del mundo es el elevado contenido de sal de los suelos y del agua. Estos suelos — clasificados como salinos o sódico/salinos, según su alcalinidad — solo pueden soportar un crecimiento vegetativo insignificante.

En la FAO (2010), organizaron un simposio conjunto para evaluar los recientes adelantos y las futuras tendencias en cuanto al uso de las técnicas isotópicas y de radiaciones en la esfera de la física del suelo y de las investigaciones sobre riegos en su relación con los problemas más arriba indicados. Las actas del simposio muestran que se está trabajando mucho para hacer aplicable la física del suelo al análisis in situ del comportamiento físico de los suelos en relación con la producción agrícola, y para elaborar prácticas de actuación eficaces con las que mejorar y conservar la calidad y la cantidad de las tierras agrícolas. Se presta especial atención a la medición in situ de las



propiedades del complejo suelo-agua que caracterizan la economía hídrica de un terreno, así como de las propiedades que determinan la calidad de la solución del suelo dentro del perfil y de las del agua que, por lixiviación, desciende hasta quedar fuera del alcance de las raíces de las plantas y acaba pasando a las aguas subterráneas y superficiales. En general, los principios y procesos fundamentales que rigen las reacciones del agua y sus solutos dentro del perfil del suelo se conocen bien. En cambio, la tecnología aplicable a la observación continuada in situ, del comportamiento de los suelos continúa estando mal definida, debido primordialmente a la heterogeneidad del paisaje. Se tomó nota del concepto de "volumen de suelo elemental representativo", de interés para la definición de las propiedades de los suelos, la realización de mediciones físicas, y el empleo de la teoría física en la ordenación de los recursos suelo-agua.

Fitzpatrick, E. A. 1985 reporta que las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles.

Geovanny Herney Meléndez Oviedo (2012), reportan que en los últimos años, la generación de biosólidos en Colombia, ha venido en aumento lo cual ha conllevado, a que se busquen alternativas económicamente viables para su disposición final, y que a la vez no constituyan riesgos de carácter humano y ambiental. Una alternativa para su aprovechamiento es su uso en la agricultura, ya que proporciona los nutrientes necesarios para la producción de un determinado cultivo, especialmente de la caña de azúcar, por el aporte de materia orgánica y la cantidad de nutrientes que poseen a bajo costo (lo que conlleva a una disminución del uso de insumos químicos), y representa además una gran ventaja en el suelo, como enmienda orgánica, en el mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas; todo ello se traduce en una alternativa de manejo sostenible. Sin embargo, son escasos los estudios que se han hecho en nuestro país sobre la composición y efecto del uso de los biosólidos en la agricultura. Sostiene el autor que en su investigación se realizó la evaluación de las propiedades físicas de un suelo cultivado con caña de azúcar (para un ciclo vegetativo del cultivo) mediante la aplicación de biosólidos, provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cañaveralejo (PTAR-C). Como variables respuesta se tuvieron en cuenta la densidad aparente, la porosidad total (macroporos y microporos), el diámetro ponderado medio de agregados y la productividad por parte del cultivo. Los resultados mostraron que no se encontraron diferencias significativas (a un nivel de confianza del 95%) entre los diferentes tratamientos analizados por variable respuesta, para cada periodo de muestreo realizado (mes 0, mes 4, mes 10 y mes 12). Aunque se evidenciaron cambios

de las propiedades físicas a través del tiempo, ello no se debió al efecto de los tratamientos aplicados en las distintas parcelas; por lo que dichos cambios fueron atribuidos a factores externos a la investigación, como el clima y algunas características del suelo.

Los Análisis Físico – químico de suelos en el valle de Huánuco, Domínguez, V. N. (1987), reporta los resultados de materia orgánica, para observaciones de horizontes en diferentes calicatas modales; así para calicata HC 16 presentó 5 horizontes Ap, Ah, C1, C2, C3; de los cuales reportan 1.27, 0.87, 0.64, 0,30, y 0.47%, respectivamente; la interpretación de estos resultados indican que el contenido de materia orgánica en el suelo es bajo; muy esporádicamente valores entre 2 a 4%, como contenido medio; esta situación nos permite afirmar que los suelos agrícolas en el valle de Huánuco son deficientes en materia orgánica, por tal razón es preocupación constante para la agricultura local, siendo necesario que se incorpore materia orgánica en las formas de Compost y Humus de lombriz, a dichos suelos para su mejoramiento, con mayor razón si es la única forma de restituir la fertilidad de los suelos, enfocado desde la perspectiva de una agricultura sustentable. No obstante, estos reportes en Huánuco y provincias o tenemos que investigar más, así el presente trabajo pretende abordar el estudio de la problemática de la fertilidad de suelos; esta situación es de la mayoría de suelos del departamento.

Kaplán, A., S. Labella, I. Rucks y A. Durán (1990), reportan las Instrucciones y sugerencias para realizar el trabajo de descripción e interpretación del perfil de suelo. El objetivo que persigue esta actividad es enfrentarlos con la compleja realidad de la naturaleza y efectuar un trabajo

concreto en el que puedan desarrollar las habilidades y poner en práctica los conceptos teóricos involucrados. El trabajo consiste en realizar una completa descripción de suelo. Por tal motivo se recomienda efectuarla con la apertura de una calicata o pozo. La bibliografía recomendada, las clases prácticas de descripción del perfil de suelo y la discusión que promueve este trabajo grupal habilitan cumplirlo.

El sitio donde realizarlo no tiene restricciones. Puede realizarse en cualquier lugar agrícola de nuestro territorio. Sin embargo, es conveniente efectuarlo en un lugar donde haya cobertura de alta resolución espacial (alto nivel de detalle) provista por el programa Google – Earth. El programa permite observar cualquier punto de la Tierra a través de imágenes obtenidas por sensores de alta resolución montados sobre plataformas espaciales. Además, brinda coordenadas geográficas y un conjunto de posibilidades. Entre ellas: puede verse en relieve, puede añadirse marcadores, líneas, polígonos, ver el perfil del terreno sobre una línea añadida, la altura relativa al nivel del mar, etc.

Gabriels D., y Lobo D, informa que la granulometría del suelo es un parámetro, es una propiedad del suelo íntimamente relacionada con el comportamiento del mismo, ya que tiene especial influencia sobre la aireación, retención y movimiento de agua, retención y disponibilidad de nutrientes, trabajabilidad y erosionabilidad del mismo. Por otra parte, la densidad aparente se ha utilizado para caracterizar la condición de la estructura del suelo y como indicadora de la compactación del mismo. En el presente trabajo se describen para evaluar la granulometría de los suelos en función de los propósitos de la determinación. De igual manera se describen algunas técnicas para determinar

la densidad aparente del suelo de acuerdo al tamaño de la muestra, tipo de suelo y disponibilidad de equipos.

Osorio, A. Acevedo, A., Ortega, S. y Cazanga R, 1988, reportan que, en Chile, uno de los métodos más usados para medir la densidad aparente, es el terrón natural de suelo. Este método arroja valores superiores al del cilindro (tipo Coile), ya que no considera el espacio poroso entre terrones. La mayoría de los suelos del Valle Central regado de Chile tienen contenidos apreciables de arcillas expansibles. En estos suelos, la determinación más recomendable es por cilindro. El propósito de la presente investigación fue comparar la densidad aparente por el método del terrón y cilindro en suelos con distintos contenidos de humedad, porcentajes y tipos de arcilla, sometidos a diferentes manejos. Se muestrearon 17 horizontes Ap (cinco repeticiones) del Valle de Colchagua en tres fechas. Desde la primera fecha hasta la última, la humedad del suelo disminuyó significativamente. Los resultados indicaron que tanto el manejo del suelo como la variación en el contenido de humedad, fueron los factores más significativos. La densidad aparente por terrón, húmedo (humedad natural del suelo) fue en promedio 11 % superior a los valores de cilindro. Cuando el terrón húmedo fue secado al aire, la densidad aparente fue sobrestimada en 24 %. Al comparar los métodos en un gráfico 1:1, no existió ninguna relación entre los valores de terrón húmedo y cilindro. Esta tendencia fue más marcada aun cuando el terrón fue secado al aire. Los suelos de este estudio presentaron distintos contenidos de arcillas expansibles. Se asumió que hubo una fuerte contracción del volumen del suelo cuando los terrones fueron secados al aire. Los resultados del presente estudio sugieren que el cilindro es la metodología más apropiada para los suelos con las características

como los estudiados aquí. El muestreo debe evitarse en suelos con marcadas diferencias en sus contenidos de humedad y manejo.

Florentino A, indica que, a nivel mundial, el futuro de la producción de alimentos depende de la disponibilidad de recursos hídricos. Conocer el agua que fluye y es almacenada en el suelo es fundamental, por lo que se hace necesario cuantificarla en forma precisa y confiable. La medición del contenido de agua en el suelo ha sido un desafío tecnológico importante en las últimas décadas, lo que ha dado origen a una gran variedad de métodos y técnicas. Sobre todo, se han desarrollado nuevos equipos y sensores que permiten medir, en el espacio y el tiempo, el contenido de agua sin alterar en forma significativa las condiciones hidrodinámicas del suelo. Los métodos para medir la humedad del suelo son numerosos y ninguno de ellos es universalmente aceptado, de manera tal que pueda ser recomendado para todas las condiciones de suelo y para diferentes propósitos. El método más utilizado y que sirve de referencia para la calibración de otros métodos es el termogravimétrico o termovolumétrico; sin embargo, tiene también múltiples limitaciones. Otros métodos muy utilizados son los nucleares y los basados en la determinación de constante dieléctrica del sistema suelo-agua-aire. Este trabajo revisa los métodos más utilizados para medir el contenido de agua en el suelo, destacando sus principios y procedimientos, rangos de lectura, confiabilidad de los resultados, sencillez, costo relativo y riesgos de uso. Estos métodos son: el termogravimétrico o termovolumétrico, la sonda de neutrones, la atenuación de rayos gamma, el eléctrico de los cuatro electrodos; los métodos de resistencia eléctrica y los métodos dieléctricos.

Para la evaluación de la degradación de suelo, se emplea una determinada propiedad, expresada en unas unidades concretas y se analiza cómo va cambiando cada año. La degradación física de la fertilidad: aumento anual de la densidad aparente, en  $\text{gr/cm}^3$ ; o bien por disminución anual de la permeabilidad, en  $\text{cm/hr}$ . En cuanto a la degradación química de la fertilidad: la acidificación, disminución anual de la saturación en bases, en %; salinización, aumento anual de la conductividad eléctrica en pasta saturada a  $25^\circ\text{C}$  en  $\text{dS/m}$  ( $\text{dS}=\text{deciSiemens}$ ) o en  $\text{mmhos/cm}$ , siendo ambas medidas equivalentes ( $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mmhos/cm}$ ); sodificación, aumento anual del sodio cambiante, en %; toxicidad, aumento anual de los elementos tóxicos, en  $\text{ppm}$ . Y la degradación biológica de la fertilidad: disminución anual del humus, en %. La erosión hídrica y eólica: pérdida anual de suelo, en  $\text{t/ha/año}$ . Contaminación: aumento anual de contaminantes, en  $\text{\%/año}$  o en  $\text{ppm}$ . Los distintos grados de intensidad de degradación se establecen en una serie de escalas correspondientes a cada tipo de degradación (la diversidad de agentes contaminantes impiden el establecimiento de una escala de uso general).

#### 2.1.1.2. Prácticas conservacionistas

Carrasco J., Sanhueza J. Reportan, que las técnicas de conservación de suelos son aquellas actividades que se ejecutan para reducir y evitar las pérdidas del mismo por causa de la erosión, además de aumentar la productividad de la tierra. Estas técnicas, generalmente involucran realizar trabajos, que involucran esfuerzo y mucho tiempo para su establecimiento, con beneficios que se aprecian en el mediano y largo plazo, incluso pueden pasar muchos años antes que observen los efectos beneficiosos de ellas.

Lamentablemente, las prácticas de manejo conservacionista de suelos, para los productores agrícolas, muy pocas veces son consideradas como una prioridad en sus sistemas productivos, y pocos agricultores están dispuestos a realizar el esfuerzo por conservar la tierra para las generaciones futuras.

Las técnicas de conservación de suelos son muy diversas, y deben ser seleccionadas en función de la pendiente del terreno, del largo de ella, de la vegetación, de las características de suelo, de la precipitación existente en cada lugar, y del costo de ellas.

Estas, obedecen a tres principios fundamentales: a) favorecer la cobertura vegetal del suelo; b) mejorar la infiltración del agua, y; c) reducir o evitar que ella escurra sobre la superficie del terreno. a) Favorecer la cobertura vegetal del suelo: la cobertura del suelo, a través de una capa de vegetación (árboles, arbustos, malezas, praderas, o cualquier cultivo), protege el suelo de la erosión causada por las precipitaciones, porque amortigua la energía con que caen las gotas sobre el suelo. La cobertura vegetal actúa como una cubierta protectora del suelo, ejerciendo una acción a dos niveles: uno por sobre la superficie del suelo y otro por debajo del mismo. b) Mejorar la infiltración del agua: un suelo con un mayor contenido de materia orgánica, absorberá con mayor facilidad el agua de las lluvias y evitará que escurra sobre su superficie. Toda práctica que mejore porcentaje de materia orgánica del suelo, ayudará a reducir los riesgos de erosión. En general, en las zonas de secano, la disponibilidad de agua es el factor más limitante en el establecimiento y desarrollo de cualquier especie vegetal, particularmente para el establecimiento de pasturas herbáceas, plantación de arbustos forrajeros y recursos forestales diversos. De ahí que las siembras y plantaciones se realicen en otoño invierno, cuando existe la mayor



concentración de humedad en el suelo. Así se asegura un mejor establecimiento y desarrollo de las plantas. Luego, toda práctica que mejore la infiltración en esos terrenos, aumenta la seguridad de producir mayor cobertura vegetal, y por ende, rendimientos más altos c) Reducir el escurrimiento superficial: en terrenos con pendientes se suele establecer obstáculos o barreras con la finalidad de reducir la velocidad de escurrimiento del agua, mejorar su infiltración y evitar que arrastre partículas de suelo. Dentro de las prácticas recomendadas se cuentan los surcos de infiltración, las pircas o paredes de piedra, las terrazas y las barreras vivas, entre, Además, es importante hacer un buen manejo de los cultivos, praderas o plantaciones, hacer rotaciones de cultivos, y manejar la carga animal para evitar pérdida de la cobertura vegetal y los bancos de semilla de flora nativa que están en los suelos.

Gomero L., Velásquez H. 1999, sostienen que La finalidad de las zanjas de infiltración es retener el agua de esorrentía, que proviene de las partes altas del terreno, para que rompa la velocidad del agua, de tal manera que se capte y acumule en la zanja, para que sirva de reserva a los árboles y cultivos.

La zanja con gradiente del 1 %, sirve para retirar el exceso de agua, y se le conoce como zanja de desviación. Esta zanja se recomienda para muchos suelos pesados y arcillosos. La zanja sin gradiente (0%) sirve para infiltrar el agua. Se recomienda construirla en suelos francos arcillosos.

Se construye la zanja en la parte más alta del terreno y en el centro del terreno. Se debe tomar en cuenta la cantidad de precipitación en la zona. Si llueve bastante se realizan zanjas de desviación; si llueve poco, se construyen zanjas de infiltración.

### 2.1.1.3. Construcción de la zanja de infiltración

Decidir acerca del lugar donde se va a realizar el trazado de la zanja. Trazar con el nivel en "A". Se marca el terreno para la construcción de las zanjas. Se puede realizar en terrenos arados o sin arar. Pero se recomienda para el ahorro de mano de obra y exactitud del trazado, realizarlo en terrenos sin arar. La forma de la zanja queda como una batea; esto garantiza que las paredes no se deslicen y se dañe la zanja. La parte superior de la zanja tiene un ancho de 50 cm, el fondo es de 40 cm y el alto de 40 cm. Se trasplanta pasto o cabuya a ambos lados de la zanja para protegerla. Se construyen diques a lo largo de la zanja cada 10 m, para almacenamiento y filtración del agua. Se recomienda no hacer las zanjas de más de 200 m de largo.

Cuidados de la zanja de infiltración. Se debe evitar que los animales entren a la zanja. Igualmente se debe realizar la limpieza de la zanja, cada vez que se llene con tierra. Esta tierra se saca y se esparce en el terreno. El trabajo de mantenimiento se realiza a nivel familiar o en la forma comunitaria. En estas prácticas conservacionistas hay mayor participación de mujeres y niños, pues la mayoría de los hombres migran a las ciudades.

Martínez I., Prat C., Ovalle C., Zagal E., Stolpe N., Uribe H., Del Pozo A. informan que la compactación del suelo, la distribución e intensidad de las lluvias y las prácticas de manejo inadecuadas en zonas de pendiente, han ocasionado que la erosión hídrica sea la principal causa de degradación de los suelos en la zona mediterránea de Chile. Sostienen los autores que sus objetivos fueron comparar (i) el escurrimiento superficial bajo cuatro sistemas conservacionistas de labranza con un sistema tradicional, (ii) cuantificar las pérdidas de suelo en las técnicas evaluadas y (ii) monitorear la compactación

del suelo en estos sistemas de labranza. Las prácticas conservacionistas seleccionadas fueron: Labranza Tradicional (Lt), Cero Labranza (Cl), Cero Labranza con Subsulado (Cl+Sb) Cero Labranza con Franjas vivas (Cl+Fv) y Cero Labranza con Curvas Desviación (Cl+Cd). Durante tres años, se registraron los escurrimientos superficiales y la carga en sedimentos después de cada lluvia, de parcelas de 1000 m<sup>2</sup> (50\*20m) con una pendiente de 15% con suelos de tipo Umbric Acrisols (ACum). Se registró la compactación de los suelos en 2008 y 2009 gracias a un penetrómetro digital. Los resultados de tres años de estudio indicaron que los sistemas conservacionistas presentaron los niveles más bajo de pérdida de suelo. Sin embargo, las tasas de pérdidas de suelo en todos los tratamientos son bajísimos (> 1 ton ha<sup>-1</sup>). El coeficiente de escurrimiento (Kr) superficial es más alto en el sistema tradicional (entre 50 a 60%) que en los conservacionistas (<30%), especialmente en los meses de precipitaciones más intensas como se registraron en la temporada 2008. Estos resultados indican que, a pesar del tamaño de las parcelas, no se logró registrar procesos de erosión regresiva que son los que actualmente, marcan el paisaje de la región, pero sí, confirman la importancia de tener medidas de protección del suelo. Entre aquellas, los resultados indican que la principal es dejar rastrojos a la superficie, ya que, en el caso del subsulado, su efecto disminuyó fuertemente la compactación de los suelos durante los primeros tres años en comparación a los otros tratamientos, pero al tercer año, este efecto es ya poco notable.

Ferreras I., Magra G., Besson P., Kovalevski E. y García F; informan que el uso sustentable de las tierras requiere conservar propiedades edáficas que son importantes desde el punto de vista de la fertilidad y el laboreo del suelo.

La alteración de las condiciones del suelo por el manejo puede afectar la producción de los cultivos debido a que influye en la distribución de la materia orgánica y dinámica de nutrientes; como así también sobre la agregación y porosidad del suelo. Una de las regiones del mundo donde los suelos han sido sujetos a un intenso uso agrícola durante las últimas décadas es la Región Pampeana Norte. En los últimos años los productores han adoptado la siembra directa en forma creciente. El objetivo de este trabajo fue evaluar, en suelos representativos de esta región, parámetros de calidad física del suelo en sistemas agrícolas bajo siembra directa en comparación con el mismo tipo de suelo. Se realizó la caracterización física de suelos cultivados de once establecimientos correspondientes a ensayos de la Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe ubicados en las provincias de Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires. Se realizó además un muestreo en un sector adyacente sobre el mismo tipo de suelo quasi-prístina. Se extrajeron muestras compuestas de suelo a dos profundidades: 0-0,08 m y 0,08 m al límite inferior del horizonte Ap y se evaluó el porcentaje de agregados estables al agua (Ea) y al etanol (Ee), el carbono orgánico total (COT), la densidad aparente (DA) y la densidad del suelo máxima (DMAX). La resistencia mecánica (RM) se midió a intervalos de 0,05 m desde superficie hasta 0,35 m de profundidad. Se constituyeron dos grupos de suelos en función de la textura: el Grupo I (con un contenido de arcilla en superficie que oscila entre 215 y 265 g kg<sup>-1</sup>) y el Grupo II (suelos que poseen entre 98 y 170 g kg<sup>-1</sup> de arcilla en superficie). Los valores de Ea, Ee y COT fueron mayores ( $p < 0,05$ ) en los suelos no perturbados o quasi-prístinos en comparación con los suelos adyacentes cultivados, tanto en superficie como en profundidad. Los suelos del Grupo I

presentaron mayor  $E_a$ ,  $E_e$  y COT con respecto a los del Grupo II. La reducción de COT que se produjo por el manejo fluctuó entre 10 y 44%. Se hallaron relaciones directas entre COT y  $E_a$  y  $E_e$ , respectivamente. A similar concentración de COT, se hallaron mayores valores de  $E_e$  en los suelos del Grupo I. La DA y DMAX fueron mayores en el suelo cultivado con respecto a la situación quasi-prístina. Los suelos del Grupo I, en general, presentaron valores más bajos de DA y DMAX en ambas profundidades de muestreo, con respecto al Grupo II. Se halló una relación inversa entre DMAX y COT. Las pérdidas de COT y la inestabilidad estructural resultante aumentaron la susceptibilidad de los suelos a la compactación. La RM fue superior en los suelos cultivados que en los quasi-prístinos, alcanzando valores que superaron el límite crítico de 2,0 MPa, donde se ve afectado el crecimiento de las raíces y el abastecimiento de fluidos. De la información obtenida, se desprende que los indicadores de fertilidad física más sensibles o los que aportaron más información en este relevamiento, fueron  $E_a$  y  $E_e$ . El estudio de la estructura contribuyó a comprender el efecto de los factores externos sobre el suelo, en particular los antrópicos.

Estrada, S. (2016). Informa que la medición directa de la erosión hídrica, se inició de manera científica, en los estados Unidos con los trabajos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1950), el autor menciona que esto fue mejorado por el aporte de Wishmeier y Smith (1971) cuando dieron inicio al uso de las parcelas de escorrentía, difundiéndose de manera masiva. En Europa también se iniciaron estudios de gran importancia relacionando la influencia el clima vs la erosión. Varias redes de estudios experimentales establecidas para analizar la pérdida de suelo han

recomendado un diseño estándar para facilitar la comparación de resultados. Durante muchos años los experimentos de campo en los Estados Unidos han utilizado ciertas características comunes de tamaño, forma y tratamiento, como la parcela en barbecho (2 x 22 m aproximadamente y 9% de pendiente). Llerena (1988), indica que en el Perú existe muy poca información cuantitativa sobre la medición de la erosión hídrica.

Geovanny Herney Meléndez Oviedo (2012), Informa en razón a su naturaleza la materia orgánica tiene múltiples efectos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Castro y Gómez, 2010). No obstante, su contenido en el suelo, en un momento dado, depende del aporte de materiales orgánicos que se hagan sobre éste, así como de la velocidad con la cual se descomponen dichos materiales (Zapata y Osorio, 2010). Entre tanto, prácticas habituales como el uso intensivo del suelo en ausencia de esquemas conservacionistas, la quema de rastrojos y residuos de cosecha, el monocultivo y la ineficiente cultura de mecanización y riego agrícola en el país, siguen produciendo impactos duraderos e irreversibles, como la disminución de la materia orgánica y la declinación de la fertilidad en muchos suelos. Por ello, el manejo de la materia orgánica de los suelos mediante el uso de enmiendas orgánicas, es de vital importancia en los métodos sostenibles de producción de cultivos (Castro y Gómez, 2010)

## 2.2. FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN

Vásquez A., Vásquez I. Vásquez C. 2014, informan que la forestación y la reforestación es una actividad sumamente efectiva para el control de la erosión y para aumentar la infiltración del agua de lluvia. Esta actividad será mucho

más efectiva si va acompañada de la construcción de zanjas o acequias de infiltración porque estas captarán el agua de escurrimiento superficial y facilitarán su infiltración, así mismo redundará en una mayor tasa de crecimiento de las plantas debido a las mejores condiciones de humedad del suelo, a una recarga de las aguas subterráneas, mejora del paisaje, de la biodiversidad, activación del propio ciclo hidrológico, a la aparición y recarga de nuevos manantiales, puquios u ojos de agua, ubicados normalmente en las partes medias y bajas de las cuencas; aparte de otros beneficios como la producción de hongos comestibles y la obtención de los Bonos de CO<sub>2</sub> llamados también Bonos de Carbono.

La recuperación o instalación de los pastizales en las laderas de la sierra es una tarea fundamental que debe llevarse a cabo prioritariamente para facilitar e incrementar la infiltración del agua de lluvia, mejoramiento del suelo, disminución de la erosión de los suelos, mejora e incremento de la cantidad de alimento para el ganado, el paisaje, la biodiversidad y regenerando el ciclo hidrológico. Esta actividad se verá grandemente favorecida si va acompañada de la construcción de zanjas de infiltración para captar el agua de escurrimiento superficial y facilitar su infiltración. Indican los autores que todo esto redundará en un mayor control de la erosión, en mejores condiciones de humedad del suelo y consecuentemente en una mayor cantidad de pastos y una mayor disponibilidad de agua en los puquios, manantiales u ojos de agua en las partes medias y bajas de las laderas.

Es de remarcar que dadas las condiciones socio económicas de pobreza y pobreza extrema de gran parte de la población asentada en las partes medias y altas de las cuencas alto andinas, en muchos de los casos se debe

considerar a los llamados sistemas silvopastoriles, es decir áreas de pastos y forestales en siembra conjunta, por ser más atractivos y de mayor utilidad a muchas de las poblaciones asentadas en estas partes de las cuencas.

En otros casos, se pueden utilizar los sistemas agro silvopastoriles. Estas opciones dependerán de las características propias de las zonas donde se trabaje y de la situación socio económica de la población de la zona.

Gobierno Regional de Cajamarca - 2012, indican que los proyectos de forestación reforestación, buscan incrementar la cobertura forestal en las zonas en estudio, y la ejecución de los proyectos conllevan a mejorar el desarrollo socioeconómico y ambiental de las poblaciones rurales; mediante el establecimiento de plantaciones forestales cuyo propósito es reforestar las áreas deforestadas, recuperar y mantener la cantidad y calidad de sus aguas, protegiéndolas de la erosión y pérdida de la fertilidad de sus suelos. Asimismo mediante el desarrollo de capacidades en los beneficiarios del proyecto, garantizan el manejo y mantenimiento de las plantaciones a establecer; uso adecuado de su territorio, identificando y delimitando zonas de protección y amortiguamiento a nivel comunal y diseñando zonificación de uso de sus predios de acuerdo a la capacidad de uso mayor de sus suelos; logrando de esta manera mejorar las condiciones ambientales de la zona, y alcanzar la sostenibilidad de los proyectos. El proyecto posibilitará que los actores sociales, mediante actividades de capacitación, sensibilización, talleres y asistencia técnica en forestación y reforestación se capacite en temas ambientales en la población local, de manera que se pueda forjar una cultura y arraigo desde la niñez por la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales. En consecuencia, forestar y/o reforestar



son acciones que permite establecer o recuperar la cobertura vegetal en un área determinada y como toda acción puede ser, en sí misma un fin (cuando el área forestada y/o reforestada se constituye en un bosque, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de los seres que la habitan) y un medio (cuando a través de ella se promueve la creatividad, la participación ciudadana, el trabajo en equipo, la educación, los valores y el respeto a la naturaleza; además de la recuperación, intercambio y difusión del saber y experiencias. Además de promover el empleo local.

### 2.2.1. PLANTACIÓN DE *PINUS RADIATA* D. Don

La descripción taxonómica *Pinus radiata* D Don:

Reino:	Plantae
División:	Pinophyta
Clase:	Pinopsida
Orden:	Pinales
Familia:	Pinaceae
Género:	<i>Pinus</i>
Especie:	<i>Pinus radiata</i> D Don
Nombre Común:	Pino

Descripción botánica: Árbol que alcanza hasta 60 m de altura y 100 cm de diámetro. De tronco cónico y recto. Corteza externa café agrietada; corteza interna crema-rosáceo, segrega una resina transparente. Copa alargada y cónica, monopódica. Hojas aciculares en fascículos de tres. Flores masculinas con estambres peltados, las femeninas se encuentran en conos o estróbilos. Fruto un cono o estróbilo leñoso grande parecido a una piña, contiene semillas aladas.

López, R.; Gonzales, M. reportan que muchos ecólogos forestales, los que han descartado localidades con más de 3800 msnm, como alturas aparentes para obtener crecimientos económicos de *Pinus radiata* D. Don. La especie forestal que mayor significación económica brindaría es el pino insigne (*Pinus radiata* D. Don.). Sin embargo el autor, con su estudio “Crecimiento de *Pinus radiata* en Puno – Perú”, informa que realizó una serie de mediciones y ha encontrado una función de producción, con incrementos significativos, que nada tienen que envidiar a zonas con menor nivel altitudinal.

Las regiones andinas del Perú son en su mayor parte desértica y semidesértica, habiendo núcleos importantes de norte a sur donde las precipitaciones pluviales moderadas entre 700 a 1000 mm permiten el desarrollo de plantaciones forestales con fines de conservación hídrica y que también permitan la explotación maderera de forma ecológica.

López R. y Gonzales, R., sostienen que uno de los factores primordiales para sustentar exitosamente cualquier proyecto de reforestación con fines de producción, es de contar con información respecto al crecimiento, la forma, y la intensidad o volumen, para hacer comparativos en plantaciones, en condiciones similares ecológicamente. En el Perú las técnicas de medición son de reciente empleo, por lo que es importante establecer parcelas permanentes de observación y medición, para obtener información sobre el crecimiento y la producción de las distintas especies forestales. La razón principal porque el *Pinus radiata* ha alcanzado una amplia difusión a nivel mundial en programas de reforestación, se debe a su rápido crecimiento y al buen volumen de producción que alcanza. Se han realizado plantaciones masivas como Nueva Zelanda, Chile, Australia y África del Sur; y California EEUU de donde es

originaria la especie. Hay importante producción en Cajamarca – Perú y se estima una producción de 318 m<sup>3</sup>/ha, los pinos tienen una altura promedio de 12 metros y un área basal de 40 m<sup>2</sup>/ha, y un volumen de 332 m<sup>3</sup>/ha con 1470 árboles.

### 2.3. BASES TEÓRICAS

Lozano L. reporta que la evaluación y caracterización de las propiedades de los suelos relacionadas con el desarrollo de los cultivos, requiere la realización de un muestreo de suelos, tanto para determinaciones posteriores de laboratorio, como para determinaciones directas en el campo. El muestreo puede estar afectado por diferentes aspectos, tales como: el método a ser usado para seleccionar los sitios de muestreo, el tipo de muestra, el tamaño de la muestra, la localización de la muestra en la muestra dentro del perfil, la época de muestreo y el número de replicaciones necesarias para evaluar adecuadamente cada propiedad del suelo. Entre las propiedades físicas más importantes se encuentran la textura, estructura, estabilidad, porosidad, densidad aparente y real, infiltración y conductividad hidráulica, humedad de los suelos, lámina de agua.

La textura expresa la cantidad de partículas individuales de arena, limo y arcilla presentes en un determinado suelo y su interacción refleja la clase textural que puede ser desde arenosas donde predominan las partículas de arena, francas donde predomina el limo y arcillosas donde la arcilla es más abundante. Cada una de estas clases texturales tiene variaciones y combinaciones que pueden ser determinadas mediante el triángulo de texturas. La estructura es la forma como se encuentran organizados los agregados del

suelo y por consiguiente determina la porosidad, las concentraciones de oxígeno, el agua que se puede almacenar y su conducción en el suelo. Estas propiedades están directamente relacionadas con la cantidad de oxígeno, agua, nutrientes, resistencia y soporte que un suelo puede ofrecer a las raíces de las plantas, contribuyendo a una óptima germinación, desarrollo, crecimiento y producción de cultivos.

La capacidad de almacenamiento y retención de agua de los suelos está condicionada tanto por su textura como por su estructura debido a la cantidad y tamaño de poros existentes en los mismos (macro, meso y microporos). Entre más franco a arcilloso sea un suelo, su porosidad presentará mayor cantidad de meso y microporos que pueden almacenar y retener agua y oxígeno en un suelo y a su vez, mayor es la capacidad de solución de nutrientes que permiten un adecuado desarrollo de plantas y una mayor productividad en los cultivos. Las arcillas junto con la materia orgánica determinan la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos y junto con una adecuada proporción de agua y oxígeno brindan la nutrición mineral necesaria para que se desarrolle una vegetación productiva.

Los suelos arenosos no tienen la misma capacidad de almacenar y retener agua, pero con buenos contenidos de materia orgánica mejoran su almacenamiento y posibilidad de disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas, no obstante, estos suelos poseen una media a baja CIC y por consiguiente es posible que se requiera de aplicaciones de fertilizantes minerales.

Dentro de las prácticas de producción de cultivos, la preparación está condicionada a las propiedades físicas del suelo, las cuales determinan el

grado de posible compactación, resistencia y facilidad de manipulación. Los suelos de texturas finas o arcillosas tienden a compactarse más fácilmente lo que reduce la porosidad, y ésta a su vez limita el movimiento del agua y del aire en el suelo. La compactación impide la entrada de agua lluvia o riego al suelo ocasionando déficit de humedad necesaria para las raíces de las plantas.

JACKSON, M. L. (1964), CONTÍN, A. (1986), Establecen que la toma y preparación de las muestras es importante y comprende muestreo sobre el terreno y la preparación y análisis de suelos en el laboratorio, donde se tendrán reacciones químicas, determinar los tipos de aparatos usados y las variables técnicas utilizadas, hoy en día por el químico analista, hacen que cualquiera que esté bien entrenado en este campo, y los análisis de suelos deben responder a los objetivos y las propiedades físicas o químicas del suelo y comprende:

#### A. ANÁLISIS FÍSICOS

Estudio de los minerales y rocas: Observación de las propiedades de los minerales. Método de campo y laboratorio.

Textura. Método del Hidrómetro o de la Probeta de Bouyoucos.

Estructura. Método de campo.

Densidad: Aparente y Real. Método del Picnómetro y M. de la probeta.

Humedad del suelo: H. Gravimétrica. H. Volumétrica. Método de la estufa.

Porosidad del suelo. Deducido de las densidades.

Máxima capacidad de retención de agua del suelo. Método de la estufa.

Capacidad de campo. Método de la Estufa.

Punto de marchitez permanente. Método de la estufa.

“Es evidente que, sin el agua, no puede haber solución del suelo, ni crecimiento económico de los cultivos, por tanto, su estudio es de gran importancia”.

El análisis de suelos evalúa la fertilidad potencial (base de un estudio científico por medio de las calicatas, para conocer la capacidad de uso de los suelos), y la fertilidad actual o de capa arable o de mayor actividad radicular.

El análisis del suelo, es una fuente de información y una herramienta valiosa, para el manejo de suelos y del cultivo, sin embargo, para que un análisis sea útil, es necesario interpretarlo debidamente. Con los resultados de los análisis físicos, se podrá interpretar, la calidad de los suelos y para lo cual se complementará con los análisis químico y biológico de suelos y plantas. En base a estos resultados surgirá las recomendaciones, que serán específicas de acuerdo al cultivo, correspondiendo al profesional y/o extensionista, disponer adecuadamente en el campo de toda la información, teniendo en cuenta: los factores de producción, las exigencias del cultivo, condiciones climáticas, donde se siembra, acceso a los mercados, rentabilidad de los cultivos, rendimientos anteriores, costos de fertilizantes, balance de nutrientes a aplicarse, entre otros.

Vargas C. 2012. Hace referencia a Buckman, quien reporta sobre las propiedades físicas de los suelos, y define la textura de un suelo como la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen y está relacionada con el tamaño de las partículas de los minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo. Esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de

los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de las plantas. Para el estudio de la textura del suelo, éste se considera formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida constituye cerca del 50 % del volumen de la mayor parte de los suelos superficiales y consta de una mezcla de partículas inorgánicas y orgánicas cuyo tamaño y forma varían considerablemente. La distribución proporcional de los diferentes tamaños de partículas minerales determina la textura de un determinado suelo. La textura del suelo se considera una propiedad básica porque los tamaños de las partículas minerales y la proporción relativa de los grupos por tamaños varían considerablemente entre los suelos, pero no se alteran fácilmente en un determinado suelo.

La estructura del suelo es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismática (en forma de prisma), blocosa (en bloques), y granular (en granos).

La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados.

El drenaje de un suelo es su mayor o menor rapidez o facilidad para evacuar el agua por escurrimiento superficial y por infiltración profunda. Para diferenciar si el drenaje es bueno o malo observamos lo siguiente:

- 1) Si tras una lluvia o riego se forman charcos en el suelo que permanecen varios días, es síntoma de mal drenaje.

2) hacer esta prueba: cava un hoyo de unos 60 cm de diámetro y 60 cm de profundidad y llénalo de agua. Si queda un poco de agua en el fondo después de algunos días, es que el drenaje es deficiente.

3) Los técnicos, viendo los horizontes del suelo, también lo saben. Se abre un agujero o perfil y si a unos 50 cm. de profundidad o más, la tierra tiene un color gris, verde o gris con manchas rojas, es señal de que esa zona del suelo permanece saturada de agua parte del año.

La profundidad efectiva de un suelo, es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables. Tal información resulta ser de suma importancia para el crecimiento de las plantas. La mayoría de las últimas pueden penetrar más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten.

Un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a una profundidad de por lo menos del susodicho metro. En un suelo profundo las plantas resisten mejor la sequía, ya que a más profundidad mayor capacidad de retención de humedad. De igual manera, la planta puede usar los nutrimentos almacenados en los horizontes profundos del subsuelo, si éstos están al alcance de las raíces.

Cualquiera de las siguientes condiciones puede limitar la penetración de las raíces en el suelo: a. Roca dura sana. b. Cascajo (pedregosidad abundante). c. Agua (nivel, napa o manto freático cercano a la superficie). d. Tepetales.

La consistencia, es la característica física que gobierna las fuerzas de cohesión-adhesión, responsables de la resistencia del suelo a ser moldeado o



roto. Dichas fuerzas dependen del contenido de humedades por esta razón que la consistencia se debe expresar en términos de seco, húmedo y mojado. Se refiere a las fuerzas que permiten que las partículas se mantengan unidas; se puede definir como la resistencia que ofrece la masa de suelo a ser deformada o amasada. - Las fuerzas que causan la consistencia son: cohesión y adhesión.

Cohesión: Esta fuerza es debida a atracción molecular en razón, a que las partículas de arcilla presentan carga superficial, por una parte y la atracción de masas por las fuerzas de Van Der Waals, u otra. Además de estas fuerzas, otros factores tales como compuestos orgánicos, carbonatos de calcio y óxidos de hierro y aluminio, son agentes que integran el mantenimiento conjunto de las partículas.

Las propiedades físicas de los suelos, resulta del estudio de la ciencia física de suelos, y se refiere al conjunto de factores y procesos físicos, que ocurren dentro del suelo y en su superficie, que son importantes para el crecimiento de las plantas, el manejo de suelo del agua y otras actividades que se llevan a cabo en los suelos agrícolas. A partir del conocimiento de las leyes de la física de suelos y de la determinación de las propiedades físicas del suelo desarrollan técnicas, que permitirán modificar adecuadamente las condiciones del suelo para resolver problemas de producción de cultivos. La física de suelos estudia, tanto propiedades estructurales y mecánicas del suelo como el régimen de agua, aire y temperatura que son importantes en agronomía, así como, mecanismos como el de la floculación de los coloides del suelo y procesos como el del movimiento del agua debido a gradientes de temperatura, de concentración de sales, y el de formación de la estructura que resulta de la interacción entre las fuerzas moleculares y electrostáticas de los iones. Estas

fuerzas determinan la resistencia mecánica que se opone a los implementos agrícolas de laboreo.

Loredo C., 2005, sugiere a los técnicos que operan el programa de microcuencas en zonas áridas y semiáridas, practicar un manejo integrado de los recursos; cuyos objetivos son presentar las principales prácticas agronómicas, vegetativas y mecánicas, para el manejo y conservación del suelo y agua, tales como la captación "in situ" del agua de lluvia, agricultura de conservación, manejo de coberturas vegetales, cortinas rompe vientos, terrazas de formación paulatina y tinas ciegas, con énfasis a tecnologías que hayan sido probadas con éxito en la zonas áridas y semiáridas.

Mon, R. y Irurtia, C. durante la década del 90 se produjo en las Pampas argentinas, un gran aumento de la producción total de granos, pasándose de 35 millones a 65 millones de toneladas anuales. Esto se debió en gran medida a la incorporación masiva de nuevas tecnologías. La región estaba afectada por procesos de degradación y erosión de suelos en diferentes grados, fue frecuente encontrar degradación física como química: entre los procesos de degradación química más importantes, se tiene la pérdida de materia orgánica y de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio). Así como también los procesos de degradación física, implican una pérdida importante de estructura, que se ve reflejada en la mayor presencia de suelos "planchados o encostrados", suelos compactados superficialmente, mayor escurrimiento superficial y altas tasas de erosión, como erosión laminar o en surcos.

Vásquez V., Absalón. (2000) y Vásquez V., Absalón. (2001), informan que, mediante las prácticas de conservación de suelos, se modifican los factores del proceso erosivo. Con ello se logra: proteger la superficie del suelo

contra el impacto directo de las gotas de lluvia y el arrastre del agua de escorrentía, disminuir o anular la concentración del agua, aumentar la capacidad de infiltración del suelo para reducir la cantidad de escorrentía, reducir o anular la velocidad del agua de escorrentía por efecto de la disminución de la longitud y grado de la pendiente de la ladera, y por último la construcción de sistemas mecánicos estructurales son prácticas, como las siguientes: surcos en contorno, terrazas, andenes, zanjas o acequias de infiltración, diques para el control de cárcavas o el establecimiento de barreras vivas o cubierta vegetal.

Osorio, A. Acevedo, A., Ortega, S. y Cazanga R, (1988), sostienen que el estudio de la física de suelos bajo condiciones de temporal permite conocer mejor el movimiento del agua, el calor, de las sales en el suelo en relación con el clima, la estructura, la porosidad, la densidad aparente y cubierta vegetal del suelo bajo diferentes condiciones de labores de cultivo, así como, los efectos y las interacciones del suelo y el clima en la determinación de la eficiencia del uso del agua por los cultivos.

Los suelos con textura media o gruesa y con contenidos moderados de humus conservan una estructura favorable durante periodos largos, por lo que requieren de labranza mínima. Los suelos ricos en arcilla y limos tienden a volverse compactos por lo que se restringe la circulación del aire y agua. Estos suelos requieren de labranza más frecuente y más elaborada.

Entre los factores que ofrecen resistencia a la erosión hídrica y eólica están la naturaleza física, química y biológica del suelo, la vegetación, el tipo y densidad de la misma.

Es necesario crear prácticas de control de erosión y escurrimiento que sustituyan adecuadamente las prácticas de cultivos de cobertura en los sistemas de rotación. Son algunos de los sustitutos efectivos la labranza, el mejoramiento de la fertilidad y las prácticas de manejo de residuos de cosecha.

Las regiones húmedas presentan varios problemas de erosión y manejo de suelo, sobre todo en suelos arcillosos negros de reciente uso para el cultivo por prácticas inadecuadas de riego, drenaje y labranza.

La irrigación técnica consiste en agregar el agua necesaria cuando el potencial de agua llega al valor apropiado para el cultivo particular bajo condiciones determinadas de suelo y clima.

Para mantener el contenido de agua del suelo en un nivel favorable para el crecimiento de la planta es necesario conocer la evapotranspiración de una superficie de terreno para determinar el contenido de agua correspondiente al nivel crítico, de acuerdo con el potencial de agua en el suelo para seleccionar la práctica de riego más adecuada.

Para que se pueda conservar tanto el agua y el suelo como mejorar el rendimiento y la calidad de las cosechas, aunque se utilicen las mejores prácticas de riego, se debe evitar la pérdida de tierra como resultado del escurrimiento excesivo de agua y percolación profunda de las tierras altas a las bajas. En terrenos bajos de las regiones áridas y semiáridas se acumulan sales por el efecto de la evaporación del agua, en cambio, en regiones húmedas o en zonas sometidas a riego excesivo se forman pantanos en las tierras bajas donde se desarrollan sólo cultivos tolerantes a la inundación.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Santiago, abril de 2011, establecen que las zanjas de infiltración tienen

impacto técnico principal (retiene agua de origen pluvial, aumenta y/o mantiene agua almacenada en el suelo, reduce el escurrimiento superficial) y aspecto técnico secundario (Disponibilidad de agua para cultivos aledaños, Recarga la capa freática del suelo y Retiene e impide escurrimiento disperso del agua)

Vásquez V., Absalón. (2000) propone las principales prácticas de conservación de suelos y aguas, pueden reunirse en tres grandes grupos: mecánico – estructurales, agronómicas y forestales. Asimismo, especifica, que entre las principales prácticas mecánicas estructurales se pueden mencionar: Las zanjas o acequias de infiltración, Los espejos de aguas o “cochas”, Las terrazas de absorción, de formación lenta, andenes; los muros de contención, enrocados y gaviones para la defensa ribereña y obras de encauzamiento, dique para el control de cárcavas, y represas o reservorios de agua.

Entre las prácticas agronómicas menciona el autor: Barreras vivas, Surcos en contorno, Cultivos en fajas, Ordenación territorial de cultivos, Cobertura vegetal, Labranza conservacionista o mínima labranza, Rotación de cultivos, Incorporación de materia orgánica, Aplicación de fertilizantes y enmiendas químicas al suelo, y Manejo de pastos.

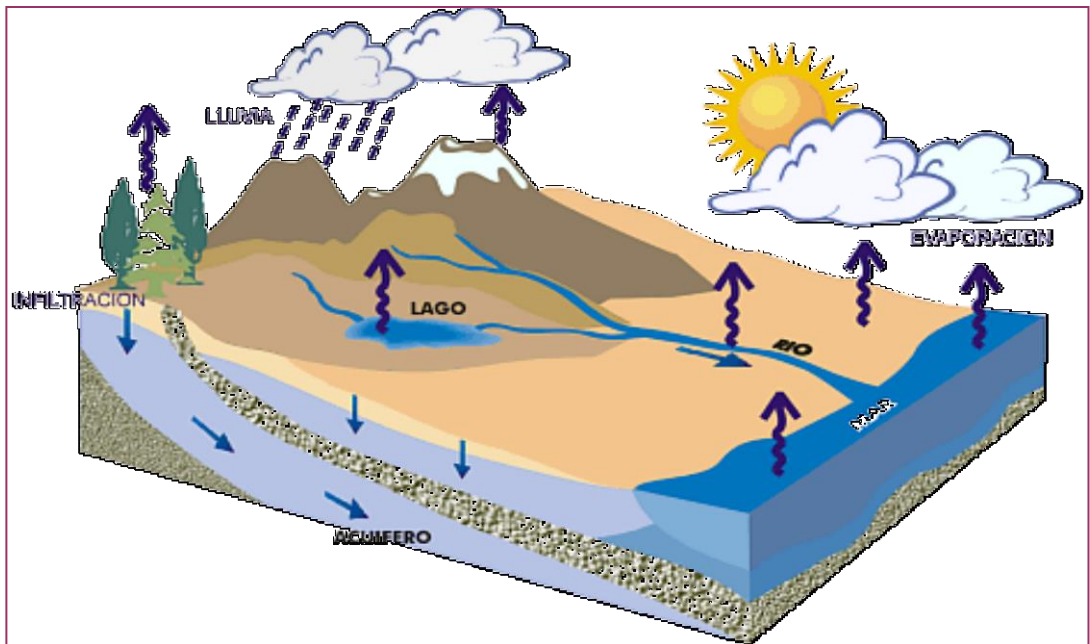
Entre las prácticas forestales, se reporta El manejo y plantaciones forestales.

La cantidad de agua que existe en la tierra no varía, pero sus formas y localización cambian constantemente. El sistema natural de circulación del agua se denomina ciclo hidrológico y en él ocurren varias etapas:

1. La atmósfera absorbe agua directamente de los procesos de evaporación de toda superficie expuesta y de la transpiración de los vegetales.

2. El aire cargado de humedad se mueve hasta ponerse en contacto con masas de aire con temperaturas bajas, capaces de condensar la humedad y precipitarla en forma de lluvia o nieve.

Fig N° 01. Ciclo hidrológico del agua



3. La lluvia y la nieve al caer sobre la superficie son absorbidas por el suelo, proceso que se denomina infiltración. El exceso de agua dentro del suelo se mueve por la fuerza gravitacional, saliendo fuera del suelo, proceso denominado percolación.
4. Cuando la cantidad de agua de lluvia excede la capacidad de infiltración del suelo, ésta fluye sobre la superficie constituyendo el agua de escorrentía, la cual arrastra partículas de suelo en cantidad variable, según sea su volumen y velocidad, por una parte y las resistencias que se oponen a su acción, por la otra.

Vásquez V., Absalón. (2000), describe las Zanjas o acequias de infiltración, como prácticas conservacionistas y que son canales de sección

rectangular o trapezoidal, generalmente asimétricos. Se construyen transversalmente a la máxima pendiente del terreno. Los fondos de estos canales deben estar al mismo nivel. La construcción de zanjas, tiene como objetivo Interceptar el agua de escorrentía que proviene de la parte alta de la ladera, anulando su velocidad y permitiendo una mayor infiltración; Aumentar la producción de pastos, árboles o cultivos, reducir la erosión hídrica del suelo, y aumentar el número de manantiales y el caudal de agua de éstos en las partes más bajas, y finalmente tiene como objetivo disminuir los riesgos de inundación y deslizamientos.

La alimentación en el mundo depende de las funciones productivas de los suelos y de las secuencias reguladoras del ciclo hidrológico y de la calidad ambiental, por ello los suelos constituyen la base de la producción agrícola, asimismo de valiosa función para el sostenimiento de los ecosistemas del mundo. Idelfonso Pía Sentis, sostiene que la degradación acelerada de suelos, son de similar trascendencia que las del calentamiento global y pérdida de la biodiversidad, estando los tres procesos íntimamente relacionados. Asimismo, el autor reporta, que se estima que a lo largo de la historia de  $\frac{1}{3}$  a  $\frac{1}{2}$  de la superficie de la tierra, han sido transformadas por actividades humanas, en especial a través de la agricultura. Alrededor del 12% de la superficie de la tierra a nivel mundial está bajo cultivo permanente. Aparte de la agricultura, la tendencia mundial hacia la urbanización, derivada del incremento de la población y de la creciente emigración de la población rural hacia las ciudades, hace que las áreas crecientes de tierras agrícolas (500 000 ha/año de tierras de primera calidad agrícola), en especial en los países industrializados, sean convertidos en áreas urbanas. La principal consecuencia es un descenso en

las limitadas reservas de tierras arables, incrementando los desarrollos agrícolas en nuevas tierras con clima y topografías menos favorables.

## 2.4. DEFINICIONES CONCEPTUALES

### 1. Suelo agrícola

El suelo es un componente vital del ecosistema. Se usa para diversos fines: agricultura, ganadería, extracción de minerales y de materiales para la construcción, eliminación de residuos, para actividades recreativas, etc. Lamentablemente, hoy sufre un acelerado proceso de degradación. Frenarlo es uno de los grandes retos de nuestra civilización.

La definición del suelo de acuerdo con el Comité de terminología de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1965), parece ser la más adecuada y completa definición edafológica del suelo. "Suelo es el material mineral no consolidado sobre la superficie terrestre que ha estado sujeto e influido por los factores genéticos y ambientales de: material parental, clima (incluyendo los efectos de la temperatura y humedad), macro y micro organismos y topografía, todos actuando a través de un periodo de tiempo y producción un producto llamado suelo que difiere del material del cual fue derivado en muchas propiedades y características físicas, químicas, biológicas y morfológicas.

### 2. Propiedades físicas de los suelos

La ciencia de la física del Suelo, es la división del suelo que estudia las características, procesos o reparaciones del suelo causadas por fuerzas físicas y las cuales se pueden expresar en términos físicos o ecuaciones. Siendo las características físicas del suelo: textura, estructura, consistencia, densidad,



espacio poroso, color, etc. Y las características químicas: Intercambio catiónico y aniónico, pH, oxidación reducción, coagulación y pectización entre otros.

### 3. Degradación de suelos

La degradación del suelo es el proceso degenerativo que reduce la capacidad de los suelos para desempeñar sus funciones. Esto puede obedecer a causas naturales o a consecuencias de las actividades humanas. Debemos cuidar el suelo porque su proceso de recuperación es extremadamente lento: la formación de una capa de 30 cm de suelo puede tardar de 1.000 a 10.000 años. Por eso, se lo considera un RECURSO NO RENOVABLE, de extensión limitada. Su uso inadecuado puede provocar su pérdida irreparable en pocos años.

### 4. Erosión de suelos

La erosión es el desgaste o denudación de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra. La erosión implica movimiento, transporte del material, en contraste con la alteración y disgregación de las rocas, fenómeno conocido como meteorización y es uno de los principales factores del ciclo geográfico. Entre los agentes erosivos están la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos. La erosión produce el relieve de los valles, gargantas, cañones, cavernas y mesas, y puede ser incrementada por actividades humanas.

### 5. Zanjas de infiltración

Zanjas o acequias de infiltración, como prácticas conservacionistas y que son canales de sección rectangular o trapezoidal, generalmente asimétricos. Se construyen transversalmente a la máxima pendiente del terreno.

## 6. Deforestación

La deforestación es el proceso por el cual se pierde sus bosques en manos de los hombres. El ser humano en su búsqueda por satisfacer sus necesidades personales o comunitarias utiliza la tala para fabricar muchos productos. La madera también es usada como combustible o leña para cocinar y calentar. Por otro lado, las actividades económicas en el campo requieren de áreas para el ganado o para cultivar diferentes productos. Esto ha generado una gran pérdida sobre los bosques. Al tumar un bosque, los organismos que allí vivían quedan sin hogar. En muchos casos los animales, y otros organismos mueren o les toca mudarse a otro bosque. Destruir un bosque significa acabar con muchas de las especies que viven en él. Algunas de estas especies no son conocidas por la ciencia. De esta manera muchas especies se están perdiendo día a día y desapareciendo para siempre del planeta.

## 7. Cambio climático

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Es debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. El término "efecto de invernadero" se refiere a la retención del calor del Sol en la atmósfera de la Tierra por parte de una capa de gases en la atmósfera. Sin ellos la vida tal como la conocemos no sería posible, ya que el planeta sería demasiado frío. Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados por la industria, la agricultura y la combustión de combustibles fósiles. El mundo industrializado ha conseguido que la concentración de estos gases haya aumentado un 30% desde el siglo pasado, cuando, sin la actuación humana, la naturaleza se encargaba de equilibrar las emisiones.

## 8. Plantaciones forestales y *Pino radiata*

*Pinus radiata*, de la Familia: Pinaceae; con Nombre Científico: *Pinus radiata* D. Don, con características. Es de una talla media a elevada, de aproximadamente 45 metros de altura. La ventaja es que es una especie de crecimiento rápido, ya que puede alcanzar un diámetro de tronco de más de 50 a más centímetros en 20 años.

Las plantaciones forestales, también proporcionan productos no forestales adicionales, ya sea a partir de los árboles sembrados o a partir de otros elementos del ecosistema que estos contribuyen a crear. Éstas contribuyen con beneficios de índole ambiental, social, y económica. Las plantaciones forestales se utilizan para combatir la desertificación, absorber las emisiones de carbono o para contrarrestarlas, proteger los recursos del suelo y el agua, rehabilitar la tierra agotada debido a otros usos de la tierra, proporcionan empleo rural y si se planifica de manera eficaz, diversifican el paisaje rural y mantienen la biodiversidad.

No toda la siembra de plantaciones forestales tiene un impacto positivo desde los puntos de vista económico, ambiental, social o cultural. Si no existe una planificación adecuada y sin un manejo apropiado, las plantaciones forestales pueden sembrarse en los lugares equivocados, utilizando especies de orígenes equivocadas, por parte de silvicultores no apropiados, por las razones equivocadas. Existen ejemplos en los cuales se talaron los bosques naturales para establecer plantaciones forestales, o situaciones en que los propietarios consuetudinarios de las tierras fueron alienados de sus recursos alimentarios, medicinales y de su forma de subsistencia. En algunos ejemplos la correlación de los sitios/especies y las prácticas silvícolas inadecuadas

produjeron un crecimiento escaso, poca higiene, rendimiento de volumen y escasas ganancias económicas. En otros casos, los cambios de uso del suelo y el agua provocaron problemas a las comunidades locales. Los conflictos por el uso de la tierra pueden surgir entre quienes establecen plantaciones forestales y otros sectores, especialmente, en el sector agrícola.

Si el desarrollo de las plantaciones está dirigido hacia las zonas ecológicas más apropiadas y si los principios de manejo sostenible del bosque se aplican, las plantaciones forestales pueden proporcionar un sustituto fundamental para el suministro de materia prima que suele provenir de los bosques naturales. En varios países la producción de madera industrial en las plantaciones forestales ha sustituido de manera significativa al suministro de la madera que comúnmente provenía de los recursos forestales naturales. Las plantaciones forestales en Nueva Zelandia suministraron el 99 por ciento de las necesidades nacionales de madera en rollo industrial en 1997; la cifra correspondiente en Chile fue del 84 por ciento, en Brasil del 62 por ciento y en Zambia y Zimbabwe del 50 por ciento. Esta sustitución de las plantaciones forestales como fuente de materia prima, puede ayudar a reducir la presión de la tala que se da en los bosques naturales, en áreas en donde la tala insostenible de madera es una causa principal de la degradación y en donde las brechas para la corta facilitan el acceso al bosque, facilitando así la deforestación.

El impacto negativo de las plantaciones forestales puede alejar la atención respecto al hecho de que las plantaciones forestales, son completamente renovables y pueden ser sostenibles desde los puntos de vista

económico, social, cultural y ambiental, siempre que haya una planificación, manejo, utilización y comercialización adecuados.

## 2.5. BASES EPISTÉMICOS

La mayoría de procesos, que ocurren en los agrosistemas, tiene al suelo como centro regulador crítico; en esta percepción confluyen aspectos ligados con su vulnerabilidad. Con su lenta formación y renovación y con el reconocimiento de los múltiples servicios que presta el suelo al ser humano; el suelo contiene, no sólo la proporción grande de la biodiversidad de la tierra, sino también proporciona el sustrato físico para la mayoría de las actividades humanas, resultando un componente crítico de la biósfera.

Algunos servicios que presta el suelo al ser humano: La producción de biomasa, (alimento, fibra y energía), por su actuación como sustrato del desarrollo vegetal. Reactor que filtra, regula y transforma la materia para proteger de la contaminación el ambiente, las aguas subterráneas y la cadena alimentaria. Hábitat biológico y reserva genética de muchas plantas, animales y organismos, que estarían protegidos de la extinción. Medio físico, que sirve de soporte para estructuras industriales y técnicas, así como actividades socioeconómicas. Fuente de materias primas, que proporciona agua, arcilla, arena, grava, minerales, etc. Elemento de nuestra herencia cultural, que contiene restos paleontológicos y arqueológicos importantes para conservar la historia de la tierra y de la humanidad.

Gascó Montes JM. (1998) define al suelo, como un sistema autoorganizado y heterogéneo, que posee una gran complejidad estructural y funcional, debido a la gran diversidad de sus componentes (abióticos y

bióticos), y a los procesos que tienen lugar en sus seno. Como todo sistema, evoluciona en el tiempo condicionado, por factores ambientales, que están presentes en un escenario concreto y en general, en los suelos de cultivos, mantiene una dinámica determinada, por un sistema de uso impuesto por las condicionantes socioeconómicas y culturales. Sostiene el autor, que el suelo “un ente natural que se forma mediante procesos de alteración de los minerales meteorizables. Evolución de las materias orgánicas humificables, estructuración de las partículas agregables y migración de algunos componentes finos o de iones desplazables. En definitiva, un medio vivo y dinámico, en el cual se libra un diálogo biológico complejo entre las plantas, organismos y el medio mineral que los acoge.

Para cuantificar la erosión o sedimentación, se procede a calcular el promedio de las mediciones realizadas de erosión. Para estimar el suelo erosionado o sedimentado en tonelada/hectárea para el período en estudio, se multiplicará el resultado de las medias expresadas en milímetros, por la densidad aparente del suelo ( $t/m^3$ ).

### III. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. GENERALIDADES

El presente trabajo de Investigación fue realizado a través de una secuencia de actividades de gabinete, campo, laboratorio y gabinete, que a continuación describen cada una de estas etapas mencionadas:

##### a. Etapa Preliminar de Gabinete

En esta etapa se realizó la recopilación de toda la información existente sobre la zona, búsqueda de información secundaria. Dicha información es escasa por cuanto no hay trabajos anteriores con esta temática.

##### b. Etapa de campo

Esta etapa se realizó el mapeo sistemático del campo en Estudio, durante el cual se realizó una evaluación de los trabajos previos realizados de las zanjas de infiltración y de las plantaciones de pinos establecidas con antigüedad de un año (enero 2016), dos años (enero 2015) y tres años (enero 2014). Se describió el drenaje externo, relieve topográfico, pedregosidad superficial. También se anotó la ubicación geográfica y datos relativos al uso de la tierra, manejo de los suelos y se hizo la verificación y/o correlación de las unidades edáficas establecidas tentativamente en gabinete. El muestreo de suelos para el análisis químico, se realizó con la toma de una muestra compuesta de cada parcela normal que no era repetición, tomándose en total 9 muestras.

##### c. Etapa de Laboratorio

En esta etapa se realizó el procesamiento y análisis de las muestras de suelo de cada parcela, cuyos resultados, métodos analíticos e interpretación de resultados se reporta en la tabla N° 9 del anexo.

#### d. Etapa Final de Gabinete

En esta etapa se realizó el procesamiento final y la compilación de la información de campo y laboratorio. También se reajustó la interpretación preliminar y las cuales fueron descritas en base al análisis morfológico y al resultado de los análisis de laboratorio. Principalmente se realizó la interpretación práctica de las unidades edáficas identificadas, y los resultados de los análisis físicos químicos de los suelos, en términos de aptitud potencial de los suelos estudiados para el almacenamiento de agua.

La evaluación de las condiciones edáficas de los suelos comprendió, la identificación de los factores edáficos, estos son:

- Topografía (pendiente en %).
- configuración de la superficie (microtopografía)
- Profundidad efectiva del suelo.
- textura y Fragmentos gruesos: pedregosidad, rocosidad.
- Drenaje interno y Reacción del suelo (pH).
- Grado de erosión hídrica, Salinidad y el Peligro de anegamiento.

### 3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN

#### 3.2.1. UBICACIÓN POLITICA

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Dos de Mayo
Distrito	:	Pachas
Lugar	:	Comunidad de Rondobamba

#### 3.2.2. POSICIÓN GEOGRÁFICA

Latitud Sur	:	9° 42' 24"
Longitud Oeste	:	76° 46' 17"
Altitud	:	4000 msnm



En la fig. N° 02, se tiene el plano de ubicación del área de investigación, elaborado en el trabajo de investigación.

### 3.3. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA Y DE LOS SUELOS SEGÚN SU ORIGEN

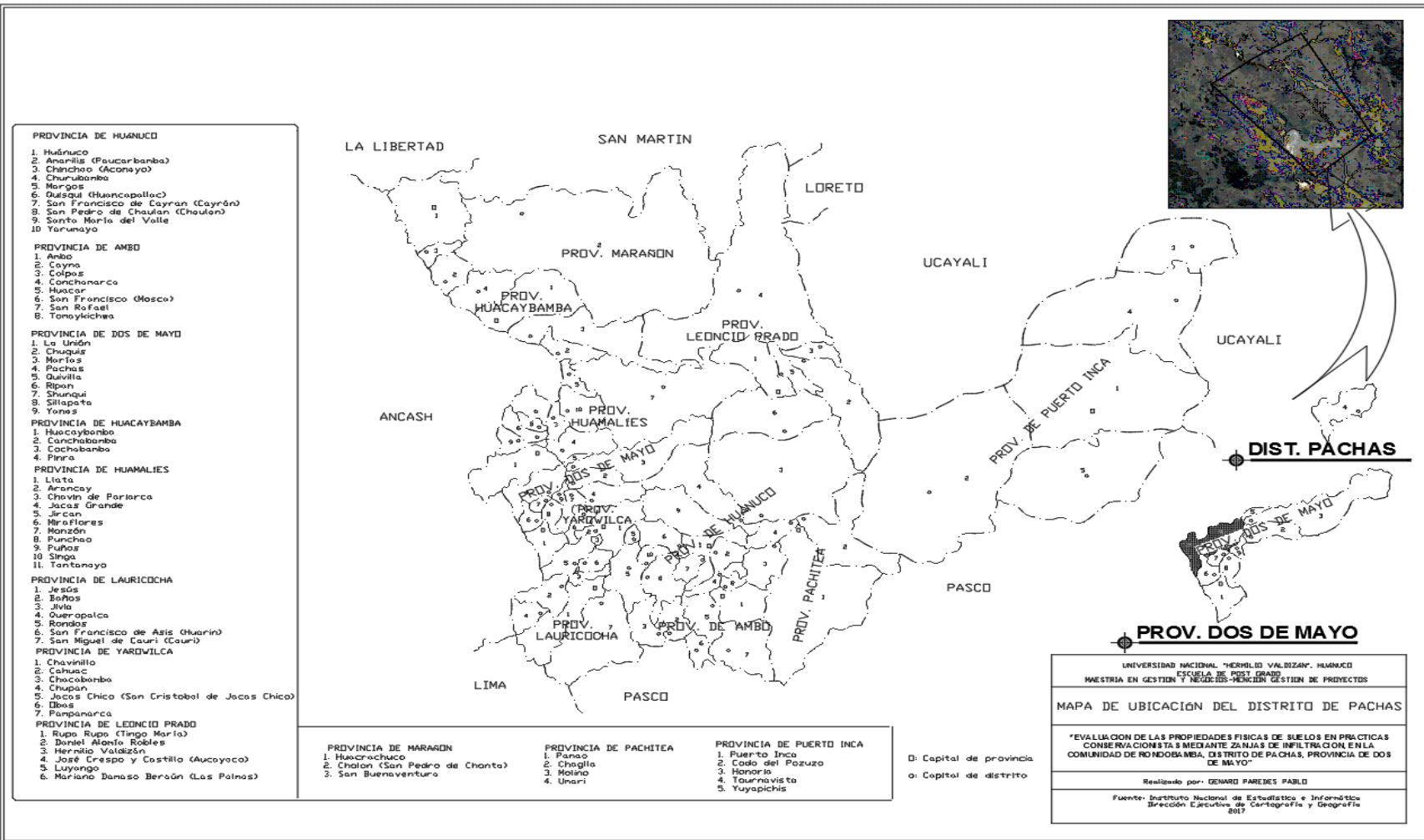
El Clima es un conjunto complejo de factores meteorológicos, como lo son el régimen de precipitaciones, las temperaturas, los movimientos de aire, etc., que condicionan la distribución, composición y densidad de diversos elementos ambientales. La caracterización ecológica ha sido efectuada, mediante la investigación de los reportes meteorológicos y la descripción del Diagrama Bioclimático de Holdridge, del Sistema de clasificación de las formaciones vegetales o Zonas de vida naturales del mundo, elaborado por el Dr. Leslie R. Holdridge, que se fundamenta en la relación que existe entre las condiciones bioclimáticas (temperatura y precipitación), la vegetación natural y la altitud. El área en estudio está ubicada entre las cotas de altura de 4018 a 4029 msnm, se encuentra en una Zona de Vida de páramo muy húmedo – Montano Tropical (pmh – MT); según el Diagrama Bioclimático del Sistema de Holdridge, publicado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (1995); dicha zona de vida presenta las siguientes referencias bioclimáticas: una biotemperatura media anual en grados centígrados de 6°C a 12°C; un promedio de precipitación total por año en milímetros de 500 a 1000 mm; una relación de evapotranspiración potencial entre 0.5 a 1; le corresponde entonces un potencial de evapotranspiración total por año en milímetros de 530, siendo de un Clima Perhúmedo.

El área de estudio determinada presenta un uso actual de tierras con una agricultura en secano (tuberosas, leguminosas comestibles y algunos cereales

de grano), con una ganadería insipiente y de autoconsumo. Asimismo el potencial de los suelos es favorable para plantaciones forestales.

Las tierras usadas en la actividad agrícola, de la zona en estudio no cuentan con riego de allí la importancia de hacer estudios para el mejor manejo de aguas, y ejecutar proyectos de riego que mejoren la calidad de vida de la población.

Fig. 02. Plano de ubicación del área de investigación.



### 3.4. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El Tipo de la investigación es a nivel básica y descriptivo, porque se aplicó, los principios científicos con metodologías adecuadas para evaluar las propiedades físicas de suelos, en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración, esto es con fines de reducir la erosión hídrica de los suelos, y desarrollar plantaciones forestales y/o pasturas, en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.

El nivel de la investigación: Es no experimental, en su forma descriptiva, explicativa, porque se aplicó metodologías adecuadas, para evaluar las propiedades físicas de los suelos, en las prácticas conservacionistas, en la zona en estudio.

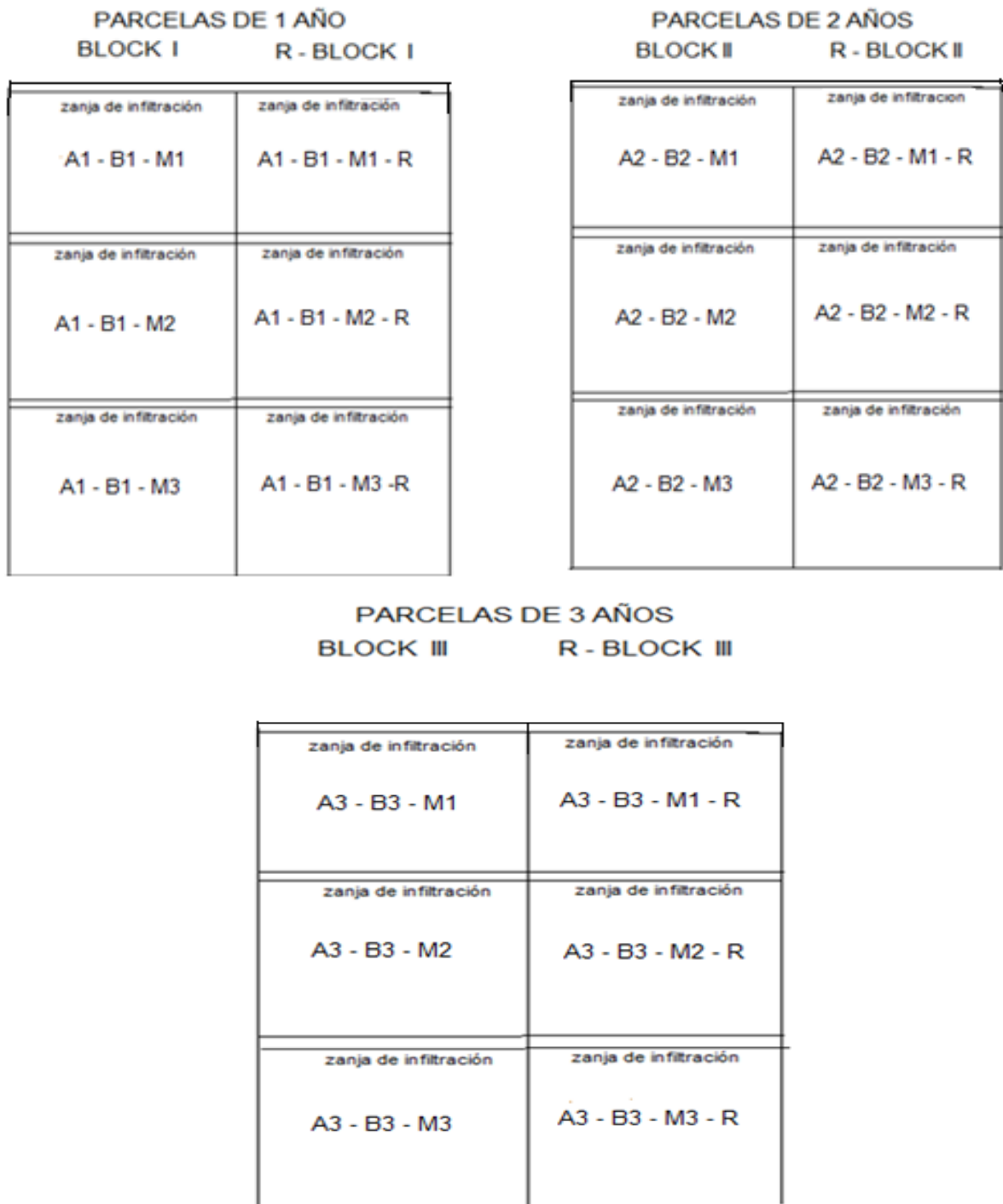
### 3.5. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación, fue concordante con el nivel de investigación planteado, el no experimental en su forma transeccional o transversal, descriptiva, explicativa:

Investigación de corte transversal: también llamada de Estudios Descriptivos o Correlacionales causales, que son mediciones hechas en una sola ocasión en el tiempo establecido de observación. Es descriptiva, porque es una investigación de evaluación, ya que pretende determinar la eficacia de la metodología o procedimiento para evaluar los resultados. La investigación explicativa porque analizo y/o explico, las causas de los efectos estudiados, no solo describe la situación, fenómeno, características, relación entre causa y efecto, etc, tal como hace la investigación descriptiva, sino que analizo y/o explico el porqué de las evaluaciones, que se hicieron con las evaluaciones propuestas.

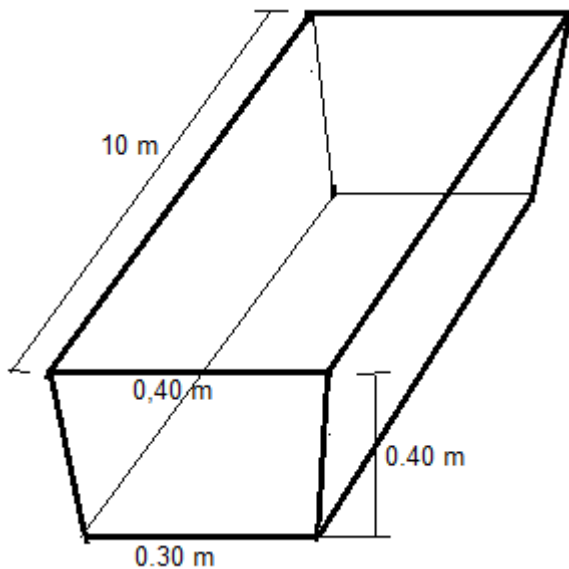
El diseño de la investigación en campo, estuvo delimitado por 3 blocks principales, que representan a: a) Block de parcelas de un año, b) Block de parcelas de dos años, y c) Block de parcelas de tres años. A su vez cada una de estos Blocks tiene 3 parcelas principales y 3 son de repetición.

Fig. 3. Croquis de las parcelas y zanjas de infiltración



Vásquez A., Vásquez I. Vásquez C. 2014; recomiendan una práctica efectiva para captar y aprovechar el agua de lluvia que cae en una ladera, lo constituye la “terrace de absorción” o los andenes, y las zanjas de infiltración, que permiten la captación del agua de lluvia y la regeneración de la cubierta vegetal. Tanto en áreas con cultivos bajo riego o en secano, siendo las características de diseño ligeramente diferentes para uno u otro caso. Cuando se trata de áreas en secano, todo el agua que cae en la lluvia debe ser captada e infiltrada en el propio banco de cada terraza o andén, a fin de aprovecharla totalmente. En otros casos, también pueden ser utilizados para plantaciones de frutales o forestales en terrazas individuales y con la mayor área posible de captación de agua de lluvia, pues el agua es el elemento clave.

Foto N° 1. Diseño de la zanja de infiltración



El diseño de la zanja de infiltración en la presente investigación, está ilustrado en la foto N° 01 tiene forma trapezoidal con 10 metros de largo, 0.40 m el ancho superior, 0.30 m el ancho inferior y 0,40 m de altura.

### 3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### Población:

Las parcelas de zanjas de infiltración: 6 de un año, 6 de dos años, y 6 de tres años, las cuales presentan 6 zanjas de infiltración y una por cada parcela, lo que hace un total de 18 zanjas. Hay plantación de *Pinus radiata* D. Don, con 9 plántones de cada parcela; lo que hace un total 162 plántones de toda el área en estudio.

#### Muestra:

El muestreo de suelos, fue el siguiente: a) Muestreo para el análisis físico de suelos, y b) Muestreo para el análisis químico de suelos, obtenidos de la apertura de una calicata por Block principal.

Se obtuvo las muestras compuestas de suelo, de las plataformas de cada parcela para el análisis físico: un primer muestreo fue al inicio de marzo, y el segundo muestreo al inicio de junio, obteniéndose 18 muestras en cada ocasión; se apertura una calicata por cada Block principal, y se obtuvo las muestras para el análisis químico de suelos, en número de 3.

#### Unidad de análisis

Las muestras de suelo obtenidas y la información de la plantación de Pino (diámetro de tallo, diámetro de copa y altura de plantas; esto constituyó la unidad de análisis del trabajo de investigación realizado.

## TIPO DE MUESTREO

El tipo de muestreo fue probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple. El muestreo se adecuó, a la disposición del croquis del área que se adjunta: La investigación está delimitada formando 3 bloques Block I, Block II, Block III, con sus respectivas repeticiones R – Block I, R – Block II, y R – Block III; en cada Block se muestrea (se obtiene 3 muestras por cada block) y se obtuvo 9 muestras para el análisis químico. A su vez cada bloque está comprendido por 3 parcelas de investigación, en estas parcelas se tomaron muestras compuestas de cada una para el análisis físico de suelos, lo que hizo un total de 18 muestras, en la primera toma (marzo) y 18 muestras en la segunda toma (junio).

### 3.7. DEFINICIÓN OPERATIVA DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El instrumento de recolección de datos, está definido de acuerdo a los protocolos de los diferentes análisis, no obstante se resume en la descripción con la tarjeta de descripción de perfiles de suelo, y la hoja de levantamiento de información de campo y de laboratorio.

### 3.8. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

Las técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos son: Bibliografía, uso de mapas, cartas nacionales, hojas restituidas. Uso del equipo y material necesario para las labores que se desprenden de la metodología aplicada

Las actividades que se desarrolló e implementó el estudio consistió en:



- Definición de lugares de emplazamiento de las parcelas en áreas establecidas de plantaciones de *Pinus radiata* D Don, de un año (enero 2016), de dos años (enero 2015) y de tres años (enero 2014).
- Los datos meteorológicos, obtenidos de los reportes de información secundaria de la zona.
- Trabajos de laboratorio, el análisis físico químico de suelos, para determinar las propiedades físicas de los suelos.
- El recojo de muestras para el análisis químico se adecuaron a las normas establecidas en los protocolos de Laboratorios de análisis de suelos, que se usó en los Laboratorios de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y el Análisis físico del Laboratorio Especializado de suelos de la UNHEVAL.

Después de recolectado los datos programados en la investigación, se procesaron estadísticamente, con la aplicación del Software SURFER 7, según el reporte de Surfer, esta es una herramienta para visualizar y modelar todos los tipos de datos, es un software con todas las funcionalidades de visualización en 3D, contorno y superficie en un paquete de modelado que se ejecuta bajo Microsoft Windows. Surfer se utiliza ampliamente para el modelado del terreno, modelado batimétrico, visualización de paisaje, análisis de superficies, cartografía para el contorno, cuencas hidrográficas, cartografía de superficie 3D y muchas más. Ya sea para su jefe de proyecto, asesor de tesis o cliente; y facilita una comprensión completa de los datos. Los datos obtenidos en el presente trabajo, han sido procesados con esta técnica, hecho que permitió, modelar los resultados de los análisis con bastante claridad y confianza.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ZONA

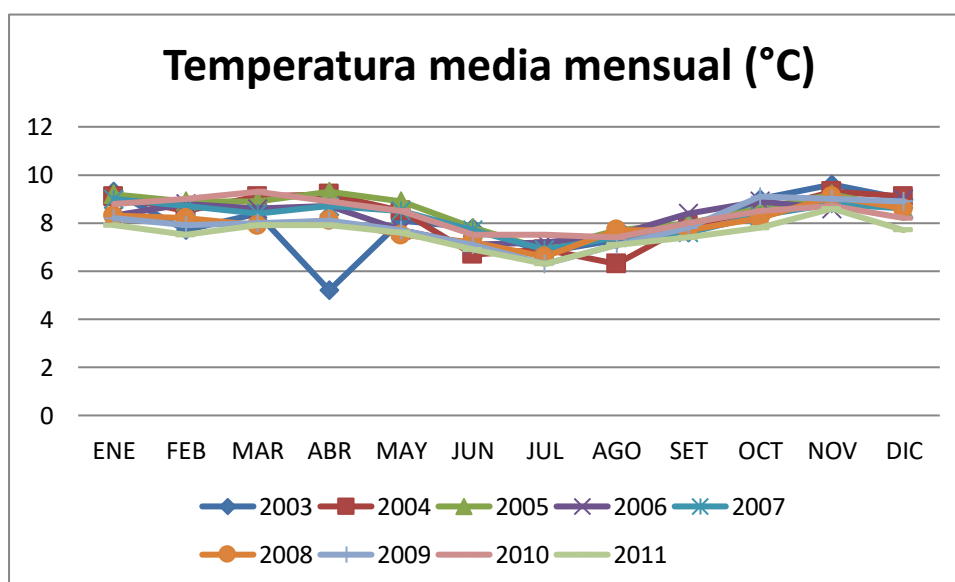
#### 1. CLIMA

Las condiciones climáticas de la zona según Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI (2011), con estación en Jacas Chico, se reporta lo siguiente:

Tabla N° 2. Temperatura media mensual 2003 – 2011

DÍA AÑO	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)												PROMEDIO/ AÑO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2003	9.3	7.7	8.4	5.2	8.1	7.8	6.8	7.3	7.6	9.0	9.6	9.0	8.0
2004	9.1	8.5	9.1	9.2	8.5	6.7	6.9	6.3	7.9	8.5	9.3	9.1	8.3
2005	9.2	8.9	8.9	9.3	8.9	7.8	6.9	7.7	8.0	8.6	9.2	8.6	8.5
2006	8.3	8.8	8.6	8.7	7.7	7.1	7.2	7.5	8.4	8.9	8.6	9.0	8.2
2007	9.0	8.7	8.4	8.7	8.5	7.7	6.9	7.4	7.6	8.3	8.8	8.6	8.2
2008	8.3	8.2	7.9	8.1	7.5	7.2	6.6	7.7	7.7	8.2	9.1	8.6	7.9
2009	8.2	7.9	8.0	8.1	7.7	7.1	6.3	7.1	7.8	9.1	9.0	8.9	7.9
2010	8.8	9.0	9.3	8.9	8.5	7.5	7.5	7.4	8.0	8.5	8.7	8.2	8.4
2011	7.9	7.5	7.9	7.9	7.6	6.9	6.3	7.1	7.4	7.8	8.6	7.7	7.6

Fig. N° 4. Temperatura media anual en °C.



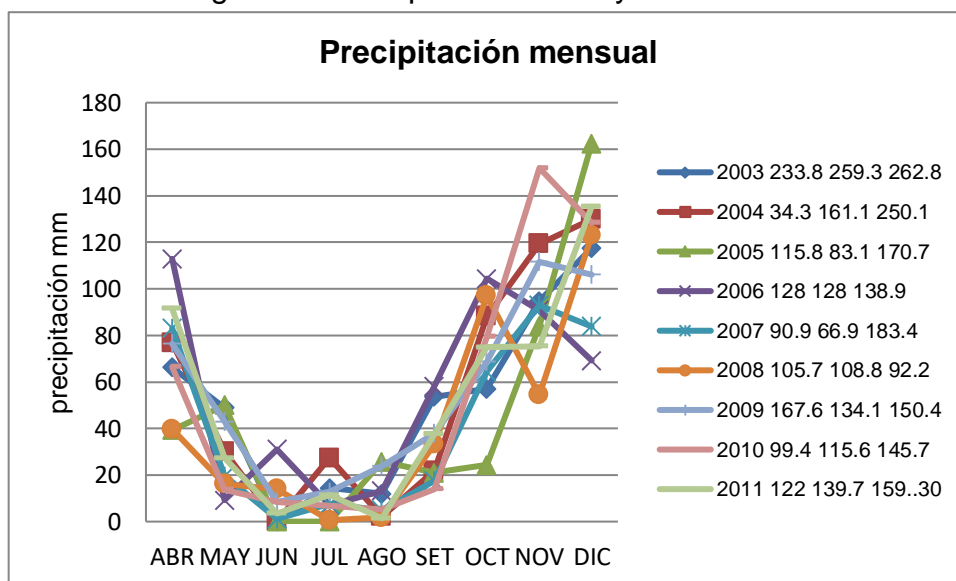
El promedio de temperaturas reportadas en tabla N° 2 y fig. N° 4, el año 2003 registra de 8.0 °C, siendo las más bajas en julio y agosto; el año 2004

registra junio, julio y agosto como más bajos; igual resultado se tiene el 2011. Los años hasta el 2010, se registran un incremento de temperaturas en estos meses, hecho que podría estar indicando efectos de los cambios climáticos de los últimos tiempos.

Tabla N° 3. PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL Y PROMEDIO MENSUAL 2003 – 2011

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL 2003 - 2011														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PRECIPITACIÓN ANUAL	PROMEDIO MENSUAL
2003	233.8	259.3	262.8	66.3	49.0	0.0	14.4	12.0	53.6	57.0	94.7	117.5	1220.4	101.70
2004	34.3	161.1	250.1	76.9	30.1	0.0	27.4	2.1	21.9	88.3	119.0	129.9	941.4	78.45
2005	115.8	83.1	170.7	39.3	50.0	0.0	0.0	25.7	21.0	24.3	84	162.4	776.3	64.69
2006	128.0	128.0	138.9	113.0	9.2	31.1	7.1	13.2	58.2	104.4	90.8	69.1	890.9	74.24
2007	90.9	66.9	183.4	83.1	19.6	1.2	7.6	4.9	17.6	64.5	92.9	83.8	716.4	59.70
2008	105.7	108.8	92.2	39.7	16.2	14	0.6	1.7	33.2	97.1	54.4	122.9	686.5	57.21
2009	167.6	134.1	150.4	76.4	43.0	8.5	12.7	23.9	37.9	68.8	112.0	106.1	941	78.42
2010	99.4	115.6	145.7	66.5	13.7	8.4	6.7	5.2	14.0	79.4	152.0	128.5	835	69.58
2011	122.0	139.7	159.3	91.6	27.4	3.5	11.4	1.4	37.7	74.9	75.3	135.3	879.5	73.29

Fig. N° 5. Precipitación anual y mensual



Los reportes de la precipitación mensual de la Estación de Jacas Chico, en la tabla N° 3 y fig. N° 5, registra los siguientes datos de precipitación total mensual en milímetros: las más altas precipitaciones se dieron en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, evaluados entre los años 2003 al 2011; excepcionalmente el año 2003 precipitaciones de 233.8, 259.3 y 262.8 para los meses de enero, febrero y marzo respectivamente. Le siguen en precipitación los años 2009, 2006 y 2011; igualmente se registraron las más bajas precipitaciones, los meses de mayo, junio y julio en los años 2003, 2004, 2005, 2007 y 2011.

## 2. FISIOGRAFÍA

Según Villota, H. 1992, Enfoca al Análisis fisiográfico consiste en un método de interpretación de imágenes de la superficie terrestre basada en la relación existente entre fisiografía y suelo, teniendo en cuenta que el suelo es un elemento de los paisajes fisiográficos, y que al mismo tiempo, el entorno geomorfológico definido por el relieve, el material parental, y el tiempo junto con el clima, son factores formadores de tales paisajes, y por consiguiente de los suelos que presentan.

La fisiografía de la zona estudiada, identificado mediante el método del “análisis fisiográfico”, se caracteriza por tener un relieve empinado, formando parte de los valles interandinos; hay partes de una configuración colinada, en este gran paisaje se encuentran las laderas medias. Suelos de profundidad media a profunda, aquí hay presencia de materiales litológicos, de tonalidades rojizas, en las bajas de las áreas empinadas, pueden aparecer suelos delgados dando paso a los litosoles, que corresponden a los Cambisoles districos y

eútricos. Las áreas medianamente uniformes pueden ser aprovechadas para la agricultura.

### 2.1. Descripción de las unidades fisiográficas

Del punto de vista fisiográfico, la provincia fisiográfica del área geográfica en estudio, está ubicada los Andes centrales. La unidad climática presenta una configuración plana y elevada que se origina a partir de depresiones o fosas de origen tectónico, resultantes de los diferentes procesos endógenos de plegamiento, vulcanismo, fallamiento y posterior levantamiento, y que luego fueron ocupadas por lagos, desde el final del Terciario y durante el Cuaternario. La zona presenta Colinas Altoandinas y Altiplanicies, que son superficies relativamente accidentadas donde las pendientes predominantes son mayores de 50%, hay algunos sectores llanos y escarpes subverticales. Su origen está ligado a los materiales provenientes de la destrucción parcial por la erosión, tramo de los antiguos aplanamientos terciarios de la zona andina como de las mesetas volcánicas pre-cuaternarias.

La unidad fisiográfica identificada en la zona corresponde a una provincia fisiográfica de Cordillera andina, una Subprovincia fisiográfica de cordillera occidental, con un gran paisaje de Relieve montañoso, siendo el Paisaje de Relieve montañoso estructural – erosional; con Subpaisajes de Cimas y Laderas de montaña moderadamente empinadas.

## 3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La localidad en estudio, es parte del crecimiento longitudinal y transversal, condicionada por su geomorfología que tenemos en Huánuco, hay vertientes de laderas, piedemontes, terrazas y abanicos en las partes bajas. La zona en estudio de la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos

de Mayo, forma parte del sistema montañoso del Departamento de Huánuco, de donde descienden cursos de agua permanente y quebradas estacionales. Geológicamente afloran rocas metamórficas e ígneas, con esquistos muy meteorizados, y depósitos residuales cubren las laderas donde se han formado las plataformas donde se ha hecho el trabajo de Investigación, "Evaluación de las propiedades físicas de suelos, en prácticas conservacionistas mediante zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo".

Los suelos y el relieve de la zona, es empinado ya que conforman el borde o parte superior de las laderas que enmarcan a los valles interandinos, haciéndose un tanto más suave en el límite con la zona de páramos, que presentan gradientes moderadas por efecto de la acción pasada. Por lo general en la zona dominan suelos relativamente profundos, francos arenosos de reacción ácida, de tonos rojizos a pardos.

#### 4. HIDROLOGÍA

Para las condiciones hidrológicas de la zona en estudio, tiene su origen en las partes altas de las quebradas de en el distrito de Pachas. Existe manantiales, lagunas, puquiales y otros. El recurso hidrológico salen de vertientes producto de las infiltraciones, y dejan agua para el consumo humano y la el riego agrícola. Esta agua tiene características de saludable y buena para el consumo humano, son aguas limpias y permanentes todo el año.

#### 5. VEGETACIÓN

Los pastizales y los bosques cumplen un rol importante en la protección de los suelos que aportan contra la erosión y evita los deslizamientos y

arrastres, se pueden mencionar: Las principales especies de flora se clasifican en: Pastos naturales: Ichu, trébol, pastos gordura y grama china. En las partes bajas del área en estudio hay, pastos cultivados: Alfalfa, avena forrajera. Arbustos: Cactáceos, barbasco, cabuya, huarango, retama, zarzamora. Árboles: Aliso, sauco, quinal, quishuar, sauce, eucalipto, molle, pino, ciprés, tara y fresno. Frutales Durazno, tumbo, tuna, Manzano, Aguaymanto, capulí. Ornamentales: Clavelina, jazmín, alhelí, margarita, tulipán, rosa, gladiolos, dalias.

La vegetación natural de la zona, se reduce a relictos o bosques residuales y pequeños bosques heterogéneos constituidos por especies de los géneros Gynoxis, Berberis, Eugenia, Senecio, Podocarpus, Baccharis, Solanum, etc.

En las partes bajas de la zona se cultivan plantas de gran valor alimenticio, como cultivos agrícolas: papa amarilla, olluco, maíz, trigo, frijol, cebada, calabaza, habas, quinua, yacón, chocho. Hortalizas: Zanahoria, lechuga, betarraga, ajo, cebolla, ají, nabo, acelga, culantro, perejil, col, orégano, zapallo, repollo. La papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ollucus tuberosum*), mashua (*Tropacolum tuberosum*), chocho o tarhui (*Lupinus mutabilis*), cañihua (*Chenopodium canihua*) y la quinua (*Chenopodium quinoa*). Asimismo, se tiene la cebada (*Hordeum sativum*), el haba (*Vicia faba*) y la arveja (*Pisum sativum*) en las partes bajas.

## 6. USO ACTUAL DE LA TIERRA

La zona agrícola en las partes bajas de la zona en estudio, no obstante que gran parte de su área es cultivable, la actividad agrícola de las tierras, son

usadas en una agricultura de cultivos para autoconsumo, entre ellos los cultivos de papa nativa, amarilla, Yungay, canchan, etc; principalmente, maíz choclero de cancha. Los resultados de esta producción son bajos, principalmente por la falta del agua en cantidades suficientes y permanentes, en especial para épocas de sequía, con la falta de infraestructura de riego no garantiza el uso permanente del agua y por lo tanto una producción continua todo el año, y con mejores resultados de producción. Las actividades de conservación que se ha evaluado con el trabajo están determinando que es necesario realizar en las partes altas, actividades de conservación de suelos para conservar el agua, que cae en la época de “Invierno en la sierra”.

#### 4.2. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DE SUELOS DEL ÁREA EN ESTUDIO

Para refrendar las propiedades físicas y químicas, de las muestras de suelos obtenidas en el campo, estas fueron procesadas en el Laboratorio Especializado de Suelos de la UNHEVAL, sólo la parte física y en el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, aquí se hizo el análisis químico de muestras.

##### 4.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS Y LA PLANTACIÓN DE *Pinus radiata* D. Don

Las propiedades físicas de los suelos, como se planteó en el Marco Teórico, son: textura, estructura, determinación de las densidades (densidad real y densidad aparente); determinación de humedades (humedad gravimétrica, humedad volumétrica, humedad a capacidad de campo -%HCC-, humedad a máxima capacidad de retención de humedad -MCRA-). Asimismo



estas propiedades guardan una estrecha relación con las propiedades químicas de los suelos.

La plantación de *Pinus radiata* D. Don, es parte del potencial de las plantaciones forestales, que satisfacen parcialmente la demanda de madera y de fibra para el uso industrial. La silvicultura de las plantaciones de pino ha ido evolucionando desde una situación inicial caracterizada por la ausencia total o casi total de intervenciones, hasta la realidad actual con la aplicación de silvicultura intensiva. Esta silvicultura también ha tenido en la última década una influencia importante de las experiencias de Nueva Zelanda a través del contacto de las grandes empresas forestales nacionales con las de ese país. Inicialmente, desde la década de los treinta hasta la de los sesenta, las plantaciones estaban destinadas a producir principalmente madera pulpable y madera aserrable con nudos. Pero en la década de los sesenta se comienza con una mayor industrialización de la madera y su consecuente diversificación de productos: pulpa, celulosa, papeles y cartones, tableros de fibras y de partículas, y posteriormente madera aserrada libre de nudos, tableros contrachapados y madera elaborada, entre los más importantes. En la década de los ochenta estos objetivos industriales se han ampliado principalmente por una orientación hacia el mercado de exportación. Sin embargo, la industria mantiene la tendencia de consumir como materia prima la madera pulpable y aserrable sin nudos. Actualmente los principales objetivos del manejo son los de producción de materia prima con la calidad necesaria para alcanzar el mercado de madera libre de nudos y de madera pulpable, a nivel nacional y principalmente internacional. La producción de madera con otras características resulta de objetivos secundarios o como consecuencia de

aquellos primarios. Estos objetivos principales están determinados, por una parte, por la maximización de utilidades, la mayor flexibilidad de mercado que presenta la madera libre de nudos y la necesidad de abastecer las actuales fábricas de pulpa y papel. Por otra parte, se ha considerado la demanda mundial de estos productos, la cual va en aumento y permite expandir la actual capacidad de producción industrial.

#### 4.2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

Los análisis físicos de suelos, realizados en los Laboratorios de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, reportan lo siguiente (tablas N° 7 y 8):

➤ Se realizaron las determinaciones de densidad aparente (da), densidad real (dr), porosidad total, humedad gravimétrica, textura, carbonatos, humedad a capacidad de campo (H° CC) y la máxima capacidad de retención de agua del suelo (MCRA). Dichas determinaciones se realizaron en dos etapas al inicio de la investigación y otra al final de esta.

➤ Los análisis reportaron ciertas coincidencias en cuanto a las texturas, la determinación de densidades, la humedad gravimétrica y la porosidad total, en las dos etapas de muestreo.

➤ En la textura de estos suelos, se reportan las parcelas de investigación de un año, A1B1M1, A1B1M2, A1B1M3, A1B1M1-R, A1B1M2 –R, A1B1M3 –R; las cuales tienen texturas franco arenosos (FrAo) a franco arcillo arenosos (FrArAo). Igualmente similares resultados presentaron las muestras de dos años y tres años, tal como se pueden verificar en las tablas 5 y 6 del Anexo.

➤ Las densidades en tabla N° 07, se tienen los resultados de la densidad aparente, que está entre 1.42 a 1.65 g/cc para la parcela A3B3M3 – R con para la más baja densidad y la parcela A1B1M3 respectivamente para la

más alta densidad; la densidad real se encontró entre 2 a 2.50 g/cc. para las parcelas A2B2M2 – R y A3B3M1 respectivamente. Esto demuestra una cierta correlación de estos resultados, con las texturas de suelos y la porosidad total.

➤ La humedad a capacidad de campo reporta valores de 14.81% el más bajo a 32.28% el más alto, para la primera etapa del análisis (primera remesa) de suelo; la segunda etapa (segunda remesa) presenta valores un poco más alto que los anteriores, lo que indica que podría haber efecto del incremento de la humedad, de una etapa a otra por la acumulación de agua en la zanja de infiltración. Con respecto a las propiedades físicas de los suelos, como la humedad a capacidad de campo (%H<sup>o</sup>CC) en tabla 07.a., se tiene una relación de %HCC con el contenido de materia orgánica del suelo, para las parcelas A1B1M1, A1B1M2 y A1B1M3 presentan %HCC de 20.02%, 19.23%, 27.28%; y el porcentaje de materia orgánica son 2.45%, 3.78% y 5.95% respectivamente. Para las parcelas A2B2M1, A2B2M2 y A2B2M3 tienen 29.57%, 21.44%, 23.86%; y el porcentaje de materia orgánica son 1.26%, 2.69% y 0.91% respectivamente. Para las parcelas A3B3M1, A3B3M2 y A3B3M3 tienen 20.08%, 24.88%, 21.52%; y el porcentaje de materia orgánica son 1.12%, 2.73%, 0.84% respectivamente.

➤ La máxima capacidad de retención de humedad (MCRA), que es la saturación de la macroporosidad y microporosidad del suelo. Registra valores de 21.747% a 46.372%, hecho que corrobora los resultados que esperaba de estos suelos. Similares resultados reporto el análisis de suelos de la segunda remesa. En la tabla 04 y tabla 15, se tienen los resultados de la lámina de agua calculada, aquí tenemos las parcelas de un año A1B1M1, A1B1M2, A1B1M3, A1B1M1-R, A1B1M2 –R, A1B1M3 –R; presentan láminas

de agua desde 50.82 mm hasta 76.42 mm, lo que representa un volumen 508.82 m<sup>3</sup>/ha y 764.20 m<sup>3</sup>/ha de agua. En las parcela de dos las láminas de agua son ligeramente mayores y de tres años, similares a los primeros.

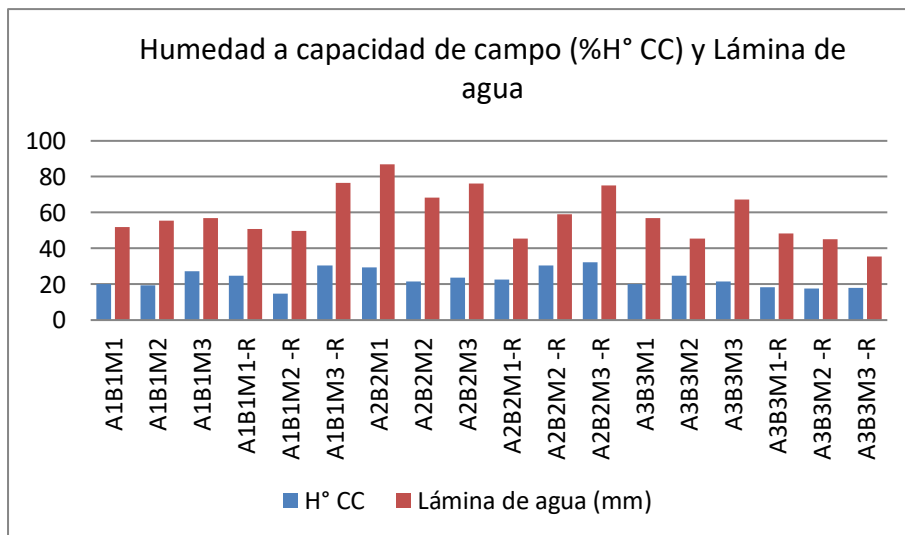
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (2017), reportan cuando un campo se encuentra encharcado, el espacio de aire en el suelo se desplaza por el agua. Se denomina Capacidad de Campo (CC) a la cantidad de agua el suelo es capaz de retener luego de ser saturado y dejado drenar libremente evitando evapotranspiración y hasta que el potencial hídrico se estabilice (tras 24 a 48 horas de la lluvia o riego). El agua ocupando el espacio de los poros más grandes (macroporos) drena hacia capas inferiores bajo la fuerza de gravedad. Los poros más pequeños (microporos) se llenan de agua y los más grandes de aire y agua.

Tabla 04. Humedad a capacidad de campo (%H° CC) y la lámina de agua

MUESTRA	%H° CC	Lámina de agua (mm)	m <sup>3</sup> /ha
A1B1M1	20.02	52.06	520.6
A1B1M2	19.23	55.32	553.2
A1B1M3	27.28	56.8	568.0
A1B1M1-R	24.92	50.82	508.8
A1B1M2 -R	14.81	49.86	498.6
A1B1M3 -R	30.52	76.42	764.2
A2B2M1	29.57	86.76	867.6
A2B2M2	21.44	68.48	684.8
A2B2M3	23.86	76.33	763.3
A2B2M1-R	22.55	45.57	455.7
A2B2M2 -R	30.51	58.97	589.7
A2B2M3 -R	32.28	74.99	749.9
A3B3M1	20.08	56.88	568.8
A3B3M2	24.88	45.59	455.9
A3B3M3	21.52	67.12	671.2
A3B3M1-R	18.33	48.44	484.4
A3B3M2 -R	17.75	45.13	451.3
A3B3M3 -R	18.06	35.53	355.3

El punto Capacidad de Campo corresponde a una succión de 1/3 bar. Las plantas deben producir una succión hasta 15 bares como máximo. A los 15 bares de succión la cantidad de agua en el suelo se denomina por el Punto de Marchitez Permanente (PMP). A ese punto las plantas pierden la capacidad de succión y siguen perdiendo agua mediante la transpiración. Se pierde la turgencia de la planta resultando en su marchitez. Gráficamente la diferencia entre el Punto de Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente resulta en el agua disponible para cultivo en mm o expresado porcentualmente. La textura del suelo influencia en la cantidad de agua en un suelo drenado hasta el punto de capacidad de campo y la cantidad que está disponible para las plantas. La humedad del suelo que se encuentra disponible se puede determinar en el laboratorio como se ilustra en las curvas de retención de humedad del suelo.

Fig 06. Humedad a capacidad de campo (%H° CC) y la lámina de agua



Humedad a capacidad de campo (%H° CC) y la lámina de agua, representa la fig. 06 y la tabla 04, se observan la correspondencia del %H° CC con la lámina de agua; así para 20.02% H°CC le correspondió una lámina de agua de 52.06

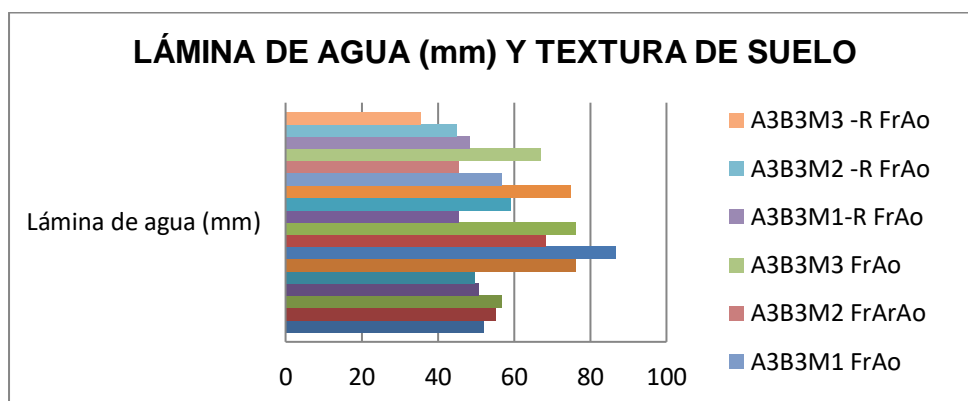
mm, equivalente a 520.6 m<sup>3</sup>/ha. Este volumen de agua en el suelo estará ubicado en la capa arable, y denota la cantidad de agua que habrá acumulada en el suelo, por tanto en la parcela A2B2M1 se tendrá acumulada agua de 867.6 m<sup>3</sup>/ha.

En la tabla N° 5 y fig. 07, la relación lámina de agua y textura de suelos, tenemos que las primeras 3 parcelas son franco arenosos (FrAo), seguidamente alternadas con textura franco arcillo arenoso (FrArAo).

Tabla 5. Relación de lámina de agua y textura de suelo

MUESTRA		Porosidad Total	Lámina de agua (mm)	V m <sup>3</sup> /ha	Clase textural
1	A1B1M1	42.9	52.06	520.6	FrAo
2	A1B1M2	37.05	55.32	553.2	FrAo
3	A1B1M3	35	56.8	568	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	50.82	508.82	FrArAo
5	A1B1M2 -R	33.75	49.86	498.6	FrAo
6	A1B1M3 -R	48.42	76.42	764.2	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	86.76	867.6	FrArAo
8	A2B2M2	43	68.48	684.8	FrAo
9	A2B2M3	45.89	76.33	763.3	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	45.57	455.7	FrAo
11	A2B2M2 -R	40.98	58.97	589.7	FrArAo
12	A2B2M3 -R	39.83	74.99	749.9	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	56.88	568.8	FrAo
14	A3B3M2	37.8	45.59	455.9	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	67.12	671.2	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	48.44	484.4	FrAo
17	A3B3M2 -R	47.73	45.13	451.3	FrAo
18	A3B3M3 -R	41.22	35.53	355.3	FrAo

Fig 07. Relación de lámina de agua y textura de suelo



Texturas: FrAo = franco arenosos; FrArAo = franco arcillo arenoso

Estas texturas son ligeras y corresponden a suelos sueltos y fácilmente manejables, poco retentivos de humedad y la fertilización, los cuales requieren algunas prácticas de manejo de suelos.

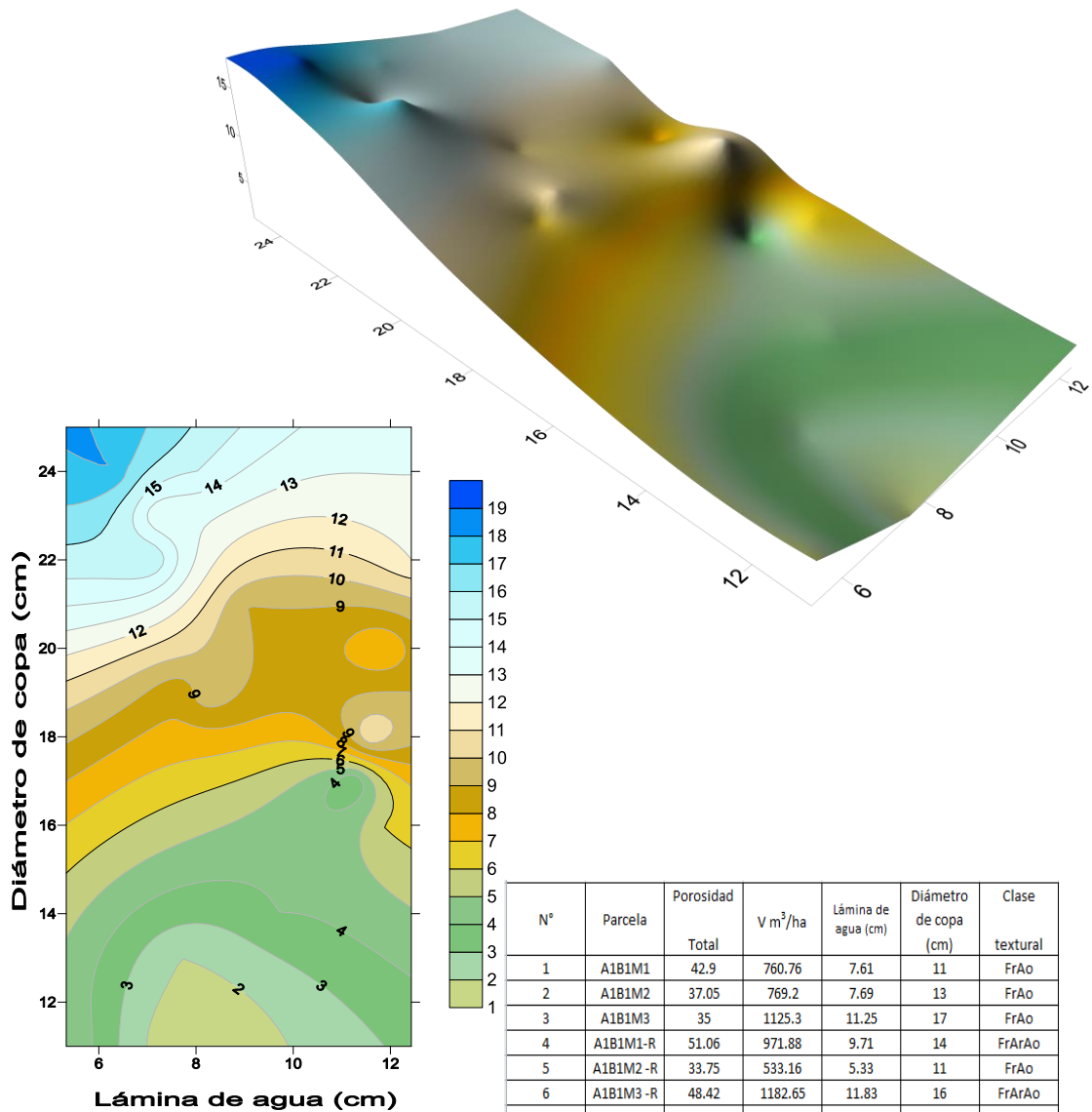
#### 4.2.1.2. Evaluaciones en la plantación de *Pinus radiata*

La plantación de *Pinus radiata*, se evaluó tomando en consideración parcelas a un año, a dos años y a tres años de plantación; se evaluó diámetro de copas, el diámetro del tallo, y la altura de plantas, para plantas de los tres diferentes años de plantación. Para el efecto se tomaron al azar 15 observaciones por parcela de las cuales se estimó los promedios de los bloques.

En la fig 08 tenemos la Relación de lámina de agua y el diámetro de copa en plantación de *Pinus radiata* D Don, en las parcelas del primer, segundo y tercer año evaluados, tenemos una gráfica de Surfer 7, en la que podemos observar las láminas de aguas (cm) en el eje horizontal y el diámetro de copa (cm) en eje vertical. Aquí en la gráfica se observa la interacción de la lámina de agua y el diámetro de la copa, y hay una ubicación de las parcelas un año en la

parte baja de la figura, las de dos años en la parte media y las de tres años en la parte alta de la misma; y excepcionalmente hay láminas de agua bajas que tienen diámetros de copa medios, pero diferentes a años anteriores.

Fig N° 08. Relación de lámina de agua y el diámetro de copa en plantación de *Pinus radiata* D. Don en parcelas de 3 años.



N°	Parcela	Porosidad	V m <sup>3</sup> /ha	Lámina de agua (cm)	Diámetro de copa (cm)	Clase textural
		Total				
1	A1B1M1	42.9	760.76	7.61	11	FrAo
2	A1B1M2	37.05	769.2	7.69	13	FrAo
3	A1B1M3	35	1125.3	11.25	17	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	971.88	9.71	14	FrArAo
5	A1B1M2-R	33.75	533.16	5.33	11	FrAo
6	A1B1M3-R	48.42	1182.65	11.83	16	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	1182.8	11.83	20	FrArAo
8	A2B2M2	43	777.2	7.77	19	FrAo
9	A2B2M3	45.89	900.715	9.01	21	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	811.8	8.12	19	FrAo
11	A2B2M2-R	40.98	1159.38	11.59	18	FrArAo
12	A2B2M3-R	39.83	1242.78	12.43	22	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	722.88	7.23	23	FrAo
14	A3B3M2	37.8	1013.86	10.14	25	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	801.62	8.02	24	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	710.2875	7.1	22	FrAo
17	A3B3M2-R	47.73	652.3125	6.52	24	FrAo
18	A3B3M3-R	41.22	641.13	6.41	24	FrAo



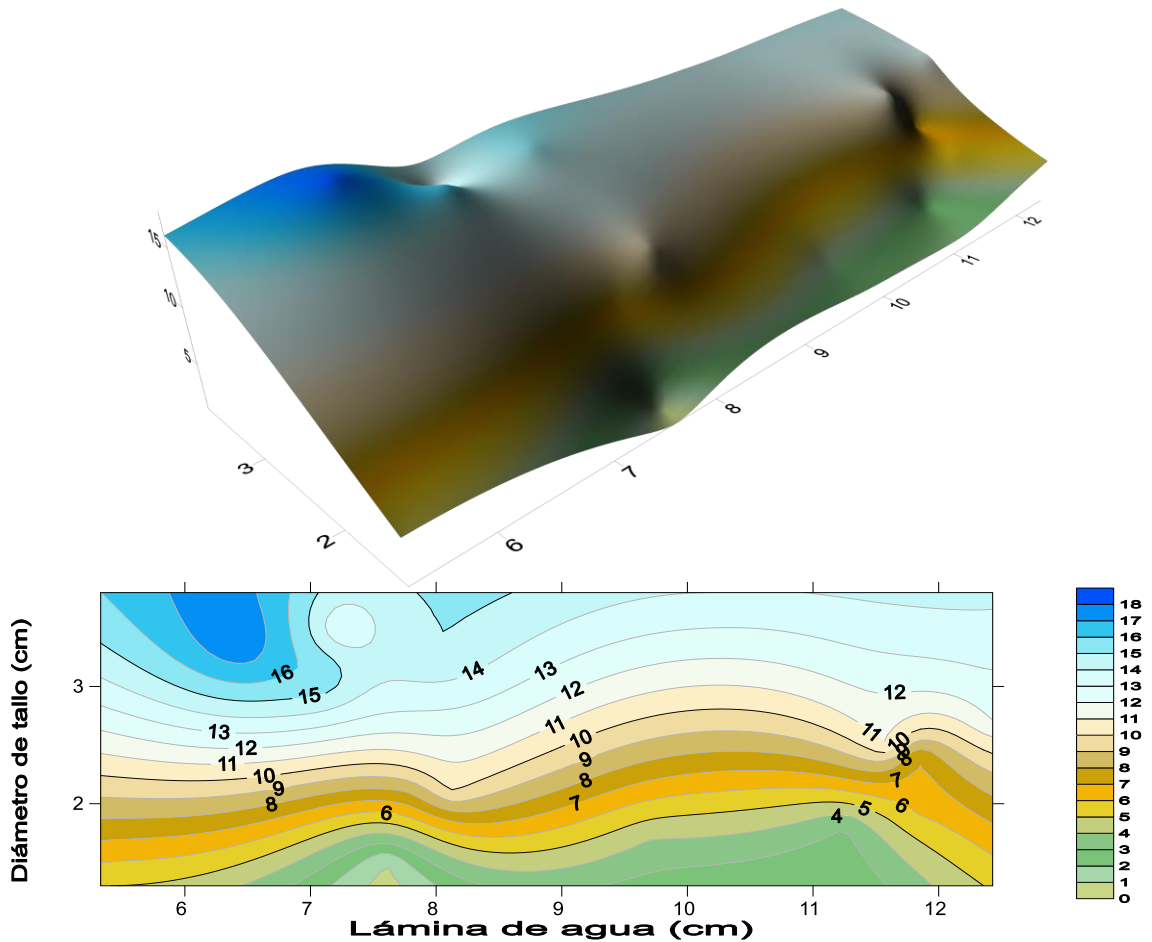
Los diámetros de copas evaluadas en la plantación (fig N° 08, tabla 12, tabla N° 16), reportan un incremento gradual, así las parcelas: A1B1M1, A1B1M2, A1B1M3, A1B1M1-R, A1B1M2 -R, A1B1M3 -R; del primer año reportaron valores de 11, 13, 17, 14, 11 y 16 cm respectivamente. Las parcelas del segundo año tabla N° 13; A2B2M1, A2B2M2, A2B2M3, A2B2M1-R, A2B2M2 -R, A2B2M3 -R presentaron: 20, 19, 21, 19, 18 y 22 cm respectivamente. Siendo las parcelas del tercer año Tabla 14; A3B3M1, A3B3M2, A3B3M3, A3B3M1-R, A3B3M2 -R, A3B3M3 -R; con 23, 25, 24, 22, 24 y 24 cm respectivamente.

En los resultados de diámetros de copa, hay incrementos significativos de año a año, en términos por ejemplo para A1B1M1 la planta reportó 11 cm el primer año, al segundo año A2B2M1, 20 cm y el tercer año A3B3M1 tiene 23 cm; esto significa que hay una diferencia de 9 cm de copa del primer año al segundo y de 12 cm del primero al tercero; esta tendencia es constante para el resto de resultados.

Para la relación lámina de agua y el diámetro de tallo (fig 09), en la plantación de *Pinus radiata*, el ordenamiento de la intersección de valores de lámina de agua (cm) y diámetro de tallo (cm), en la gráfica; tiene un orden ascendente de abajo hacia arriba en la figura, así las parcelas A1B1M1, A1B1M2, A1B1M3, A1B1M1-R, A1B1M2 -R, A1B1M3 -R; del primer año ocupan la parte inferior de la figura. Las parcelas del segundo año A2B2M1, A2B2M2, A2B2M3, A2B2M1-R, A2B2M2 -R, A2B2M3 -R, están ocupando la parte media del gráfico. Las parcelas del tercer año A3B3M1, A3B3M2, A3B3M3, A3B3M1-R, A3B3M2 -R, A3B3M3 -R; ocupan las partes más altas del mismo.

En esta intersección de valores de lámina de agua (cm) y diámetro de tallo (cm), en la plantación de *Pinus radiata* se tiene que la lámina de agua está influyendo significativamente en el desarrollo del diámetro de tallo.

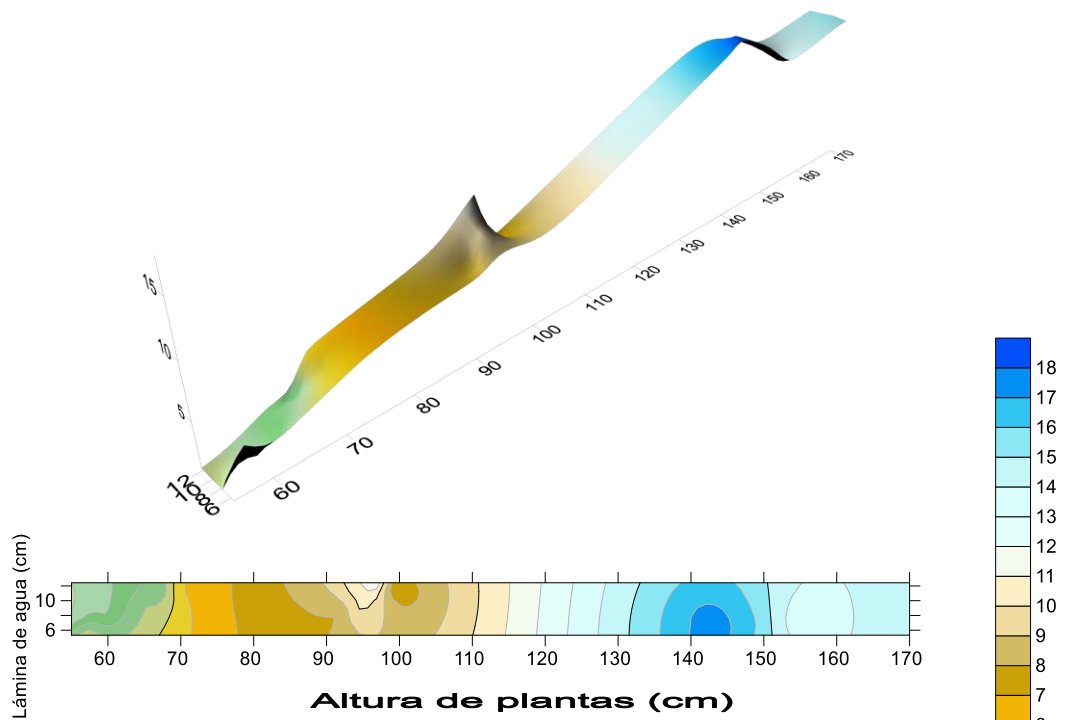
Fig N° 09. Relación de lámina de agua y el diámetro de tallo en plantación de *Pinus radiata* D. Don en parcelas de 3 años..



N°	Parcela	Porosidad		Lámina de agua (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Clase textural
		Total	V m <sup>3</sup> /ha			
1	A1B1M1	42.9	760.76	7.61	1.5	FrAo
2	A1B1M2	37.05	769.20	7.69	1.55	FrAo
3	A1B1M3	35	1125.30	11.25	1.8	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	971.88	9.71	1.7	FrArAo
5	A1B1M2-R	33.75	533.16	5.33	1.3	FrAo
6	A1B1M3-R	48.42	1182.65	11.83	1.9	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	1182.80	11.83	2.4	FrArAo
8	A2B2M2	43	777.20	7.77	2.1	FrAo
9	A2B2M3	45.89	900.72	9.01	2.3	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	811.80	8.12	2.1	FrAo
11	A2B2M2-R	40.98	1159.38	11.59	2.5	FrArAo
12	A2B2M3-R	39.83	1242.78	12.43	2.7	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	722.88	7.23	3.5	FrAo
14	A3B3M2	37.8	1013.86	10.14	3.8	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	801.62	8.02	3.3	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	710.29	7.1	3.1	FrAo
17	A3B3M2-R	47.73	652.31	6.52	3.2	FrAo
18	A3B3M3-R	41.22	641.13	6.41	3.4	FrAo

Las alturas de planta evaluadas en la plantación (fig N° 10), reportan un incremento gradual, así las parcelas: A1B1M1, A1B1M2, A1B1M3, A1B1M1-R, A1B1M2 -R, A1B1M3 -R; del primer año reportaron valores de 55, 60, 67, 65, 57, 70 cm respectivamente.

Fig N° 10. Relación de lámina de agua y la altura de plantas en plantación de *Pinus radiata* D. Don en parcelas de 3 años.



N°	Parcela	Porosidad		Altura de plantas (cm)	Lámina de agua (cm)	Clase textural
		Total	V m <sup>3</sup> /ha			
1	A1B1M1	42.9	760.76	55	7.61	FrAo
2	A1B1M2	37.05	769.20	60	7.69	FrAo
3	A1B1M3	35	1125.30	67	11.25	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	971.88	65	9.71	FrArAo
5	A1B1M2 -R	33.75	533.16	57	5.33	FrAo
6	A1B1M3 -R	48.42	1182.65	70	11.83	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	1182.80	99	11.83	FrArAo
8	A2B2M2	43	777.20	92	7.77	FrAo
9	A2B2M3	45.89	900.72	93	9.01	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	811.80	94	8.12	FrAo
11	A2B2M2 -R	40.98	1159.38	95	11.59	FrArAo
12	A2B2M3 -R	39.83	1242.78	97	12.43	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	722.88	155	7.23	FrAo
14	A3B3M2	37.8	1013.86	162	10.14	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	801.62	170	8.02	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	710.29	149	7.1	FrAo
17	A3B3M2 -R	47.73	652.31	140	6.52	FrAo
18	A3B3M3 -R	41.22	641.13	142	6.41	FrAo

Las parcelas del segundo año A2B2M1, A2B2M2, A2B2M3, A2B2M1-R, A2B2M2 -R, A2B2M3 -R presentaron: 99, 92, 93, 94, 95, 97 cm respectivamente. Siendo las parcelas del tercer año A3B3M1, A3B3M2, A3B3M3, A3B3M1-R, A3B3M2 -R, A3B3M3 -R; con 155, 162, 170, 149, 140 y 142 cm respectivamente.

En la fig N° 10, en sus intersecciones de valores de lámina de agua (cm) y altura de plantas (cm), en la plantación de *Pinus radiata* D Don, se tiene que la lámina de agua está influyendo significativamente en el desarrollo de la altura de plantas. Aquí podemos observar la disposición de las intersecciones, de izquierda a derecha en la línea horizontal de Altura de plantas, por lo que las intersecciones del primer año estarán a la izquierda, las del segundo año estarán en el medio y las del tercer año a la derecha de la gráfica. Indica que ha habido una diferencia significativa en altura de plantas en los tres años.

#### 4.2.1.3. LÁMINA DE AGUA DE LOS SUELOS

En consecuencia la lámina de agua estimada para los suelos evaluados, presentó para las parcelas A1B1M1, A1B1M2, A1B1M3, A1B1M1-R, A1B1M2 -R, A1B1M3 -R; fueron de 76.08 mm, 76.92 mm, 112.53 mm, 97.19 mm, 53.32 mm y 118.27 mm; la expresión del volumen de estas láminas en m<sup>3</sup>/ha fueron: 760.76 m<sup>3</sup>/ha, 769.20 m<sup>3</sup>/ha, 1125.30 m<sup>3</sup>/ha, 971.88 m<sup>3</sup>/ha, 533.16 m<sup>3</sup>/ha y 1182.80 m<sup>3</sup>/ha. Para las parcelas del segundo año A2B2M1, A2B2M2, A2B2M3, A2B2M1-R, A2B2M2 -R, A2B2M3 -R, presentaron: 1182.80 m<sup>3</sup>/ha, 777.20 m<sup>3</sup>/ha, 900.71 m<sup>3</sup>/ha, 811.80 m<sup>3</sup>/ha, 1159.38 m<sup>3</sup>/ha y 1242.78 m<sup>3</sup>/ha. Para A3B3M1, A3B3M2, A3B3M3, A3B3M1-R, A3B3M2 -R, A3B3M3 -R; tenemos 722.88 m<sup>3</sup>/ha, 1013.86 m<sup>3</sup>/ha, 801.62 m<sup>3</sup>/ha, 710.28 m<sup>3</sup>/ha, 652.31

m<sup>3</sup>/ha y 641.13 m<sup>3</sup>/ha. Para el cálculo de la lámina de agua en m<sup>3</sup>/ha, en la tabla N° 06, fueron procesadas y calculadas, las láminas de agua con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Profundidad de agua}}{\text{Profundidad de suelo}} = \text{DaR} \times \frac{\% \text{humedad}}{100}$$

$$\frac{Dw}{Ds} = \text{DaR} \times \frac{Pw}{100} \quad \text{Dw} = \text{DaR} \times \frac{Pw}{100} \times Ds$$

Significado: Dw = profundidad de agua o lamina  
Ds = profundidad de suelo.  
DaR = densidad aparente relativa  
Pw = porcentaje de humedad.

El cálculo del volumen resultó: Vm<sup>3</sup>/ha = mm x 10

Tabla N° 06. Lámina de agua de los suelos evaluados en m<sup>3</sup>/ha

N°	PARCELA	Porosidad Total	Lámina de agua (mm)	V m <sup>3</sup> /ha	Clase textural
1	A1B1M1	42.9	76.08	760.76	FrAo
2	A1B1M2	37.05	76.92	769.20	FrAo
3	A1B1M3	35	112.53	1125.30	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	97.19	971.88	FrArAo
5	A1B1M2 -R	33.75	53.32	533.16	FrAo
6	A1B1M3 -R	48.42	118.27	1182.65	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	118.28	1182.80	FrArAo
8	A2B2M2	43	77.72	777.20	FrAo
9	A2B2M3	45.89	90.07	900.71	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	81.18	811.80	FrAo
11	A2B2M2 -R	40.98	115.94	1159.38	FrArAo
12	A2B2M3 -R	39.83	124.28	1242.78	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	72.29	722.88	FrAo
14	A3B3M2	37.8	101.39	1013.86	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	80.16	801.62	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	71.03	710.28	FrAo
17	A3B3M2 -R	47.73	65.23	652.31	FrAo
18	A3B3M3 -R	41.22	64.11	641.13	FrAo

Estos volúmenes de agua calculada representan el agua que es acumulada o retenida en el suelo, y es la fuente de agua para los cultivos o plantación de pino que se tiene en el campo.

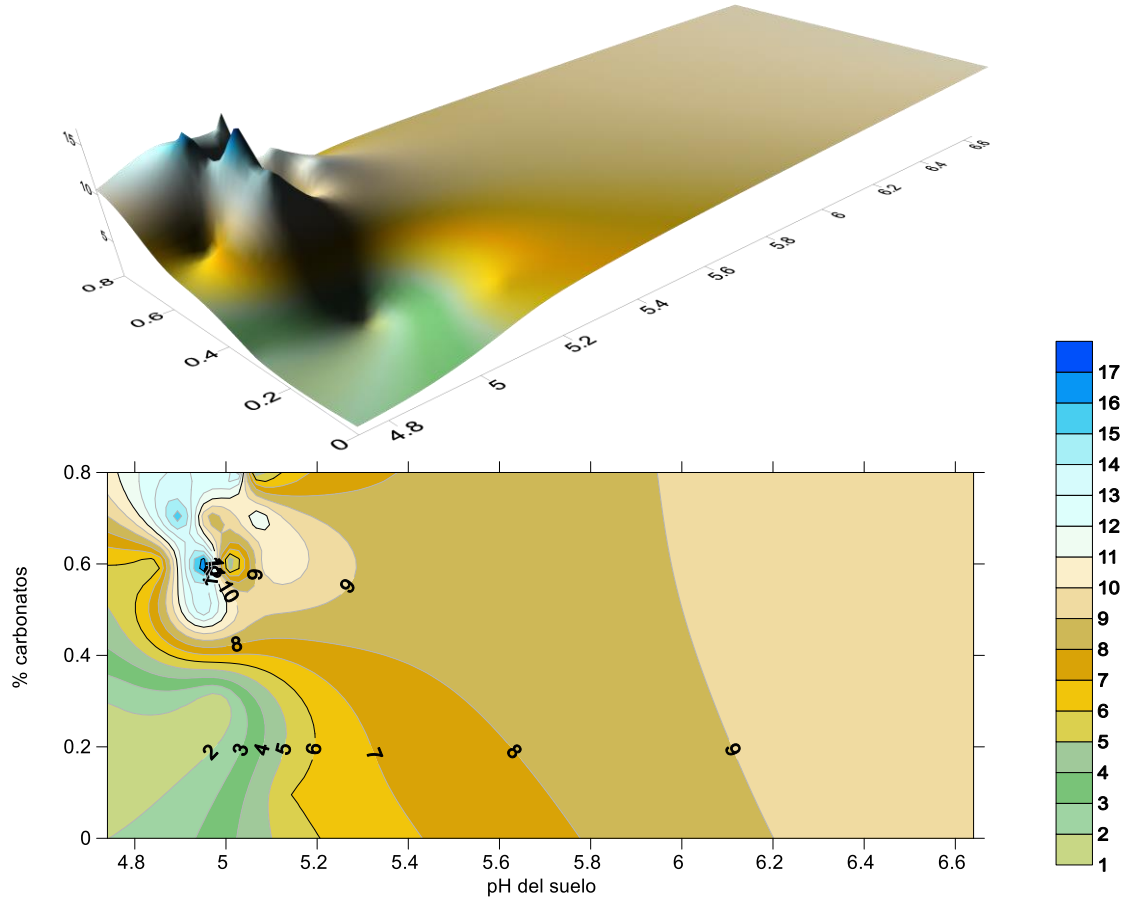
#### 4.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

Las propiedades químicas de los suelos, fueron establecidas con el Análisis de Suelos realizados en La Universidad Nacional Agraria de la Selva, cuyo reporte se registra en la tabla N° 9 del anexo. Para el efecto se tomaron 9 muestras, 3 por cada parcela de un año, dos años y tres años; los resultados de este análisis de suelo, reporta lo siguiente: El análisis mecánico o textura de suelo las muestras M1, M2 y M3, tienen una textura de franco arenoso, franco arenoso y arena franca. Las muestras M4, M5 y M6, tienen texturas de franco arenoso, franco arenoso y franco respectivamente. Las muestras M7, M8 y M9, presentaron texturas de franco arenoso, franco arcillo arenoso y arena franca.

El pH o reacción del suelo reportó lo siguiente: para las muestras M1, M2 y M3, tienen un 4.32, 5.00, 5.03 de pH. Las muestras M4, M5 y M6, tienen 4.48, 3.77 y 4.49 de pH respectivamente. Las muestras M7, M8 y M9, presentaron 4.02, 4.26 y 4.77 respectivamente.

Los contenidos de materia orgánica (M.O) y nitrógeno total (NT), fueron los siguientes por muestras, así: las muestras M1, M2 y M3, tienen un contenido de 2.45% M.O. y 0.11% de NT, 3.78% M.O. y 0.17% de NT, 5.95% M.O. y 0.27% NT; respectivamente. Las muestras M4, M5 y M6, tienen un contenido de 1.26% M.O. y 0.06% de NT, 2.69% M.O. y 0.12% de NT, 0.91% M.O. y 0.04% NT; respectivamente. Para las muestras M7, M8 y M9, presentan 1.12% M.O. y 0.05% de NT, 2.73% M.O. y 0.12% NT, 0.84% M.O. y 0.04% NT respectivamente.

Fig. N° 11. Relación del pH y el contenido de carbonatos en las parcelas de uno, dos y tres años.



Parcelas	Densidad M. Probeta			% HG	TEXTURA				pH	Carbonatos %	N°	H° CC %	MCRA %
	da	dr	Porosidad Total		% arena	% arcilla	% limo	Clase textural					
A1B1M1	1.52	2.27	42.9	13.7	63.7	18.32	18	FrAo	4.98	0.3	1	20.02	39.01
A1B1M2	1.6	2.2	37.05	13.83	71.7	14.32	14	FrAo	4.74	0.3	2	19.23	25.24
A1B1M3	1.65	2.27	35	13.77	75.7	14.32	10	FrAo	5	0.6	3	27.28	36.11
A1B1M1-R	1.56	2.08	51.06	13.03	65.7	20.32	14	FrArAo	5.06	0.8	4	24.92	38.14
A1B1M2-R	1.44	2.38	33.75	13.85	77.7	14.32	8	FrAo	4.85	0.6	5	14.81	21.75
A1B1M3-R	1.55	2.17	48.42	19.72	55.7	24.32	20	FrArAo	5.14	0.1	6	30.52	46.71
A2B2M1	1.6	2.27	39.8	21.69	59.7	21.04	19.3	FrArAo	5.06	0.8	7	29.57	35.56
A2B2M2	1.45	2.21	43	18.89	67.7	17.6	14.7	FrAo	4.96	0.7	8	21.44	37.37
A2B2M3	1.51	2.27	45.89	20.22	65.7	16.32	18	FrAo	5.17	0.5	9	23.86	37.88
A2B2M1-R	1.44	2.17	42.27	12.66	69.7	14.32	16	FrAo	6.64	0	10	22.55	36.64
A2B2M2-R	1.52	2	40.98	15.52	57.7	22.32	20	FrArAo	5.09	0.6	11	30.51	48.37
A2B2M3-R	1.54	2.27	39.83	19.48	65.7	20.32	14	FrArAo	5.07	0.7	12	32.28	43.58
A3B3M1	1.44	2.5	45.45	15.8	71.7	16.32	12	FrAo	5.01	0.8	13	20.08	37.17
A3B3M2	1.63	2.1	37.8	11.19	63.7	24.32	12	FrArAo	4.95	0.5	14	24.88	33.58
A3B3M3	1.49	2.44	48.81	18.02	69.7	16.88	13.4	FrAo	4.95	0.5	15	21.52	35.91
A3B3M1-R	1.55	2.2	42.3	12.5	63.7	19.6	16.7	FrAo	4.9	0.7	16	18.33	30.85
A3B3M2-R	1.47	2.38	47.73	12.28	67.7	17.6	14.7	FrAo	5.02	0.8	17	17.75	24.26
A3B3M3-R	1.42	2.38	41.22	10.01	63.7	17.6	18.7	FrAo	4.96	0.6	18	18.06	26.30

%HG = porcentaje de humedad gravimétrica. da y dr = densidad aparente y densidad real. pH = reacción del suelo. H°CC % = humedad a capacidad de campo. MCRA % = máxima capacidad de retención de agua.

Los contenidos de fósforo (P) y potasio (K) fueron los siguientes por muestras, así: las muestras M1, M2 y M3, tienen un contenido de 3.89 ppm de P y 84.96 ppm de K, 6.54 ppm P y 30.99 ppm de K, 5.99 ppm de P y 367.84 ppm de K, respectivamente. Las muestras M4, M5 y M6, tienen un contenido de 26.65 ppm de P y 99.96 ppm de K, 13.39 ppm P y 107.45 ppm de K, 15.86 ppm de P y 67.97 ppm de K, respectivamente. Las muestras M7, M8 y M9, presentan 4.34 ppm de P y 97.46 ppm de K, 11.93 ppm P y 52.98 ppm de K, 5.35 ppm de P y 200.91 ppm de K, respectivamente.

La determinación de la Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe) y los porcentajes (%BC) de Bases cambiables, porcentaje (%AC) de acidez cambiante y el porcentaje (%SA) de saturación de aluminio, a continuación se describirán en ese orden: las muestras M1, M2 y M3, presentan 5.20 Cmol(+)/kg de CICe, 67.69% BC, 32.71% AC y 26.36% SA; 4.07 Cmol(+)/kg de CICe, 87.71% BC, 12.29% AC y 10.08% SA; 4.19 Cmol(+)/kg de CICe, 80.91% BC, 19.09% AC y 16.70% SA. Para las muestras M4, M5 y M6, se tiene 3.36 Cmol(+)/kg de CICe, 100.00% BC, 0.00% AC y 0.00% SA; 8.22 Cmol(+)/kg de CICe, 51.32% BC, 48.68% AC y 46.25% SA; 5.79 Cmol(+)/kg de CICe, 56.85% BC, 43.15% AC y 38.49% SA. Para M7, M8 y M9, se tiene 5.6 Cmol(+)/kg de CICe, 64.42% BC, 35.58% AC y 31.13% SA; 6.11 Cmol(+)/kg de CICe, 52.54% BC, 47.46% AC y 39.28% SA; 6.36 Cmol(+)/kg de CICe, 70.13% BC, 29.87% AC y 24.21% SA.

En la fig. N° 11, de relación del pH y el contenido de carbonatos en parcelas de uno, dos y tres años, la gráfica nos reporta en el margen izquierdo superior de la imagen una fuerte concentración de pHs ácidos de los suelos analizados, hecho que corrobora la tendencia de la característica ácida de



estos suelos, hecho que sugiere un adecuado manejo de suelos, para superar esta acidez que es un factor limitantes para la mayoría de cultivos.

#### 4.2.2.1. Contenido de materia orgánica

El contenido de materia orgánica de estos suelos, fueron evaluados con el análisis de suelos en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, los contenidos de materia orgánica (M.O) y nitrógeno total (NT), fueron los siguientes por muestras, así: las muestras M1, M2 y M3, tienen un contenido de 2.45% M.O. y 0.11% de NT, 3.78% M.O. y 0.17% de NT, 5.95% M.O. y 0.27% NT; respectivamente. Las muestras M4, M5 y M6, tienen un contenido de 1.26% M.O. y 0.06% de NT, 2.69% M.O. y 0.12% de NT, 0.91% M.O. y 0.04% NT; respectivamente. Para las muestras M7, M8 y M9, presentan 1.12% M.O. y 0.05% de NT, 2.73% M.O. y 0.12% NT, 0.84% M.O. y 0.04% NT respectivamente.

La evaluación del contenido de materia orgánica de los suelos, es importante por cuanto, ésta tiene funciones importantes en los suelos, tales como las siguientes: Esta materia orgánica es llamada también fertilizantes orgánicos o también llamados abonos orgánicos, son aquellos materiales que en su composición tienen considerable cantidad de materia orgánica y que se obtienen de los animales y de los vegetales. Estos abonos tienen bajo contenido como fuentes de elementos nutritivos minerales, pero son de gran valor para aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos, mejorando las condiciones físicas (mejor granulación, mayor retención de agua y circulación de aire), mejorando además, la capacidad de retención de elementos nutrientes disueltos en la solución del suelo. Entre los fertilizantes o abonos orgánicos más empleados tenemos: Estiércol, se da el

nombre de estiércol al conjunto de desechos (excremento, orina, residuos de comida) que se obtienen de la cría de animales, especialmente del ganado vacuno, porcino y aves. La riqueza en nutrientes de los estiércoles depende del tipo de animal de donde se obtenga y de su estado de descomposición. El estiércol fresco es más rico en nitrógeno. Cuando está descompuesto, su riqueza en fósforo aumenta.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS

#### 1. EL CLIMA:

Para las características edafoclimáticas de la zona, se reportan que el área en estudio, que está ubicada entre las cotas de altura de 4018 a 4029 msnm, y se encuentra en una Zona de Vida de páramo muy húmedo – Montano Tropical (pmh – MT). Según el reporte del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI (2011), se estableció un promedio de temperatura media anual que oscila entre 7.6 a 8.5 °C (tabla N° 02), temperatura que forman un clima frío en la zona.

La precipitación total de la zona, se registró según el SENAMHI (2011), promedio mensual de precipitación (tabla N° 03), que oscila entre 57.21 mm en el 2008 y 101.70 mm para el 2003; correspondiéndole de acuerdo a este registro una precipitación anual para estos años de 686.5 mm como más bajo (2008) y la más alta precipitación 1220.4 mm (2003) Las precipitaciones pluviales se presentan en enero, febrero y marzo, con más intensidad. Estos resultados son equivalentes a lo establecido por Meza, C. y Díaz A. (2010), sostienen que Clima frío o boreal, conocido como clima de montaña alta, también se encuentra en la región de la sierra, entre los 3000 y 4000 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por presentar precipitaciones anuales promedio de 700 mm, y con temperaturas medias anuales de 12 ° centígrados.

#### 2. LA FISIOGRAFÍA

La fisiografía de la zona estudiada, identificado mediante el método del “análisis fisiográfico”, corresponde a colinas y montañas con relieve ondulado;

en este gran paisaje se encuentran las laderas medias y altas, así como las cimas, taludes y escarpes de colinas pequeños. El material originario es de diferente formación geológica, generalmente los suelos son de origen de actividad glacial, y de formación coluvial, "in situ" (residual), lo que se representa por estratos sedimentarios, que forman plataformas aluviales con planicies a lo largo del río. Alcántara, G. H. (2010 – 20119), reporta que Cajamarca fisiográficamente está conformado por el Gran Paisaje de Montaña, presenta un relieve montañoso, con áreas colinosas, pocas planicies, y algunas altiplanicies.

### 3. GEOLOGÍA y GEOMORFOLOGÍA

La referencia Geológica establece afloramientos rocosos del Paleozoico con el Complejo Marañón, Grupo Mitu, Grupo Pucará y Grupo Gollarisquizga; el Complejo Marañón, comprende afloramientos de rocas antiguas (Neoproterozoico) que se distribuyen desde la desembocadura hasta la altura del Puente Pachas, aproximadamente. Está constituido esencialmente por esquistos y filitas en colores marrón verdosos. El Grupo Mitu, es también una formación Paleozoica que sobreyace a las rocas del complejo Marañón, se distribuye como una franja a la altura del puente Pachas, esta constituido por conglomerados de areniscas rojas. El Grupo Pucará, es de edad del Triásico - Jurásico, suprayace comúnmente al Grupo Mitu, pero también puede descansar sobre los esquistos del Complejo Marañón por fallamiento de bajo ángulo. El Grupo Goyllarisquizga, se distribuye como una franja de orientación similar a la cordillera de los andes, esencialmente en la margen izquierda del río Torres a la altura del poblado La Unión; litológicamente está constituido por

una secuencia de areniscas blancas de grano medio a grueso. La geomorfología según Meza, C. y Díaz A. (2010), estudio la zona y describió que comprende cinco unidades morfoestructurales que son: la cordillera occidental, la cordillera oriental, la superficie puna, la vertiente del valle fluvial, las depresiones interandinas del río marañón y sus afluentes; aquí se encuentra nuestra zona de estudio con estas características.

#### 4. HIDROLOGÍA

El sistema hidrológico de la zona estudiada, está conformada principalmente por las vertientes, producto de las infiltraciones, de las precipitaciones y los deshielos constantes de las partes altas; estos fenómenos forman una importante fuente de captación de agua, los Recursos Hídricos, constituyen gran potencial económico, tanto por su utilidad ictiológica como por su utilidad paisajística que puede ser aprovechado con fines turísticos.

#### 5. VEGETACIÓN

La vegetación natural está representada por comunidades arbustivas que crecen sobre un estrato herbáceo perenne, mayormente de tipo graminales, Entre las especies arbustivas más comunes sobre salen las siguientes: "suro", *Chusquea* sp, "chuca" *Baccharis polyantha*, "chinchango" *Hypericum* sp, "tayanco" *Baccharis lanceolata*, *Miconia andina*, *Brachiotum* sp, etc. También es frecuente la presencia de algunas especies arbóreas en forma dispersa, como, por ejemplo: "tasta", *Escallonia myrtilloides*, *Gynoxis Oleifolia* sp, "chachacomo" *Escallonia resinosa*, especies nativas y exóticas: quishuar,

quinual, chilca, chinchán, matara, aliso, sauce, cabuya, tara, eucalipto, rayán, quinual, shiraca, tuna, pastizales (Ichu, Machamacha) y bosques. Los pastizales y los bosques cumplen un rol importante en la protección de los suelos contra la erosión y evita los deslizamientos y arrastres.

## 6. USO ACTUAL DE LA TIERRA

La zona en estudio, reúne características edafoclimáticas, que permite la plantación de *Pinus radiata*, lo que quiere decir que las características físicas de los suelos estudiados por su textura, estructura, densidades determinadas y el estudio de las humedades determinan, que responden a las exigencias de la plantación, siendo en alguna manera amortiguada su desarrollo, por el factor clima en especial por la baja temperatura.

Vásquez A., Vásquez I. Vásquez C. 2014, informan que el mejoramiento del medio ambiente y paisaje natural, se logra con: a. Regeneración de la cubierta vegetal; b. regeneración y conservación de la biodiversidad; c. mejoramiento del paisaje y las condiciones ambientales para un ecoturismo creciente; d. descontaminación y mejoramiento del medio ambiente. Con las prácticas conservacionistas de cosecha de agua que se lleven a cabo en las partes altas y medias de las cuencas, así como con la regeneración e instalación de pastizales y plantaciones forestales, se logrará una regeneración y mejoramiento de la cubierta vegetal, factor clave para mejorar el ciclo hidrológico y la regulación hídrica de la cuenca; todo lo cual constituyen acciones básicas para la lucha contra la erosión de los suelos, el proceso de desertificación, el calentamiento global y la conservación de la Biodiversidad.

López, R.; Gonzales, M., reportan que uno de los factores primordiales, para sustentar exitosamente cualquier proyecto de reforestación con fines de producción, es el de contar con información confiable respecto al crecimiento, incluyendo la forma y la intensidad o volumen, para hacer comparativos en plantaciones en condiciones de similitud ecológica; de allí que la evaluación del comportamiento de éste crecimiento debe ser de carácter permanente y por un lapso relativamente prolongado, en que se tenga información suficiente para realizar proyecciones representativas, que permitan a su vez un análisis de alta confiabilidad. En el Perú, las técnicas de medición permanente son de reciente empleo, por lo que es importante, el establecimiento de parcelas permanentes de observación y medición, para obtener información sobre el crecimiento y la producción de distintas especies forestales.

## 5.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

Las propiedades físicas de los suelos evaluadas en la investigación fueron: densidad aparente ( $d_a$ ), densidad real ( $d_r$ ), porosidad total, humedad gravimétrica, textura, humedad a capacidad de campo ( $\%H^{\circ} CC$ ) y la máxima capacidad de retención de agua del suelo ( $\%MCRA$ ).

Los resultados de las densidades del suelo la aparente y la real, resultado concordante con las texturas de suelos por cada parcela evaluadas, es decir la tendencia de la textura de estos suelos de franco arenosos (FrAo) a franco arcillo arenosos (FrArAo), estos son suelos de textura gruesa; al respecto Schoeneberger P. J., Wysocki, D.A., Benham E. C. y Broderson W. D. 2000; sostienen que los suelos que tienen comúnmente textura gruesa, el agua se

mueve rápidamente a través del suelo, por tanto el agua libre está muy profunda o no se encuentra.

1. La Textura en el trabajo de investigación, son de dos clases texturales predominantes, en primer lugar los francos arenosos (FrAo), seguidos de los franco arcillo arenosos (FrArAo). Pérez, E. (2016), sostiene que las texturas franco arenosos y franco arcillo arenosos, forman parte de los grupos texturales moderadamente gruesos (FrAo) y grupo de textura media (FrArAo). Indica el autor, que estos suelos tienen las siguientes características: son suelos de labranza fácil, de baja plasticidad, y cohesión baja; la erosión por el agua es bajo y alto por el viento; para los abonamientos y riegos es recomendable hacer aplicaciones relativamente pequeñas pero frecuentes; la humedad disponible en estas texturas es baja al igual que su humedad total. La fertilidad de estos suelos es baja y son de baja retención de nutrimentos. En consecuencia estos suelos en el Anexo Tabla N° 11, de la propuesta requieren mejorar estas condiciones físicas del suelo, y se puede hacer con el uso de una enmienda orgánica, con fines de forestación.

2. Los resultados del análisis de la humedad a capacidad de campo (%HCC) y el contenido de materia orgánica (%), presento para las parcelas A1B1M1, A1B1M2 y A1B1M3, una buena capacidad de campo, probablemente por el contenido medio a alto del porcentaje de materia orgánica, interpretado con tabla N° 10 y 11. Para las otras parcelas mantiene una %HCC bueno, pero el contenido de materia orgánica es intermedio. Estos resultados son concordantes con la máxima capacidad de retención de humedad (%MCRA). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (2017), indican que las partículas texturales del suelo como arena, limo y



arcilla se asocian para formar agregados y da unidades de mayor tamaño nombrados por peds. La textura y estructura del suelo, afecta directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión. El agua es el componente elemental que afecta la estructura del suelo con mayor importancia debido a su solución y precipitación de minerales y sus efectos en el crecimiento de las plantas. El mismo autor sostiene que mediante la densidad del suelo, se puede obtener la porosidad total del suelo; que se refiere al peso por volumen del suelo. La densidad real, de las partículas densas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65. Una densidad aparente alta indica un suelo compacto o tenor elevado de partículas granulares como la arena. Una densidad aparente baja no indica necesariamente un ambiente favorecido para el crecimiento de las plantas.

Las láminas de agua (mm) estimadas tabla 04, tabla 6 y la aplicación de la fórmula correspondiente según inciso 4.2.1.3. representan la cantidad de agua almacenada en el suelo, para mantener los cultivos o plantaciones, producto de las precipitaciones acumuladas en el suelos y las zanjas de infiltración. Así la parcela A1B1M2 – R tiene 533.16 mm y la parcela A2B2M3-R 1242.78 mm. CÁCERES, I. 2013, el autor sostiene que para una precipitación pluvial de campaña agrícola y la un promedio de 10 años de los meses, que duro el proyecto donde la precipitación, se observa una anomalía durante la investigación fue de 7.6 mm. Siendo muy bajo comparado con el promedio, y en los meses siguientes fue superior a lo normal. El sistema de gestión forestal de Chile (2012) manifiesta que, para un normal desarrollo del pino se requiere una precipitación de superior de 380 mm.

### 5.3. PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* D Don

Se evaluó diámetro de copas, el diámetro del tallo, y la altura de plantas. En la fig N° 08 A1B1M1, para el diámetro de copas se tuvo 11 cm el primer año, al segundo año A2B2M1, 20 cm y el tercer año A3B3M1 tiene 23 cm.

La relación de láminas de agua y el diámetro de copas, se estableció que hay incrementos significativos de año a año, en términos por ejemplo para A1B1M1 la planta reporto 11 cm el primer año, al segundo año A2B2M1, 20 cm y el tercer año A3B3M1 tiene 23 cm; esto significa que hay una diferencia de 9 cm de copa del primer año al segundo y de 12 cm del primero al tercero; esta tendencia es constante para el resto de resultados. Para la relación lámina de agua y el diámetro de tallo (fig 09), en la plantación de *Pinus radiata*, el ordenamiento de la intersección de valores de lámina de agua (cm) y diámetro de tallo (cm), la relación en la plantación de *Pinus radiata* se tiene que la lámina de agua está influyendo significativamente en el desarrollo del diámetro de tallo. En la fig N° 10, en sus intersecciones de valores de lámina de agua (cm) y altura de plantas (cm), en la plantación de *Pinus radiata*, se tiene que la lámina de agua está influyendo significativamente en el desarrollo de la altura de plantas.

CÁCERES, I. 2013. En su investigo el efecto de cristales hidrosolubles (Hidrosorb®), (*Pinus radiata* D. Don) frecuencia de riego y sustrato en almacigado de Pino (*Pinus radiata* D.) en el CP del Jaillihuaya. Puno – Perú; llegando a los siguientes resultados: 1ro el mejor nivel de cristales hidrosolubles (Hidrosorb®), en porcentaje de germinación es la dosis C0 (Sin cristales hidrosolubles), con un porcentaje de germinación de 66.02%, En altura de planta no se encontró diferencia significativa y para el diámetro de planta, la

mejor dosis fue C2 (25 gr de Cristales hidrosolubles) con 0.27 cm. 2do la mejor frecuencia de riego para la germinación de semillas, es la frecuencia F3 (cada 07 días), con un germinación de 63.61%, En altura de planta no se mostró diferencia significativa pero presenta los siguientes promedios en centímetros de 7.07 cm, 7.20 cm, 6.73 cm, 6.28 cm, 7.02 cm, 6.44 cm, 7.15 cm, 7.28 cm, 6.30 cm, 6.06 cm, etc., y para el diámetro de planta la mejor frecuencia fue F3 (cada 07 días), con 0.28 cm. 3ro El mayor índice de rentabilidad corresponde al tratamiento S2F2C1, con un índice de rentabilidad de 192. %, con un B/C 2.92 y el menor índice de rentabilidad corresponde al tratamiento S2F3C2, con una rentabilidad de 73% con un B/C de 1.73.

COMITÉ DE AGUA DE CORMA. (2015), Indican que por su parte, una hectárea de plantación adulta de Pino o Eucalipto, creciendo a un ritmo de 25 m<sup>3</sup> de madera por hectárea al año, y que se ubique en un área geográfica con 1200 mm de precipitación anual, para crecer requiere evapotranspirar un caudal equivalente a 0,3 l/seg (o 960 mm), es decir un 85% del agua que requiere, por ejemplo, el arándano. Este cálculo considera además un 25% de intercepción y un escurrimiento anual de 240 mm. Este nivel de uso de agua de las plantaciones forestales es enteramente entregado por las precipitaciones, la humedad del suelo, y en algunos sitios complementados por el aporte de aguas subterráneas, sólo si la napa freática es suficientemente superficial para que las raíces accedan a ella. Se determinó el efecto de las plantaciones de Pino Insigne, en los recursos hídricos de sitios localizados entre los 33 y los 40°S. Se estimó la intercepción del dosel, la evapotranspiración, la percolación y el contenido de agua del suelo en cada sitio de plantaciones de 12 a 17 años. Los doseles de las plantaciones interceptaron el 40% de la lluvia anual en sitios

donde la lluvia fue menor a 1200 mm/año. Solo un 15% fue retenido en sitios más húmedos. La evapotranspiración aumentó de sur a norte, alcanzando 55% en el sitio más nortino. En este sitio casi la totalidad de la precipitación fue evapotranspirada (sólo un 5% de la lluvia anual fue percolado). Comparado con coberturas herbáceas y de arbustos, las plantaciones de Pino registraron un alto consumo de agua por evapotranspiración y reducida percolación.

#### 5.4. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

En los resultados del análisis químico de suelos fueron los siguientes:

Reacción o pH del suelo, el más alto pH registrado 5 a 5.03 y los mínimos de 3.77, 4.02; registrados en la tabla N° 9 y comparando resultados con la tabla N° 10, de la ficha de interpretación del análisis de suelos, tenemos que estos están clasificados en extremadamente ácidos, y muy fuertemente ácido. Este hecho de los pHs encontrados, si constituyen un problema fuerte de estos suelos para los cultivos. La importancia de esta determinación del pH es corroborado por los autores que a continuación se refieren a esto, y otras propiedades químicas, quienes concuerdan en que la reacción o pH del suelo para *Pinus radiata*, es de pH igual o inferior a 7.4, y que oscile entre reacción neutra a ácida (pH hasta 7.4) ó pH entre 4.1 y 5.7 para algunos autores, pero óptimo entre 5.7 a 7.4.

El contenido de carbonatos de estos suelos investigados es muy bajo, razón por la cual hay el predominio de la acidez de estos suelos.

ARRES, C., MARQUES, J. y RAMIREZ, E. (2012), reporta su investigación, realizada con el objetivo de conocer los cambios en algunas propiedades del suelo a 18 años de establecida una plantación de *Pinus cembroides* subsp.

*orizabensis* D.K. Bailey, en un sitio de uso agrícola en el Ejido Los Molinos, Mpio. de Perote, Veracruz y su efecto en la retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico, donde se realizaron análisis del suelo en el sitio, previamente a la plantación (1992) y en 2011; los resultados muestran que existe un aumento de 0.55 % de materia orgánica en los 18 años de establecida la plantación, un dato con un valor inestimable, ya que hoy en día aún no existe un mecanismo o algún sistema que aporte este tipo de beneficio al hombre; el pH disminuyó de 6.66 a 6.1, en contraste, el Na, K, Punto de Marchitamiento Permanente, Agua Aprovechable y Capacidad de Campo aumentaron sus valores en diferentes proporciones, por lo que se deben equilibrar los espacios agrícolas con los forestales para disminuir la dependencia de suministros artificiales de fertilización.

Cortina, J. & Vallejo, V. R. 1993, investigaron y evaluaron la productividad de plantaciones de primera rotación de *Pinus radiata* D. Don de la comarca del Vallés, así como los cambios en la fertilidad edáfica tras la reforestación. Las plantaciones fueron establecidas sobre granodioritas tras el abandono de cultivos agrícolas. La acumulación de biomasa fue relativamente baja (biomasa de tronco 161 Mg ha<sup>-1</sup> a los 29 años) y se correlacionó positivamente con la profundidad del suelo. La calidad de la materia orgánica edáfica así como el pH disminuyeron en el tiempo. Los resultados se discuten en relación a otras especies de crecimiento rápido y a las prácticas silvícolas más comúnmente utilizadas.

Schlatter, J. y Otero, L. 1995 sostienen que las plantaciones de pino desarrollan una forma de humus del tipo moder, de estructura suelta, pero con una descomposición lenta para la situación climática de la región considerada.

En el bosque nativo, en cambio, la forma de humus dominante es del tipo mull, de rápida descomposición, y sólo en climas más fríos a mayor elevación presenta una moderización. La morfología del mantillo bajo bosque natural muestra una buena integración biológica con el suelo mineral, dando origen a un sistema gradual y bien estructurado, donde la fauna juega un rol principal. Bajo pino, en cambio, el límite entre mantillo y suelo minerales claro y se observa una disminución de la actividad de fauna, con un menor ritmo de descomposición. La causa se encuentra en las características químico-nutritivas de la hojarasca del pino, más pobre en calcio y nitrógeno y más rica en compuestos inhibidores como resina, ceras y lignina. Estas características y la mayor actividad fungosa en el mantillo de pino son causantes de un medio más ácido, que se proyecta en su efecto sobre el suelo mineral. En suelos de altas reservas en bases y capacidad de intercambio iónico, el efecto ácido es neutralizado en el límite mantillo/suelo mineral (Collipulli). Sin embargo, en suelos de menores reservas en bases, el efecto ácido se extiende al suelo mineral superficial, pudiendo afectar a mediano plazo la fertilidad de ésta (Valdivia). La conducta agresiva de una especie pionera como el pino radiata es probablemente adecuada para la colonización y habilitación de suelos recientes o erosionados; sin embargo, en otros suelos su efecto debe ser neutralizado con medidas silviculturales y de mejoramiento del suelo para mantener su fertilidad a mediano y largo plazo.

Los resultados de los contenidos de fósforo y potasio M1, M2 y M3, contrastados la tabla N° 10, para fosforo son de contenido bajo; para potasio es bajo excepto que M3 es medio. Las muestras M4, M5 y M6 tienen un contenido

de medio a alto. M7, M8 y M9 el contenido de fosforo es de tendencia bajo; y el potasio es bajo.

La fertilidad del suelo deducida en base al análisis de suelo, es baja, con características químicas de pH, contenidos de carbonatos, fósforo y potasio, resultaron no favorables para mantener una buena fertilidad de estos suelos, sin embargo presenta un buen contenido de materia orgánica en la mayoría de las parcelas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los resultados del análisis físico de suelos reporto la siguiente relación; la textura con la densidad aparente y densidad real tanto para el análisis físico de la primera remesa y segunda remesa demostraron que existen una correspondencia entre la clase textural y los valores de las densidades indicadas así como con la determinación de humedad de capacidad de campo y máxima capacidad de retención de agua.
2. Las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas instaladas a un año, la textura, la humedad de capacidad de campo, la lámina de agua, se presentó de la siguiente manera: para la parcela A1B1M1, la clase textural del suelo es FrAo, la humedad de capacidad de campo 20%, lo que deducido en lámina de agua fue de 52.06 mm, un equivalente 520.6 m<sup>3</sup>/ha. ; para la parcela A1B1M2, la clase textural del suelo es FrAo, la humedad de capacidad de campo 19.23% , lo que deducido en lámina de agua fue de 55.32 mm, un equivalente 553.20 m<sup>3</sup>/ha; la parcela A1B1M3, la clase textural del suelo es FrAo, la humedad de capacidad de campo 27.28% , lo que deducido en lámina de agua fue de 58.8 mm, un equivalente 568 m<sup>3</sup>/ha.
3. Las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas instaladas a dos años la textura, la humedad de capacidad de campo, la lámina de agua, se presentó de la siguiente manera: para la parcela A2B2M1, la clase textural del suelo es FrArAo, la humedad de capacidad de campo 29.57%, lo que deducido en lámina de agua fue de 86.76 mm, un equivalente 867.6 m<sup>3</sup>/ha. ; para la parcela A2B2M2, la



clase textural del suelo es Fr Ao, la humedad de capacidad de campo 21.44% , lo que deducido en lámina de agua fue de 68.48 mm, un equivalente 684 m<sup>3</sup>/ha; la parcela A2B2M3, la clase textural del suelo es FrAo, la humedad de capacidad de campo 23.86% , lo que deducido en lámina de agua fue de 76.33 mm, un equivalente 763.30 m<sup>3</sup>/ha

4. Las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas instaladas a tres años la textura, la humedad de capacidad de campo, la lámina de agua, se presentó de la siguiente manera: para la parcela A3B3M1, la clase textural del suelo es FrAo, la humedad de capacidad de campo 20.08%, lo que deducido en lámina de agua fue de 56.88 mm, un equivalente 568 m<sup>3</sup>/ha. ; para la parcela A3B3M2, la clase textural del suelo es Fr ArAo, la humedad de capacidad de campo 24.88% , lo que deducido en lámina de agua fue de 45.59 mm, un equivalente 455.90 m<sup>3</sup>/ha; la parcela A3B3M3, la clase textural del suelo es Fr Ao, la humedad de capacidad de campo 21.52% , lo que deducido en lámina de agua fue de 67.12 mm, un equivalente 671.20 m<sup>3</sup>/ha
5. La reacción o pH del suelo, que oscila entre los rangos de 4.02 a 5.03, que son pHs fuertemente ácidos a muy fuertemente ácidos: lo que constituye un serio problema para la mayoría de los cultivos incluyendo a las plantaciones forestales (*pinus radiata*). Hecho que se agrava con la poca presencia del contenido de carbonatos en los suelo, sin embargo se pueden mejorar estas condiciones haciendo algunas correcciones como la aplicación del encalado, para levantar el pH de estos suelos.

6. En *Pinus radiata* D Don, se evaluó diámetro de copas, el diámetro del tallo, y la altura de plantas; esto permitió comparar el efecto de las láminas de agua con estas características; en las láminas de agua y el diámetro de copas, se estableció que hay incrementos significativos de año a año, luego se tiene que la lámina de agua está influyendo significativamente en el desarrollo del diámetro de tallo y finalmente en altura de planta no se mostró diferencia significativa.

## VII. SUGERENCIAS

1. Recomendar a las Instituciones que llevan adelante programas de manejo de suelos y aguas, para los diferentes proyectos, realizar estudios de suelos que permitan conocer las condiciones edafoclimáticas de las áreas de proyectos, la fertilidad de estos, las fuentes de agua y otros aspectos.
2. Ante situaciones de baja fertilidad, limitaciones en los suelos por factores de las características físicas y químicas, tomar acciones correctivas de manejo de suelos y aguas.
3. Recomendar estudiar el efecto de las diferentes prácticas de conservación de suelos, entre ellas zanjas de infiltración, a fin de frenar procesos masivos de erosión.
4. Se recomienda la plantación de *Pinus radiata* D Don, que responde en altitudes arriba de 4000 metros con fines de protección.
5. Restituir los bosques andinos con actividades de forestación y reforestación, priorizarse el manejo de estas áreas con actividades de conservación, reforestación, manejo y recuperación del medio ambiente para la protección del suelo, agua, flora y fauna, cuencas hidrográficas, los ecosistemas, el medio ambiente y la seguridad de las poblaciones.

**VIII. BIBLIOGRAFIA**

1. ALCÁNTARA, G. H. (2010 – 2011). Fisiografía del departamento de Cajamarca. 28 p.
2. ANAYA M, MARTÍNEZ J. (2007). Manual Sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano en América Latina y El Caribe. Colegio de Postgraduados. Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia – CIDECALLI–, México. 156 pp.
3. ARIAS LEZCANO, W. (1997). Distribución probabilística de intensidad de lluvias en la cuenca del Mantaro. Tesis UNALM.
4. ARRES, C., MARQUES, J. y RAMIREZ, E. (2012). Algunas modificaciones físicas y químicas del suelo al establecer una plantación de *Pinus cembroides* ssp. *Orizabensis* D. K. Bailey plantation. Xalapa, México. *Foresta Veracruz*, vol. 14, núm. 1, marzo-agosto, 2012. pp. 2934.
5. CÁCERES, I. 2013. Efecto de cristales hidrosolubles (Hidrosorb) frecuencia de riego y sustrato en almacigado de Pino (*Pinus radiata* D.) en el CP del Jaillihuaya. Puno – Perú. Universidad Nacional del Altiplano. Tesis para Ing. Agrónomo. 106 p.
6. CARABIA S, J., (1996). Segunda Conferencia Regional Latinoamericana y del Caribe sobre la Convención de Lucha contra la Desertificación. Conferencia Magistral presentada en el acto de Inauguración. México, D.F.

7. CARRASCO J., SANHUEZA J. Técnicas de conservación de suelos. INIA Rayentué Capítulo 2 Jorge Riquelme. INIA Raihuén
8. CASANOVA M., et al. (2000). Cosecha de agua asociada a un sistema Acacia saligna/ pradera en el secano semiárido interior de la Zona Central de Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago, Chile.
9. CHOW, V. T. (1994). Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. USA.
10. COMITÉ DE AGUA DE CORMA. (2015). El agua y las plantaciones forestales. Concepción – Chile. Corporación Chilena de la madera. 40 p.
11. CONTÍN, A. 1986. Investigación de suelos. Métodos de laboratorio y procedimientos para recoger muestras. 4ta reimpresión. Traducido por Soil Conservation Service. México D. F. 90 p.
12. CORTINA, J. & VALLEJO, V. R. 1993. Efecto de las plantaciones de *Pinus radiata* sobre la fertilidad del suelo. Departament de Biologia Vegetal. Universitat de Barcelona. Avda Diagonal 645, 08028 Barcelona. \* Dirección actual: Dept. CARN (Ecología) Ap. 99 Universitat d' Alacant 03030 Alacant.
13. DOMINGUEZ N. (1987), “Estudio Agrológico Detallado y Clasificación de tierras con aptitud para riego de las áreas: Huancachupa e Higueras – Huánuco. Huánuco – Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. 107 p.

14. ESTEBAN R, EDWIN (2007), como elaborar proyectos de investigación en educación.
15. ESTRADA, S 2016. Cuantificación de la erosión hídrica superficial y pérdida de nutrientes en la degradación de suelos agrícolas. Con la aplicación de dos métodos de evaluación directa, parcelas de escorrentía y microparcelas de varillas de erosión, en la Microcuenca de Urambisa – Ambo – Huánuco 2015.
16. ESTRADA, J. ZAPATA, F. y BAZAN, R. 1970. Manual de análisis de suelos y plantas. La Molina, Lima, Universidad Nacional Agraria de la Molina. 84p.
17. FEMAP. (1998). Manual de plantaciones forestales para la sierra peruana. Pronamachcs. Lima-Perú. 165 p.
18. FAO. (1992). Erosión de Suelo en América Latina. Santiago. Chile 219 p.
19. FAO. (1967). “La erosión del suelo por el agua”. Roma.207 p.
20. FAO, 2010. Manual de prácticas de conservación de suelos y agua para la adaptación productiva a la variabilidad climática, Chile 2011, 33 p.
21. FERRERAS L., MAGRA G., BESSON P., KOVALEVSKI E. y GARCÍA F. Indicadores de calidad física en suelos de la Región Pampeana Norte de Argentina bajo siembra directa. Facultad de Ciencias Agrarias-UNR, Campo Experimental JF Villarino, CC 14, Zavalla (2125), Santa Fe. Iferrera@unr.edu.ar.

22. FITZPATRICK, E. A. 1985. Suelos, su formación, clasificación y distribución. 2da impresión. Traducido por Antonio Marino Ambrosio. México, D. F. Compañía Editorial Continental. 430 p.
23. FLORENTINO A. Métodos para medir el contenido de agua en el suelo. Methods for soil water content measurement. Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua, Venezuela. florentinoa@agr.ucv.ve
24. GABRIELS D., Y LOBO D. Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo Methods for determining granulometry and bulk density of the soil Universidad de Gante, Bélgica; 2Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía donald.gabriels@ugent.be , lobod@agr.ucv.ve
25. GASCÓ MONTES JM. 1998. Problemas y prácticas diferenciadas del control de la fertilidad en distintas zonas edafoclimaticos. En: la fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica Ed. Visor. Fundación Argentaria. Madrid.Llerena, C. (1988). Uso de varillas para medir la erosión hídrica. En: Revista Forestal, 15(2): 47- 57. UNALM: Lima.
26. GEOVANNY HERNEY MELÉNDEZ OVIEDO, 2012. Evaluación de las propiedades físicas de un suelo cultivado con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) bajo la aplicación de Biosólidos Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería Programa Académico de Ingeniería Agrícola Santiago de Cali, febrero de 2012. Trabajo de grado para optar el título de ingeniero agrícola.

27. Gobierno Regional de Cajamarca - 2012. Proyecto "Reforestación en las zonas altoandinas de las provincias San Pablo y San Miguel, Cajamarca" Cajamarca. Gerencia regional de Recursos Naturales y Gestion del Medio Ambiente.
28. GOMERO L., VELÁSQUEZ H. 1999. Manejo Ecológico de Suelos Conceptos, Experiencias y Técnicas. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos
29. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 1995. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima – Perú. 216 p.
30. JACKSON, M. L. 1964. Análisis químico de suelos. 2ª ed. Traducido por José Beltrán Martínez. Barcelona. OMEGA. 662 p.
31. KAPLÁN, A., S. LABELLA, L. RUCKS y A. DURÁN (1990) Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo. Código 165. Facultad de Agronomía. Montevideo. pp 1-12. S
32. LÓPEZ, R.; GONZALES, M. Crecimiento de *Pinus radiata* en Puno – Perú. Revista forestal del Perú. V.10(1-2):1-6. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales.
33. LOREDO C., 2005. Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas. México DF. INIFAP - CIRNE – Campo. Libro técnico N° 1. 187 p.
34. LOZANO L. Muestreo con fines de caracterización y evaluación de propiedades de los suelos Sampling for characterization and evaluating soil properties , Instituto de Edafología, Facultad de



- Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua, Venezuela.
35. Guía para descripción de suelos – FAO. (Este material se encuentra en la pag. Web de FAGRO/Departamento de suelo y Aguas/ Edafología
  36. Planilla (EXCEL) para la descripción e interpretación de suelos – FAO.
  37. MARTÍNEZ I., PRAT C., OVALLE C., ZAGAL E., STOLPE N., URIBE H., DEL POZO A. Evaluación de sistemas de labranza conservacionista para la mitigación de la erosión hídrica en un suelo alfisol de clima mediterráneo. Universidad de Concepción (1) Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (2) Instituto de Investigaciones Agropecuarias (3) Universidad de Talca (4) Email: imartinez@inia.cl
  38. MELÉNDEZ OVIEDO GH (2012), Evaluación de las propiedades físicas de un suelo cultivado con caña de azúcar (*saccharum officinarum*) bajo la aplicación de biosólidos, 111 p.
  39. MEZA, C. y DÍAZ A. (2010). Percepción ambiental de los paisajes y sus potencialidades: provincia de Huamalíes. Lima – Perú. Investigaciones sociales/ Vol. 14 N° 25, pp. 47-62 (2010). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
  40. MINISTERIO DE AGRICULTURA (2000). Proyecto Sierra Verde – Estudio Técnico Económico. Lima.
  41. MONT, R. y IRURTIA, C. Recuperación de la productividad en suelos degradados. Acuerdo de Asistencia Técnica entre el

- Instituto de Suelos del Centro de Recursos Naturales del INTA y Agrotécnica. Las Rosas SRL Argentina.
42. OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES – (ONERN). 1976. Mapa Ecológico del Perú, guía explicativa. Lima Escala 1/1000000. color
  43. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA - FAO (2017). Portal de suelos de la FAO.
  44. OSORIO, A. ACEVEDO, A., ORTEGA, S. y CAZANGA R, 1988. Efecto del Manejo y algunas propiedades del suelo sobre la densidad aparente. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Casilla 747, Talca, \* E-mail: matus@pehuenche.otalca.cl. Ing. Agr., Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias.
  45. PÉREZ, E. 2016. Manual de prácticas de edafología. Huánuco – Perú. Universidad Nacional Hermilio Valdizán – UNHEVAL.214 p.
  46. PRONAMACHCS. 1988. Impacto de la conservación de suelos y aguas en la sierra peruana. Lima – Perú. 20 p.
  47. PAULET M., AMAT Y LEÓN I. 1999. La conservación de suelos en la sierra del Perú. La conservación de suelos en la sierra del Perú Sistematización de la Experiencia de PROMANACHCS en la Lucha contra la Desertificación
  48. REICHARDT K. (1983). La física del suelo y la producción agrícola. Simposio internacional FAO/OIEA sobre el empleo de técnicas isotópicas y de radiación en los estudios sobre física del

- suelo y sobre riegos, Aix-en-Provence (Francia), 18 a 22 de abril de 1983. SANTA CRUZ Y, ET AL. (2008). Cosecha de agua, una práctica ancestral: manejo sostenible de las praderas naturales. Centro de estudios y promoción de desarrollo. Perú.
49. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. SENAMHI – 2011. Reporte meteorológico del distrito de Pachas, provincia de Dos de Mayo, departamento de Huánuco. Huánuco – Perú. Dirección Regional de Huánuco.
50. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. SENAMHI (2011). Emite el boletín meteorológico del distrito de Pachas, provincia de Dos de Mayo, departamento de Huánuco. Huánuco – Perú. Dirección Regional de Huánuco
51. SCHLATTER, J. y OTERO, L. 1995. Efecto de *Pinus radiata* sobre las características químico- nutritivas del suelo mineral superficial. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. Instituto Forestal, Valdivia, Chile.
52. SCHOENEBERGER P. J., WYSOCKI, D.A., BENHAM E. C. y BRODERSON W. D. 2000. Libro de campaña para descripción y muestreo de suelos. Lincoln, Nebraska. Centro Nacional de relevamientos de Suelos. Servicio de conservación de Recursos Naturales. Departamento de Agricultura de los EEUU.
53. SOTO, Y., 2006. Evaluación de un ensayo de silvicultura intensiva en plantación de Pino Insigne (*Pinus radiata* D. Don) en un suelo arenoso de la VIII Región. Santiago – Chile.

Universidad de Chile – Facultad de Ciencias Forestales – departamento de silvicultura. 84 p.

54. VARGAS C. 2012. “Caracterización físico-química de suelos en plantaciones de *Pinus radiata* en Acosa, Parroquia Lasso, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi”. Riobamba – Ecuador. Tesis para Ingeniería Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
55. VÁSQUEZ A., VÁSQUEZ I. VÁSQUEZ C. 2014. Cosecha del agua de lluvia y su impacto en el proceso de desertificación y cambio climático. Primera edición: Julio 2014.
56. VÁSQUEZ V., ABSALÓN. (2000). Manejo de Cuencas Alto andinas. UNALM. –Lima, Perú.
57. VÁSQUEZ V., ABSALÓN. (2011). Sistema de captación del agua de lluvia en Laderas semiáridas de la sierra y su impacto en el proceso de desertificación y cambio climático. UNALM – Lima, Perú. 146 p.
58. VILLACHICA, H., MORALES, C., BAZÁN, R. y ESTRADA, J. 1972. Manual de Laboratorio – Edafología. Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria de La Molina. 111 p.
59. VILLOTA, H. (1992). El Sistema CIAF de Clasificación Fisiográfica del Terreno. En: Revista CIAF, 1992, Vol. 13, No. 1, pp. 55 – 70

## IX. ANEXO

“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS, EN PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS MEDIANTE ZANJAS DE INFILTRACIÓN Y PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* EN LA COMUNIDAD DE RONDOBAMBA, DISTRITO DE PACHAS, PROVINCIA DE DOS DE MAYO”

Tabla N° 07. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS - ANÁLISIS DE PRIMERA REMESA

N°	Parcelas	Densidad M. Probeta			pH	% HG	TEXTURA				Carbonatos %	H° CC	MCRA
		da	dr	Porosidad Total			% arena	% arcilla	% limo	Clase textural			
1	A1B1M1	1.52	2.27	42.9	4.98	13.70	63.70	18.32	18.00	FrAo	0.3	20.02	39.011
2	A1B1M2	1.6	2.20	37.05	4.74	13.83	71.70	14.32	14.00	FrAo	0.3	19.23	25.244
3	A1B1M3	1.65	2.27	35.00	5.00	13.77	75.70	14.32	10.00	FrAo	0.6	27.28	36.107
4	A1B1M1-R	1.56	2.08	51.06	5.06	13.03	65.70	20.32	14.00	FrArAo	0.8	24.92	38.14
5	A1B1M2 -R	1.44	2.38	33.75	4.85	13.85	77.70	14.32	8.00	FrAo	0.6	14.81	21.747
6	A1B1M3 -R	1.55	2.17	48.42	5.14	19.72	55.70	24.32	20.00	FrArAo	0.1	30.52	46.712
7	A2B2M1	1.60	2.27	39.80	5.06	21.69	59.70	21.04	19.30	FrArAo	0.8	29.57	35.564
8	A2B2M2	1.45	2.21	43.00	4.96	18.89	67.70	17.60	14.70	FrAo	0.7	21.44	37.372
9	A2B2M3	1.51	2.27	45.89	5.17	20.22	65.70	16.32	18.00	FrAo	0.5	23.86	37.876
10	A2B2M1-R	1.44	2.17	42.27	6.64	12.66	69.70	14.32	16.00	FrAo	0	22.55	36.64
11	A2B2M2 -R	1.52	2.00	40.98	5.09	15.52	57.70	22.32	20.00	FrArAo	0.6	30.51	48.372
12	A2B2M3 -R	1.54	2.27	39.83	5.07	19.48	65.70	20.32	14.00	FrArAo	0.7	32.28	43.577
13	A3B3M1	1.44	2.50	45.45	5.01	15.80	71.70	16.32	12.00	FrAo	0.8	20.08	37.172
14	A3B3M2	1.63	2.10	37.80	4.95	11.19	63.70	24.32	12.00	FrArAo	0.5	24.88	33.581
15	A3B3M3	1.49	2.44	48.81	4.95	18.02	69.70	16.88	13.40	FrAo	0.5	21.52	35.91
16	A3B3M1-R	1.55	2.20	42.30	4.90	12.50	63.70	19.60	16.70	FrAo	0.7	18.33	30.853
17	A3B3M2 -R	1.47	2.38	47.73	5.02	12.28	67.70	17.60	14.70	FrAo	0.8	17.75	24.262
18	A3B3M3 -R	1.42	2.38	41.22	4.96	10.01	63.70	17.60	18.70	FrAo	0.6	18.06	26.299

%HG = porcentaje de humedad gravimétrica. da y dr = densidad aparente y densidad real. pH = reacción del suelo. H°CC % = humedad a capacidad de campo. MCRA % = máxima capacidad de retención de agua.

Tabla 07.a. Propiedades físicas de los suelos y materia orgánica

N°	Parcelas	Densidad M. Probeta			% HG	H° CC	MCRA	% MATERIA ORGÁNICA
		da	dr	Porosidad Total				
1	A1B1M1	1.52	2.27	42.9	13.70	20.02	39.011	2.45
2	A1B1M2	1.6	2.20	37.05	13.83	19.23	25.244	3.78
3	A1B1M3	1.65	2.27	35.00	13.77	27.28	36.107	5.95
4	A1B1M1-R	1.56	2.08	51.06	13.03	24.92	38.14	
5	A1B1M2 -R	1.44	2.38	33.75	13.85	14.81	21.747	
6	A1B1M3 -R	1.55	2.17	48.42	19.72	30.52	46.712	
7	A2B2M1	1.60	2.27	39.80	21.69	29.57	35.564	1.26
8	A2B2M2	1.45	2.21	43.00	18.89	21.44	37.372	2.69
9	A2B2M3	1.51	2.27	45.89	20.22	23.86	37.876	0.91
10	A2B2M1-R	1.44	2.17	42.27	12.66	22.55	36.64	
11	A2B2M2 -R	1.52	2.00	40.98	15.52	30.51	48.372	
12	A2B2M3 -R	1.54	2.27	39.83	19.48	32.28	43.577	
13	A3B3M1	1.44	2.50	45.45	15.80	20.08	37.172	1.12
14	A3B3M2	1.63	2.10	37.80	11.19	24.88	33.581	2.73
15	A3B3M3	1.49	2.44	48.81	18.02	21.52	35.91	0.84
16	A3B3M1-R	1.55	2.20	42.30	12.50	18.33	30.853	
17	A3B3M2 -R	1.47	2.38	47.73	12.28	17.75	24.262	
18	A3B3M3 -R	1.42	2.38	41.22	10.01	18.06	26.299	

“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS, EN PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS MEDIANTE ZANJAS DE INFILTRACIÓN Y PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* EN LA COMUNIDAD DE RONDOBAMBA, DISTRITO DE PACHAS, PROVINCIA DE DOS DE MAYO”

Tabla N° 08. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS - SEGUNDA REMESA DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

N°	Parcelas	Densidad M. Probeta			pH	HG. %	TEXTURA			Clase textural	Carbonatos %	H° CC	MCRA
		da	dr	Porosidad T.			% arena	% arcilla	% limo				
1	A1B1M1	1.52	2.27	42.90	4.69	8.85	63.7	18.32	18.0	FrAo	0.03	15.34	39.01
2	A1B1M2	1.60	2.20	37.05	4.47	19.48	71.7	14.32	14.0	FrAo	0.18	25.24	36.33
3	A1B1M3	1.65	2.27	35.00	4.60	15.73	75.7	14.32	10.0	FrAo	0.13	28.68	34.11
4	A1B1M1-R	1.56	2.08	51.06	4.45	21.28	65.7	20.32	14.0	FrArAo	0.08	38.14	40.84
5	A1B1M2 -R	1.44	2.38	33.75	4.61	13.70	77.7	14.32	8.0	FrAo	0.03	24.77	21.75
6	A1B1M3 -R	1.55	2.17	48.42	4.58	16.41	55.7	24.32	20.0	FrArAo	0.15	29.77	46.71
7	A2B2M1	1.60	2.27	39.8	4.24	16.56	59.7	21.04	19.3	FrArAo	0.25	29.05	35.56
8	A2B2M2	1.45	2.21	43	4.60	16.64	67.7	17.6	14.7	FrAo	0.28	30.21	37.37
9	A2B2M3	1.51	2.27	45.89	4.60	18.58	65.7	16.32	18.0	FrAo	0.18	29.97	37.88
10	A2B2M1-R	1.44	2.17	42.27	4.25	14.40	69.7	14.32	16.0	FrAo	0.03	25.54	36.64
11	A2B2M2 -R	1.52	2.00	40.98	4.27	19.47	57.7	22.32	20.0	FrArAo	0.23	30.85	38.37
12	A2B2M3 -R	1.54	2.27	39.83	4.20	20.27	65.7	20.32	14.0	FrArAo	0.18	28.58	38.21
13	A3B3M1	1.44	2.50	45.45	4.45	14.54	71.7	16.32	12.0	FrAo	0.13	26.11	37.17
14	A3B3M2	1.63	2.10	37.8	4.58	16.15	63.7	24.32	12.0	FrArAo	0.05	28.98	33.58
15	A3B3M3	1.49	2.44	48.81	4.66	15.64	69.7	16.88	13.4	FrAo	0.28	27.97	35.91
16	A3B3M1-R	1.55	2.20	42.3	4.33	14.28	63.7	19.6	16.7	FrAo	0.08	25.14	30.85
17	A3B3M2 -R	1.47	2.38	47.73	4.59	14.93	67.7	17.6	14.7	FrAo	0.10	26.84	34.26
18	A3B3M3 -R	1.42	2.38	41.22	4.61	11.70	63.7	17.6	18.7	FrAo	0.03	20.46	26.30

%HG = porcentaje de humedad gravimétrica. da y dr = densidad aparente y densidad real. pH = reacción del suelo. H°CC % = humedad a capacidad de campo. MCRA % = máxima capacidad de retención de agua

TABLA N° 9. "ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS"

<b>SOLICITANTE:</b>		<b>GENARO PAREDES PABLO</b>		<b>PROCEDENCIA:</b>		<b>RONDOBAMBA - PACHA - HUANUCO</b>																									
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						C/Ce	%	%	%								
				Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al					
		CULTIVO	REP	%	%	%	Textura	1:1	%	%	ppm	ppm																			
124	S0975	Forestal	M1	69.68	11.04	19.28	Franco Arenoso	4.32	2.45	0.11	3.89	84.96	----	2.01	0.69	--	--	1.37	0.33	5.20	67.29	32.71	26.36								
125	S0976	Forestal	M2	57.68	17.04	25.28	Franco Arenoso	5.00	3.78	0.17	6.54	30.99	----	2.79	0.78	--	--	0.41	0.09	4.07	87.71	12.29	10.08								
126	S0977	Forestal	M3	73.68	11.04	15.28	Arena Franca	5.03	5.95	0.27	5.99	367.04	----	2.50	0.89	--	--	0.70	0.10	4.19	80.91	19.09	16.70								
127	S0978	Forestal	M4	67.68	11.04	21.28	Franco Arenoso	4.48	1.26	0.06	26.65	99.96	----	2.67	0.69	--	--	0.00	0.00	3.36	100.00	0.00	0.00								
128	S0979	Forestal	M6	59.68	15.04	25.28	Franco Arenoso	3.77	2.69	0.12	13.39	107.45	----	3.43	0.79	--	--	3.00	0.20	8.22	51.32	48.68	46.25								
129	S0980	Forestal	M6	45.68	23.04	31.28	Franco	4.49	0.91	0.04	15.86	67.97	----	2.54	0.76	--	--	2.23	0.27	5.79	56.83	43.15	38.49								
130	S0981	Forestal	M7	57.68	17.04	25.28	Franco Arenoso	4.02	1.12	0.05	4.34	97.46	----	2.93	0.69	--	--	1.75	0.25	5.62	64.42	35.58	31.13								
131	S0982	Forestal	M8	53.68	23.04	23.28	Franco Arcillo Arenoso	4.26	2.73	0.12	11.93	52.98	----	2.49	0.73	--	--	2.40	0.50	6.11	52.54	47.46	39.28								
132	S0983	Forestal	M9	73.68	13.04	13.28	Arena Franca	4.77	0.84	0.04	5.35	200.91	----	3.51	0.95	--	--	1.54	0.36	6.36	70.13	29.87	24.21								

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
RECIBO N° 0509960  
TINGO MARIA, 14 DE AGOSTO 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LAB. ANÁLISIS DE SUELOS  
Ing. Luis G. Mancilla Minaya  
JEFE



## MÉTODOS ANALÍTICOS

01. Análisis Mecánico. Textura por el método del hidrómetro
02. pH método del potenciómetro, relación suelo - agua 1:1
03. C.E: Conductímetro – Extracto Acuoso 1:1
04. Materia orgánica: Método de Walkey y Black
05. Nitrógeno Total: Micro Kjeldahl
06. Fósforo disponible: Método de Olsen modificado. Extracto de  $\text{NHCO}_3$  0.5M, pH 8.5
07. Potasio Disponible: Método de acetato de amonio 1N. pH 7.0
08. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Método de acetato de amonio 1N. pH 7.0
  - Ca: Absorción atómica
  - Mg: Absorción atómica
  - K : Absorción atómica
  - Na: Absorción atómica
09. C.I.C efectiva: Desplazamiento con KCl 1N (Suelos en pH < 5.6)  
Aluminio más Hidrógeno: Método de Yuan.
10. Plomo y Cadmio disponible: Método EDTA 0.05M - Absorción Atómica
11. Densidad Aparente, Densidad Real, Porcentaje de Porosidad: Método de la Probeta

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA – LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS**  
**ANÁLISIS DE SUELOS**

SOLICITANTE				PAREDES PABLO, GENARO						PROCEDENCIA:				RONDOBAMBA - PACHAS - HUÁNUCO									
N°	Cod. Lab.	Datos de la muestra		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
		Cultivo	Ref	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	1:1	%	%	ppm	ppm		Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
124	50975	Forestal	M1	69.68	11.04	19.28	Franco arenoso	4.32	2.45	0.11	3.89	84.96	---	2.81	0.69	---	---	1.37	0.33	5.20	67.69	32.71	26.36
125	50976	Forestal	M2	57.68	17.04	25.28	Franco arenoso	5.00	3.78	0.17	6.54	30.99	---	2.79	0.78	---	---	0.41	0.09	4.07	87.71	12.29	10.08
126	50977	Forestal	M3	73.68	11.04	15.28	Arena franca	5.03	5.95	0.27	5.99	367.84	---	2.50	0.89	---	---	0.70	0.10	4.19	80.91	19.09	16.70
127	50978	Forestal	M4	67.68	11.04	21.28	Franco arenoso	4.48	1.26	0.06	26.65	99.96	---	2.67	0.69	---	---	0.00	0.00	3.36	100.00	0.00	0.00
128	50979	Forestal	M5	59.68	15.04	25.28	Franco arenoso	3.77	2.69	0.12	13.39	107.45	---	3.43	0.79	---	---	3.80	0.20	8.22	51.32	48.68	46.25
129	50980	Forestal	M6	45.68	23.04	31.28	Franco	4.49	0.91	0.04	15.86	67.97	---	2.54	0.76	---	---	2.23	0.27	5.79	56.85	43.15	38.49
130	50981	Forestal	M7	57.68	17.04	25.28	Franco arenoso	4.02	1.12	0.05	4.34	97.46	---	2.93	0.69	---	---	1.75	0.25	5.62	64.42	35.58	31.13
131	50982	Forestal	M8	53.68	23.04	23.28	Franco arcillo arenoso	4.26	2.73	0.12	11.93	52.98	---	2.49	0.73	---	---	2.40	0.50	6.11	52.54	47.46	39.28
132	50983	Forestal	M9	73.68	13.04	13.28	Arena franca	4.77	0.84	0.04	5.35	200.91	---	3.51	0.95	---	---	1.54	0.36	6.36	70.13	29.87	24.21

TABLA N° 10. FICHA DE INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS

DETERMINACIONES Y MÉTODOS DE LOS ANÁLISIS	
DETERMINACIONES	MÉTODOS
1. FÍSICO - MECÁNICO (TEXTURA)	Hidrómetro de Bouyoucos
2. REACCIÓN DEL SUELO	Potenciométrico
3. CALCÁREO	Volumétrico
4. MATERIA ORGÁNICA	Método volumétrico - Walkley y Black
5. NITRÓGENO TOTAL	Relación: % materia orgánica x 0.045
6. FOSFORO (P)	Método Espectrométrico Watanabe y Olsen Modificado
7. POTASA (K <sub>2</sub> O)	Método colorimétrico: Morgan Modificado
8. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	Método volumétrico: Acetato de amonio 1N a pH 7.
9. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Método conductivimétrico
10. ACIDEZ CAMBIABLE	Método del Cloruro de potasio

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

NIVEL	Materia orgánica %	Nitrógeno total %	Calcáreo %	Fosforo P-Olsen (ppm)	Potasio (K <sub>2</sub> O) (NaOAc 1N pH 4.8) kg/ha K <sub>2</sub> O	Capacidad intercambio catiónico me/100 g	Acidez me/100 g	Salinidad de suelos Conductividad eléctrica (CE) Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)		
								Tipo de suelo	CE (dS/m)	PSI (%)
BAJO	0 - 2	0 - 0.1	0 - 2	0 - 7	0 - 300	0 - 10	0 - 0.5	Normal	2	< 15
MEDIO	2 - 4	0.1 - 0.2	2 - 4	7 - 14	300 - 60	10.1 - 20	0.51 - 1.5	Salino	> 2	< 15
ALTO	+ 4	+ 0.2	+ 4	+ 14	+ 600	+ 20	+ 1.5	Sódico	< 2	> 15
								Salino sódico	> 2	> 15

GRUPOS TEXTURALES	TEXTURA	REACCIÓN DEL SUELO
Gruesa	: Arena (Ao), Arena franca (AoFr)	Menor a 4.5 : Extremadamente ácido
Moderadamente gruesa	: Franco arenoso (FrAo).	4.5 a 5.0 : muy fuertemente ácido
Media	: Franco (Fr), Franco limoso (FrLo), Limoso (Lo), Franco arcilloso (FrAr), Franco arcillo arenoso (FrArAo), Franco arcillo limoso (FrArLo).	5.1 a 5.5 : fuertemente ácido
		5.6 a 6.0 : moderadamente ácido
		6.1 a 6.5 : ligeramente ácido
		6.6 a 7.3 : Neutro
		7.4 a 7.8 : medianamente básico
		7.9 a 8.4 : básico
Fina	: Arcillo arenoso (ArAo), Arcillo limoso (ArLo), Arcilla (Ar).	8.5 a 9.0 : ligeramente alcalino
		9.1 a 10 : alcalino
Muy fina	: Mayor de 60% de arcilla.	Mayor a 10.0 : fuertemente alcalino
		REFERENCIA: pH (USDA) – Fuentes (1999)

NIVEL	Calcio	Magnesio	Potasio	Materia orgánica (%)
	Meq/100g			
Muy pobre		<0,5	<0,1	<0,50
Pobre	1,0 a 2,5	0,5 a 1,0	0,1 a 0,3	0,5 a 1,0
Mod. provisto	2,5 a 4,0	1,0 a 2,0	0,3 a 0,5	1,0 a 1,5
Normal	4,0 a 7,5	2,0 a 3,0	0,5 a 0,8	1,5 a 2,0
Bien provisto	7,5 a 12,5	3,0 a 5,0	0,8 a 1,0	2,0 a 3,5
Rico	12,5 a 20,0	5,0 a 6,5	1,0 a 1,5	3,5 a 5,0
Muy rico	> 20,0	> 6,5	> 1,5	> 5,0

Fuente: Carlos Mario García en "Interpretación de análisis de suelos".

TABLA N° 11. FICHA DE INTERPRETACION DE ANALISIS FÍSICO DE SUELOS

TEXTURA	Densidad aparente g/cc	Porosidad total %	Capacidad de <sup>1</sup> campo %hd. Grav.	Punto de marchitez %hd. Grav.	Espacio aereo %	CIC me/100 g
Arenoso	1.6 – 1.8	32 – 42	8 – 10	3 – 4.5	< de 22.7	
Franco arenoso	1.5 – 1.6	40 – 43	15 – 17	6 – 7.5	18	
Franco	1.4 – 1.5	43 – 47	17 – 20	7.5 – 9.5	17.2	
Franco arcilloso	1.3 – 1.4	47 – 51	22- 26	9.5 – 11	15.4	
Arcilloso	1.1 – 1.3	51 - 55	30 - 26	11 - 19	8.1	

---

<sup>1</sup> A 0.33 bar de tensión = concepto físico

"Evaluación de propiedades físicas de suelos en prácticas conservacionistas, mediante zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata*, en la Comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo"

Tabla N° 12. EVALUACIÓN DE PLANTONES DE PINO DE UN AÑO

PLANTONES DE UN AÑO														
DIÁMETRO DE TALLO (cm)														
1.5	1.55	1.6	1.7	1.5	1.6	1.8	2	1.4	1.6	1.8	1.6	1.8	1.9	
DIÁMETRO DE COPA (cm)														
11	13	11	14	17	19	16	18	16	12	14	17	16	13	
ALTURA DE PLANTA (cm)														
55	60	62	52	57	69	70	80	60	65	80	90	78	85	

"Evaluación de propiedades físicas de suelos en prácticas conservacionistas, mediante zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata*, en la Comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo"

Tabla N° 13. EVALUACIÓN DE PLANTONES DE PINO DE DOS AÑOS

PLANTONES DE DOS AÑO													
DIÁMETRO DE TALLO (cm)													
2	2.5	2.1	2.2	2	2.3	2.5	2.4	2.1	2.3	2.4	2.3	2.1	2.4
DIÁMETRO DE COPA (cm)													
19	18	20	21	18	19	20	21	19	18	19	21	22	20
ALTURA DE PLANTA (cm)													
92	95	99	100	110	99	95	96	99	100	95	92	93	94

"Evaluación de propiedades físicas de suelos en prácticas conservacionistas, mediante zanjas de infiltración y plantaciones de *Pinus radiata*, en la Comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo"

Tabla N° 14. EVALUACIÓN DE PLANTONES DE PINO DE TRES AÑOS

PLANTONES DE TRES AÑO													
DIÁMETRO DE TALLO (cm)													
2.2	2.8	2.9	2.1	2	2.5	2.7	2.3	2.2	2.5	2.9	3	2.3	2.8
DIÁMETRO DE COPA (cm)													
22	21	23	22	21	21	22	23.5	23.5	21.5	22	21	21	23
ALTURA DE PLANTA (cm)													
110	105	104	106	100	100	115	170	108	109	110	109	109	110

Tabla N° 15.- RESULTADOS DE LA LÁMINA DE AGUA

N°	PARCELA	Porosidad Total	Lámina de agua (mm)	V m <sup>3</sup> /ha	Clase textural
1	A1B1M1	42.9	76.08	760.76	FrAo
2	A1B1M2	37.05	76.92	769.20	FrAo
3	A1B1M3	35	112.53	1125.30	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	97.19	971.88	FrArAo
5	A1B1M2 -R	33.75	53.32	533.16	FrAo
6	A1B1M3 -R	48.42	118.27	1182.65	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	118.28	1182.80	FrArAo
8	A2B2M2	43	77.72	777.20	FrAo
9	A2B2M3	45.89	90.07	900.71	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	81.18	811.80	FrAo
11	A2B2M2 -R	40.98	115.94	1159.38	FrArAo
12	A2B2M3 -R	39.83	124.28	1242.78	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	72.29	722.88	FrAo
14	A3B3M2	37.8	101.39	1013.86	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	80.16	801.62	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	71.03	710.28	FrAo
17	A3B3M2 -R	47.73	65.23	652.31	FrAo
18	A3B3M3 -R	41.22	64.11	641.13	FrAo



Tabla N° 16.- Lámina de agua (cm) y diámetro de copa (cm)

N°	Parcela	Porosidad Total	V m <sup>3</sup> /ha	Lámina de agua (cm)	Diámetro de copa (cm)	Clase textural
1	A1B1M1	42.9	760.76	7.61	11	FrAo
2	A1B1M2	37.05	769.2	7.69	13	FrAo
3	A1B1M3	35	1125.3	11.25	17	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	971.88	9.71	14	FrArAo
5	A1B1M2 -R	33.75	533.16	5.33	11	FrAo
6	A1B1M3 -R	48.42	1182.65	11.83	16	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	1182.8	11.83	20	FrArAo
8	A2B2M2	43	777.2	7.77	19	FrAo
9	A2B2M3	45.89	900.715	9.01	21	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	811.8	8.12	19	FrAo
11	A2B2M2 -R	40.98	1159.38	11.59	18	FrArAo
12	A2B2M3 -R	39.83	1242.78	12.43	22	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	722.88	7.23	23	FrAo
14	A3B3M2	37.8	1013.86	10.14	25	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	801.62	8.02	24	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	710.2875	7.1	22	FrAo
17	A3B3M2 -R	47.73	652.3125	6.52	24	FrAo
18	A3B3M3 -R	41.22	641.13	6.41	24	FrAo

Tabla N° 17.- Lámina de agua (cm) y diámetro de tallo (cm)

N°	Parcela	Porosidad Total	V m <sup>3</sup> /ha	Diámetro de tallo (cm)	Lámina de agua (cm)	Clase textural
1	A1B1M1	42.9	760.76	1.5	7.61	FrAo
2	A1B1M2	37.05	769.20	1.55	7.69	FrAo
3	A1B1M3	35	1125.30	1.8	11.25	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	971.88	1.7	9.71	FrArAo
5	A1B1M2 -R	33.75	533.16	1.3	5.33	FrAo
6	A1B1M3 -R	48.42	1182.65	1.9	11.83	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	1182.80	2.4	11.83	FrArAo
8	A2B2M2	43	777.20	2.1	7.77	FrAo
9	A2B2M3	45.89	900.72	2.3	9.01	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	811.80	2.1	8.12	FrAo
11	A2B2M2 -R	40.98	1159.38	2.5	11.59	FrArAo
12	A2B2M3 -R	39.83	1242.78	2.7	12.43	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	722.88	3.5	7.23	FrAo
14	A3B3M2	37.8	1013.86	3.8	10.14	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	801.62	3.3	8.02	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	710.29	3.1	7.1	FrAo
17	A3B3M2 -R	47.73	652.31	3.2	6.52	FrAo
18	A3B3M3 -R	41.22	641.13	3.4	6.41	FrAo

Tabla N° 18.- Lámina de agua (cm) y altura de plantas (cm)

N°	Parcela	Porosidad Total	V m <sup>3</sup> /ha	Altura de plantas (cm)	Lámina de agua (cm)	Clase textural
1	A1B1M1	42.9	760.76	55	7.61	FrAo
2	A1B1M2	37.05	769.20	60	7.69	FrAo
3	A1B1M3	35	1125.30	67	11.25	FrAo
4	A1B1M1-R	51.06	971.88	65	9.71	FrArAo
5	A1B1M2 -R	33.75	533.16	57	5.33	FrAo
6	A1B1M3 -R	48.42	1182.65	70	11.83	FrArAo
7	A2B2M1	39.8	1182.80	99	11.83	FrArAo
8	A2B2M2	43	777.20	92	7.77	FrAo
9	A2B2M3	45.89	900.72	93	9.01	FrAo
10	A2B2M1-R	42.27	811.80	94	8.12	FrAo
11	A2B2M2 -R	40.98	1159.38	95	11.59	FrArAo
12	A2B2M3 -R	39.83	1242.78	97	12.43	FrArAo
13	A3B3M1	45.45	722.88	155	7.23	FrAo
14	A3B3M2	37.8	1013.86	162	10.14	FrArAo
15	A3B3M3	48.81	801.62	170	8.02	FrAo
16	A3B3M1-R	42.3	710.29	149	7.1	FrAo
17	A3B3M2 -R	47.73	652.31	140	6.52	FrAo
18	A3B3M3 -R	41.22	641.13	142	6.41	FrAo

Fig. 18. Plano de ubicación de las parcelas en investigación

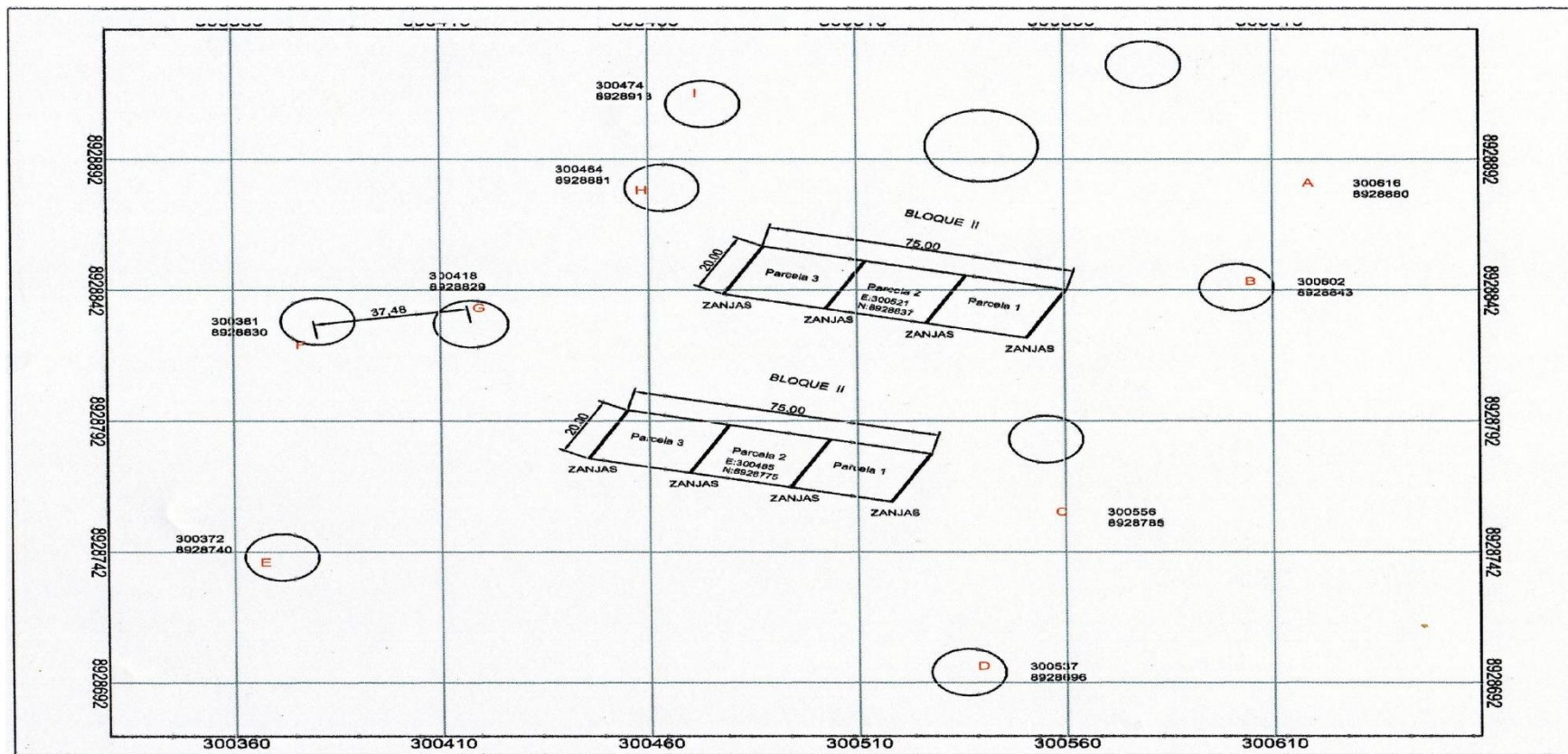


FIG. 19. Plano de plantación de Pino a un año

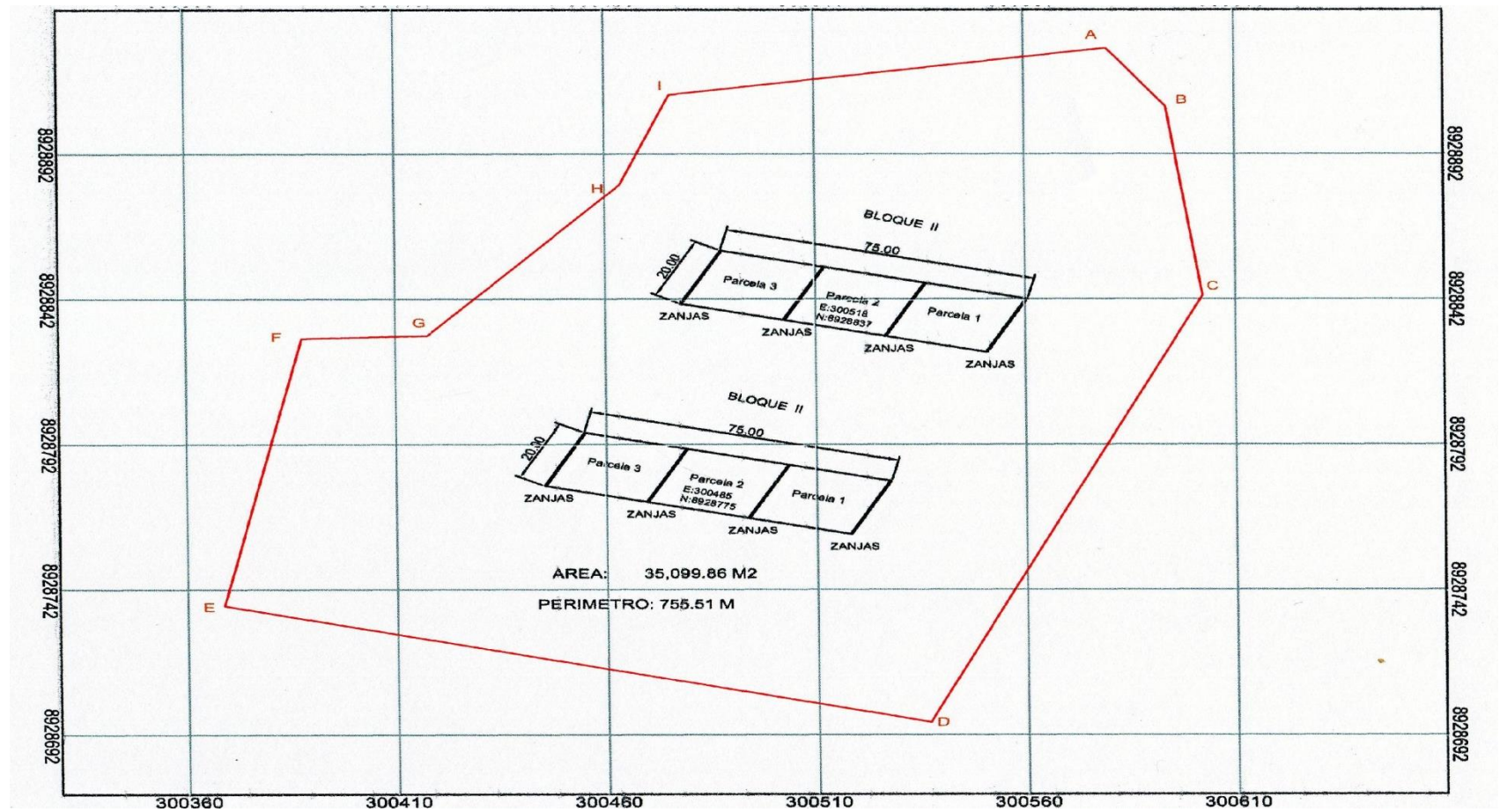
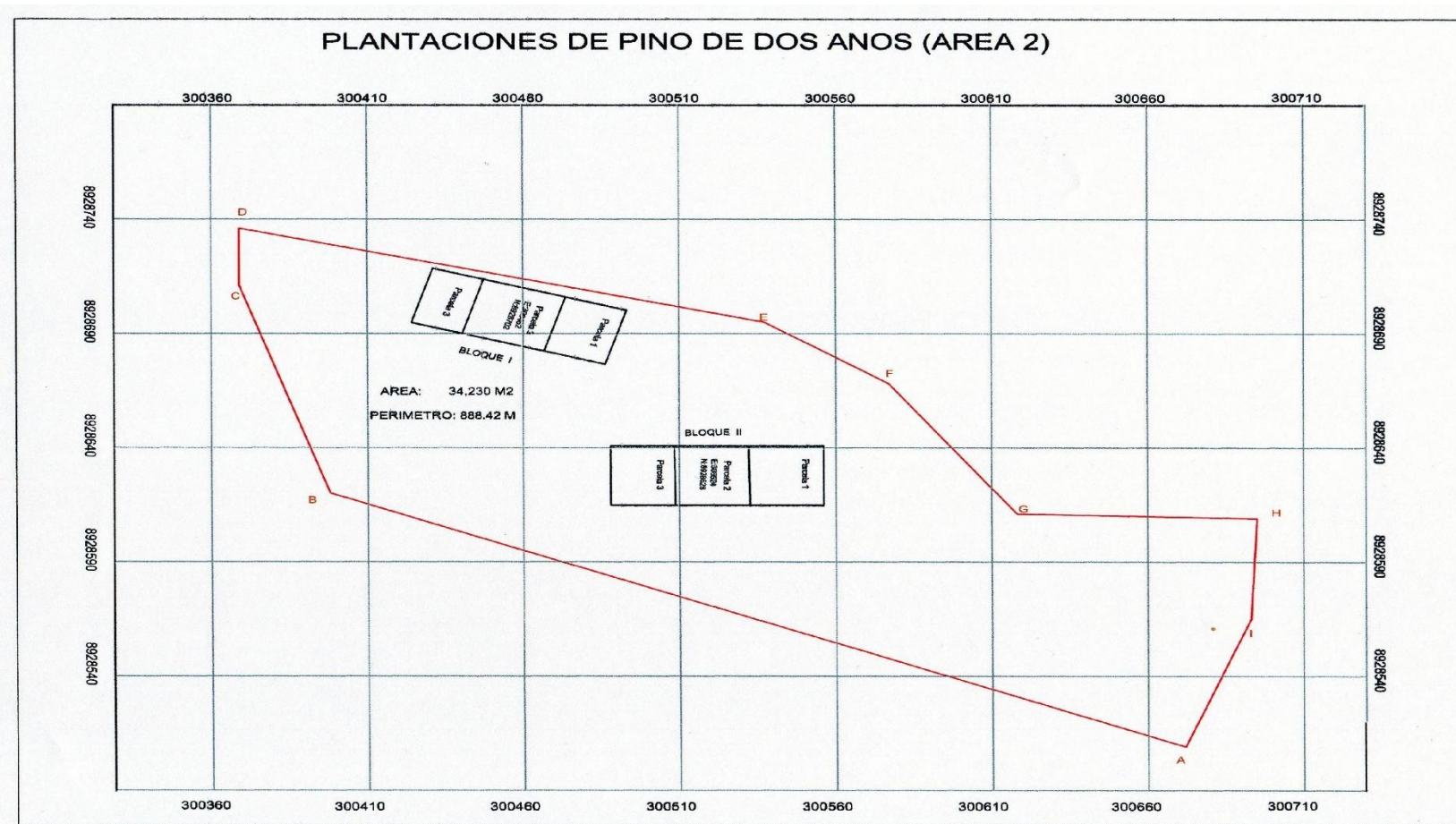


FIG. 20. Plano de plantación de Pino a dos años



**FIG. 21. Plano de plantación de Pino a tres años**

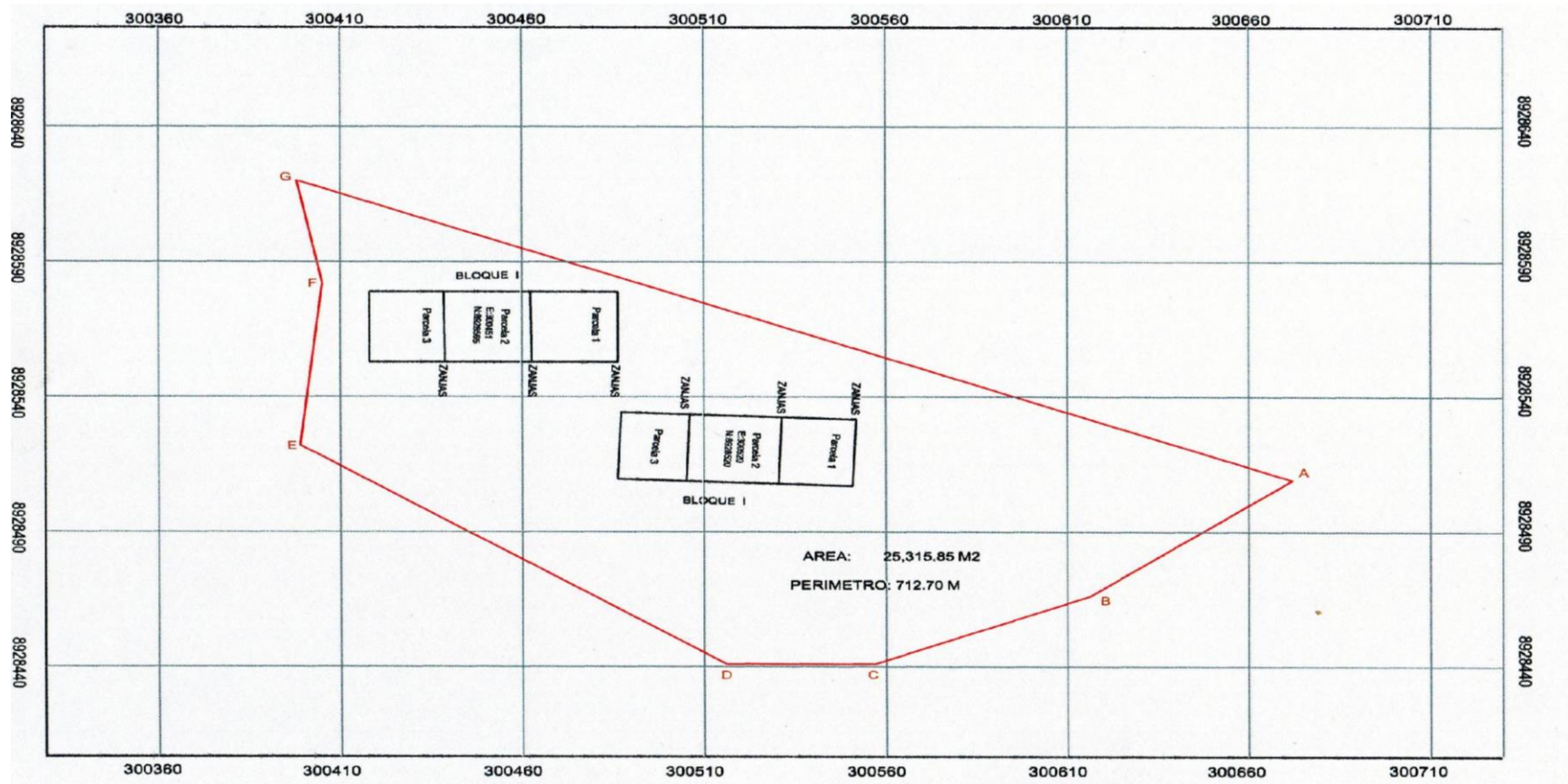


Tabla N° 19. INFORMACION METEOROLOGICA


<b>Estacion:</b>	<b>CO-JACAS CHICO</b>	<b>DPTO:</b>	<b>HUANUCO</b>
<b>Latitud:</b>	<b>09° 53' 5.05" S</b>	<b>PROV:</b>	<b>YAROWILCA</b>
<b>Longitud:</b>	<b>76° 30' 3.37" W</b>	<b>DIST:</b>	<b>JACAS CHICO</b>
<b>Altitud:</b>	<b>3, 673 msnm</b>	<b>PERIODO/AÑO</b>	<b>1994-2013</b>

Tabla N° 20. Temperatura media mensual en °C

DÍA AÑO/ MES	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)												PROMEDIO/AÑO
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
2000	7.8	7.6	7.9	7.4	8.6	7.2	7.4	8.2	8.8	8.7	8.8	9.1	8.1
2001	8.7	8.5	8.4	7.5	8.8	6.5	6.9	8.4	8.4	8.9	8.7	8.8	S/D
2002	7.9	8.9	9.2	6.4	8.3	7.1	7.2	7.4	7.7	8.4	9.3	8.3	S/D
2003	9.3	7.7	8.4	5.2	8.1	7.8	6.8	7.3	7.6	9.0	9.6	9.0	8.0
2004	9.1	8.5	9.1	9.2	8.5	6.7	6.9	6.3	7.9	8.5	9.3	9.1	8.3
2005	9.2	8.9	8.9	9.3	8.9	7.8	6.9	7.7	8.0	8.6	9.2	8.6	8.5
2006	8.3	8.8	8.6	8.7	7.7	7.1	7.2	7.5	8.4	8.9	8.6	9.0	8.2
2007	9.0	8.7	8.4	8.7	8.5	7.7	6.9	7.4	7.6	8.3	8.8	8.6	8.2
2008	8.3	8.2	7.9	8.1	7.5	7.2	6.6	7.7	7.7	8.2	9.1	8.6	7.9
2009	8.2	7.9	8.0	8.1	7.7	7.1	6.3	7.1	7.8	9.1	9.0	8.9	7.9
2010	8.8	9.0	9.3	8.9	8.5	7.5	7.5	7.4	8.0	8.5	8.7	8.2	8.4
2011	7.9	7.5	7.9	7.9	7.6	6.9	6.3	7.1	7.4	7.8	8.6	7.7	7.6
2012	7.9	7.4	7.5	7.5	7.1	6.2	5.7	6.5	6.9	8.1	8.4	7.5	7.2
2013	8.0	7.7	7.8	7.9	7.7	6.6	6.3	6.8	7.9	8.4	8.9	7.8	7.7



Figura N° 22. Temperatura media mensual en °C



MINISTERIO DEL AMBIENTE  
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
DIRECCION REGIONAL HUANUCO

ESTACION : CO. DOS DE MAYO  
PERIODO : 2003-2011

**UBICACIÓN DE LA ESTACION METEOROLOGICA**

DEPARTAMENTO: HUANUCO                      LATITUD : 09° 42' 05"  
PROVINCIA : DOS DE MAYO                      LONGITUD : 76° 46' 03"  
DISTRITO : PACHAS                      ALTITUD : 3613 m.s.n.m.

**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL 2003-2011**

AÑO	ENER	FEB	MARZ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2003	233.8	259.3	262.8	66.3	49.0	0.0	14.4	12.0	53.6	57.0	94.7	117.5
2004	34.3	161.1	250.1	76.9	30.1	0.0	27.4	2.1	21.9	88.3	119.3	129.9
2005	115.8	83.1	170.7	39.3	50.0	0.0	0.0	25.7	21.0	24.3	84.0	162.4
2006	128.0	128.0	138.9	112.9	9.2	31.1	7.1	13.2	58.2	104.4	90.8	69.1
2007	90.9	66.9	183.4	83.1	19.6	1.2	7.6	4.9	17.6	64.5	92.9	83.8
2008	105.7	108.8	92.2	39.7	16.2	14.0	0.6	1.7	33.2	97.1	54.4	122.9
2009	167.6	134.1	150.4	76.4	43	8.5	12.7	23.9	37.9	68.8	111.6	106.1
2010	99.4	115.6	145.7	66.5	13.7	8.4	6.7	5.2	14.0	79.4	151.9	128.5
2011	122.0	139.7	159.3	91.6	27.4	3.5	11.4	1.4	37.7	74.9	75.3	135.3

HIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

Foto N° 02. Plantación de Pino del área de investigación



Foto N° 03. Evaluando plantación de Pino



Foto N° 04. Apertura de calicatas y muestreo de suelos.



Tabla N° 21. MATRIZ DE CONSISTENCIA  
MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS, EN PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS MEDIANTE ZANJAS DE INFILTRACIÓN Y PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* EN LA COMUNIDAD DE RONDOBAMBA, DISTRITO DE PACHAS, PROVINCIA DE DOS DE MAYO- HUÁNUCO”

Problema de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general.</b>	<b>1. V. Independiente</b>		Observación	
¿Cuáles son las propiedades físicas de los suelos, con prácticas conservacionistas de zanjas de infiltración y plantaciones de <i>Pinus Radiata</i> en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo?	<p>Evaluar las propiedades físicas de suelos, con prácticas conservacionistas de zanjas de infiltración y plantaciones de <i>Pinus radiata</i> en la comunidad de Rondobamba, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>1. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de <i>Pinus radiata</i>, instaladas hace un año, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.</p> <p>2. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de <i>Pinus radiata</i>, instaladas hace dos años, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.</p> <p>3. Determinar las propiedades físicas de los suelos en prácticas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de <i>Pinus radiata</i>, instaladas hace tres años, en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.</p>	<p>Al evaluar las practicas conservacionistas con zanjas de infiltración y plantaciones de <i>Pinus radiata</i> D. Don, influye en la mejora las propiedades físicas de los suelos: textura, densidad, humedad, la mayor capacidad de retención de agua de los suelos, que redundara en la lámina de agua y otros; en la comunidad de Rondobamba Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo.</p>	<p>Practicas conservacionista</p> <p>Plantaciones de <i>Pinus radiata</i> D. Don.</p> <p><b>2. V. dependiente</b></p> <p>- Propiedades físicas de los suelos.</p> <p>Desarrollo de <i>Pinus radiata</i> D. Don</p>	<p>1. Zanjas de Infiltración</p> <p>2. Evaluación de plantaciones de <i>Pinus radiata</i></p> <p>3. Textura de suelos.</p> <p>4. Densidad de suelos.</p> <p>5. Humedad de suelos</p> <p>6. Lámina de agua.</p> <p>7 Desarrollo de <i>Pinus radiata</i> D. Don</p>	<p>Mapas</p> <p>Carta nacional</p> <p>GPS</p> <p>Tablas</p> <p>Cuadros</p> <p>Gráficos</p> <p>AutoCAD</p> <p>Observación</p> <p>Análisis de suelos (químico y físico)</p> <p>Medición</p> <p>Conteo Pesado</p> <p>Análisis de datos mediante Excel</p> <p>Tablas Cuadros</p> <p>Gráficos</p> <p>Análisis documental</p>	<p>PC</p> <p>Software</p> <p>Ficha de registro</p> <p>Laboratorio</p> <p>Reactivos</p> <p>Balanza de precisión</p> <p>Metro</p> <p>Ficha de Registro</p> <p>PC</p> <p>Software</p>

<p><b>BIOGRAFIA:</b></p> <p><b>Genaro Paredes Pablo</b></p> <p>Nació en el Centro Poblado de Pichgas, Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo, Región Huánuco, hijo de Don Juan Paredes Ostos y Doña Josefina Pablo Silva, sus estudios de educación primaria lo realizó en su Localidad natal y sus estudios de educación secundaria lo realizó en el Colegio Nacional de Menores de Quivilla-Distrito de Quivilla, Es Ingeniero Agrónomo, magister en Gestión y Negocios, Mención Gestión de Proyectos, por la UNHEVAL, ha sido trabajador de Administración Técnica y Fauna Silvestre-Huánuco- Ex INRENA.</p>	<p>Ha sido trabajador del Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos –<b>PRONAMACHCS</b> - Ministerio de Agricultura y Riego – Huamalés-Huánuco, actualmente es especialista del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural –<b>AGRO RURAL</b>-Ministerio de Agricultura y Riego, en la Agencia Zonal Dos de Mayo-Huánuco, responsables de las áreas de: Infraestructura de Riego, Conservación de Suelos, Desarrollo Forestal, Producción Agropecuaria y de los Programas Presupuestales, es miembro del Colegio de Ingenieros del Perú-Consejo Departamental de Huánuco.</p>
---	--



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN  
Huánuco - Perú

ESCUELA DE POSGRADO

Campus Universitario, Pabellón V "A" 2da. Piso - Caynuyana  
Teléfono 514780 - Pág. Web: www.posgrado.unhival.edu.pe



### ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE MAESTRO

En el Auditorio de la Escuela de Posgrado, siendo las 10:00 hrs., de día miércoles 28.MARZO.2018, ante los Jurados de Tesis constituido por los siguientes docentes:

Dra. Clorinda Natividad BARRIONUEVO TORRES	Presidenta
Dr. Ciro Ángel LAZO SALCEDO	Secretario
Mg. Eugenio Fausto PEREZ TRUJILLO	Vocal

Asesor de Tesis, Dr. Edwin ESTEBAN RIVERA: (Resolución N° 01471-2017-UNIIEVAL/EPG-D)

El aspirante al Grado de Maestro en Gestión y Negocios con mención en Gestión de Proyectos, Don, Genaro PAREDES PABLO.

Procedió al acto de Defensa:

Con la exposición de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS, EN PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS MEDIANTE ZANJAS DE INFILTRACIÓN Y PLANTACIONES DE PINU RADIATA EN LA COMUNIDAD DE RONDOBAMBA DISTRITO DE PACHAS, PROVINCIA DE DOS DE MAYO".

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.


Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis las observaciones siguientes:

Obteniendo en consecuencia el Maestría la Nota de Dieciséis (16)  
Equivalente a Bueno por lo que se recomienda Bueno  
(Aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman el presente ACTA en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 11:12 horas del 28 de marzo de 2018.

  
PRESIDENTA  
DNI N° 22422313

  
SECRETARIO  
DNI N° 22415848

  
VOCAL  
DNI N° .....

## AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE POSGRADO

### 1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL

Apellidos y Nombres: Paredes Pablo, Genara  
 DNI: 10354648 Correo electrónico: genaro76\_g@hotmail.com  
 Teléfono de casa: 062281942 Celular: 961049926 Oficina:

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

POSGRADO
Maestría: <u>En Gestión y Negocios</u>
Mención: <u>Gestión de Proyectos</u>

Grado Académico obtenido:

MAESTRO

Título de la tesis: Evaluación de las propiedades físicas de suelos, en prácticas de conservación mediante Zonas de infiltración y plantaciones de Pinus radiata D. Don en la comunidad de Rondobambas Distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo - Huánuco.

Tipo de acceso que autoriza el autor:

Marcar "X"	Categoría de acceso	Descripción de acceso
<input checked="" type="checkbox"/>	PÚBLICO	Es público y accesible el documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
<input type="checkbox"/>	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo.

Al elegir la opción "Público" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe), por un plazo indefinido, considerando que dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

1 año   
  2 años   
  3 años   
  4 años

Luego del período señalado por usted(esa), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma:

Huánuco, 11 de diciembre del 2018

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del autor