

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**



**Efecto del sistema de producción y la aplicación de hidrogel  
en el crecimiento y desarrollo del *Eucalyptus urograndis* en  
campo definitivo, distrito de Pichari - Cusco, 2015.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESENTADO POR:  
Edgardo Bautista Inga**

**Ayacucho - Perú**

**2018**

*A mis padres Francisco Bautista Quispe y Laureana Inga Yupanqui por haberme dado la vida y brindarme todo el apoyo posible durante mi formación profesional, inclusive, sin importarles quedarse solos; me dieron todo para ser una persona honorable ante la sociedad.*

*A mi hijo Jhoser. G Bautista Dipaz, por ser mi orgullo y mi gran motivación, despejas de mi mente todas las adversidades y me impulsas cada día a superarme y ser mejor en la vida.*

*A un ser muy especial, mi esposa Irene Dipaz Huamán, quien es mi guía para edificar mis principios y valores durante toda mi vida.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; en especial, a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal y a mis profesores de Ingeniería Agroforestal por sus valiosas enseñanzas y conocimientos que aportaron en mi formación profesional.

Al Ing. Carlos M. Malpica Ramos, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal gestor y asesor en el proceso de ejecución y culminación de la presente tesis.

Al Dr. Rómulo A. Solano Ramos, por brindarme todo su apoyo necesario como gestor y coasesor del presente estudio, por sus sabios consejos, por su confianza y amistad y por haber estado desde el inicio hasta el final de mi tesis.

Al Ing. Armando Quipe Santos, Gerente de la Empresa ARBORIZACIONES E.I.R.L., por haberme motivado, guiado y brindado valiosas sugerencias en el proceso de formulación y elaboración de la tesis.

Al Ing. Gilver Laura Molina y Juan A. Flores Chipana funcionarios de la Municipalidad distrital de Pichari, por su aporte importante en el material bibliográfico, los cuales resultaron imprescindibles para la elaboración de la tesis.

A mis compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal pertenecientes a mi generación por el compañerismo y amistad que compartimos, durante las prácticas, desvelos, diversión y muchas experiencias vividas.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	1
Introducción.....	3
<b>CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
1.1      Investigaciones en vivero con sistema de producción a base de tubetes y bolsas.....	5
1.2      Investigaciones con aplicación de hidrogel (retenedores de agua).....	6
1.3      Investigaciones con plantaciones de <i>Eucalyptus sp.</i> .....	8
1.4      Descripción de <i>Eucalyptus urograndis</i> .....	11
1.5      Establecimiento de plantaciones forestales.....	17
1.6      Manejo de plantación de eucalipto en campo.....	21
1.7      Definición del hidrogel.....	23
1.8      Características de bolsas para producir especies forestales.....	28
1.9      Características de tubetes para producir especies forestales.....	29
1.10     Variables dasométricas.....	31
<b>CAPITULO II METODOLOGÍA.....</b>	<b>35</b>
2.1      Información general.....	35
2.2      Materiales, herramientas, equipos e insumos.....	45
2.3      Métodos de recolección de datos .....	46
2.4      Parámetros evaluados.....	52
2.5      Procesamiento de información y análisis de datos.....	54

<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	55
3.1 Desarrollo del <i>Eucalyptus urograndis</i> en función a la floración y fructificación - 16 meses de crecimiento.....	55
3.2 Estado fitosanitario a 16 meses de edad.....	56
3.3 Crecimiento en campo definitivo del <i>Eucalyptus urograndis</i> .....	58
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1.1	Dimensiones de la bolsa de polietileno.....	29
Tabla 1.2	Especificaciones técnicas del tubete (T53).....	29
Tabla 1.3	Especificaciones técnicas de bandeja (BP187).....	29
Tabla 1.4	Modelo comparativo entre el sistema de producción tradicional y la innovación tecnológica efectuada por FONDEBOSQUE.....	30
Tabla 2.1	Temperatura mensual del distrito de Pichari.....	38
Tabla 2.2	Precipitación anual del distrito de Pichari.....	38
Tabla 2.3	Horas sol en el distrito de Pichari, 2007 – 2015.....	39
Tabla 2.4	Caracterización de suelo – parcela experimental	40
Tabla 2.5	Plantación forestal en la parcela experimental – UNSCH-EPIAF...	40
Tabla 2.6	Plantación en sistemas agroforestales – UNSCH-EPIAF.....	41
Tabla 2.7	Plantaciones jardín botánico – UNSCH-EPIAF.....	41
Tabla 2.8	Pichari: Tierras según su grupo.....	41
Tabla 2.9	Cultivos más importantes en el distrito de Pichari.....	42
Tabla 2.10	Principales ríos y quebradas del distrito de Pichari.....	45
Tabla 3.1	Estadísticos descriptivos para diámetro – 16 meses de edad.....	58
Tabla 3.2	Análisis de la varianza de los grupos – 16 meses de edad.....	61
Tabla 3.3	Subconjuntos homogéneos en función al diámetro – análisis Tukey – 16 meses de edad.....	61
Tabla 3.4	Estadísticos descriptivos para altura – 16 meses de edad.....	62
Tabla 3.5	Análisis de la varianza de los grupos – 16 meses de edad.....	64
Tabla 3.6	Subconjuntos homogéneos en función a la altura – análisis Tukey – 16 meses de edad.....	65
Tabla 3.7	Prueba de T de student para muestras independientes BCH y BSH.....	67
Tabla 3.8	Prueba de T de student para muestras independientes BCH y TCH	67
Tabla 3.9	Prueba de T de student para muestras independientes BCH y TSH	68
Tabla 3.10	Prueba de T de student para muestras independientes BSH y TCH	68
Tabla 3.11	Prueba de T de student para muestras independientes BSH y TSH	69
Tabla 3.12	Prueba de T de student para muestras independientes TCH y TSH	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura 2.1	Mapa de ubicación del distrito de Pichari.....	36
Figura 2.2	Mapa de ubicación del proyecto.....	37
Figura 2.3	Temperatura mensual, distrito de Pichari.....	38
Figura 2.4	Precipitación mensual del distrito de Pichari.....	39
Figura 2.5	Horas sol por meses.....	39
Figura 2.6	Esquema de plantación.....	47
Figura 2.7	Desmalezado, apeo de árboles y arbustos.....	49
Figura 2.8	Apertura de hoyos con dimensiones de 30x30x30cm.....	49
Figura 2.9	Pesando 7 gr de hidrokeeper (hidrogel) para aplicar en la plantación.....	50
Figura 2.10	(Lado izquierdo) incorporación de los 7gr de hidrogel a la base del hoyo. (Lado derecho) Plantación con hidrogel proveniente de bolsa.....	51
Figura 2.11	(Lado izquierdo) incorporación de los 7gr de hidrogel a la base del hoyo. (Lado derecho) Plantación de eucalipto proveniente de tubete.....	51
Figura 2.12	Medición de diámetro a 5 cm del suelo (lado izquierdo).....	52
Figura 2.13	Medición de altura con regla graduada (Lado izquierdo) y estación total (Lado derecho).....	53
Figura 3.1	Floración y fructificación del Eucalipto.....	55
Figura 3.2	Daños de insectos por tratamientos.....	56
Figura 3.3	<i>Thaumastocoris sp.</i> presente en hojas del eucalipto.....	56
Figura 3.4	Nido de <i>Nasutitermis sp</i> (termitas), en fuste de eucalipto.....	57
Figura 3.5	Daño ocasionado por <i>Trigonas sp</i> (abeja negra).....	57
Figura 3.6	Asimetría y curtosis de diámetros por tratamientos.....	59
Figura 3.7	Crecimiento en diámetro por tratamiento.....	59
Figura 3.8	Diagrama de caja y bigotes que compara diámetros.....	60
Figura 3.9	Crecimiento en altura de los árboles por tratamiento.....	63
Figura 3.10	Diagrama de caja y bigote (box – plot) que compara alturas - dieciséis meses de evaluación.....	64

Figura 3.11	Asimetría y curtosis de alturas por tratamientos con línea referencial a la media.....	66
Figura 3.12	Área basal a los dieciséis meses de evaluación.....	70
Figura 3.13	Volumen de los tratamientos – 16 meses de edad.....	70
Figura 3.14	Incremento corriente anual (ICA) y crecimiento medio anual (IMA) de la altura de los arboles.....	71
Figura 3.15	Incremento corriente anual (ICA) y crecimiento medio anual (IMA).....	72

**ÍNDICE DE ANEXOS**

		<b>Pág.</b>
Anexo 1	Panel fotográfico de la investigación.....	81
Anexo 2	Análisis estadístico.....	87
Anexo 3	Inventario de datos de los 72 árboles – 16 meses de DAD.....	91
Anexo 4	Fechas de evaluación en el campo de estudio.....	92

## RESUMEN

El estudio “Efecto del sistema de producción y la aplicación de hidrogel en el crecimiento y desarrollo del *Eucalyptus urograndis* en campo definitivo”, fue desarrollado en el distrito de Pichari- Cusco, periodo 2015-2016 , ejecutado en la parcela experimental de Ingeniería Agroforestal, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, teniendo como objetivo general evaluar el efecto de los sistemas de producción y la aplicación de hidrogel en el crecimiento y desarrollo del *Eucalyptus urograndis* en campo definitivo, para tal caso, se realizó la producción de 72 plantas (36 en tubetes y 36 en bolsas ), de los tubetes , a 18 plantas se aplicó hidrogel al momento de instalar en campo y a 18 plantas no se aplicó, lo mismo se realizó con las plantas en bolsas.

Los resultados obtenidos, muestra diferencia estadística en cuanto al diámetro a la altura del pecho y altura de los árboles de bolsas y tubetes (Sig < 0.05), también mencionamos que estadísticamente no difieren la altura y diámetro de los árboles producidos en bolsas aplicando o sin aplicar hidrogel (BCH y BSH respectivamente, Sig > 0.05); cuando comparamos los árboles producidos en tubetes aplicando y sin aplicar hidrogel no difiere estadísticamente (TCH Y TSH respectivamente; Sig > 0.05 ), los árboles producidos en tubetes aplicando hidrogel difieren estadísticamente que los árboles producidos en bolsas aplicando hidrogel. (Sig < 0.05).

En función al desarrollo de las plantas (floración y fructificación), 6 árboles florecieron y fructificaron, éstos fueron los eucaliptos que se han producido en tubetes, no hubo pérdidas significativas por ataque de insectos u hongos.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo de las especies forestales en campo definitivo se debe a la calidad de plántulas producidas en vivero, determinado por el tipo de raíz (ramificación de raíces primarias, secundarias y calidad del cepellón), calidad de hojas, altura de las plántulas con respecto al diámetro, área foliar, estado fitosanitario, vigor, número de hojas, cantidad y calidad de ramificación entre otras cosas; todo ello, ligado al sistema de producción, materiales y sustratos utilizados. Para que una plantación forestal tenga éxito se emplean diferentes técnicas de instalación, sistemas que se emplean para ayudar al desarrollo y crecimiento de los árboles, como por ejemplo, la aplicación de polímeros (hidrogel), según indica Agrogel (2013), los súper absorbentes por su alta capacidad de retención hídrica, son aditivos que fueron diseñados para mejorar el establecimiento y el crecimiento vegetal en suelo de ambientes áridos. En tal sentido se plantea la investigación denominada “Efecto del sistema de producción y la aplicación de hidrogel en el crecimiento y desarrollo del *Eucalyptus urograndis* en campo definitivo”, esta investigación fue desarrollada en el distrito de Pichari- Cusco, entre los años 2015-2016, con los objetivos planteados:

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de los sistemas de producción y la aplicación de hidrogel en el crecimiento y desarrollo del *Eucalyptus urograndis* en campo definitivo.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el desarrollo en campo definitivo en función a la floración, fructificación y estado fitosanitario de las plantas producidas en ambos sistemas, aplicando y sin aplicar hidrogel.
2. Evaluar el crecimiento en campo definitivo (altura, diámetros, área basal, volumen e incremento anual) de los dos sistemas de producción aplicando y sin aplicar hidrogel.

## **CAPÍTULO I**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1 INVESTIGACIONES EN VIVERO CON SISTEMA DE PRODUCCIÓN A BASE DE TUBETES Y BOLSAS**

DEVIDA (2016), en su experiencia en la producción de plántones forestales, con fines de recuperación de suelos degradados, menciona que las dimensiones de las bolsas de polietileno recomendado es de 3''x7''x 2mm para la producción de la especie *Eucalyptus urograndis*.

A partir de la instalación del primer vivero forestal de alta tecnología por FONDEBOSQUE (2004), citado por Dávila (2014), reporta que se reemplazaron la producción de plantas en vivero con las tradicionales bolsas de polietileno por tubetes de polipropileno; empleándose, para el *Pinus radiata*, tubetes T115 con una capacidad de 115 cm<sup>3</sup>, permitiendo un mejor aprovechamiento del sustrato. Estos envases tienen características definidas, como por ejemplo en su diseño que permite la poda radical Stuewe (2006), presentándose como una ventaja frente a las bolsas de polietileno, en donde muchas veces ocurre un crecimiento de la raíz en espiral González (1995) y Venator (1987).

La Torre (2005), afirma que la producción de plántones en bolsa de polietileno es actualmente la técnica más usada y difundida por diferentes entidades de desarrollo técnico y por los mismos agricultores o silvicultores. Su instalación requiere de una inversión mayor en mano de obra, extensión de terreno, transporte y equipos. Esta técnica permite obtener plántones con buen desarrollo radicular (por tener más espacio o volumen de sustrato para desarrollar sus raíces) y mantener por un tiempo “relativamente mayor” los plántones en vivero. Sin embargo, al momento de trasplantar los requieren necesariamente la poda de raíces.

Así también, un aspecto muy importante en la producción en contenedor, es la calidad de las plantas, ya que al tener controlado todo el proceso de producción, se obtienen plantas de mejor calidad en comparación con las producidas en bolsa Prieto *et al.* (2009), citado por Carhuamaca (2015).

Municipalidad Provincial de la Convencion (2011), describe el uso de tubetes especialmente diseñados para la producción de plantines forestales es una actividad relativamente reciente en nuestro país. La planta a raíz desnuda se utiliza masivamente en las zonas más húmedas de nuestro territorio, mientras que la bolsa de plástico de polietileno es mayoritariamente utilizada en las regiones más secas. Principalmente los problemas de deformaciones radicales que plantean la bolsa de plástico y la necesidad de una mejora en la calidad de la planta han provocado un cambio hacia la utilización de contenedores especiales, denominados probetas o tubetes sostenidos en bandejas cuya característica física principal es la reutilización por varias campañas.

Kevyn *et al* (2006), citado por Julio (2016), señala la producción de plantas en tubetes es una tecnología que involucra altos costos de inversión inicial. se reducen debido a los menores gastos en mano de obra, volúmenes de sustrato y extensión de terreno; menores costos de transporte y la posibilidad de reutilización de los tubetes y bandejas. Asimismo, facilita la orientación de las raíces desde el inicio de formación hacia la parte inferior, para lograr una poda natural y uniforme, facilita la orientación uniforme de raíces y conserva la orientación central de la raíz principal. El uso de recipientes rígidos pueden reutilizarse, llamados también contenedores o tubetes de plástico, más pequeños que las bolsas con un agujero en el fondo y estrías verticales en su interior para forzar las raíces a crecer hacia abajo. Este diseño ayuda a formar una sólida masa de raíces que crecen activamente y sostienen el sustrato con firmeza.

## **1.2 INVESTIGACIONES CON APLICACIÓN DE HIDROGEL (Retenedores de agua)**

Satishchandra (2012), citado por Crepaldi (2013), afirma que observó el efecto de la aplicación de gel en el momento de la plantación de eucalipto e informó de que la adición del polímero alrededor de los cambios en el tapón reduce significativamente

el estrés de agua, y puede mantener la planta de riego de dos semanas, donde después de este período muda recibió un riego y agua hidrogel rehidratado y proporcionó a cambios hasta el final del período crítico. El autor informa que durante los tres meses que siguieron el desarrollo de la cultura rehidratado hidrogel y proporcionan agua de manera eficiente a la cultura cada precipitación.

Galetti & Esparrach (2001), citado por Patricio (2014), evaluaron el efecto de un polímero en dos especies forestales (*Eucalyptus globulus* y *Pinus pinaster*) bajo condiciones de estrés hídrico. Encontraron que en *Eucalyptus globulus*, no presentaron mortandad en los tratamientos con 4 y 6 gr de polímero a los 100 días de plantados, mientras que el testigo (sin gel) comenzó a presentar síntomas de marchitez permanente a los 42 días en un 41.6% y llegando a los 63 días con una mortandad del 100%.

Patricio (2014), evaluó el efecto de tres dosis de hidrogel en la sobrevivencia y desarrollo de *Pinus Arizonica Engelm.* variedad *stormiae* Martínez plantados bajo condiciones de sequía extrema, en la UAAAN Satillo, Coahuila. Se observó que en donde se aplicó más hidrogel hubo mayor sobrevivencia e incremento que en los que la dosis fue menor así en el testigo, pero no hubo diferencias significativas, de igual forma menciona el porcentaje de sobrevivencia que se obtuvo de manera general a un año de establecida la plantación fue de 43.33%, lo que resulta una baja sobrevivencia de las plantas y de esa misma forma para el tratamiento uno (T1) mostro una sobrevivencia final del 40%; para el segundo tratamiento (T2) también alcanzo el 40%; mientras que el tratamiento tres (T3) obtuvo el 53.33% y finalmente el tratamiento cuatro (T4) se mantuvo en el 40% de sobrevivencia, afirma también que la variable diámetro de acuerdo al análisis de varianza es  $P > 0.2688$  - esto significa que no hubo diferencia significativa en los cuatro tratamientos aplicados y, la última evaluación que corresponde al año de haber establecida la plantación, no se encontró alguna diferencia significativa en la variable altura en ninguno de los cuatro tratamientos aplicados por lo que  $P > 0.7884$ .

Barreto (2011), citado por Patricio (2014), compara los resultados en su evaluación del efecto de retenedores de agua en el establecimiento y crecimiento inicial de *Juniperus fláccida* Schlta. Donde al año haber establecida la plantación obtuvo como resultado un incremento en altura que va desde los 6 cm a 10.1 cm.

Reyes (2011), menciona que en el Perú no hay investigaciones realizadas en plantaciones forestales y agrícolas, sin embargo en el expediente técnico del proyecto “Producción de plántones agroforestales de alta tecnología en vivero - Pichanaqui”, elaborado y ejecutado en convenio con el Instituto Nacional de Innovación Agraria – Pichanaqui; se recomienda la aplicación de hidrogel como un producto complementario en el desarrollo de plantas de café, con una dosis de 1 gramo por tubetes de 250 gramos de sustrato, siendo en total de 2 gr/bolsa de 4x7” .

Buzetto (2002), Evaluó efecto del polímero en sobrevivencia y crecimiento de plántones recién plantadas de *Eucalyptus urophylla*. Los tratamientos analizados fueron una mezcla de suelo con 2gr y 4gr de polímero seco y testigo, La mayor tasa de sobrevivencia de los plántones se presentó con aplicación de 4gr de polímero, no habiendo influencia del polímero en el crecimiento de las plantas a los nueve meses después de la plantación.

### **1.3 INVESTIGACIONES CON PLANTACIONES DE *Eucalyptus sp***

Paillacho (2010), realizó evaluaciones sobre el crecimiento del eucalipto con fertilización potásica, en sus resultados reporta el promedio en altura de 6.84m en 14 meses.

En el año 2004 se sembraron 6 parcelas con diferentes especies de eucalipto: *Deglupta*, *Camaldulensis*, *Urograndis*, *Grandis*, *Citriodora*, *Tereticornis*, *Saligna* y *Globulus*. Dichas parcelas se ubicaron en diferentes fincas de la Costa Sur, con diversas características climáticas y de suelo, un año después se tomaron medidas de diámetro y alturas. Obteniendo resultados altamente satisfactorios en las variedades *grandis*, *Urograndis* y *Camaldulensis*, ya que sus alturas superaban los 7 metros y sus diámetros eran mayores de 7 centímetros (Alvarado, 2007).

En una evaluación realizada por Quispe (2012), reporta para Oxapampa descripciones de plantaciones de *Eucalyptus urograndis* importados de Brasil, señala que en 6 años de edad el DAP alcanza 20 cm para una primera parcela; para una segunda parcela luego de 5 años, los árboles presentan DAP de más de 15 cm; alturas de hasta 30 metros en 6 años y en 5 años alcanza 20 metros de altura, en comparación Alves *et al* (2000), citado por Hernan y Mauricio (2014), reportan diámetro medio de 2.12 cm para el *Eucalyptus urograndis* en Brasil.

Meskimen & Francis (1990), citado por Castagnola (2012), también mencionan que el crecimiento del eucalipto rosado en rotaciones cortas es rápido, reportando crecimiento en altura promedio de 2 m por año.

Goya (2007), citado por Sánchez (2012), menciona que las plantaciones de rápido crecimiento necesitan imperiosamente transpirar y fotosintetizar por lo que tienen una necesidad de agua y nutrientes, como los necesitan otros árboles, aunque estos pasan a formar parte de un ciclo, en el cual pueden mitigarse los impactos aplicando buenas prácticas forestales.

PC Maderas (2013), describe al *Eucalyptus urograndis* y menciona que crece 25 metros de altura, en ocasiones alcanza los 50 metros con diámetros de 30 cm a 1.5 metros.

Quispe (2012), evaluó plantaciones de *Eucalyptus urogramdis* importados de Brasil, instalados en dos parcelas en la provincia de Oxapampa, menciona en 6 años de edad el volumen alcanzo  $0.38\text{m}^3$  para la primera parcela; para la segunda parcela pasado los 5 años, presento un volumen de  $0.16\text{m}^3$ .

Alves *et al* (2000), citado por Hernan y Mauricio (2014), quienes realizaron sus estudios en Brasil con híbridos de *Eucalyptus Grandis x Eucalyptus Urophylla* encontraron que a los 364 días de convivencia, las plantas de eucalipto que crecieron con la comunidad de malezas en todo el período experimental, presentaron altura de 1.61m.

Alfonso (2017), en su investigación titulado “Evaluación de materiales genéticos de *Eucalyptus urophylla* en el tercer año de desarrollo; San Juan Chamelco, Alta Verapaz”. Donde reporta los resultados obtenidos fueron: el clon 966 presentó un promedio de desarrollo de 11.06 centímetros de DAP, altura total de 13.30 metros y productividad media de  $603.92 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , con un incremento medio anual en volumen de  $201.30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Ignacio, *et al* (2005), citado por DAETZ (2015), reporta para *Eucalyptu urophylla* en Las Choapas, estado de Veracruz-México, el volumen en promedio por hectárea al primer año de  $12.01 \text{ m}^3$ .

Ugalde y Vásquez (1994), determinaron en un ensayo de espaciamientos en Turrialba, Costa Rica, que la especie *Eucalyptus grandis* puede alcanzar un incremento medio anual en volumen (IMAVOL), hasta  $90 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$  a los 6.5 años de edad, rendimientos que superan los reportados en América del Sur y África del Sur.

Quispe (2012), menciona el estudio desarrollado en dos parcelas ubicadas en Oxapampa los IMAs son realmente notables que alcanzan hasta  $70.55 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$  en la primera parcela y  $35 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$  en la segunda ; además menciona que los árboles son muy uniformes en tamaño y forma, esto es una característica importante de los árboles clonados.

Vinueza (2012), en su ficha técnica nº10, titulado “Eucalipto” registra rendimientos volumétricos anuales entre  $40 \text{ m}^3$  a  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  y menciona que para producción promedio aprovechable para pulpa por hectárea es de  $250 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Piqueras (2011), reporta crecimiento inicial para *Eucalyptu saligna*, a los 1.5 años de edad, fomentado por FONDEBOSQUE en Oxapampa, dando resultados en IMAD de 5.06 centímetros e IMAH de 4.67 metros.

Larocca (2004), menciona para la especie *Eucalyptus grandis* que el área basal (AB) a los 1,8 años (20 meses) es de +0,68 y +1,64 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>.

#### **1.4 DESCRIPCIÓN DE *Eucalyptus urograndis***

##### **1.4.1 Clasificación taxonómica**

Según Paillacho (2010), clasifica la planta de *Eucalyptus urograndis* de la siguiente manera:

División : Magnoliophyta.

Clase : Magnoliosida.

Orden : Myrtales.

Familia : Myrtaceae.

Género : *Eucalyptus*.

Especie : *Urograndis*.

N. Científico : *Eucalyptus urograndis*.

##### **1.4.2 Descripción botánica**

Grupo Polaco (2003) y PC Maderas (2013), citado por Mendoza (2015) describe que el *Eucalipto urograndis* es un híbrido de *Eucalyptus urophylla* y *Eucalyptus grandis*. Considerada una especie de rápido crecimiento (mayor a 45 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año). Crece normalmente 35 metros de altura, en ocasiones alcanza los 50 metros con diámetros de 30 cm a 1.5 metros.

##### **1.4.3 Distribución y habitat**

PC Maderas (2013), citado por Hilario (2016), señala que los Eucaliptus son originarios de Australia y Tasmania, es un grupo de rápido crecimiento, en el que se cuentan cerca de 700 especies de Eucalipto, distribuidas en regiones, especialmente de climas mediterráneos, tropicales o subtropicales. Se localiza también en México, Brasil, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Colombia, Ecuador y Chile.

##### **1.4.4 Características de *Eucalyptus urograndis***

Por definición según Zobel (1987), un híbrido se conoce como el producto de cruzamiento natural o artificial entre 2 genotipos diferentes. También menciona en forestales, es más apropiada: Híbrido se refiere al cruzamiento entre especies

(híbridos interespecíficos) y algunas veces entre orígenes bien diferentes dentro de una misma especie (híbridos intraespecíficos).

Carhuamaca (2015), menciona el objetivo de cruzar estas dos especies es obtener plantas con un buen crecimiento; así las características de *Eucalyptus grandis* es un leve aumento en la densidad de la madera y mejoras en el rendimiento y propiedades físicas de la celulosa, características de *Eucalyptus urophylla*, la resistencia al déficit hídrico también forma parte del interés de este cruzamiento.

El híbrido entre estas especies ha demostrado tener superioridad: densidad básica de la madera (Brigatti *et al.* 1983), DAP y de la altura (ODA; Blacksmith, 1983), viabilidad de la producción de las semillas (Ikemori; Campinhos, 1983), resistencia al cancro, homogeneidad en la calidad de la madera para las plantaciones de los clones a gran escala, plantas propagadas por estacas. (Ikemori, 1990).

*Eucalyptus urograndis* es un híbrido desarrollado en Brasil por el cruce *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. La primera plantación con *Eucalyptus urograndis* ocurrió en el estado de Espírito Santo en 1979, pero fue en la década de 1990 que la especie ha impulsado la tasa de crecimiento de los bosques, y la calidad más homogénea de los bosques plantados. Grupo Polaco (2003) y López *et al* (2009).

Los híbridos son capaces de presentar un mayor rendimiento y pueden adaptarse a diferentes condiciones ambientales, y tienen una mayor resistencia a patógenos (Cristina, 2004, Santos, 2005; Souza, 2008).

#### **1.4.5 Importancia del *Eucalyptus urograndis***

Ra Ximhai (2005), citado por Cisneros (2015), menciona que el *E.urograndis* son especies que representan un recurso importante, debido a su aprovechamiento industrial en la obtención de celulosa y hemicelulosa para la fabricación de papel en varias partes del mundo en general.

Celulosa, postes de alumbrado, trozas para aserrados, puntales para construcción civil, fabricación de postes, suelos de parquet, soportes en minas, tableros de fibras,

biomasa para energía, tutores para tabaco, para construcción de ranchos y cercos. Grupo Polaco (2003) y PC Maderas (2013).

El consumo mundial de madera se distribuye entre las necesidades energéticas, leñas y carbón vegetal (más del 50%), la madera de aserrío, postes, apeas y construcción (20%), y la dedicada a la industria de la celulosa y el papel (17%). Su madera resulta adecuada para muy diversos usos: consumo doméstico, leñas de alto poder calorífico, producción de carbón vegetal, estructuras de edificios, postes para comunicaciones, suelos de parquet, pasta celulósica, apeas de mina, sujeción de taludes, o para elaboración de tableros IPEF (1995), citado por Cisneros (2015).

#### **a) Copa**

Betancourt (1987), citado por Paillacho, (2010), sostiene que las hojas que se agrupan agolpadas en los extremos de las ramillas, producen una copa de aspecto poco frondoso.

#### **b) Fuste**

Codo del Pozuzo (s.f.), citado por Paillacho (2010), manifiesta que el eucalipto tiene un fuste recto y de forma cilíndrica. La corteza exterior (ritidoma) es marrón clara con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduscas sobre la corteza interior, más lisa. Se caracteriza y reconoce fácilmente por su corteza, que se desprende en tiras que, tras permanecer colgado del árbol durante un cierto tiempo, acaban por caer al suelo tras las ventoleras, dejando ver al exterior una nueva corteza de color blanco plateado azulado-pruinoso.

#### **c) Altura**

Betancourt (1987), citado por Paillacho (2010), señala que pueden llegar a medir más de 60 m de altura. La corteza exterior (ritidoma) es marrón clara con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduscas sobre la corteza interior, más lisa.

Los bosques de eucaliptos pueden crear problemas de incendios incontrolables debido a la gran altura que alcanzan estos árboles en poco tiempo de crecimiento y a

la fácil combustión de su madera: en bosques densos de eucaliptos, las llamas de un incendio pueden alcanzar más de 300 metros de altura.

#### **d) Hojas**

Luzar (2007), citado por Paillacho (2010), afirma que son sésiles, ovaladas y grisáceas, alargándose y tornándose coriáceas y de un color verde azulado brillante de adultas; contienen un aceite esencial, de característico olor balsámico, que es un poderoso desinfectante natural.

#### **e) Flores y frutos**

El eucalipto presenta flores blancas y solitarias con el cáliz y la corona unidos por una especie de tapadera que cubre los estambres y el pistilo (de esta peculiaridad procede su nombre, eu-kalypto en griego significa "bien cubierto") la cual, al abrirse, libera multitud de estambres de color amarillo. Luzar (2007), citado por Paillacho (2010).

Los frutos son grandes cápsulas de color casi negro con una tapa gris azulada que contiene gran cantidad de semillas.

### **1.4.6 Requerimiento edafoclimáticos de plantación del *Eucalyptus urograndis***

Según Quispe (2015), menciona lo siguiente:

- Rango óptimo de altitud: 0 – 2,800 msnm.
- Rangos de temperatura: 7 – 25°C.
- Rangos de precipitación: 700 a 3,000 mm.
- Profundidad efectiva: Suelos profundos de fertilidad media alta; crece en zonas planas a ligeramente ondulada aunque crece en pendientes altas.
- Drenaje del suelo: Buen drenaje.
- Textura del suelo: Preferentemente franco arenoso; pero crece bien en suelos arenosos, francos y arcillosos.
- Acidez del suelo: Ácidos. pH 5 a 6.5
- Otros: Alta salinidad y un alto contenido de carbohidratos son limitantes para su crecimiento; susceptible a las sequias prolongadas, arboles jóvenes son

susceptibles al fuego, al exceso de agua y al viento fuerte. No soporta temperaturas bajas (0 a – 10°C).

Betancourt (1987), citado por Paillacho (2010), indica que esta especie es propia de los suelos de aluvión, pobres, limosos, francos, ligeramente húmedos y arcillosos, drenados, margosos, ligeros y frescos, húmedos fértiles pero no encharcados. Tiene predilección por los suelos húmedos, pero no crece en las zonas saturadas de agua.

Betancourt (1987), citado por Paillacho (2010), afirma que la especie *Eucalyptus urograndis* se puede cultivarse en zonas del litoral ecuatoriano a una altura de 0 a 600m.s.n.m., a una temperatura de 24 a 30°C con precipitaciones de 1000 mm a 2500mm. Las temperaturas medias anuales en su área de distribución varían entre 24 a 30°C. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 1000 mm y 2500 mm.

#### **1.4.7 Año de floración**

Según Ospina *et al* (2006), menciona que la floración del *Eucalyptus grandis* se inicia a partir del tercer año de edad, y las capsulas se pueden cosechar después de 6 a 7 meses luego de la floración.

Mora *et al.* (1981), referenciado por FONDEBOSQUE (2007), informan que produce semillas el *Eucalyptus urophylla* a 2 años de edad, mientras que el *Eucalyptus grandis* es de 4 años.

Rivera (2015), menciona la fenología del *Eucalyptus urograndis* florece entre abril y mayo.

#### **1.4.8 Problemas fitosanitarios**

Wilken (2008) & la FAES (2011), citado por Zaracho *et al.* (2012), mencionan a los clones híbridos de *Eucalyptus urograndis* entre las especies más atacadas por la chinche *Thaumastocoris peregrinus*. causando daños como hojas chupadas o succionadas dejando cloróticas o amarillas.

Magap (2014), manifiesta que esta especie sufre el ataque de termitas que producen perforación en la madera o fuste, estas pueden ser controladas aplicando insecticidas de contacto. Por otro lado Berón (1983) y Garcés (1997), mencionan que los *Eucalyptus* son susceptibles al daño por termitas, que se alimenta de la parte seca de la corteza de los árboles y ocasionando la muerte.

Arguedas (2006), menciona que *Trigona sp* son insectos mastican la corteza en diversos puntos produciendo incisiones, lo cual permite entrada de otros patógenos.

#### **1.4.9 Crecimiento y rendimiento**

La FAO (1981), citado por Paillacho (2010), menciona que en condiciones favorable pueden crecer a partir de una pequeña plántula hasta árboles de 10 m o más en altura en 2 años.

Martines *et al* (2006), referencia que en el trópico, con el uso de especies nativas se obtendrían incrementos anuales de orden de 5 a 10 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año en turnos mínimos de 15 – 20 años, mientras que con eucalipto los incrementos son del orden de 30 a 50 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. años y los turnos se reducirían de 7 – 10 años.

#### **1.4.10 Plantación y manejo silvicultural del *Eucalyptus urograndis***

Según Quispe (2015), menciona lo siguiente:

- Turno estimado: depende del tipo de uso: 18 a 20 años para la producción de muebles de alta calidad: de 12 a 14 años para aserrío para mueblería en general. 8 años para pulpa para papel.
- Al inicio de crecimiento es muy susceptible a las gramíneas y al exceso de agua por lo que se recomienda que el suelo debe estar limpio de malezas y sin aniegos.
- El crecimiento inicial es rápido de hasta 1.5cm/día en los primeros 2 años.
- Distanciamiento de plantación; dependiendo del objetivo, puede ser de 2.5x2.5m; 2x3m; 3x3m ó 4x3m.
- Fertilización: al momento de la plantación, a los 6 meses, 1 año y 2 años (80 a 100 gr de fertilizante/árbol).

- Podas: a los 1.5 – 2 años la primera poda (600 mejores arboles) y a los 3 ó 4 años la segunda poda (300 mejores arboles). Nunca sobrepasar el 50% de la altura total.
- Raleos a los 4 años (remover el 50% de los arboles); la 2ª intervención a los 8º años dejando de 300 a 350/ha<sup>-1</sup> de los mejores árboles.

## **1.5 ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES**

### **1.5.1 Selección de especies y procedencias**

García *et.al.* (2008), mencionan que el adecuado establecimiento de una plantación considera una serie de etapas y actividades orientadas a modificar el sitio hacia una mejor condición del suelo y mejoramiento de sus factores limitantes, de tal forma concentrar los recursos disponibles para favorecer el crecimiento inicial, sobrevivencia y desarrollo posterior de la planta.

Bravo (2008), menciona que el establecimiento de plantaciones forestales puede ser realizado a través de la forestación o de la reforestación, se debe tener presente que forestación es la acción de plantar árboles forestales en sectores en donde no han existido los mismos. Reforestación, es la acción de repoblar con especies forestales sectores en donde existieron árboles y que fueron aprovechados.

Para el establecimiento de las plantaciones forestales, se tiene las siguientes:

- En primer lugar, se debe hacer un reconocimiento del área que se desea forestar, tomando en consideración la ecología y la zona de vida a la que pertenece dicho sector.
- Se debe tener conocimiento en la materia para poder definir qué o cuales especies forestales se van a utilizar; que sistema y método se aplicara.
- Tener disponible o preparar el material vegetativo necesario (plantas) para la plantación.
- Preparación del terreno: desbroce o limpieza, balizada, hoyado, plantación y replante.

Adefor (1996), previa al establecimiento, afirma que se debe realizar la zonificación, que significa elegir los lugares más adecuados en clima y suelo, para mejor

desarrollo de las especies forestales, según el uso previsto de los productos forestales.

Según FONDEBOSQUE (2007), se realizan los siguientes pasos:

- Selección de especies y procedencias.
- Selección del sitio de plantación y especie a instalarse.
- Preparación de terreno.
- Distanciamiento inicial de la plantación.
- Trazo y marcación.
- Apertura de hoyos.
- Selección, transporte y distribución de plantones.
- Plantación recalce.

### **1.5.2 Selección del sitio de plantación y especies a instalarse**

FONDEBOSQUE (2007), refiere que la selección del sitio de plantación es un aspecto fundamental para el éxito de la plantación forestal, es importante obtener muestras de suelo para el análisis de fertilidad y poder determinar con mayor exactitud las necesidades de nutrientes del área a reforestar.

#### **Características del área a plantar**

- pH neutro a moderadamente ácido (7.3 a 4.5): Para corregir la acidez extrema de los suelos, se utiliza productos en base a carbonatos; se recomienda aplicar 1tm/ha de sulfato de calcio o cal dolomita.
- Materia orgánica: El contenido debe ser en lo posible de medio a alto, por los múltiples efectos benéficos que tiene sobre las propiedades del suelo.
- Textura: Ligeras a medianas (arenas francas, franco arenoso, franco limoso, franco, limo, franco arcilloso).
- Profundidad efectiva, mayor a 60 cm: En terrenos que presentan capas endurecidas o impermeables (“hardpan”, greda dura), que limitan la penetración fácil de las raíces e impiden el desarrollo normal de los árboles, se deben hacer hoyos profundos o usar maquinaria con la finalidad de romper dicha capa.
- Drenaje: De bueno a moderado.

- Pedregosidad: Nula a moderadamente pedregosa.
- Topografía del terreno: Para lograr una mejor rentabilidad de la plantación, se deben elegir terrenos de pendiente moderadas menores a 75%.
- Evitar terrenos con pendientes mayores a 75%; estas son clasificadas como tierras de protección.
- En terrenos planos o de pendientes moderadas, bajan los costos de establecimiento, manejo y cosecha.

### **1.5.3 Preparación del terreno**

Según FONDEBOSQUE (2007), señala que una pronta y adecuada preparación del terreno tiene importancia en el rápido crecimiento inicial del árbol y en la disminución de los costos de mantenimiento. En terrenos con pendientes mayores a 20%, se recomienda hoyados manuales no menores de 30x30x40 cm. En terrenos de fuerte inclinación, eliminar las malezas indeseables mediante el uso de machetes. En terrenos planos u ondulados, de ser posible, debe utilizarse maquina macheteadora.

En todos los casos, además, se debe hacer lo siguiente:

- Retirar todos los tocones de arbustos indeseables dentro de un radio 1m de las líneas de plantación.
- Coronar o plantear con lampa o azadón por lo menos de 1 a 1.5m de diámetro del área donde se instalara el plantón.

### **1.5.4 Distanciamiento inicial de la plantación**

FONDEBOSQUE (2007), menciona que el distanciamiento de plantación y el número de árboles por hectárea varía de acuerdo al producto final que se quiere obtener. Para la producción de madera aserrada, láminas, madera para muebles, entre otros, normalmente se emplean distancia de 3x3m con un régimen de raleos y turnos de cosecha final entre 12 a 20 años, dependiendo de la calidad del sitio y de la especie seleccionada. Las plantaciones establecidas con distanciamiento cortos producen árboles de cada especie requieren de un cierto volumen de suelo y espacio aéreo para su óptimo desarrollo asimismo, Adefor (1996), menciona que la elección del distanciamiento y el sistema de plantación dependen de las especies, objetivo de la plantación y topografía del terreno.

### **1.5.5 Trazo y marcación**

El trazo y la marcación se realizan con el propósito de conseguir un mejor aprovechamiento del terreno a través de una plantación ordenada y uniforme (FONDEBOSQUE, 2007). Según Adefor (1996), se refiere a la disposición geométrica de los árboles, a fin de permitir un distanciamiento homogéneo, posibilidad de conteo, inventario, manejo (poda, raleo) y aprovechamiento. La forma de la distribución de los arboles no influye en su crecimiento de altura ni volumen.

Los sistemas más comunes son:

- Plantación en cuadrado
- Plantación en rectángulo
- Plantación en tres bolillo
- Trazo y marcación de curvas a nivel

### **1.5.6 Apertura de hoyos**

FONDEBOSQUE (2007), nos dice que es de gran importancia hacer hoyos grandes, anchos y profundos para facilitar el buen desarrollo de las raíces para obtener un crecimiento inicial rápido. Las dimensiones mínimas deben ser: 30x30x30 cm. de largo por ancho y profundidad. También menciona que las dimensiones menores retardan el crecimiento de los plántones.

ADEFOR (1996), puntualiza que un suelo bien trabajado tiene una porosidad mayor, lo que:

- Favorece la penetración de las raíces jóvenes de la planta.
- Acelera y mejora la infiltración del agua de escorrentía o riego.
- Aumenta la calidad de agua que pueda captar una unidad de suelo.
- Mejora la aireación del suelo.

### **1.5.7 Selección, transporte y distribución de plántones**

FONDEBOSQUE (2007), señala que las pérdidas producidas en una plantación se deben a las deficiencias en la selección, embalaje, transporte y manipulación de los plántones.

La selección de plántones se realiza con la finalidad de llevar al terreno definitivo plantas de mejor calidad y vigor. No se debe seleccionar plántones que presenten las siguientes características:

- Bifurcados
- Con yema terminal rota
- Con poco follaje
- Tallo torcido
- Poco desarrollados
- Con follaje amarillento
- Con hojas pequeñas

### **1.5.8 Plantación y recalce**

FONDEBOSQUE (2007), refiere que, en lo posible, se debe plantar inmediatamente después de la preparación del terreno para tener una menor competencia de la maleza.

La plantación debe tener en consideración los siguientes criterios técnicos:

- Plantar en sentido transversal a la pendiente
- Al momento de la plantación, colocar el plánton en forma vertical, sin inclinación hacia ningún lado, haciendo descansar sus raíces sobre la capa de tierra recientemente removida o añadida en el fondo del hoyo, percatándose de que el cuello de la planta se encuentre a nivel del suelo.
- Los plántones malformados, débiles o muertos por diversas causas deben ser extraídos y reemplazados lo antes posible, entre 1 a 4 meses posterior a la instalación.

## **1.6 MANEJO DE PLANTACIÓN DE EUCALIPTO EN CAMPO**

Bravo (2008), menciona que dentro de una plantación forestal se debe llevar un cronograma bien establecido de cuidados silviculturales, dentro de los cuales se pueden enunciar los más importantes:

- a) Poda de formación de copa a partir de un año de la plantación. Se debe realizar la poda de las ramas bajas con la finalidad de ir formando una copa uniforme y una más limpia.

- b) Hasta los tres primeros años, debe realizarse la limpieza de la maleza, para evitar su proliferación y, de esta manera, no exista competencia por los nutrientes; los árboles aprovecharán los mismos para su mejor desarrollo.
- c) Se considera en promedio que a los cinco años que tenga la plantación y dependiendo de la especie, se tiene que realizar una entresaca o raleo, esto es, con la finalidad de dar mayor espaciamiento a los árboles para su mejor crecimiento, especialmente, en cuanto al diámetro.

Cabe indicar que para hacer o disponer un raleo se debe tener conocimiento, pues un raleo mal realizado puede ocasionar la pérdida económica de dicho bosque.

Un raleo se puede recomendar siempre y cuando se tengan los resultados estadísticos del inventario realizado, los cuales deben ser analizados en relación del índice espacio crecimiento (IEC), que tiene dicho bosque.

En este tiempo, es recomendable utilizar la misma mano de obra que realiza el raleo para a la par ir haciendo una nueva poda de las ramas bajas; de esta manera, se evitara que el fuste tenga muchos ojos, lo cual perjudica el aspecto estético de la madera.

- d) Después del quinto año, se debe realizar inventarios cada cuatro o cinco años con la finalidad de poder obtener el IEC, el mismo que será analizado y se podrá determinar en qué época se debe realizar el próximo raleo.

### **1.6.1 Protección de la plantación**

FONDEBOSQUE (2007), señala que los daños más comunes en las plantaciones forestales provienen de animales (ramoneo y pisoteo), personas (destrucción de plantación), plagas, enfermedades e incendios; por lo que, la protección se realiza tanto a la plantación en general, como al árbol en forma individual. La protección de las plantaciones es muy importante sobre todo en la primera etapa de crecimiento.

### **1.6.2 Control de malezas**

FONDEBOSQUE (2007), menciona que una plantación sin mantenimiento pierde el potencial de crecimiento, porque gran parte de los nutrientes son consumidos por la maleza. El grado de mortalidad en plantaciones con presencia de malezas llega, en

algunos casos, hasta más de 50%.La limpieza en plantaciones debe tener mayor incidencia en los primeros dos años.

## **1.7 DEFINICIÓN DEL HIDROGEL**

Los polímeros son una serie de productos orgánicos o sintéticos de elevado peso molecular, formados por unión mediante enlaces químicos de unidades elementales llamados monómeros Herrero (1980), citado por Cárdenas (2013).

Katime *et al* (2004), citado por Gómez (2014), definen a un gel como una red tridimensional de cadenas, flexibles constituidos por segmentos conectados de una determinada manera e hinchada por un líquido. Los materiales denominados como hidrogeles son polímeros hidroabsorbentes que tienen la capacidad de absorber y ceder grandes cantidades de agua y otras disoluciones acuosas sin disolverse. Dicho proceso ocurre a distintas velocidades de acuerdo al grado de polimerización del monómero constituyente, Estrada (2012), citado por Gómez (2014).

### **1.7.1 Utilización de hidrogel como retenedores de agua**

Según Sandoval (1998), un polímero para ser utilizado como retenedores de agua debe reunir las siguientes características:

- Estabilidad: presentar resistencia a la degradación química y biológica.
- Capacidad de almacenamiento: habilidad de almacenar agua y ponerla a disposición de la planta.
- Durabilidad: su efectividad debe ser por varios años (4 a 5 años).

### **1.7.2 Formas de aplicación del hidrogel**

Sandoval (1998), menciona las distintas formas de aplicación de retenedores de agua conocidos como hidrogel:

- Como un recubrimiento para la semilla en la germinación.
- Añadiéndolo al medio de cultivo en forma seca, expandido o hidratado.
- Distribuido seco sobre la superficie antes de plantar o sembrar.
- Como gel para el trasplante de raíces, tubérculos y semillas.
- En la plantación de árboles en las cuales los periodos de riego o lluvia sean prolongados.

- En sustratos para viveros antes de sembrar las plántulas.

Antes de sembrar las semillas, a una profundidad de 0,7 - 12,0 cm, dependiendo del tipo de cultivo, en caso de aplicar fertilizantes, se puede realizar en forma simultánea, ya que el hidrogel tiene la propiedad de solubilizar los fertilizantes de tal forma que los hace asimilables para las plantas y los retiene por mayor tiempo en el suelo, evitando de esta manera la lixiviación del mismo. Se recomienda utilizar el sistema de siembra directa para no destruir la capa de gel, para que pueda optimizar su vida útil por un periodo de 3 años como mínimo; así mismo para aquellos cultivos perennes ya establecidos se coloca el alrededor de las raíces secundarias de los árboles a través de orificios que se realizan en el suelo. La cantidad requerida de producto dependerá del diámetro del tronco o de la altura del árbol, dependiendo si estos son cultivos forestales o frutales Rodríguez (2001).

Existen diferentes formas de aplicación de hidrogel en relación con los siguientes parámetros: diámetro de planta, número de hojas, peso de la planta completa, peso de la parte aérea y peso radicular. Concluyendo que en todos estos parámetros, el hidrogel produce resultados significativamente mayores cuando se aplica al suelo y en forma conjunta a la raíz-suelo, Nissen y San Martín (2004), citado por Cárdenas (2013).

### **1.7.3 Efectos residuales de hidrogel**

Jasso & Plascencia (1992), citado por Barreto (2011), señalan que los retenedores al ser aplicados al suelo no se consideran contaminantes del ambiente, debido a las siguientes características:

- Poseen un pH neutro.
- No es tóxico, ni contamina el suelo, agua u organismos.
- En su descomposición no hay residuos tóxicos.
- No es volátil y es biodegradable.

### **1.7.4 Ventajas al aplicar hidrogel como retenedores de agua**

Trujillo (2009), citado por Patricio (2014), menciona algunas ventajas al utilizar hidrogel en el establecimiento de plantaciones, y estas son:

- Permite un mejor crecimiento de la planta en regiones de escasa precipitación.
- Permite el cultivo de la tierra bajo condiciones extremas de clima y suelo.
- Provee a las plantas de un suplemento regular de humedad.
- Reduce los ciclos de irrigación y las cantidades de agua utilizada.
- Incrementa las reservas de agua de los suelos por muchos años.
- Reduce al menos un tercio la pérdida de nutrientes en el suelo.
- Mejora la ventilación de aquellos suelos compactos, dado que al hidratarse mejora la circulación de aire.
- El fertilizante está más tiempo disponible para la planta gracias al efecto retardado de liberación.
- El precio del producto es accesible, constituye un valor adicional a la estructura tradicional de costos de la reforestación, sin embargo por los beneficios del producto y la disminución de la tasa de mortalidad, resulta económica su aplicación, puede representar la diferencia entre el éxito o el fracaso de la plantación.

### **1.7.5 Características principales de retenedores de agua**

La hidratación de la red polimérica de los geles que se lleva a cabo por la absorción y retención de agua, se obtienen los denominados hidrogeles. Cuando el hidrogel pierde toda el agua en su estructura (forma no hidratada) se le denomina xerogel Pinzón *et al.* (2002), citado por Cárdenas (2013).

Los fertilizantes aplicados usando los hidrogeles como matriz dosificadora, se reducen a menudo su capacidad de almacenar agua. Las soluciones fertilizantes que contiene potasio y amonio (cationes monovalentes) reducen la habilidad de absorción agua en los hidrogeles de poli (acrilamida) hasta en un 75 por ciento y la presencia de elementos como calcio, magnesio, hierro (cationes divalentes) reducen su habilidad de absorción en un 90 por ciento Peterson (2001), citado por Cárdenas (2013).

Trujillo (2003), citado por Erazo (2010), expresa que los retenedores de agua tiene las siguientes características:

- Son una opción de alta tecnología, bajo costo y amigables con el ambiente ante la escasez creciente de la disponibilidad de recursos hídricos. Este producto salió al mercado hace aproximadamente 10 años en los países como Alemania, Francia y Estados Unidos donde se desarrolló la tecnología.
- Es un polímero súper absorbente de gran calidad que debido a su capacidad de hidratación de sus grupos carboxílicos, incrementa la capacidad del suelo para mantener la humedad y proporcionarla fácilmente a las plantas cuando éstas la necesitan.
- Actúa como un verdadero almacén de agua en la zona radicular de las plantas, proporcionando un crecimiento más rápido y sano de las plantas y a la vez reduciendo los costes de riego.
- El agua absorbida queda a disposición de las raíces de la planta y éstas pueden crecer alrededor y utilizando la reserva de agua cuando lo necesiten.
- Los suelos arcillosos retienen una gran parte del agua, pero menos de la mitad de ésta es disponible para las raíces, con estos productos más del 95 por ciento del agua retenida por el hidrogel está disponible para las raíces.

#### **1.7.6 Beneficios en el sector agrícola y forestal**

Con el método tradicional de siembra, la mayoría de los nutrientes y abonos que se adhieren a la planta se filtran directamente al subsuelo y lo contaminan; a causa de esta pérdida hay que agregar grandes cantidades de insumos, lo que eleva el costo de producción. Al aplicar hidrogel al sustrato, estos absorben las soluciones de fertilizantes y otros agroquímicos solubles en agua, reduciendo el lixiviado y escurrimiento de los mismos (Reyes y López, 1999), además mejora la eficiencia del uso de los fungicidas, bactericidas, nematicidas y del riego, permaneciendo activo por un período mayor a 4 años, mediante el proceso de absorción y entrega de agua (Rodríguez, 2001), esto cuando las condiciones climáticas no fueron extremas, caso contrario será necesario agregar 20 por ciento más de hidrogel para la próxima temporada Reyes y López (1999),citado por Cárdenas (2013).

Las pruebas de campo han demostrado que al agregar hidrogel a cultivos agrícolas, las cosechas aumentan hasta en un 30 por ciento y con mayor calidad; así mismo la

efectividad del hidrogel se da en la reforestación, en la que normalmente "el 80 por ciento de los árboles que son plantados se secan, pero al utilizar el hidrogel, los porcentajes se invierten y sólo se dan pérdidas en un 20 por ciento" Reyes y López (1999).

Plaza (2006), citado por Idboro (2010), reporta la capacidad del hidrogel de absorber agua y proporcionarla lentamente a las raíces de las plantas mejora algunas características del suelo, tales como retención y disponibilidad del agua, aireación y disminución de compactación. Es utilizado en diversos sectores, como la agricultura y la arquitectura paisajista, logrando reducir el consumo de agua hasta en un 50%.

Tornado (2012), citado por Gomez (2014), menciona que el hidrogel es un retenedor, especialmente adecuado para aplicarse en: suelos arenosos, taludes y pendientes, ajardinamiento en terrazas, revegetación y recuperación de suelos degradados y contaminados, recuperación de vertederos y de minas además el hidrogel tiene la capacidad de retener agua de lluvia o riego por hidrogel retrasa el punto de marchitamiento y por lo tanto hace posible que ciertas plantas se conserven mientras se espera para el régimen de agua.

Agrogel (2013), citado por Gómez (2014), indica que los súper absorbentes por su alta capacidad de retención hídrica, son aditivos que fueron diseñados para mejorar el establecimiento y el crecimiento vegetal en suelo de ambientes áridos.

### **1.7.7 Clasificación de hidrogel**

En función de la naturaleza de las uniones de la red tridimensional que los constituyen, se pueden clasificar en dos tipos: Hidrogeles físicos, las cadenas entrecruzadas están unidas por interacciones de Van der Waals o enlaces de hidrógeno e hidrogeles químicos, se encuentran unidas firmemente por enlaces covalentes (Carhuapoma y Santiago, 2005). Los enlaces de hidrógeno o unión de Van der Waals son mucho más débiles que los uniones covalentes, siendo este último muy fuerte y su rotura implica la degradación del gel Corrales *et al.*(2006), citado por Cárdenas (2013).

### **1.7.8 Capacidad de retención de agua del hidrogel**

Gonzales (2011), citado por Gómez (2014), manifiesta que un kilo de hidrogel puede contener entre “330 y 440” litros de agua.

Tornado (2012), citado por Gómez (2014), indica que el hidrogel al entrar en contacto con el agua comienza su absorción del vital líquido hasta 200 litros de agua por cada kilo (dependiendo la pureza de esta). Cuando en la tierra se empieza a perder humedad, el hidrogel comienza a liberar agua, de acuerdo a las necesidades de la raíz, manteniéndola siempre hidratada, esto sucede en todo tipo de plantas, permitiendo un importante ahorro de agua y una menor frecuencia de riego.

### **1.7.9 Aplicación, dosificación**

Doane (1984), citado por Gomez (2014), manifiesta que la masa de la raíz de la plántula se puede sumergir en una suspensión de súper absorbente, que actuaría como un aglutinante y mantener las raíces húmedas durante el transporte antes de ser plantada.

Según Gomez (2014), la dosificación puede ser:

- En pinos : 4gr de hidrogel seco por planta.
- *Eucalyptus* : 2gr de hidrogel seco por planta.
- Otras Especies : 4 a 12 gr de hidrogel seco por planta.

## **1.8 CARACTERÍSTICAS DE BOLSAS PARA PRODUCIR ESPECIES FORESTALES**

Quispe (2012), menciona las características y dimensiones de la bolsa de polietileno para producción de plantas forestales y frutales se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 1.1** Dimensiones de la bolsa de polietileno

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN	
Material	Polietileno de primera, no reciclado libre de impurezas	
Color	Negro	
Transparencia	Opaco	
Textura	Excelente (Suave y algo elástico)	
Densidad	Baja densidad	
De las Perforaciones	Ubicación:	En el tercio inferior de cada bolsa.
	Calidad:	Circulares, limpias y bien definidos (sin rebarbas).
	Diámetro:	5mm.
	N°:	Depende del tamaño de la bolsa
	Sellos:	Laterales o en la base (dependiendo del tamaño de la bolsa) y resistente a una presión de trabajo normal de un obrero
	Peso:	Bolsa 4'x 7"x 2: =1.60 kg/millar; Bolsa 5'x 7"x 2= 2.00 kg/millar.
	Uso:	Especial para la producción de plantones forestales y frutales.

Fuente: Quispe (2012)

## 1.9 CARACTERÍSTICAS DE TUBETES PARA PRODUCIR ESPECIES FORESTALES

Quispe (2012), menciona las características y dimensiones de tubetes y bandejas para producir la especie de *Eucalyptus urograndis*, estas son:

**Tabla 1.2** Especificaciones técnicas del tubete (T53)


TUBETE MODELO - T53	
Capacidad	53cc.
Peso	9 - 10gr
Diámetro externo superior	3.4cm
Diámetro interno superior	2.8cm
Diámetro furo	1.2cm
Altura	12.5cm
Estrias ENTERAS	6
Color	Negro
Material	PP + Aditivo UV



Fuente: ARBORIZACIONES E.I.R.L (2012)

**Tabla 1.3** Especificaciones técnicas de bandeja (BP187)

BANDEJA MODELO - BP187	
Capacidad	187
Peso	1400 - 1500gr
Altura	20.5cm.
Dimensiones superiores	40 cm.x 60 cm.
Dimensiones inferiores	45 cm.x 65 cm.
Diámetro de cavidades	3 cm.
Asas laterales	2
Color	Negro
Material	PP + Aditivo UV



Fuente: ARORIZACIONES E.I.R.L (2012)

**Tabla 1.4** Modelo comparativo entre el sistema de producción tradicional y la innovación tecnológica efectuada por FONDEBOSQUE.

ACTIVIDAD	PRODUCCIÓN TRADICIONAL	CON FONDEBOSQUE
<b>PRODUCCION DE PLANTONES</b>		
Sustrato 1m <sup>3</sup> alcanza para	1,500 bolsas de 4" x 7"	15,000 tubetes de 53 cc
Periodo de producción en meses ( <i>Eucalyptus sp</i> )	5	3.5
Fertilización	No realizan	Imprescindible
Material de producción y tiempo de vida	Bolsas de polietileno - 1 año	Tubetes de polipropileno - 5 años
Costo de producción de plantones (S/.)	0.5	0.3
<b>Rendimientos operacionales</b>		
Llenado de sustrato/jornal	800 bolsas de 4" x 7"	5,000 tubetes de 53 cc
Siembra directa/Jornal	No se realiza	4,000 tubetes de 53 cc
Distribución en camas/jornal	2,500 bolsas de 4" X 7"	15 veces mas por la facilidad de las bandejas
Nº personal para producir 1 millón de plantas	40 obreros	10 obreros
Deshierbos/jornal	2,500	No se realiza por uso de sustrato estéril
Selección de plantas/jornal	2,500	5 veces más por la facilidad del uso de tubetes
<b>Transporte a campo definitivo</b>		
Camioneta tipo combi	800 bolsas de 4" x 7"	7,000 tubetes de 53 cc
Camión D 300	3,000 bolsas de 4" x 7"	18,000 tubetes de 53 cc
Camión Volvo F12	10,000 bolsas de 4 x 7"	50,000 tubetes de 53 cc
<b>PLANTACIONES</b>		
Rendimiento en plantación/jornal (hoyado y plantación)	200 a 300 plantas producidas en bolsas de 4" x 7"	1000 plantas producidos en tubetes de 53cc
% de sobrevivencia de plantones	75	95
Crecimiento en altura /año	2 - 3 m	4 - 6 m con fertilización
Turno de cosecha para madera de aserrió (años)	15 -17	dic-14
Manejo de plantación (fertilización, poda, raleo)	No	Si
Calidad del producto final (madera)	Baja	Alta

Fuente: FONDEBOSQUE (2005)

Actualmente la tendencia mundial va hacia la propagación en tubetes de polipropileno debido a sus características de lograr una buena calidad con bajo uso de sustratos. FONDEBOSQUE (2006), citado por Olivera *et al.* (2010).

## Ventajas

### a) Producción de plantas de mejor calidad

- Mejor vigor
- Copa y sistema radicular bien formado
- Alto porcentaje de sobrevivencia en campo definitivo
- Facilidad para trabajar

### b) Mayor grado de automatización en las labores de vivero

- Menor demanda de mano de obra
- Mayores rendimientos operacionales

- Mejores condiciones ergonómicas de trabajo
- Menor costo de producción de plantones
- Menor consumo de sustrato
- Mejores condiciones de higiene para los plantones
- Menor costo para el transporte de plantones
- Menor demanda de obra en operaciones de plantación

### **Desventajas**

- Alta inversión inicial
- Sistema recomendado para viveros permanentes de elevada producción.
- Necesita turnos de riegos más frecuentes y mejor controlados
- Técnicas de fertilización precisa

## **1.10 VARIABLES DASOMÉTRICAS**

### **a) Medición de diámetro (DAP)**

DGFFS (2011), en su guía práctica de cubicación de madera señala que el diámetro del árbol se mide con la corteza, a la altura del pecho, 1.30m sobre terreno, a este se le conoce como Diámetro a la Altura de Pecho (DAP).

La medición puede realizarse con la ayuda de una cinta diamétrica (cinta cuya unidad diamétrica está en centímetros) o con el uso de una forcípula. A fin de evitar una estimación excesiva del volumen y compensar los errores de medición, se mide el diámetro en centímetros y se ajusta en sentido decreciente. Debe tenerse en cuenta algunas medidas preventivas tales como:

- Los instrumentos de medición se mantienen en una posición perpendicular el eje del árbol a 1.30 m.
- Hay que asegurarse que la forcípula abarque el total del diámetro del tronco, a fin de evitar que los brazos de esta se cierren, sin comprimir la corteza.
- Si se utiliza cinta diamétrica, asegurarse de esta no este torcida y que este bien ajustada alrededor del árbol en una posición perpendicular al eje longitudinal del tronco. Nada debe evitar el contacto directo entre la cinta y la corteza del árbol a medir.

- Si se utiliza forcípula medir dos diámetros ( $D_1$  y  $D_2$ ), perpendiculares entre si y obtener un promedio ( $DAP$ ). Cabe indicar que las mediciones corresponden a los diámetros mayor y menor en un mismo nivel.

#### b) Medición de la altura

La altura se determina mediante mediciones lineales que se toman desde un plano de referencia que generalmente es el nivel del suelo hasta los puntos que interesan medir.

Solano (2013), afirma que existen diferentes tipos de altura, tales como:

- Altura total, distancia vertical entre el nivel del piso y el ápice de un árbol.
- Altura de fuste, distancia que existe entre el nivel del suelo y el punto de copa.
- Altura del tronco limpio, sin ramas.
- Altura de copa, distancia que hay entre el punto de copa y el ápice del árbol.

#### c) Cálculo del volumen comercial del árbol en pie

Para determinar el volumen comercial de los árboles en pie utilizamos la siguiente fórmula: DGFFS (2011) y Solano (2013).

$$V_c = 0.7854 \times (DAP)^2 \times H_c \times 0.65$$

Donde:

$V_c$  : Volumen comercial de un árbol en pie en metros cúbicos ( $m^3$ ).

$DAP$  : Diámetro a la altura del pecho (1.30 m) en metros (m).

$H_c$  : Altura comercial en metros (m)

0.7854 : Valor constante resultante de  $\frac{\pi}{4}$

0.65 : Factor de forma

#### d) Área basal (AB)

Según Solano (2013), menciona que el  $DAP$  nos permitirá hallar el área basal (AB), que es la superficie ( $m^2$ ) de la sección transversal de un árbol a la altura del pecho y se calcula con la siguiente fórmula.

$$AB = 0.7854xDAP^2$$

**e) Altura comercial**

Es la distancia vertical entre el nivel del tocón y la posición terminal de la última porción comercialmente utilizable del árbol. Gutiérrez y Moreno. (2013).

**f) Incremento medio anual (IMA)**

El valor del incremento o corriente medio anual (IMA) Corresponde al promedio de incremento hasta el momento actual. Se calcula dividiendo el valor actual entre el tiempo transcurrido o edad. Imaña *et al* (2008).

**g) Incremento corriente anual (ICA)**

Expresa el crecimiento ocurrido entre el inicio y el final de la estación de crecimiento, en un periodo de 12 meses, o entre dos años consecutivos. Se calcula haciendo la diferencia entre el valor al final del año menos el valor al inicio del año. Imaña *et al* (2008).

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 INFORMACIÓN GENERAL**

##### **2.1.1 Ubicación del proyecto**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Campo Experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Pichari, Provincia La Convención, Región Cusco, las coordenadas de este centro experimental son: 0626760 Este, 8615000Norte, 550 msnm, para el distrito de Pichari capital se encuentra a una altitud de 550 m.s.n.m., cuyas coordenadas son, Latitud Sur 12° 13' 00" y Longitud Oeste 73° 49' 30".

##### **2.1.2 Límites de la parcela experimental**

- Por el Norte: Comando Especial del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro.
- Por el Sur : Maestranza de la Municipalidad Distrital de Pichari.
- Por el Este : Instituto Tecnológico de Quillabamba filial Pichari.
- Por el Oeste: Rio Pichari.

##### **2.1.3 Límites del distrito de Pichari**

El ámbito territorial del distrito tiene los siguientes límites:

- Por el Norte: Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo, Región Junín.
- Por el Sur : Distrito de Kimbiri, Provincia la Convención, Región Cusco.
- Por el Este : Distrito de Echarate, Provincia la Convención, Región Cusco.
- Por el Oeste: Rio Apurímac, Distrito de Ayna, Provincia de la Mar, y Distrito de Sivia y Llochegua, Provincia de Huanta de la Región Ayacucho

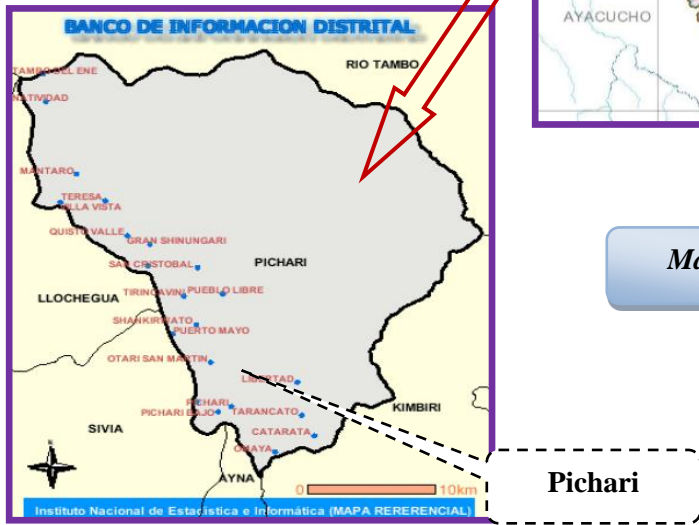


*Mapa Político del Perú*

*Mapa del Departamento de La Convención*

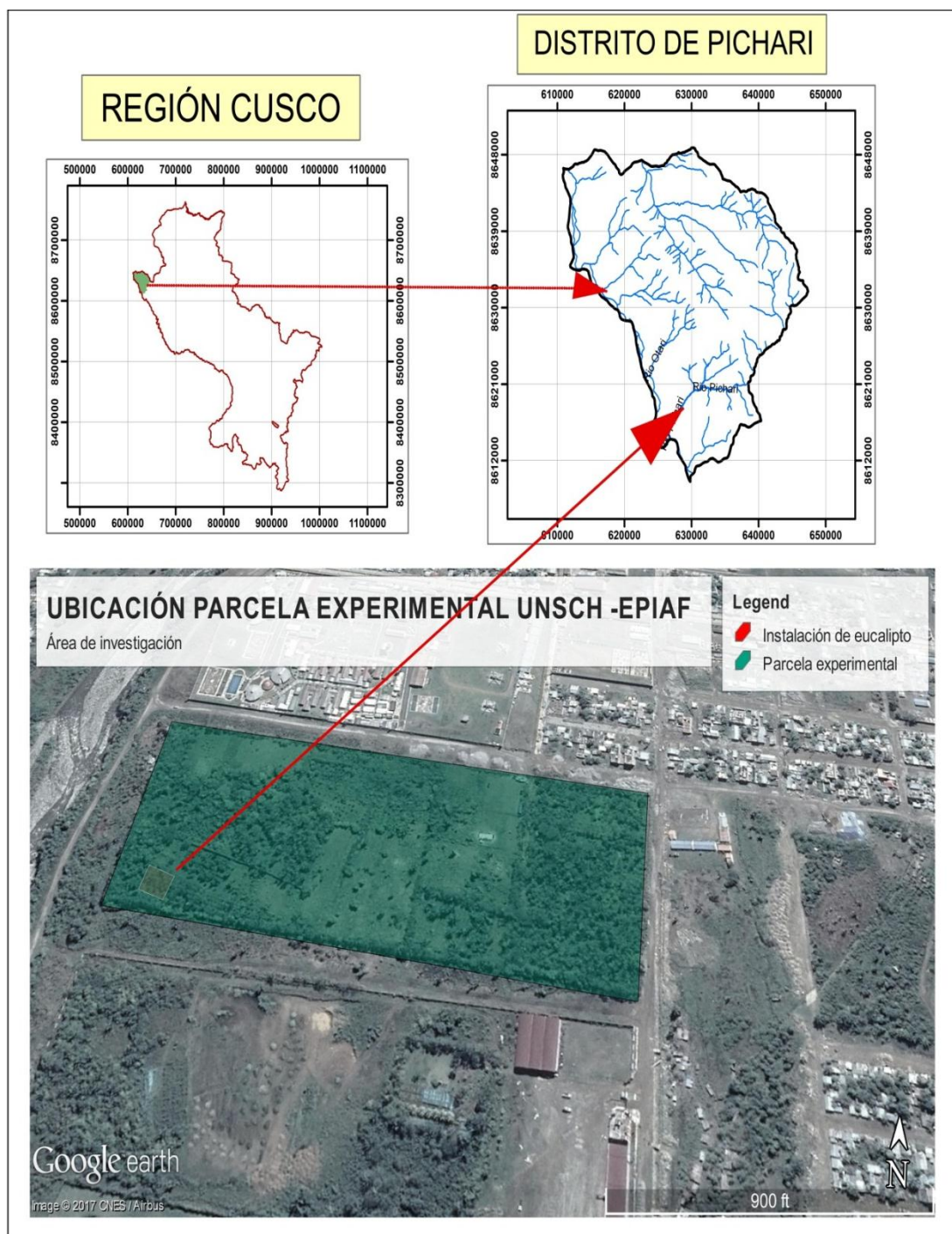


*Mapa del Distrito de Pichari*



Fuente: Municipalidad distrital de Pichari.

**Figura 2.1** Mapa de ubicación del distrito de Pichari.



Fuente: Elaboración propia – 2017.

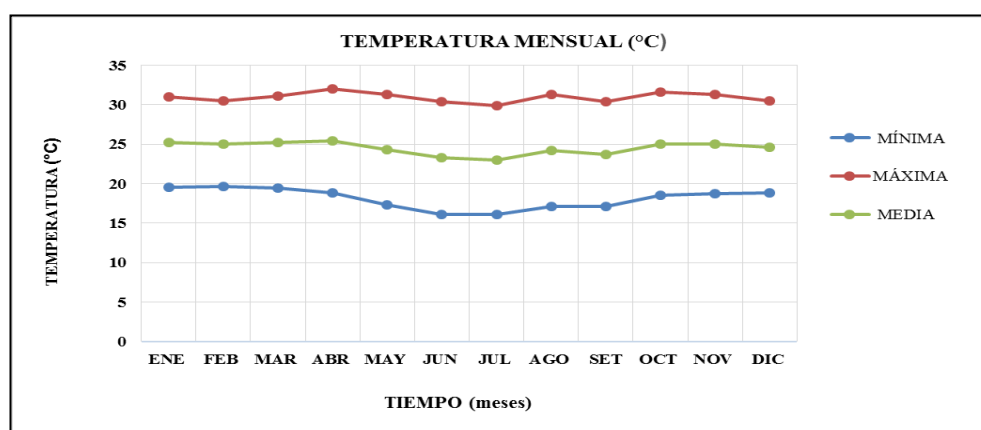
**Figura 2.2** Mapa de ubicación del proyecto

### 2.1.4 Características edafoclimáticas del distrito de Pichari

**Tabla 2.1** Temperatura mensual del distrito de Pichari

<b>TEMPERATURA MENSUAL (°C)</b>														
<b>REGISTRO HISTÓRICO</b>														
<b>Estación</b>	: PICHARI												<b>Distrito</b>	: PICHARI
<b>Longitud</b>	: 12°31'19.9" W												<b>Provincia</b>	: LA CONVENCION
<b>Latitud</b>	: 73°50'22.28" S												<b>Región</b>	: CUSCO
<b>Altitud</b>	: 540 msnm													
T°	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	T° ANUAL	
<b>MÍNIMA</b>	20	20	19	19	17	16	16	17	17	19	19	19	18	
<b>MÁXIMA</b>	31	31	31	32	31	30	30	31	30	32	31	31	31	
<b>MEDIA</b>	25	25	25	25	24	23	23	24	24	25	25	25	25	

Fuente: Estación Meteorológica Pichari 2016, citado por Micro ZZE – OT – Pichari – 2017.

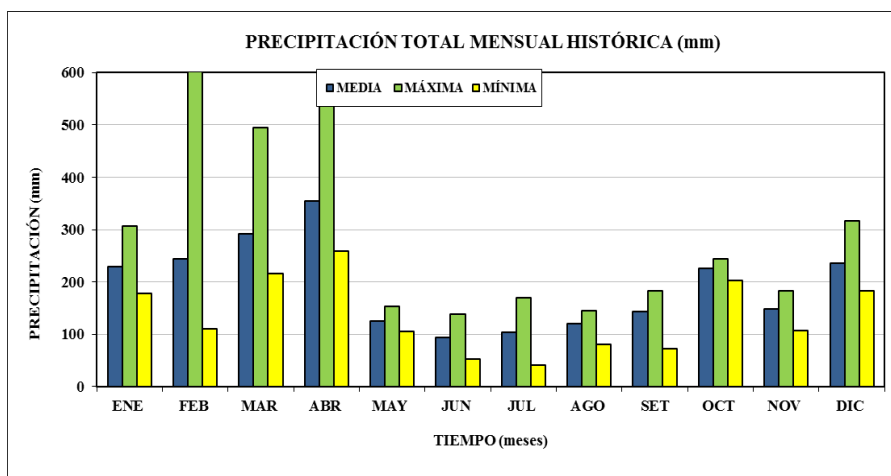


**Figura 2.3** Temperatura mensual, distrito de Pichari

**Tabla 2.2** Precipitación anual del distrito de Pichari

<b>PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)</b>														
<b>REGISTRO HISTÓRICO</b>														
<b>Estación</b>	: PICHARI												<b>Distrito</b>	: PICHARI
<b>Longitud</b>	: 12°31'19.9" W												<b>Provincia</b>	: LA CONVENCION
<b>Latitud</b>	: 73°50'22.28" S												<b>Región</b>	: CUSCO
<b>Altitud</b>	: 540 msnm													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
2007	189.4	611.7	494.0	600.8	110.4	53.3	95.5	118.4	176.8	227.9	139.0	191.7	3008.9	
2008	250.9	255.5	311.3	321.2	114.3	59.7	145.7	143.8	155.3	223.6	116.4	210.3	2307.9	
2009	203.8	161.1	265.3	293.7	144.3	138.4	92.8	111.7	127.4	223.7	135.5	213.9	2111.5	
2010	205.7	111.0	216.4	258.5	116.6	87.2	104.2	91.1	116.3	227.2	158.0	228.3	1920.6	
2011	234.2	223.3	291.7	306.1	136.5	100.4	104.6	136.8	141.0	203.2	137.1	222.3	2237.1	
2012	185.0	185.0	245.4	455.0	111.0	101.1	61.0	145.0	182.5	216.3	162.5	268.1	2318.0	
2013	304.5	166.6	250.6	311.4	111.2	112.1	114.5	81.5	171.6	244.4	174.4	315.7	2358.5	
2014	177.9	161.2	228.5	295.3	146.8	82.6	105.5	126.0	136.4	226.2	182.2	282.2	2150.8	
2015	240.5	187.8	256.9	272.9	153.9	72.2	170.5	117.2	159.2	241.7	163.7	183.1	2219.5	
2016	305.9	381.2	354.6	432.9	105.7	125.6	40.5	139.0	72.8	216.8	106.8	237.5	2519.2	
<b>MEDIA</b>	<b>229.77</b>	<b>244.43</b>	<b>291.46</b>	<b>354.78</b>	<b>125.06</b>	<b>93.26</b>	<b>103.48</b>	<b>121.06</b>	<b>143.92</b>	<b>225.09</b>	<b>147.56</b>	<b>235.31</b>	<b>2315.17</b>	
<b>MÁXIMA</b>	<b>305.88</b>	<b>611.72</b>	<b>493.95</b>	<b>600.82</b>	<b>153.89</b>	<b>138.43</b>	<b>170.48</b>	<b>145.02</b>	<b>182.49</b>	<b>244.37</b>	<b>182.19</b>	<b>315.74</b>	<b>3008.90</b>	
<b>MÍNIMA</b>	<b>177.86</b>	<b>110.99</b>	<b>216.38</b>	<b>258.54</b>	<b>105.71</b>	<b>53.32</b>	<b>40.50</b>	<b>81.51</b>	<b>72.80</b>	<b>203.19</b>	<b>106.80</b>	<b>183.10</b>	<b>1920.55</b>	
<b>DES.V. EST.</b>	<b>46.59</b>	<b>148.56</b>	<b>82.09</b>	<b>108.16</b>	<b>18.17</b>	<b>27.63</b>	<b>37.04</b>	<b>21.74</b>	<b>33.10</b>	<b>11.97</b>	<b>24.66</b>	<b>41.75</b>	<b>291.41</b>	

Fuente: Estación Meteorológica Pichari 2016, citado por Micro ZZE – OT – Pichari – 2017.

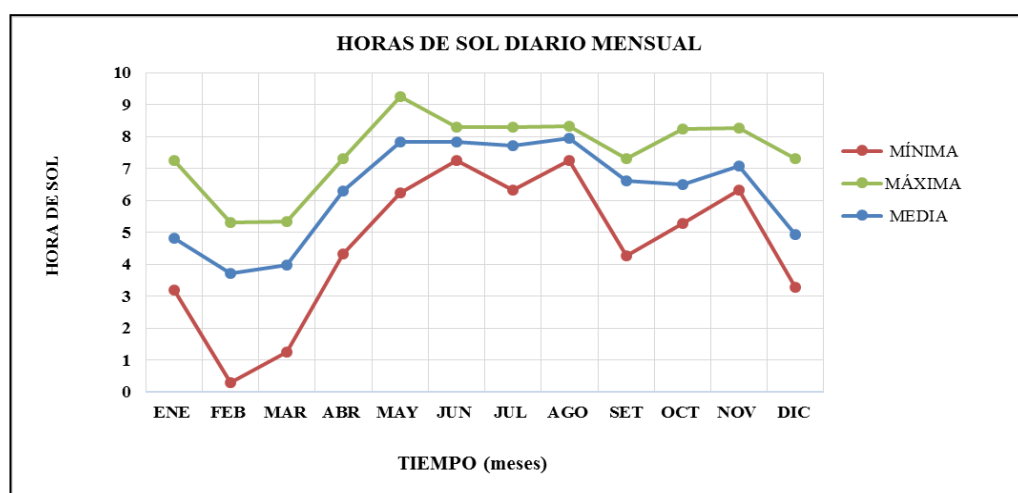


**Figura 2.4** Precipitación mensual del distrito de Pichari.

**Tabla 2.3** Horas sol en el distrito de Pichari, 2007 – 2015

<b>HORAS DE SOL DIARIO MENSUAL REGISTRO HISTÓRICO</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2007	4.27	3.25	3.30	4.33	6.24	8.29	6.33	8.27	7.31	6.22	6.31	4.24
2008	4.29	4.31	4.26	7.24	8.36	7.26	8.27	8.24	7.32	6.29	8.26	6.33
2009	3.20	4.25	5.30	7.30	7.28	7.24	8.22	8.32	6.28	7.27	7.33	4.25
2010	5.32	5.30	4.32	7.30	8.30	8.30	8.29	7.36	6.32	8.23	7.30	7.31
2011	5.27	2.28	3.33	5.26	7.26	8.21	7.25	8.31	6.24	6.36	6.32	5.30
2012	5.29	5.27	5.33	7.24	9.21	7.30	8.28	7.26	4.25	6.29	8.27	5.23
2013	7.24	0.29	1.24	6.29	8.35	8.28	8.25	8.25	7.26	5.29	7.27	3.27
2014	4.24	5.26	5.30	7.29	9.25	7.29	8.29	7.26	7.31	6.22	6.31	4.24
2015	4.27	3.25	3.30	4.33	6.24	8.29	6.33	8.27	7.31	6.22	6.31	4.24
MÍNIMA	3.20	0.29	1.24	4.33	6.24	7.24	6.33	7.26	4.25	5.29	6.31	3.27
MÁXIMA	7.24	5.30	5.33	7.30	9.25	8.30	8.29	8.32	7.32	8.23	8.27	7.31
MEDIA	4.82	3.72	3.96	6.29	7.83	7.83	7.72	7.95	6.62	6.49	7.08	4.93
Hrs Sol/total/mes	149.45	104.10	122.90	188.60	242.80	234.87	239.42	246.42	198.67	201.12	212.27	152.97

Fuente: Estación Meteorológica Pichari 2016, citado por Micro ZZE – OT – Pichari – 2017.



**Figura 2.5** Horas sol por meses.

- **Evapotranspiración**

En el mes de febrero se registra 120 mm/mes mínimo valor, el máximo valor es de 162 mm en el mes de noviembre. (Estación Meteorológica Pichari, citado por Micro ZEE - OT- Pichari - 2017).

### 2.1.5 Características agroedafológicas

- Caracterización de suelo – parcela experimental

El muestreo de suelos se realizó en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal y fue enviado al laboratorio de suelos y análisis foliar de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Facultad de Ciencias Agrarias, cuyos resultados se tienen en la siguiente tabla:

**Tabla 2.4** Caracterización de suelo – parcela experimental

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase textural	pH (H <sub>2</sub> O)	C.E. (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp.		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)					C.I.C. (Cmol(+)/Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	
1	52.7	22.6	24.7	Fr - Ar - Ac	5.65	0.214	0.0	1.68	0.08	18.1	33.5	5.8	1.1	0.17	-	0	7.1

Fuente: UNSCH-FCA-Programa de investigación pastos y ganadería.

- **Flora de la parcela experimental**

La parcela experimental tiene 10 has en total, distribuidas en áreas con plantaciones forestales, agroforestales, pastos, especies frutícolas, viveros, establo, jardín botánico, caminos y vegetación natural (ver las tablas siguientes).

**Tabla 2.5** Plantación forestal en la parcela experimental – UNSCH-EPIAF

NOMBRE COMÚM	NOMBRE CIENTÍFICO	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Eucalipto	<i>Eucalyptus urogradis</i>	729
Pino	<i>Pinus tecunumanii</i>	900
Teca	<i>Tectona grandis</i>	300
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	500
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	600
Bolaina	<i>Guazuma crinita</i>	600
Bambu	<i>Bambu angustifolia</i>	300
	<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>3929</b>

Fuente: Elaboración propia – 2017

**Tabla 2.6** Plantación en sistemas agroforestales – UNSCH-EPIAF

TECNOLOGIAS	ASOCIACIÓN DE ESPECIES	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Árboles en lindero	Shaina+ bolaina	1400
Barreras vivas	Erythrina sp	1400
Cultivos temporales	Maíz + yuca	2000
Cultivos permanentes	Cacao	1000
Árboles en cultivos	Caoba + cedro rosado +pinochuncho + tarun tarun + caucho.	1000
Sistema multiestrato	Shaina + bolaina + pinochuncho + plátano + yuca + cacao	400
	<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>7200</b>

Fuente: Elaboración propia – 2017

**Tabla 2.7** Plantaciones jardín botánico – UNSCH-EPIAF

PLANTACIONES EN JARDIN BOTÁNICO		
NOMBRE COMÚM	NOMBRE CIENTÍFICO	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i>	20000
Cedro rosado	<i>Credrela odorata</i>	
Bambu	<i>Bambu angustifolia</i>	
Sangre de grado	<i>Croton lechlerii</i>	
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	
Platano	<i>Musa paradisiaca</i>	
Citricos	<i>Citros sp</i>	
Caoba	<i>Eswietenia macrhiphilla</i>	
Mango	<i>Mangifera indica</i>	
Pacae	<i>Inga sp</i>	
Maíz	<i>Sea maíz</i>	
Crotones	<i>Codiaeum variegatum</i>	
Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>	

Fuente: Elaboración propia – 2017

- **Características de los suelos del distrito de Pichari**

Respecto a la capacidad de uso de los suelos de Pichari, el 59.1% son de protección, el 36.4% aptas para la forestación y sólo el 2.8% aptas para cultivos permanentes, lo que nos indica la escasa disponibilidad de tierras aptas para el desarrollo agropecuario. (Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Pichari – 2016 al 2021).

**Tabla 2.8** Pichari: Tierras según su grupo.

Gran grupo	Símbolo	Superficie	
		Ha	%
Tierras Aptas para Cultivos en Limpio	A	1,087.44	0.80
Tierras Aptas para Cultivos Permanentes	C	3,806.04	2.80
Tierras Aptas para Forestales	F	49,478.52	36.40
Tierras para Protección	X	80,334.64	59.10
Cuerpos de Agua	CA	1,223.37	0.90
<b>Total</b>		<b>135,930.01</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Meso ZEE – VRA - 2010 – IIAP

- **Actividad agrícola**

Los principales productos que se cultivan en el distrito son el cacao, café, los cítricos, el plátano, la piña, yuca, coca, palmito, arroz entre otros.

El rendimiento por campaña /hectárea de los principales productos son muy bajos por la ausencia de técnicos especializados en agricultura. La siembra de estos productos se realizan mayormente con tecnología tradicional, empleando mano de obra para apertura de terrenos en épocas de invierno (mayo – septiembre), para luego instalar cultivos temporales como la yuca, maíz, frijol, maní, arroz y soya, utilizados en el autoconsumo, después de la cosecha de estos cultivos temporales se preparan los terrenos para cultivos semi permanentes y permanentes como es el caso de cacao, café, plátano, palmito y otros. (Municipalidad Distrital de Pichari, 2012).

**Tabla 2.9** Cultivos más importantes en el distrito de Pichari.

Cultivos	Cosecha has.	Rendimiento TM/ha	Producción TM	Precio S/. /kg
Pasto elefante	6	43,83	263	0.14
Cocotero	6	10	60	0.78
Limón soltil	5	5,4	27	0.81
Mandarina	8	10	80	0.54
Mango	7	7,14	50	0.55
Maracuyá	1	7	7	0.8
Marañón	1	6	6	0.5
Naranja	35	6,26	219	0.49
Pacay	5	6,6	33	0.48
Palto	15	6,8	102	0.76
Toronja	2	8,5	17	0.7
Limón dulce	14	6,64	93	0.49
Palmito	10	2	20	0.54
Achiote	125	0,73	91	1.44
Cacao	3580	0,64	2299	3.59
Café	1820	0,61	1111	2.72
Arroz cascara	140	1,96	274	0.82
Maíz duro híbrido	127	1,49	179,07	0.6
Yuca	138	7,83	1081	0.4
Caupi frejol chiclay	8	1	8	1
Frijol grano seco	11	0,82	9	1
Papaya	29	7,69	223	0.49
Piña	65	18	1170	0.54
Plátano	145	7,77	1127	0.32
Caña de azúcar	4	29	116	0.11
Ajonjolí	35	1	35	2.53
Palillo o cúrcuma	4	2,5	10	1.17

Fuente: DIA-Ayacucho Campaña Agrícola 2004 – 2005

- **Actividad pecuaria**

La actividad pecuaria es un complemento de la agricultura. Se crían principalmente ganado vacuno, porcino, ovino y aves de corral. Según estadísticas registradas por el Ministerio de Agricultura del año 2004 – 2005, se tiene todo los datos de la parte pecuaria por especie (Municipalidad Distrital de Pichari, 2012).

### 2.1.6 Características de la vegetación del distrito de Pichari

#### a) Flora

La flora silvestre es de alta diversidad, se encuentra en la región de Yunga o selva alta, cuyas especies son arbóreas, arbustivas, epifitas, orquídeas, bromelias, helechos, musgos y líquenes. A esto se suma especies cultivadas entre forestales y ornamentales, pertenecientes a las familias de Pichari.

Según información primaria producto de trabajo de campo y las bibliografías consultadas, Meso ZEE del GORE – Cusco, Meso ZEE del VRA – IIAP, Estudio Forestal, Estudio de Agrobiodiversidad de la Micro ZEE del distrito de Pichari, existen 222 especies agrupados en 65 familias botánicas, que tienen diferentes usos, como por ejemplo en la construcción, como biocida, tintóreo, medicinal, ornamental, entre otros.

#### b) Fauna

De acuerdo al recojo de información primaria y revisión bibliográfica consultada, Meso ZEE del GORE – Cusco, Meso ZEE del VRA – IIAP, Estudio de Agrobiodiversidad de la Micro ZEE del distrito de Pichari, presenta una riqueza de fauna;

**Aves:** 65 especies representativas; *Cacicus cela* “custi, paucar”, *Rupicola peruvianus* “gallito de las rocas, yorivi”, *Coragyps atratus* “gallinazo cabeza negra”, *Mitu tuberosum* “paujil de vientre marrón”, *Ortalis guttata* “manajaraco, marati”, *Penelope montagnii* “gallina de monte, sancati”, *Melanerpes cruentatus* “pájaro carpintero”, entre otros.

**Mamíferos:** para este taxón se mencionan 29 especies más representativas, *Dasyprocta variegata* “añuje o sihua de montaña”, *Dinomys branickii* “satuco o machetero”, *Hydrochaeris hydrochaeris* “ronsoco”, *Microsciurus flaviventer* “armadillo, quirquincho”, *Didelphis marsupialis* “ccarachupa”, *Nasua nasua* “capiz”, *Pecari tajacu* “sajino, sindori, monte cuchí”, *Myrmecophaga tridactyla* “oso hormiguero”, *Leopardus pardalis* “tigrillo”, entre otros.

**Reptiles:** taxa que agrupa los siguientes: *Paleosuchus sp.* “lagarto”, *Helicops angulatus* “yacu jergón”, *Podocnemis expansa* “tortuga charapita, cherbotalo”, *Geochelone denticulata* “motelo”, *Bothrops andianus* “jergón”, *Proctoporus cf. Bolivianus* “lagartija pequeña - uchuy k'alaywa”, *Bothriopsis bilineata* “víbora rayada de bosque, chirote”, *Bothrops andianus* “shushupe, quirquincho”, *Tupinambis texiguin* “iguana overa”, entre otras especies.

**Anfibios:** este grupo representado por 32 especies; *Telmatobius sp.* “rana gigante”, *Rhinella inca* “sapo inca”, *Pristimantis pharangobates* “ranas cutín”, *Dendropsophus leucophyllatus* “rana payaso”, *Hypsiboas lanciformis* “rana lanceolada, salta cara”, *Rhaebo guttatus* “sapo gigante moteado”.

**Peces:** Los ríos del distrito de Pichari, presentan pocas especies ícticas y con escasos ejemplares, por lo tanto la abundancia y riqueza de especies es muy baja, las familias que presentan mayor riqueza de especies son: Characidae, Loricaridae y Pimelodidae. Las especies más abundantes, son *Rineloricaria wolfei* “supercholo, carachama”, *Creagrutus changae* “choge”, *Astyanax fasciatus* “choge”, *Astyanax bimaculatus* “choge” y *Chaetostoma sp.* “ccaccas”.

### c) Recursos hídricos

El distrito de Pichari por su ubicación cuenta con abundantes recursos hídricos, los ríos Apurímac y Ene son los más importantes y navegables del distrito de Pichari; además sirve como límites naturales del distrito por su lado oeste y la vía fluvial de transporte local y hacia el interior de la selva de Junín - Satipo. Ambos ríos poseen pequeños tributarios que nacen en las montañas empinadas que se ubican al este del distrito (Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Pichari – 2016 al 2021).

**Tabla 2.10** Principales ríos y quebradas del distrito de Pichari

RIOS / QUEBRADAS	
Río Kempiri	Río Pitirinkini
Río Tigre mayo	Río Satarunshiato
Río Teresa	Río San Gerónimo
Río Kinquiviri	Río Santuario
Río Quisto	Río Yurinaki
Río Otari	Río Chaurinato
Río Pichari	Río Tigrillo
Río Omayá	Río Getariato
Río Ene	Riachuelo Charhuinato
Río Apurímac	Río Sincamayo
Río Mantaro	Riachuelo Nueva Alianza
Río Catarata	Río Chinkantiriato
Río Nueva Alianza	Qda. Ahuarujasa
Río Mesares	Qda. Cuviriari
Río Soto	Qda. Kipiashiari
Río Tarancato	Qda. Cuviriari
Río Kinkori	Qda. Cedro Orco
Río Yuriniato	-
Río Paveni	-

Fuente: Trabajo de campo E.T, ZEE – Pichari – 2015

## 2.2 MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS E INSUMOS

### 2.2.1 Material biológico

Para la investigación se emplearon plantones producidos en tubetes y bolsas de la especie *Eucalyptus urograndis*, cuya procedencia de las semillas fueron de Brasil.

### 2.2.2 Herramientas de campo

- Machete
- Pala recta
- Estacas
- Cuaderno y fichas de evaluación

### 2.2.3 Materiales dasométricos

- Vernier
- Regla graduada
- Cinta métrica

#### **2.2.4 Equipos**

- Sistema de posicionamiento Global (GPS) GARMIN 12 XL.
- Cámara fotográfica digital SONY.
- Laptop Toshiba
- Impresora
- Estación total TOPOCOM
- Balanza analítica

#### **2.2.5 Insumo**

- Hidrogel (Hidrokeeper)

### **2.3 METODOS DE RECOLECCION DE DATOS**

#### **2.3.1 Población, muestra y unidad de análisis**

##### **2.3.1.1 Población**

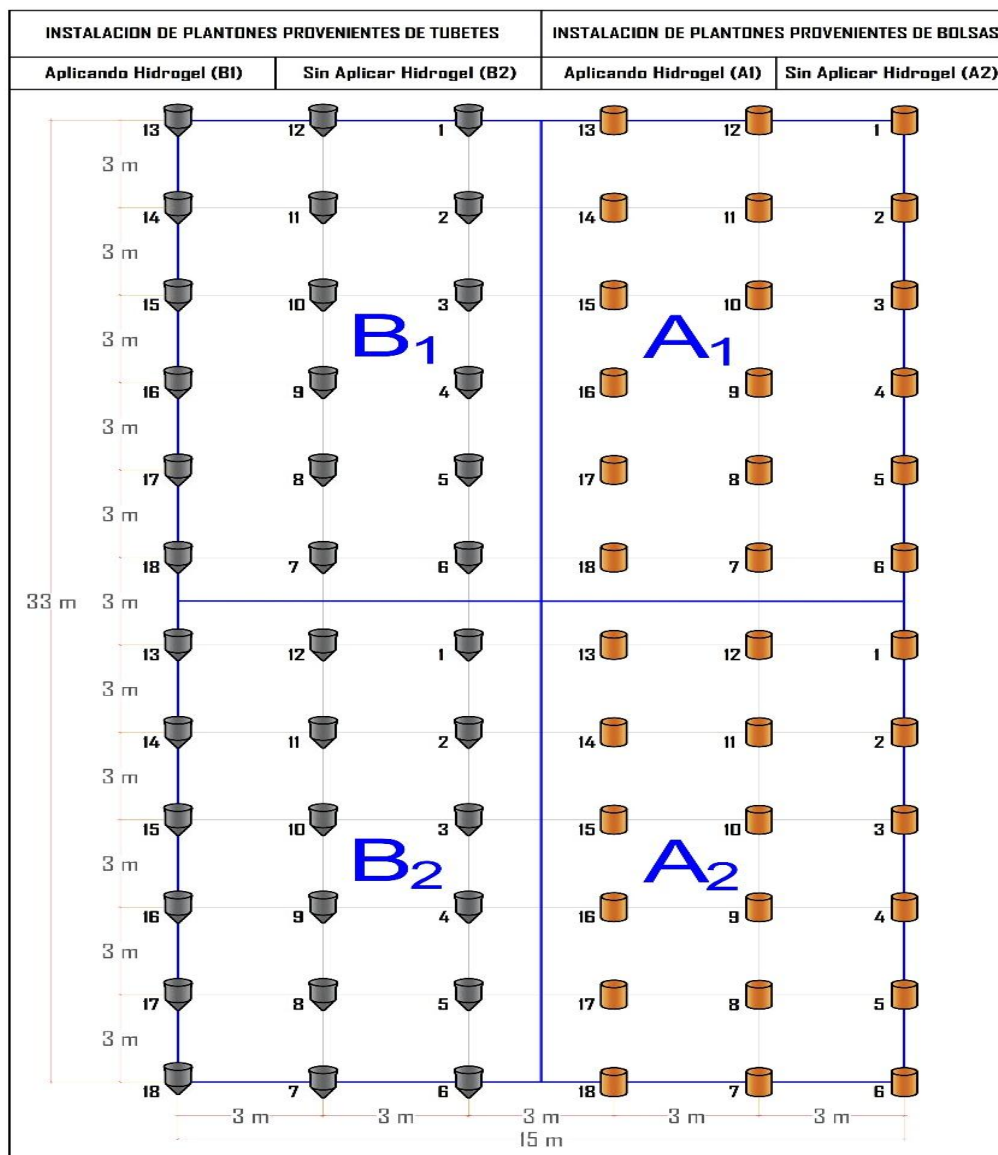
El estudio realizado está conformado por 72 árboles de eucalipto, distribuidos en cuatro tratamientos: 18 árboles producidos en bolsas aplicando hidrogel al momento de la plantación y 18 sin aplicar hidrogel; 18 árboles producidos en tubetes aplicando hidrogel al momento de la plantación y 18 sin aplicación de hidrogel.

##### **2.3.1.2 Muestra**

Para realizar los estadísticos descriptivos de los parámetros del *Eaocaliptus urograndis* y considerando la relación que a mayor muestra menor será el error en los datos, consideramos para la presente investigación el tamaño de la muestra de los 72 árboles.

##### **2.3.1.3 Unidad de análisis**

La unidad de análisis representa cada uno de los árboles de eucalipto, donde se obtiene los parámetros como altura, diámetro, floración, fructificación, incrementos de cada árbol.



Fuente: Elaboración propia - 2017

**Figura 2.6** Esquema de plantación.

La figura adjunta muestra la distribución de los 72 árboles (población) instalados con sus respectivos tratamientos, representa la muestra (72 árboles) por cada tratamiento y la unidad de análisis (árbol individual).

### 2.3.2 Instalación y conducción del experimento

#### a) Propagación de la especie

Se propagó 72 plantas en total de *Eucalyptus urograndis*, las cuales 36 fueron producidas con el sistema tradicional en bolsas de polietileno de color negro - de 4'' x 7'' x 2 (volumen en 905cc); 36 fueron producidas en tubetes de polipropileno

color negro - de 12.5 cm de altura por 2.8 cm de diámetro inferior (volumen de 53cc); para ambos sistemas se utilizó el sustrato combinado 21% tierra agrícola, 42% tierra negra , 21% humus, 11% arena fina y 5% de cascarilla de arroz carbonizada, dicha producción se realizó en el vivero forestal de la Escuela Ingeniería Agroforestal localizado en la parcela experimental, cuyas coordenadas geográficas son 0626760 este y 8615000 Norte, a una altitud de 550 m.s.n.m.

#### **b) Preparación del terreno**

Uno de los trabajos importantes que se desarrolló para el establecimiento del experimento fue la preparación de terreno, esta actividad fue en una superficie de 495 m<sup>2</sup>, realizando trabajos de:

#### **c) Identificación y demarcación del área**

El criterio para identificar el área donde se estableció la plantación fue la exposición al sol, ubicando un lugar sin cobertura que impida el ingreso de los rayos solares por la mañana y por la tarde, debido a que el *Eucalyptus urograndis* es una especie heliófila que requiere plena exposición solar para un crecimiento satisfactorio.

Así mismo CATIE (2001), señala que las especies intolerantes generalmente su reproducción es masiva, precoz; y rápido en buenas condiciones de luz y tienen una vida corta.

Después de la elección del lugar se procedió a demarcar 495 m<sup>2</sup> con la ayuda del GPS, cinta métrica y estacas con banderines.

#### **d) Limpieza del terreno**

La limpieza del terreno consistió en el desmalezado, apeo de árboles y arbustos, utilizando el machete y el hacha.



**Figura 2.7** Desmalezado, apeo de árboles y arbustos

**e) Marcación en el terreno**

Luego de la elección del sistema de plantación y la limpieza del terreno, con ayuda de una wincha y cordel de 100 m, se procedió a marcar donde se harán los hoyos a una distancia entre plantas de 3m x 3 m, en cada punto se colocaron las estacas.

**f) Apertura de hoyos**

Con la ayuda de una pala recta se procedió a abrir los hoyos de 30 x 30 x 30 cm de largo, ancho y profundidad, respectivamente.



**Figura 2.8** Apertura de hoyos con dimensiones de 30x30x30cm (Largo, ancho y profundidad).

### g) Aplicación de hidrogel

#### • Determinación del hidrogel

En el laboratorio “Efraín Morote Best” de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal – Pichari, en una balanza analítica se pesaron 7 gr de “Hidrokeeper” (contiene hidrogel), que se depositaron en 50 pequeños envases y se trasladaron al campo experimental para depositar al fondo de los hoyos de acuerdo al croquis de plantación.



**Figura 2.9** Pesando 7 gr de hidrokeeper (hidrogel) para aplicar en la plantación.

### h) Establecimiento de la plantación

Previa selección se trasladaron los plántones en tubetes y en bolsas del vivero a la parcela experimental.

#### • Plantación de árboles producidos en bolsas

Con ayuda de un cuchillo se cortó la base de las bolsas aproximadamente de 2 cm; con el propósito de podar las raíces, luego se quitó la bolsa dejando el plánton con pan de tierra para colocar en el hoyo luego se cubrió con la tierra sobrante hasta el nivel de la superficie.



**Figura 2.10** (Lado izquierdo) incorporación de los 7gr de hidrogel a la base del hoyo. (Lado derecho) Plantación con hidrogel proveniente de bolsa.

- **Plantación de árboles producidos en tubetes**

Con la ayuda de una varilla metálica se golpeó el borde del tubete, para suavizar el cepellón y así facilitar la separación del tubete. Una vez extraída el plantón se procedió a colocar en el hoyo correspondiente.

La cantidad y la forma de aplicar el hidrogel fueron las mismas para los plantones producidos en bolsa.



**Figura 2.11** (Lado izquierdo) incorporación de los 7gr de hidrogel a la base del hoyo. (Lado derecho) Plantación de eucalipto proveniente de tubete.

### i) Labores silviculturales

Una vez establecida la plantación, las labores de manejo silvicultural fue el desmalezado cada 2 ó 3 meses dependiendo del crecimiento y el control de plagas luego de la plantación.

## 2.4 PARÁMETROS EVALUADOS

### 2.4.1 Medición de parámetros en función al desarrollo del árbol

#### 2.4.1.1 Floración y fructificación

Estos parámetros se registraron en la ficha técnica, observando cada unidad de análisis (árbol).

#### 2.4.1.2 Estado fitosanitario

Evaluando desde la instalación hasta los 16 meses de edad, se observó y se registró el estado fitosanitario de cada árbol, ello contempla ataque de insectos, daños patológicos, síntomas de deficiencia de nutrientes.

### 2.4.2 Medición de parámetros en función al crecimiento

#### 2.4.2.1 Diámetros a la altura del pecho – DAP

Con la ayuda de un vernier, este parámetro fue medido a 1.30 metros del tallo del árbol, tal como indica DGFFS (2011) y Solano (2013).



**Figura 2.12** Medición de diámetro a 5 cm del suelo (lado izquierdo) y diámetro a la altura del pecho (lado derecho).

### 2.4.2.2 Altura del árbol

Para medir la altura total, se tuvo instrumentos de la wincha, regla graduada, estación total, éste último para los árboles que sobrepasaron los 4 metros de altura. Se midió desde la base del suelo hasta el meristemo apical de la planta aproximadamente.



**Figura 2.13** Medición de altura con regla graduada (Lado izquierdo) y estación total (Lado derecho).

### 2.4.2.3 Área basal (AB)

Para calcular este parámetro se realizó según lo que señalan DGFFS (2011) y Solano (2013), haaciendo uso de la formula siguiente:

$$AB = 0.7854 \times (DAP)^2$$

Donde:

AB : Área basal (m<sup>2</sup>)

DAP : Diámetro a la altura del pecho (cm)

0.7854 : Valor constante resultante de  $\pi/4$

### 2.4.2.4 Cálculo del volumen comercial del árbol en pie

Para calcular el volumen se tomó en cuenta la fórmula propuesta por DGFFS (2011) y Solano (2013), de la siguiente forma:

$$V_c = 0.7854 \times (\text{DAP})^2 \times H_c \times 0.65$$

Donde:

$V_c$  : Volumen comercial de un árbol en pie en metros cúbicos ( $m^3$ ).

DAP : Diámetro a la altura del pecho (1.30 m) en metros (m).

$H_c$  : Altura comercial en metros (m)

0.7854 : Valor constante resultante de  $\frac{\pi}{4}$

0.65 : Factor de forma

#### 2.4.2.5 Incrementos

##### a) Incremento medio anual (IMA)

Para calcular el IMA se tomó en cuenta la fórmula propuesta por Imaña *et al* (2008) de la siguiente forma:

$\text{IMA}_{(\text{Altura})} = \frac{\text{Altura del árbol}}{\text{Edad del árbol}}$	$\text{IMA}_{(\text{Diámetro})} = \frac{\text{Diámetro del árbol}}{\text{Edad del árbol}}$
--	--

##### b) Incremento corriente anual (ICA)

De igual forma para calcular el ICA se tomó en cuenta la fórmula propuesta por Imaña *et al* (2008), de la siguiente forma:

$$\text{ICA}_{(\text{Altura})} = \text{Altura (fin del año)} - \text{Altura (inicio del año)}$$

$$\text{ICA}_{(\text{Diámetro})} = \text{Diámetro (fin del año)} - \text{Diámetro (inicio del año)}$$

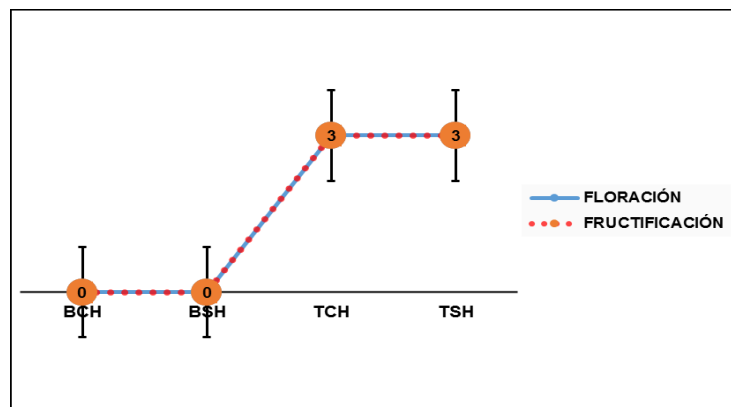
## 2.5 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

De acuerdo al tipo de investigación y los objetivos planteados, se registró datos del campo de las variables en un formato elaborado en software Excel, luego se exportó todos los datos al Software SPSS V25, se analizó y calculó los estadísticos de TUKEY, ANOVA T STUDEN para altura y diámetro de los árboles.

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 3.1 Desarrollo del *Eucalyptus urograndis* en función a la floración y fructificación - 16 meses de crecimiento

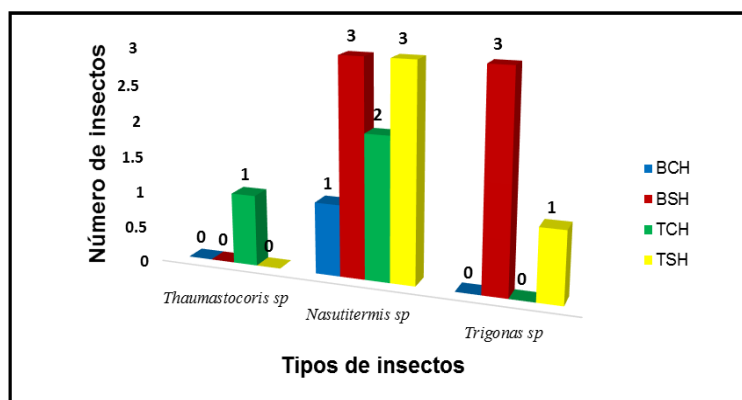


**Figura 3.1** Floración y fructificación del Eucalipto

En la figura 3.1 Se muestra la floración y fructificación ocurrido en los meses de setiembre – noviembre a los dieciséis meses de plantación en 8.2 % plantas provenientes de tubetes, de las cuales 4.1% recibieron hidrogel y 4.1% no recibieron hidrogel al momento de la plantación (TCH y TSH). Las plantas producidas en bolsas no presentaron floración ni fructificación.

Al respecto Rivera (2015), menciona que esta especie florece entre abril y mayo y, para el *E. grandis* y Ospina *et al* (2006), mencionan que florece a los 3 años de edad; datos que difiere de nuestros resultado que la floración ocurrió entre setiembre y noviembre y a los 16 meses de edad aun en solo 8.2%. Esta diferencia, posiblemente sea por tratarse de un ecosistema diferente (VRAEM) que posee factores medioambientales propios.

### 3.2 Estado fitosanitario a 16 meses de edad



**Figura 3.2** Insectos encontrados en las parcelas de *Eucalyptus urograndis*

En la figura 3.2. Se muestra los datos de la presencia y ataque de tipos de insectos en la parcela de Investigación, donde observe la presencia de insectos como el *Thaumastocoris sp* (Chinchas), *Nasutitermis sp.* (Termitas), y *Trigonas sp.* (Abejas negras). Según el autor abajo descrito. El ataque de dichos insectos no ha causado daño económico. Sin embargo, de acuerdo al histograma se puede indicar que los chinchas atacaron sólo a los árboles provenientes de tubetes y aplicados con hidrogel, mas no así, a los árboles de los otros tratamientos.



**Figura 3.3** *Thaumastocoris sp.* presente en hojas del eucalipto.

Mientras que *Nasutitermis sp.* se encontró en mayor cantidad (3) en árboles que no recibieron hidrogel provenientes tanto de bolsas como de tubetes y *Trigonas sp.* Se presentaron atacando a los árboles que no recibieron hidrogel tanto de bolsas como de tubetes mientras que los otros tratamientos no fueron atacados.



**Figura 3.4** Nido de *Nasutitermis sp* (termitas), en fuste de eucalipto



**Figura 3.5** Daño ocasionado por *Trigona sp* (abeja negra)

Al respecto, Wilken (2008) y FAES (2011), citado por Zaracho *et al* (2012), menciona que los clones híbridos de *Eucalyptus urograndis* son las especies más atacadas por *Thaumastocoris peregrinus*, causando daños como hojas chupadas o succionadas dejando cloróticas o amarillas; asimismo, Magap (2014), manifiesta que esta especie sufre el ataque de termitas que producen perforación en la madera o fuste, sin embargo, pueden ser controladas aplicando insecticidas de contacto. Por otro lado Berón (1983) y Garcés (1997), mencionan que los *Eucalyptus* son susceptibles al daño por termitas, que se alimenta de la parte seca de la corteza de los árboles pudiendo ocasionar la muerte; además, Arguedas (2006), señala que *Trigona sp* mastica la corteza en diversos puntos produciendo incisiones, lo cual permite el ingreso de otros patógenos.

### 3.3 Crecimiento en campo definitivo del *Eucalyptus urograndis*

#### 3.3.1 Diámetro a la altura del pecho –DAP

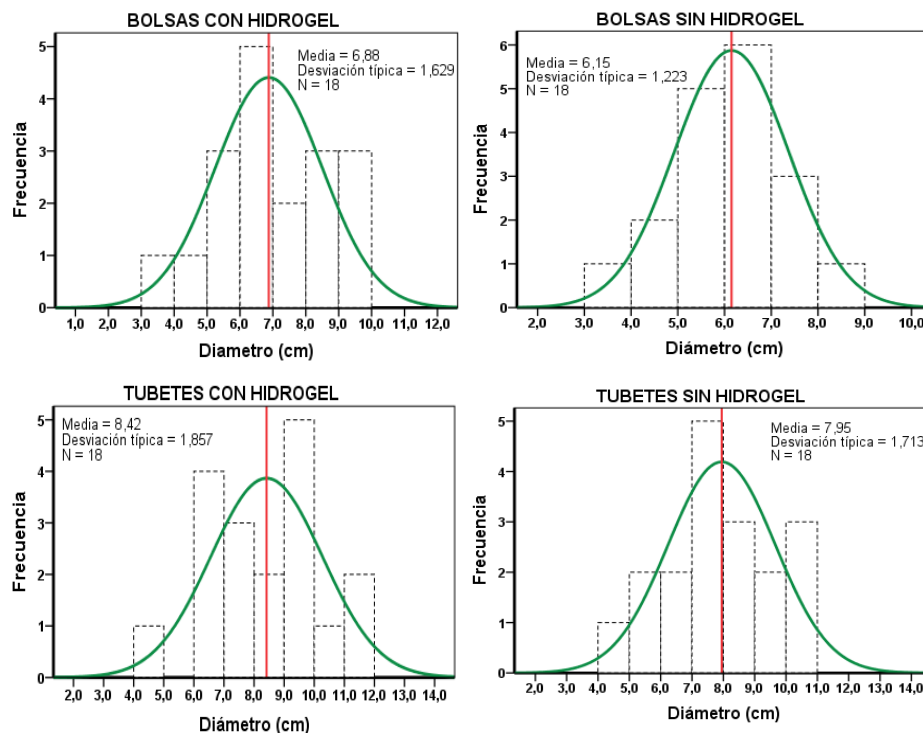
**Tabla 3.1** Estadísticos descriptivos para el diámetro – 16 meses de edad

Bloques	Estadístico	Error típ.	Bloques	Estadístico	Error típ.		
<b>BCH</b>	Media	6.875	.3840	<b>BSH</b>	Media	6.150	.2882
	Mediana	6.625			Mediana	6.250	
	Varianza	2.654			Varianza	1.495	
	Desv. típ.	1.6293			Desv. típ.	1.2227	
	Mínimo	3.1			Mínimo	3.9	
	Máximo	9.1			Máximo	8.6	
	Rango	6.0			Rango	4.7	
	Asimetría	-.449	.536		Asimetría	-.083	.536
	Curtosis	.045	1.038		Curtosis	-.124	1.038
<b>TCH</b>	Media	8.417	.4378	<b>TSH</b>	Media	7.947	.4038
	Mediana	8.500			Mediana	7.875	
	Varianza	3.449			Varianza	2.935	
	Desv. típ.	1.8573			Desv. típ.	1.7133	
	Mínimo	4.5			Mínimo	4.6	
	Máximo	11.1			Máximo	10.5	
	Rango	6.6			Rango	6.0	
	Asimetría	-.246	.536		Asimetría	-.279	.536
	Curtosis	-.669	1.038		Curtosis	-.648	1.038

En la tabla 3.1 Se muestran los estadísticos descriptivos para el diámetro a los 16 meses, donde se observa que los árboles producidos en tubetes y con aplicación del hidrogel al momento de la plantación, alcanzan la mayor media (8.4 cm) de diámetro a la altura del pecho (DAP) y una desviación típica mayor (1.86) respecto a los demás tratamientos, en especial, los producidos en bolsas con 6.1 cm de DAP y con una menor desviación típica de 1.23, lo que significa que los diámetros son más homogéneos que aquellos que alcanzaron mayores DAP.

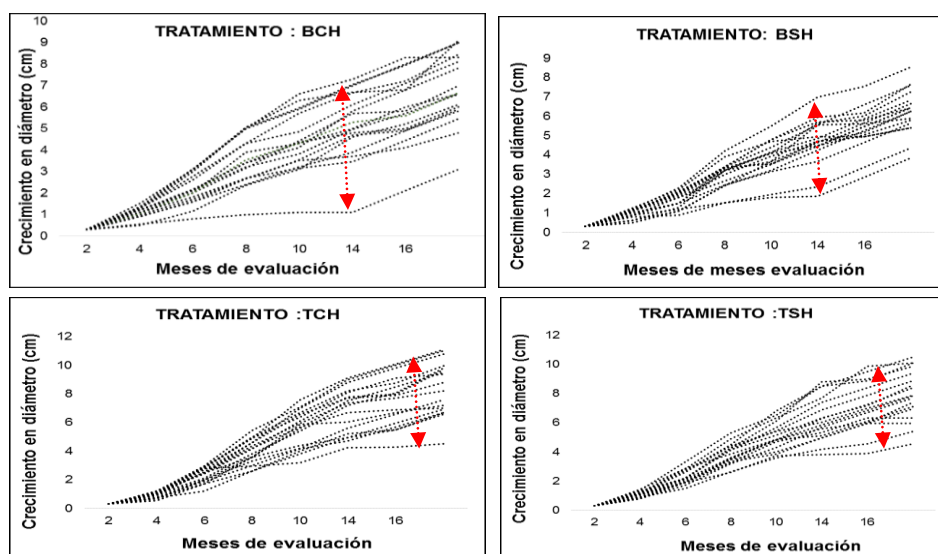
En la figura 3.6 Se presenta la asimetría y curtosis de los diámetros obtenidos por tratamientos, donde se puede observar que todos los tratamientos (BCH, BSH, TCH y TSH), tienen curva asimétrica negativa debido que las medianas están comprendidas entre la moda y la media.

Referente a la curtosis, que mide la mayor o menor concentración de datos en torno a la media a través de un coeficiente, se observa que los tratamientos bolsa sin hidrogel (BSH), tubete con y sin hidrogel (TCH y TSH) presentan una curva asimétrica.



**Figura 3.6** Asimetría y curtosis de diámetros por tratamientos

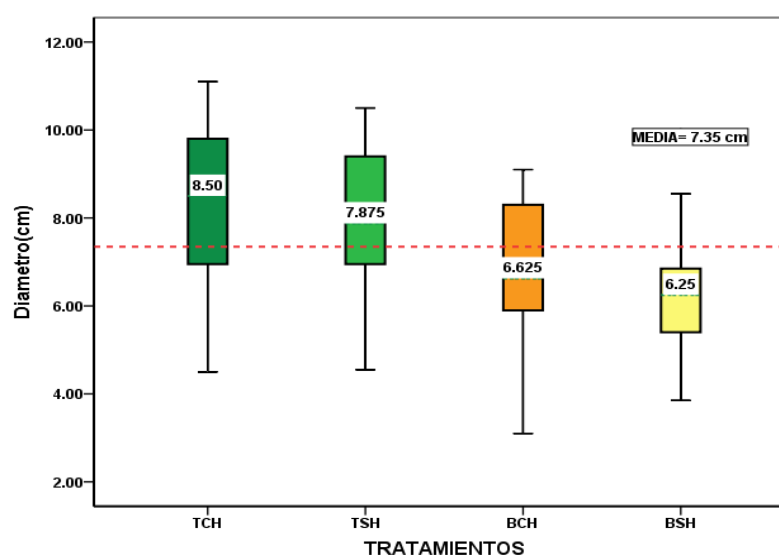
negativa, por lo tanto, se le denomina CURTOSIS PLATICÚRTICA, es decir que hay una menor concentración de datos alrededor de la media mientras que el tratamiento de bolsa con hidrogel (BCH) presenta una curva asimétrica positiva, por lo que se le llama CURTOSIS LEPTOCÚRTICA debido a una mayor concentración de datos en torno a la media.



**Figura 3.7** Crecimiento del diámetro por tratamiento

En la figura 3.7. Se presenta el crecimiento del diámetro por tratamiento donde se observa que al comparar el crecimiento en diámetro para los cuatro tratamientos, tenemos que los árboles producidos en bolsas con y sin hidrogel (BCH, BSH) tiene mayor amplitud de rango en el crecimiento (línea color rojo) mientras que para los árboles de tubetes con y sin hidrogel (TCH, TSH) presentan menor amplitud de rango.

Galetti & Esparrach (2001), citado por Patricio (2014), evaluaron el efecto de un polímero en dos especies forestales (*Eucalyptus globulus* y *Pinus pinaster*) bajo condiciones de estrés hídrico y encontraron que en *Eucalyptus globulus*, no presentaron mortandad en los tratamientos con 4 y 6 gr de polímero a los 100 días de plantados y 25% con 2 gr en el mismo lapso; mientras que el testigo (sin gel) comenzó a presentar síntomas de marchitez permanente a los 42 días en un 41.6%, llegando a los 63 días con una mortandad del 100%.



**Figura 3.8** Diagrama de caja y bigotes que compara diámetros

En la figura 3.8 Se muestra el diagrama de caja y bigotes de diámetros, donde se observa que los diámetros los árboles de tubetes con hidrogel (TCH) presentan mayor dimensión que los provenientes de bolsas sin hidrogel (BSH) Asimismo, los árboles de bolsas con hidrogel (BCH) tienen un rango mayor frente a los demás tratamientos.

**Tabla 3.2** Análisis de la varianza de los grupos – 16 meses de edad

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Diámetro (cm)</b>	Inter-grupos	56,881	3	18,960	7,199	,000
	Intra-grupos	179,084	68	2,634		
	Total	235,964	71			

En la tabla 3.2 Se muestra el análisis estadístico del diámetro, donde se observa que existe diferencia significativa estadística ( $\text{Sig} < 0.05$ ) entre los tratamientos, esto quiere decir que al menos uno de ellos difiere estadísticamente de los otros, razón por la cual se realizó la prueba de contraste de Tuckey que se muestra en la tabla 3.3, donde se observa que los cuatro tratamientos forman tres subconjuntos homogéneos que estadísticamente son iguales, bolsas con y sin hidrogel; bolsas con hidrogel y Tubetes sin hidrogel; tubetes sin hidrogel y tubetes con hidrogel; por otro lado, bolsas sin hidrogel es diferente a tubete con y sin hidrogel.

**Tabla 3.3** Subconjuntos homogéneos en función al diámetro – análisis Tukey – 16 meses de edad.

<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto para alfa = 0.05</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>BSH</b>	18	6,150		
<b>BCH</b>	18	6,875	6,875	
<b>TSH</b>	18		7,947	7,947
<b>TCH</b>	18			8,417
<b>Sig.</b>		,541	,205	,821

A los dieciséis meses de edad, los árboles producidos en tubetes con aplicación de hidrogel alcanzaron diámetros de 11.1 cm. Al respecto PC Maderas (2013), menciona que el *E. urograndis* alcanza entre 30 cm y 1.5 metros, dependiendo de muchos factores, tal como lo afirma Goya (2007), que las plantaciones de rápido crecimiento necesitan imperiosamente transpirar y fotosintetizar por lo que tienen una necesidad de agua y nutrientes, como los necesitan otros árboles, aunque estos pasan a formar parte de un ciclo, en el cual pueden mitigarse los impactos aplicando buenas prácticas forestales. Asimismo, Alves *et al* (2000), citado por Hernán y

Mauricio (2014), reportan diámetro medio de 2.12 cm para el *E. urograndis* en Brasil y Quispe (2012), señala que en Oxapampa, con clones importados de Brasil, alcanza un diámetro a la altura del pecho de 20 cm en 6 años de edad en una parcela y en otra parcela alcanza un diámetro de 15 cm a los 5 años de edad.

Las aplicaciones de hidrogel a los eucaliptos no influenciaron el crecimiento longitudinal o diametral, estadísticamente no hay diferencia significativa entre árboles que fueron instalados con y sin hidrogel, sin embargo, el estudio que realizó Satishchandra (2012), citado por Crepaldi (2013), afirma que observó el efecto de la aplicación de gel en el momento de la plantación de eucalipto con dosis diferente a los 7 gramos sin hidratar.

### 3.3.2 Altura de los árboles a 16 meses de edad

**Tabla 3.4** Estadísticos descriptivos para altura – 16 meses de edad

Bloques	Estadístico		Error típ.
BCH	Media	7.746	.5886
	Mediana	8.495	
	Varianza	6.237	
	Desv. típ.	2.4974	
	Mínimo	2.0	
	Máximo	11.0	
	Rango	9.0	
	Asimetría	-.872	.536
	Curtosis	.214	1.038

Bloques	Estadístico		Error típ.
BSH	Media	6.389	.3921
	Mediana	6.275	
	Varianza	2.768	
	Desv. típ.	1.6637	
	Mínimo	3.2	
	Máximo	9.3	
	Rango	6.1	
	Asimetría	.070	.536
	Curtosis	-.309	1.038

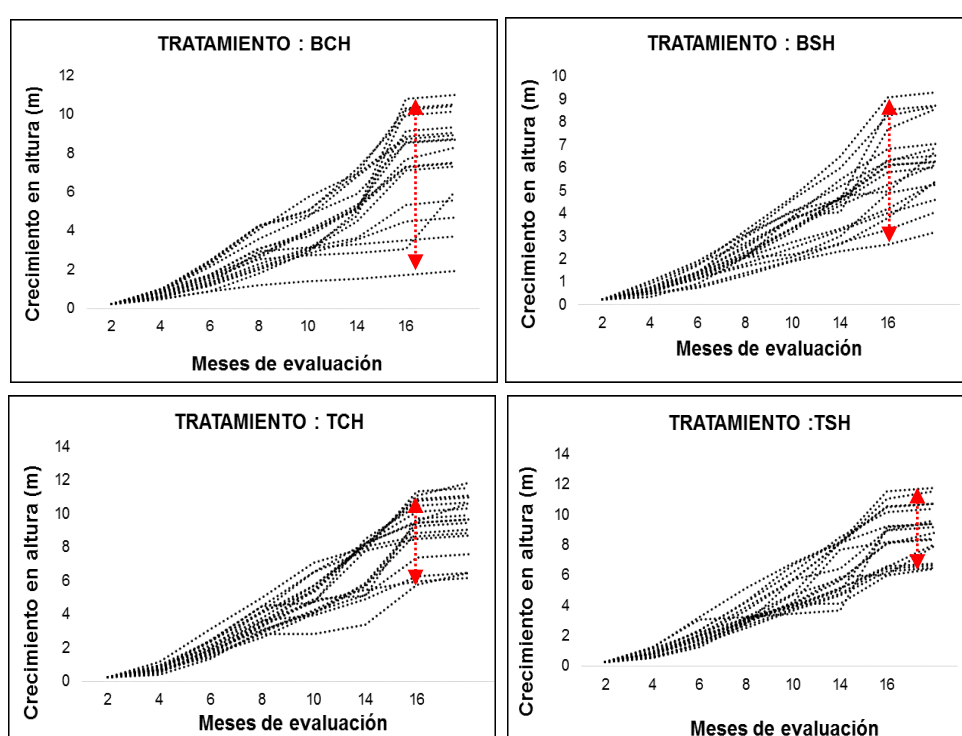
Bloques	Estadístico		Error típ.
TCH	Media	9.379	.4123
	Mediana	9.645	
	Varianza	3.061	
	Desv. típ.	1.7494	
	Mínimo	6.2	
	Máximo	11.8	
	Rango	5.7	
	Asimetría	-.632	.536
	Curtosis	-.552	1.038

Bloques	Estadístico		Error típ.
TSH	Media	8.919	.4020
	Mediana	8.995	
	Varianza	2.909	
	Desv. típ.	1.7054	
	Mínimo	6.4	
	Máximo	11.8	
	Rango	5.4	
	Asimetría	.035	.536
	Curtosis	-.953	1.038

En la tabla 3.4 Se presenta los estadísticos descriptivos de las alturas de los árboles, donde se observa que los mayores valores alcanzan 11.8 metros para los eucaliptos producidos en tubetes con y sin hidrogel (TCH y TSH) en cambio los árboles provenientes de bolsas sin hidrogel (BSH) alcanzan solo 9.3 metros.

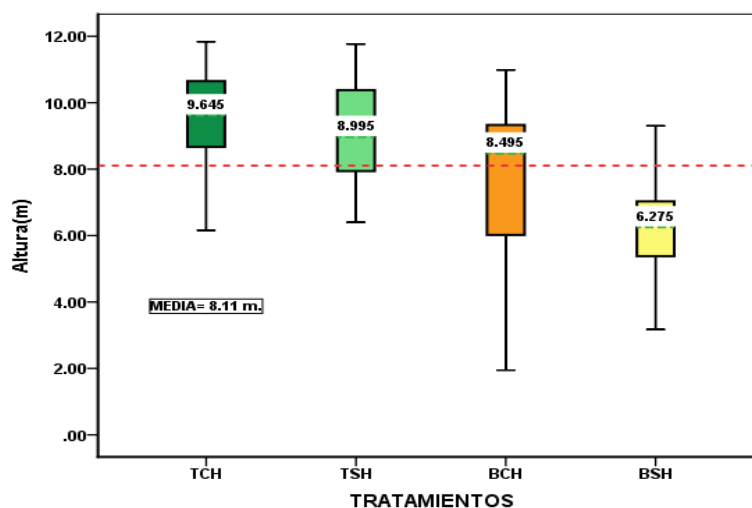
Al respecto, Pc maderas (2013), menciona que el *E. urograndis* alcanza normalmente 25 m de altura y en ocasiones alcanza los 50 m; pero, no reporta la edad,

En la figura 3.9 Se muestra el crecimiento en altura de los árboles por tratamiento donde se observa que los arboles producidos en bolsas y con aplicación de hidrogel (BCH) presentan una mayor amplitud de rango (línea roja) que los demás tratamientos siendo menor amplitud de rango los árboles que fueron producidos en tubetes plantados sin aplicación de hidrogel.



**Figura 3.9** Crecimiento en altura de los árboles por tratamiento.

En la figura 3.6 Se muestra el Diagrama de caja y bigote que compara alturas de árboles a los dieciséis meses de plantación donde se observa que en promedio los árboles con mayor altura provienen de tubetes con hidrogel (TCH) y los de menor altura son de bolsas sin hidrogel (BSH). Además los valores superiores e inferiores de bolsas con hidrogel (BCH) tienen un rango mayor frente a los demás



**Figura 3.10** Diagrama de caja y bigote que compara alturas a los dieciséis meses de plantación.

Además, el 50% de los datos de altura de bolsas con hidrogel (BCH) son heterogéneas y se encuentran por debajo de 9 metros, mientras que el otro 50% son homogéneos y se encuentran entre 9 y 11 metros.

El crecimiento rápido lo menciona Meskimen y Francis (1990), citado por Castagnola (2012), al referenciar que el crecimiento del eucalipto rosado en rotaciones cortas es rápido, reportando crecimiento en altura promedio de 2 m por año.

**Tabla 3.5** Análisis de la varianza de los grupos a 16 meses de edad

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura (m)	Inter-grupos	96,469	3	32,156	8,590	,000
	Intra-grupos	254,554	68	3,743		
	Total	351,024	71			

En la tabla 3.5 Se muestra el análisis estadístico de la altura, donde se observa que existe diferencia significativa estadística ( $\text{Sig} < 0.05$ ) entre los tratamientos, esto significa que al menos uno de ellos difiere estadísticamente de los otros, razón por la cual se realizó la prueba de contraste de Tuckey que se muestra en la tabla 3.6.,

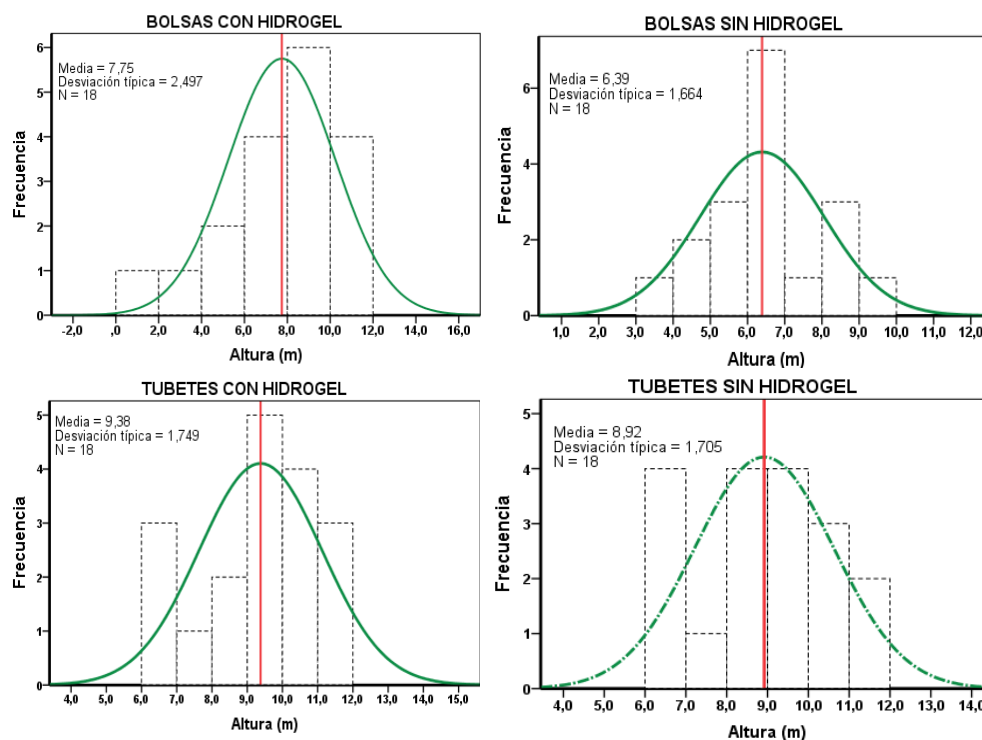
**Tabla 3.6** Subconjuntos homogéneos en función a la altura – análisis Tukey – 16 meses de edad.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
<b>BSH</b>	18	6,389	
<b>BCH</b>	18	7,746	7,746
<b>TSH</b>	18		8,919
<b>TCH</b>	18		9,379
<b>Sig.</b>		,162	,064

Donde se observa que los cuatro tratamientos forman dos subconjuntos homogéneos, es decir, que los tratamientos bolsa sin y con hidrogel (BSH y BCH) no presentan diferencias significativas razón por la cual se encuentran en un mismo subconjunto, de igual forma los tratamientos bolsa con hidrogel (BCH) y tubete con y sin hidrogel (TSH y TCH) tampoco son diferentes estadísticamente y por lo tanto forman un mismo subconjunto.

Bolsas y tubetes forman un grupo diferente a los tubetes, estadísticamente no existe diferencia entre arboles proveniente de bolsas con y sin aplicación del hidrogel, del mismo modo tubetes forman otro grupo, aquí tampoco existe diferencia estadística, quiere decir que eucaliptos producidos en tubetes con hidrogel crecieron estadísticamente igual a los de tubetes sin hidrogel.

Pc maderas (2013), menciona que el *E. urograndis* crece normalmente a 25 metros de altura, en ocasiones alcanza los 50 metros; pero, no reporta la edad para alcanzar esta variable, para Oxapampa Quispe (2012), reporta para clones importadas de Brasil alturas de hasta 30 metros en 6 años y en 5 años alcanza 20 metros de altura.



**Figura 3.11** Asimetría y curtosis de alturas por tratamientos con línea referencial a la media

Con referencia a la media donde se observa que las evaluaciones para la altura por tratamiento, muestra una curva simétrica positiva y debido a la concentración de los datos alrededor de la media de los tratamientos bolsas con hidrogel (BCH), tubetes con hidrogel y tubetes sin hidrogel (TCH y TSH) se les denomina curtosis LEPTOCURTICA mientras que para bolsas sin hidrogel (BSH) se le denomina curtosis MESOCÚRTICA.

En la tabla 3.7 Se presenta la Prueba de t de student para muestras independientes de tratamientos pares donde se observa que la prueba “t” de student comparó los tratamientos BCH con BSH; BCH con TCH; BCH con TSH; BSH con TCH; BSH con TSH y TCH con TSH. En primer lugar nos centramos en interpretar la prueba de Levene para la igualdad de varianza y su significación estadística asociada, bajo este supuesto de igualdad de varianza se analizó t de student (t) para altura y DAP, comprobando que tienen o no tienen diferencia significativa en el crecimiento aplicando tratamientos.

**Tabla 3.7** Prueba de t de student para muestras independientes de tratamientos pares

VARIABLES ANALIZADAS		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Altura(m)	Asumiendo varianzas iguales	2.783	0.104	1.918	0.064	1.35667	0.70729	-0.08072	2.79406
	No se han asumido varianzas iguales			1.918	0.065	1.35667	0.70729	-0.08862	2.80196
DAP(cm)	Asumiendo varianzas iguales	1.715	0.199	1.51	0.14	0.725	0.48013	-0.25075	1.70075
	No se han asumido varianzas iguales			1.51	0.141	0.725	0.48013	-0.25356	1.70356

En la tabla 3.7 Al comparar BCH y BSH muestran diferencias de medias para la altura y DAP de 1.36 m y 0.73 cm, con significancia de 0.064 y 0.141, respectivamente, comparando con el nivel de significancia (Sig.> 0.05) mencionamos que ambos tratamientos no tienen diferencia significativa en cuanto al crecimiento de altura y diámetro.

**Tabla 3.8** Prueba de t de student para muestras independientes BCH y TCH

VARIABLES ANALIZADAS		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Altura(m)	Se han asumido varianzas iguales	1.918	0.175	-2.273	0.029	-1.63333	0.7187	-3.0939	-0.17276
	No se han asumido varianzas iguales			-2.273	0.03	-1.63333	0.7187	-3.1002	-0.16646
DAP(cm)	Se han asumido varianzas iguales	0.889	0.352	-2.647	0.012	-1.54167	0.58233	-2.7251	-0.35823
	No se han asumido varianzas iguales			-2.647	0.012	-1.54167	0.58233	-2.7258	-0.35749

Para el análisis de BCH Y TCH asumiendo varianzas iguales podemos observar que existe diferencia significativa entre ambos tratamientos, la altura registra una significación de 0.029, el DAP tiene 0.012, estos valores son menores al nivel de confianza de 0.05 (5%), por lo que ambos tratamientos difieren estadísticamente en cuanto al crecimiento de la altura y DAP.

**Tabla 3.9** Prueba de t de student para muestras independientes BCH y TSH

VARIABLES ANALIZADAS		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Altura(m)	Se han asumido varianzas iguales	1.965	0.17	-1.646	0.109	-1.17333	0.7128	-2.6219	0.27525
	No se han asumido varianzas iguales			-1.646	0.11	-1.17333	0.7128	-2.629	0.28235
DAP(cm)	Se han asumido varianzas iguales	0.04	0.842	-1.924	0.063	-1.07222	0.55727	-2.2047	0.06029
	No se han asumido varianzas iguales			-1.924	0.063	-1.07222	0.55727	-2.2048	0.06039

A los 16 meses de edad los eucaliptos con y sin hidrogel (BCH y TSH) no sustentan diferencias estadísticas en su crecimiento.

**Tabla 3.1 0** Prueba de T de student para muestras independientes BSH y TCH

VARIABLES ANALIZADAS		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Altura(m)	Se han asumido varianzas iguales	0.133	0.718	-5.255	0	-2.99	0.56903	-4.14641	-1.83359
	No se han asumido varianzas iguales			-5.255	0	-2.99	0.56903	-4.14651	-1.83349
DAP(cm)	Se han asumido varianzas iguales	5.684	0.023	-4.325	0	-2.26667	0.52411	-3.33178	-1.20155
	No se han asumido varianzas iguales			-4.325	0	-2.26667	0.52411	-3.33795	-1.19539

Las tablas 3.10 y.3.11 Existen diferencia significativa en cuanto a su crecimiento de altura y diámetro, registrando un valor significativo menor a 0.05 o 5%, los árboles provenientes de BSH registraron valores menores de diámetro y altura a diferencia de los TCH y TSH, para el caso de los árboles que provienen de bolsas y de tubetes sin aplicación de hidrogel muestran diferencias significativas en cuanto a diámetro y altura.

**Tabla 3.11** Prueba de t de student para muestras independientes BSH y TSH

VARIABLES ANALIZADAS		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Altura(m)	Se han asumido varianzas iguales	0.169	0.684	-4.505	0	-2.53	0.56156	-3.6712	-1.38877
	No se han asumido varianzas iguales			-4.505	0	-2.53	0.56156	-3.6713	-1.38875
DAP(cm)	Se han asumido varianzas iguales	2.203	0.147	-3.623	0.001	-1.79722	0.49612	-2.8055	-0.78898
	No se han asumido varianzas iguales			-3.623	0.001	-1.79722	0.49612	-2.8094	-0.78504

**Tabla 3.12** Prueba de T de student para muestras independientes TCH y TSH

VARIABLES ANALIZADAS		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Altura(m)	Asumiendo varianzas iguales	0.001	0.976	0.799	0.43	0.46	0.57586	-0.71029	1.63029
	No se han asumido varianzas iguales			0.799	0.43	0.46	0.57586	-0.71032	1.63032
DAP(cm)	Asumiendo varianzas iguales	0.503	0.483	0.788	0.436	0.46944	0.59558	-0.74092	1.67981
	No se han asumido varianzas iguales			0.788	0.436	0.46944	0.59558	-0.74121	1.68009

Según la tabla 3.12 No existe diferencia significativa en cuanto a su crecimiento de altura y diámetro, registrando un valor significativo mayor a 0.05 o 5%, los árboles provenientes de TCH y TSH.

### 3.3.3 Área basal a 16 meses de edad

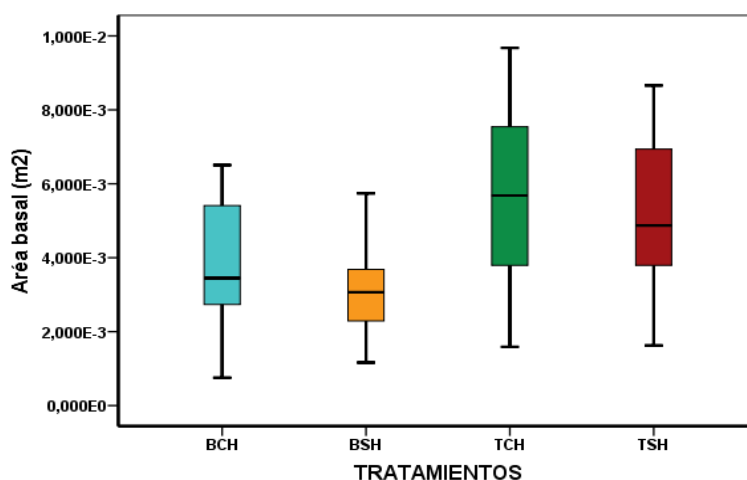


Figura 3.12 Área basal a los dieciséis meses de evaluación.

Respecto al área basal, en dieciséis meses de edad, los eucaliptos registran  $0,001 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ , valores mínimos para los que fueron producidos en bolsas y,  $0,009 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  para los árboles que fueron producidos en tubetes, Gaitan, Larocca, & Dalla (2004), reporta el área basal (AB) a los 1,8 años (18 meses) de  $+0,68$  y  $+1,64 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ , en dieciséis meses de crecimiento los eucaliptos que fueron producidos en tubetes y aplicando hidrogel (TCH).

### 3.3.4 Volumen a 16 meses de edad

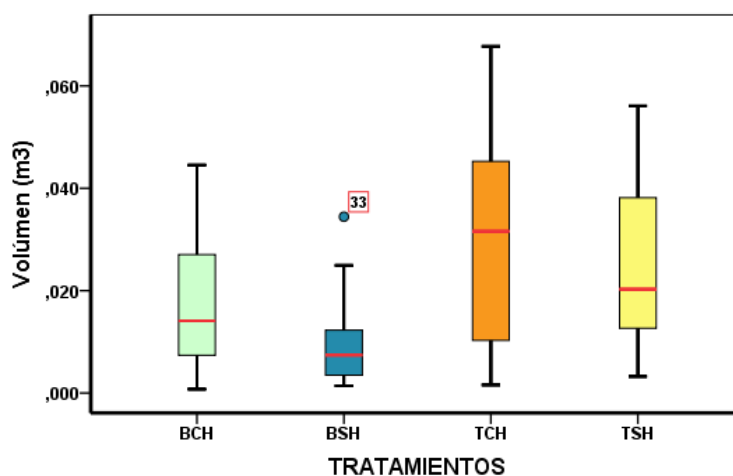
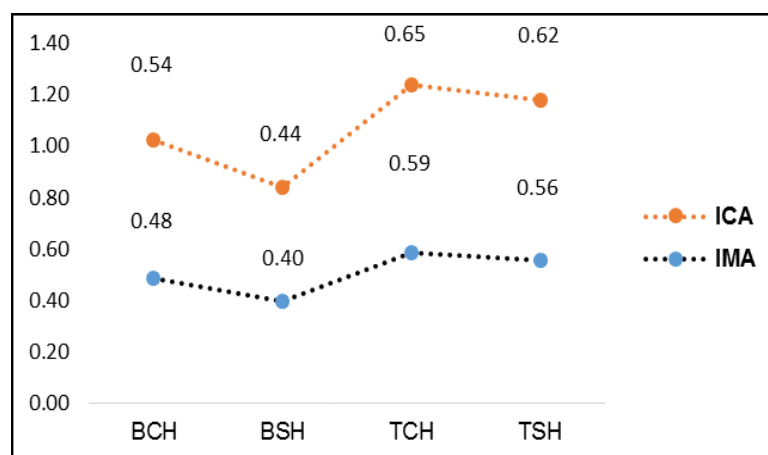


Figura 3.13 Volumen de los tratamientos – 16 meses de edad.

El volumen en dieciséis meses alcanzó  $0.068 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  perteneciente a TCH y  $0.056 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para los TSH; volúmenes menores pertenecen a BCH y BSH respectivamente  $0.045 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $0.034 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , Vinueza (2012), registra rendimientos anuales entre  $40 \text{ m}^3$  a  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  y menciona que para producción promedio aprovechable para pulpa por hectárea es de  $250 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Así mismo Ignacio *et al* (2005), citato por DAETZ (2015), reporta para *E. urophylla* en Las Choapas, estado de Veracruz-México, el volumen en promedio por hectárea al primer año de  $12.01 \text{ m}^3$ .

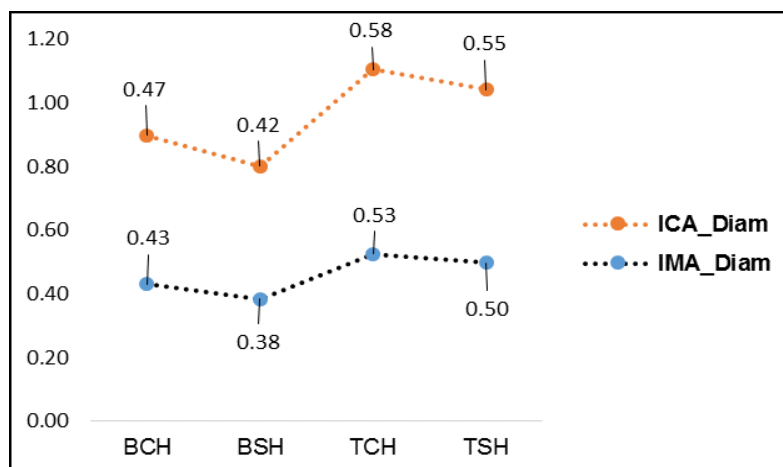
### 3.3.5 Incrementos a 16 meses de edad

Incremento corriente anual, Incremento medio anual



**Figura 3.14** Incremento corriente anual (ICA) y crecimiento medio anual (IMA) de la altura de los árboles

Se determinó el incremento corriente anual – ICA, en función a la variable altura para cada tratamiento, los resultados calculados en promedio muestran que las plantas provenientes de tubetes aplicando hidrogel – TCH, crecieron 0.65 metros en 16 meses y, para esta misma edad los BSH crecieron 0.44 metros en promedio, para el incremento medio anual – IMA, los arboles TCH registraron mayor valor promedio (0.59).



**Figura 3.15** Incremento corriente anual (ICA) y crecimiento medio anual (IMA) de diámetro de los árboles.

Se determinó el incremento corriente anual – ICA, en función a la variable diámetro (DAP) para cada tratamiento, los resultados calculados en promedio muestran que las plantas provenientes de tubetes aplicando hidrogel – TCH, crecieron 0.58 centímetros en 16 meses y, para esta misma edad los BSH crecieron 0.38 centímetros en promedio. Para el incremento medio anual – IMA, los arboles TCH registraron mayor valor promedio (0.53).

Vinueza (2012), registra el incremento medio anual en altura de 3,97 m, Quispe (2012), menciona el estudio desarrollado en dos parcelas ubicadas en Oxapampa los IMAs son realmente notables que alcanzan hasta  $70.55 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$  en la primera parcela y  $35 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$  en la segunda; además menciona que los árboles son muy uniformes en tamaño y forma, esto es una característica importante de los árboles clonados. A sí mismo para Piqueras (2011), reporta crecimiento inicial para *E. saligna*, a los 1.5 años de edad, con un IMAD de 5.06 centímetros e IMAH de 4.67 metros.

## CONCLUSIONES

1. De los cuatro tratamientos realizados Tubetes con hidrogel, Tubetes sin hidrogel, Bolsas con hidrogel, Bolsas sin hidrogel, seis árboles florecieron y fructificaron en 16 meses de edad, de los cuales 3 árboles provinieron de tubetes que al momento de la instalación se aplicó hidrogel y 3 de tubetes sin aplicar hidrogel; los dos tratamientos restantes (BCH, BSH) no florecieron y/o fructificaron.
2. Se registraron ataque de insectos con daños insignificantes, los géneros identificados son *Thaumastocoris sp.* (Chinche), *Nasutitermis sp.* (Termitas), y *Trigonas sp.* (abejas negras).
3. Existe diferencia estadística entre los diámetros de los dos sistemas de producción (bolsas y tubetes), pero no existe diferencia estadística cuando se aplica o no se aplica hidrogel.
4. Se evidencia la diferencia estadística entre las alturas de los dos sistemas de producción (bolsas y tubetes), pero no existe diferencia estadística cuando se aplica o no se aplica hidrogel.
5. Existe diferencia estadística entre los volúmenes de los dos sistemas de producción (bolsas y tubetes), pero no existe diferencia estadística cuando se aplica o no se aplica hidrogel, teniendo mayores valores los que provienen de tubetes ( $0.068 \text{ m}^3$ ,  $0.056 \text{ m}^3$ ) y los menores los que provienen de bolsas ( $0.045 \text{ m}^3$ ,  $0.034 \text{ m}^3$ ), así mismo, son mayores en el incremento corriente anual y en el incremento medio anual.

## RECOMENDACIONES

1. Considerando el presente trabajo elaborar posteriores investigaciones, para que, a largo plazo se puedan utilizar tubetes con aplicación de hidrogel y establecer plantaciones en suelos con cultivos de coca.
2. Realizar ensayos similares en las distintas regiones de la selva del Perú, para generar datos con los cuales se puedan seleccionar los materiales de tubetes y bolsas y la dosificación de aplicación de hidrogel para reforestar la mayor parte de nuestros suelos del VRAEM y reducir los suelos degradados.
3. Realizar la producción de plántones de *Eucalyptus urograndis* en tubetes; porque tiene mejor alturas y diámetros en campo definitivo.
4. Aplicar mayores dosis de hidrogel en la plantación de *Eucalyptus urograndis* en campo definitivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACUAGEL. (2011). Agua en forma de gel. Idea COM Internacional Consulting. Mencionado en la Pág.wep.en:<http://www.ideacominternational.com/hidrogel-agua-en-forma-de-gel/>.
2. ADEFOR. (1996). Manual de producción forestal. Cajamarca – Perú.
3. ARGUEDAS. (2006). Clasificación de tipos de daños producidos por insectos forestales. Revista Forestal. Segunda parte. Costa Rica.
4. BARRETO.N. (2011). Evaluación del efecto de retenedores de agua en el establecimiento y crecimiento inicial de *Juniperus flácida* schlechtendal en Ixcateopan, Gro. Chapingo – México. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo.
5. BRAVO, J.2008. Establecimiento de plantaciones forestales Mencionado en: <http://www.sisa.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizo/perfilesproductos/forestation.pdf>.
6. QUISPE (2012). Bandejas y tubetes para Viveros Forestales de Alta Tecnología. Lima, Perú.02, 03,04p.
7. QUISPE (2015).Ficha técnica. Semillas forestales híbridas de alta calidad genética: *Eucalyptus grandis* x *E.urophylla* (*Eucalyptus urograndis*).
8. ALFONSO, H. (2017). Evaluación de materiales genéticos de *Eucalyptus urophylla* en el tercer año de desarrollo; San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar. Tesis de grado. Guatemala.
9. CARHUAMACA, CHAVEZ. (2015). “Efecto de sustratos comerciales en su germinación y crecimiento inicial de *Eucalyptus saligna* Smit y *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* híbrido) en condiciones de vivero – San Ramón – Chanchamayo”. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tesis de pre grado. Huancayo – Perú.
10. CARDENAS, A. (2013). Efecto de hidrogel en el crecimiento inicial de *Guasuma crinita* Mart, *Pinus tecunumanii* (Eguiluz & Perry) y *Cedrela fissilis* vell. – Distrito de Pichanaqui. Satipo – Perú. Tesis. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal Tropical. Universidad Nacional del Centro del Perú.

11. CREPALDI, S. (2013). Aplicación del polímero hidrorretenedor en el desenvolvimiento inicial del *Eucalyptus grandis*. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Estadual Paulista. Botacuto – Brasil.01p.
12. CONISLLA, (2016).Estudio temático de clima, Proyecto Mejoramiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial y el Mejor Uso de los Suelos del Distrito de Pichari, Municipalidad distrital de pichari, Perú, 16, 17,18 y 19 p.
13. CASTAGNOLA, M. (2012).Efecto de cuatro métodos de control de la “muerte regresiva” del *Eucalyptus grandis* en Oxapampa, Pasco. Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Forestales.21p.
14. DAETZ, (2015). Evaluación del crecimiento de plantaciones de Eucalipto en Lanquin, Alta Verapaz. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landivar.Guatemala.07p.
15. DEVIDA, (2016).Reforestación con árboles maderables nativos para la protección y conservación de suelos en el distrito de Llochegua.Peru.51p.
16. FONDEBOSQUE, (2007).Instalación y manejo de plantaciones forestales de alta productividad en la selva central del Perú. Lima, Perú.
17. GARCIA, E; *et.al.* (2008). Establecimiento de plantaciones forestales. Documento divulgativo N° 10, INFOR, Santiago Chile.30p.
18. GOMEZ, P. (2014). Aplicación del Hidrogel como Retenedores de Agua en la Agroforestería. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro división de Agronomía departamento forestal. Saltillo, Coahuila, México.
19. GUTIERREZ, G y MORENO, O. (2013).Guía de cubicación de madera. Universidad – Facultad de Ingeniería Forestal de Tolima.Colombia.33p.
20. GUTIERREZ,et al. (2004). Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). Termitas asociadas a plantaciones de *Eucalyptus spp.* En una reforestadora en Magdalena, Colombia.
21. HERNAN & MAURICIO. (2014). Efecto del ancho de control de malezas en la fila de plantación y de la intensidad de control de malezas en la entrefila en *eucaliptus spp.* Univ. de la República - Facultad de Agronomía. Uruguay. 13p.
22. HILARIO, DE LA CRUZ. (2016). “Propiedades Mecánicas y trabajabilidad de la madera de *Eucalyptus urograndis*. H.B.K. Villa Rica – Pasco”. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tesis de pre grado. Huancayo – Perú.

23. IDROBO, H. (2010). Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. Ingeniería de recursos naturales – Universidad del Valle. Cali Colombia.
24. IMAÑA, E y ENCINAS, B. (2008). Epidometria forestal. 1ra edición .Universidad de Brasilia - Departamento de ingeniería forestal.Brasil.58, 59p.
25. LA TORRE, M. (2005). Sistemas de plantaciones forestales en selva: Instalación y manejo. primera edición. Programa Selva Central. Lima – Perú.
26. JULIO, N. (2016). Influencia del biol en el crecimiento de *Cedrelinga catanaeformis* Ducke, *Guazuma crinita* Mart y *Swietenia macrophylla* King en vivero – Distrito de Rio Negro. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Tropical. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo – Perú.
27. MAGAP. (2014). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines comerciales. Guayaquil - Ecuador. 39-41 p.
28. MENDIETA, S et al. (2012). Monitoreo de la chinche del eucalipto *Thaumastocoris peregrinus* (Carpintero & Dellapé) en plantaciones de los departamentos de Alto Paraná y Caazapá. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay.53p.
29. MENDOZA, S. (2015). “Anatomía y propiedades físicas de la madera de *Eucalyptus urograndis* H.B.K. Oxapampa – Pasco”. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tesis de pre grado. Huancayo – Perú.
30. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI, (2012).Mejoramiento de redes viales con reforestación de taludes y recuperación de suelos en el Distrito de Pichari – Convención – Cusco. Pichari. Perú.
31. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVENCION (2011). Mejoramiento y conservación del medio ambiente a través de la forestación y reforestación del entorno de la ciudad de Quillabamba, Distrito de Santa Ana, Provincia de la Convención Cusco. Expediente Técnico.
32. PATRICIO, H. (2014). Evaluación de Tres Dosis de Hidrogel en la Sobrevivencia y Desarrollo de *Pinus arizonica* Engelm. *stormiae* Martínez Plantado Bajo condiciones de Sequía Extrema. Saltillo, Coahuila, México.

33. PC MADERAS (2013). WWW. PCmaderas.net. Obtenido de WWW. PCmaderas.net. 2-3 p.
34. OLIVERA, C y MALDONADO, G (2010). Análisis de costos unitarios en la instalación de viveros forestales permanentes y producción de plántones – Valla del Mantaro. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tesis de pre grado. Huancayo – Perú.
35. PAILLACHO C.(2010). Evaluación del crecimiento inicial de *Eucalyptus urograndis*, *Gmelina arborea Roxb* y *Ochroma pyramidale Cav* Bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda Zoila luz del cantón Santo Domingo. Informe técnico del Proyecto de Investigación. Santo Domingo – Ecuador. 15 al 17p.
36. PEZZUTI (1997). Replantación de *Eucalyptus grandis*: Efectos de la quema de residuos y fertilización en suelos arenosos del noroeste de entre ríos. Revista de la Facultad de Agronomía. Argentina.
37. PLAN DE DESARROLLO CONCERTADO DEL DISTRITO DE PICHARI, (2016 -2021).
38. PIQUERAS, I. (2011). Monitoreo de plantaciones forestales fomentadas por FONDEBOSQUE en Oxapampa, Pasco. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria la Molina 71p.
39. QUISPE, S. (2012). Eucaliptos Brasileños de alta productividad en el Perú. Plantaciones forestales. Arborizaciones E.I.R.L.
40. RETAMOSO, (2009); CATIE, (1991); NSW-DPI, (2010) Ficha técnica para *Eucalyptus saligna* en el Perú. mencionado en:  
<https://es.scribd.com/doc/273777340/Ficha-Tecnica-Eucalyptus-saligna>.
41. ROJAS, R.(2006). Viveros Forestales. Libro. Segunda reimpresión de la Segunda impresión. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José – Costa Rica. 21p.
42. RODRIGUEZ.L.R. (2001). Manual de prácticas de viveros forestales: Primera Edición. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [Seriada en línea] 2010. Disponible en:  
[http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LIIntGenAmb/Rodri\\_Laguna/2.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LIIntGenAmb/Rodri_Laguna/2.pdf)

43. RIVERA, B (2015), *Eucalyptus urograndis*. SEMIFOR E.I.R.L. mencionado en [http://hrbunas.blogspot.pe/2015/01/eucalyptus-urograndis\\_28.html](http://hrbunas.blogspot.pe/2015/01/eucalyptus-urograndis_28.html)
44. SANCHEZ, A. (2012). Caracterización de la madera del nuevo híbrido *Eucalyptus grandis*, Hill ex Maiden x *Eucalyptus tereticornis*, Smith, su aptitud de usos en Argentina. Universidad de Velladolid. Argentibna. 12p.
45. SANDOBAL M.C. (1998). Sustratos y polímeros en la producción de planta de *Pinus cembroides* Zucc. bajo condiciones de invernadero. [Tesis de Maestría]. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí: 56p.
46. SOLANO, R. (2013). Forestación. 1ra edición. Imprenta multiservicios publigráf. Texto universitario. UNSCH. 100p.
47. SISNEROS, M. (2011). “Influencia del tamaño de hoyos en el crecimiento inicial del *Eucalyptus grandis* Hill x *Eucalyptus urophylla* .T S.Blake
48. VINUEZA, M. E. (2012). Fichas técnicas de Especies Forestales / Ficha Técnica N° 10: EUCALIPTO. Ecuador Forestal, 5 p.

# ANEXOS

**ANEXO 1**  
**PANEL FOTOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN**



**Fotografía 1:** Plantones producidos en bolsas y tubetes



**Fotografía 2:** Trazado y marcación del terreno para la instalación



**Fotografía 3:** Hoyoado con dimensiones de 30x30x30cm  
(Largo, ancho y profundidad)



**Fotografía 4:** Plantación de *Eucalyptus urograndis* con dos meses de edad



**Fotografía 5:** Calculando la altura de *Eucalyptus urograndis* dos meses de edad



**Fotografía 6:** Plantación de *Eucalyptus urograndis* con cuatro meses de edad



**Fotografía 7:** Calculando el diámetro de la base de *Eucalyptus urograndis* con seis meses de edad



**Fotografía 8:** Plantaciones de *Eucalyptus urograndis* de diez meses de edad



**Fotografía 9:** Calculando la altura con teodolito con un año de edad



**Fotografía 10:** Calculando el diámetro a la altura del pecho (DAP), de *Eucalyptus urograndis* con un año de edad



**Fotografía 11:** Calculando del diámetro a la altura del pecho (DAP), con un año y cuatro meses de edad



**Fotografía 12:** Planta en proceso de inflorescencia a los 16 meses

## ANEXO 2

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

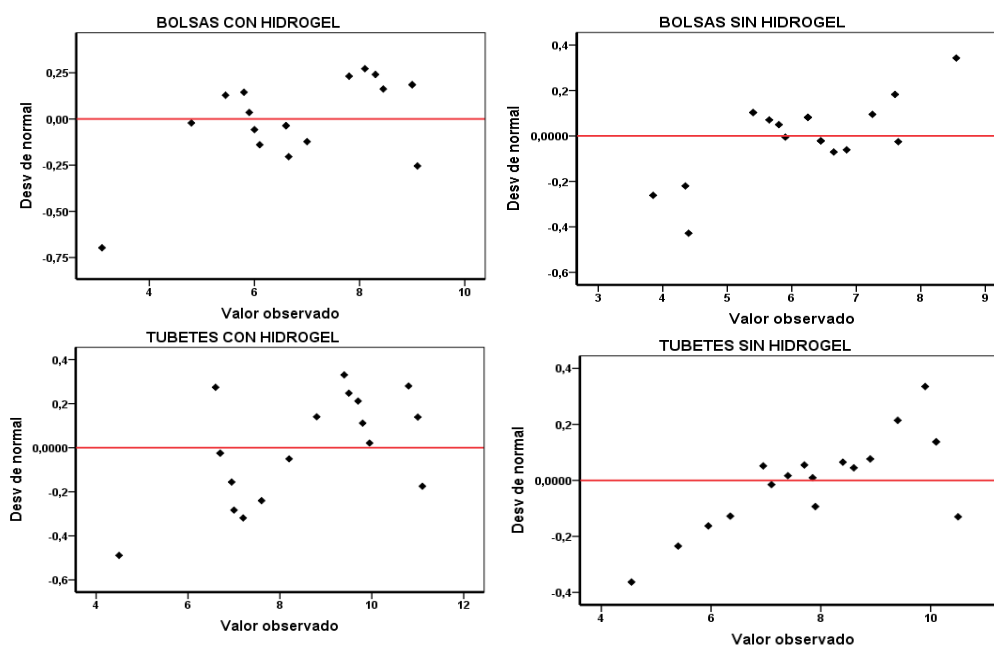
Prueba de normalidad para diámetro a los dieciséis meses de evaluación.

Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
<b>Diámetro (cm)</b>	BCH	,110	18	,200*	,947	18	,376
	BSH	,103	18	,200*	,981	18	,957
	TCH	,146	18	,200*	,941	18	,301
	TSH	,095	18	,200*	,969	18	,783

Prueba de Homogeneidad de la Varianza de diámetro a los dieciséis meses de evaluación.

		Estadístico de		Sig.	
		Levene	gl1		gl2
<b>Diámetro (cm)</b>	Basándose en la media	1,672	3	68	,181
	Basándose en la mediana.	1,628	3	68	,191
	Basándose en la mediana y con gl corregido	1,628	3	65,60	,191
	Basándose en la media recortada	1,690	3	68	,177

Q-Q normal sin tendencias de diámetro – 16 meses de edad.



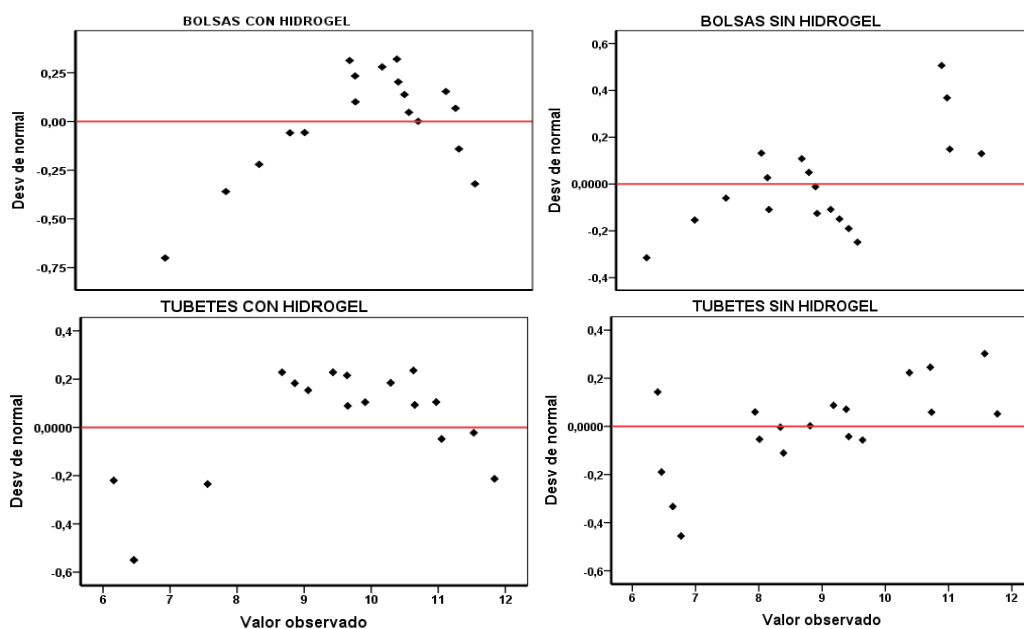
Prueba de normalidad para altura a los dieciséis meses de evaluación.

Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Altura (m)	BCH	,156	18	,200*	,931	18	,202
	BSH	,128	18	,200*	,963	18	,657
	TCH	,123	18	,200*	,926	18	,162
	TSH	,118	18	,200*	,951	18	,436

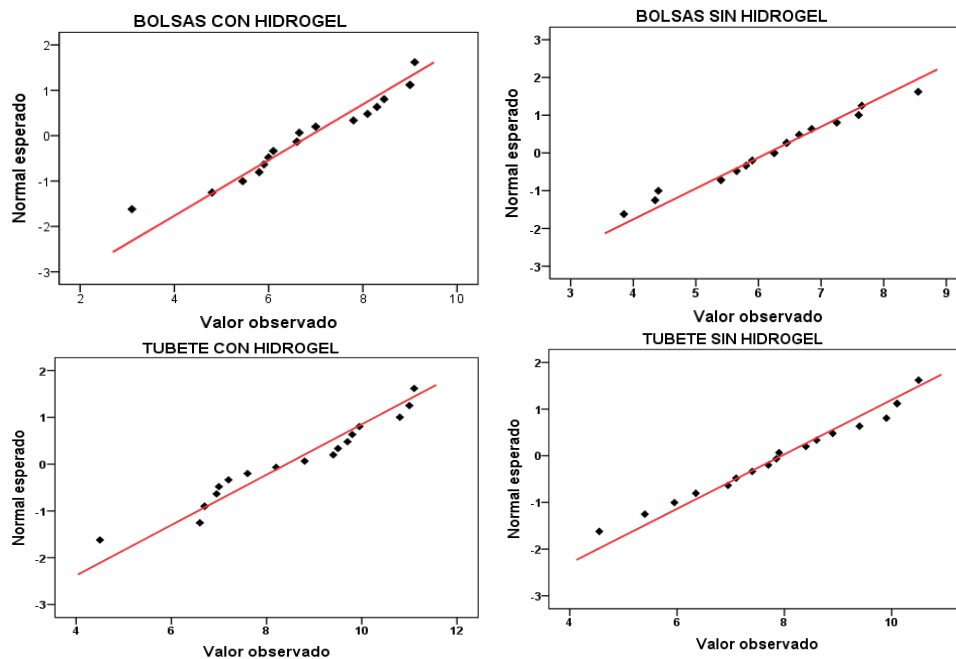
Prueba de Homogeneidad de la Varianza de la altura a los dieciséis meses de evaluación.

		Estadístico	gl1	gl2	Sig.
		de Levene			
Altura (m)	Basándose en la media	1,404	3	68	,249
	Basándose en la mediana.	1,010	3	68	,394
	Basándose en la mediana y con gl corregido	1,010	3	52,68	,396
	Basándose en la media recortada	1,314	3	68	,277

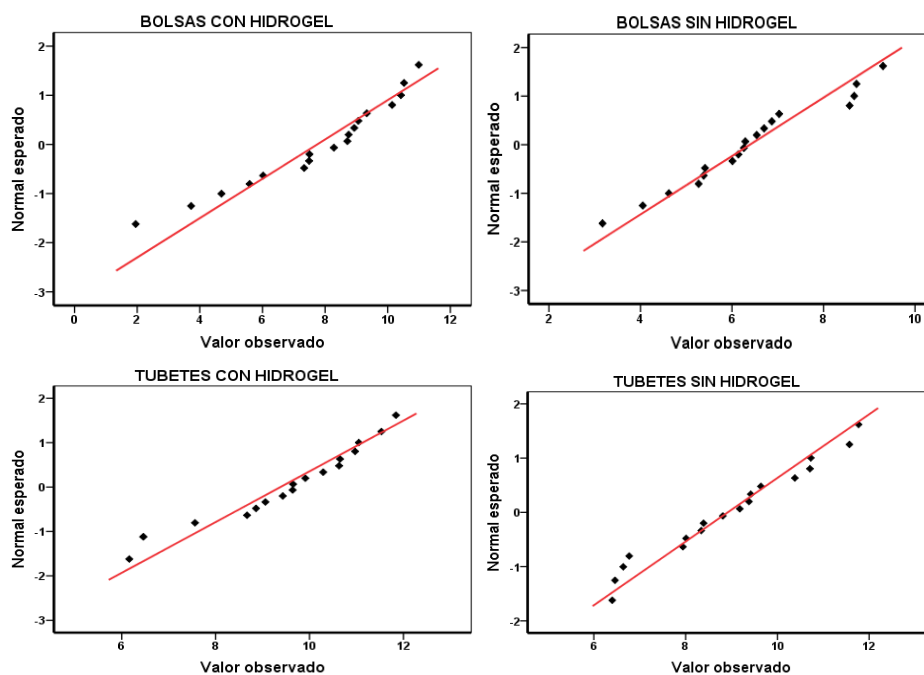
Q-Q normal sin tendencias de altura – 16 meses de edad.



### Distribución normal de los diámetros - dieciséis meses de edad.



### Distribución normal de la altura - dieciséis meses de edad.



Comparaciones múltiples respecto a altura y diámetro – a los 16 meses de evaluación.

Variable dependiente	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Altura (m)		BSH	1,3567	,6449	,162	-,342	3,055
	BCH	TCH	-1,6333	,6449	,064	-3,332	,065
		TSH	-1,1733	,6449	,273	-2,872	,525
		BCH	-1,3567	,6449	,162	-3,055	,342
	BSH	TCH	-2,9900*	,6449	,000	-4,689	-1,291
		TSH	-2,5300*	,6449	,001	-4,229	-,831
		BCH	1,6333	,6449	,064	-,065	3,332
	TCH	BSH	2,9900*	,6449	,000	1,291	4,689
		TSH	,4600	,6449	,892	-1,239	2,159
		BCH	1,1733	,6449	,273	-,525	2,872
	TSH	BSH	2,5300*	,6449	,001	,831	4,229
		TCH	-,4600	,6449	,892	-2,159	1,239
Diámetro (cm)		BSH	,7250	,5409	,541	-,700	2,150
	BCH	TCH	-1,5417*	,5409	,029	-2,966	-,117
		TSH	-1,0722	,5409	,205	-2,497	,352
		BCH	-,7250	,5409	,541	-2,150	,700
	BSH	TCH	-2,2667*	,5409	,000	-3,691	-,842
		TSH	-1,7972*	,5409	,008	-3,222	-,373
		BCH	1,5417*	,5409	,029	,117	2,966
	TCH	BSH	2,2667*	,5409	,000	,842	3,691
		TSH	,4694	,5409	,821	-,955	1,894
		BCH	1,0722	,5409	,205	-,352	2,497
	TSH	BSH	1,7972*	,5409	,008	,373	3,222
		TCH	-,4694	,5409	,821	-1,894	,955

### ANEXO 3

#### INVENTARIO DE DATOS DE LOS 72 ÁRBOLES – 16 MESES DE DAD

N <sup>o</sup> plantas	<i>Eucalyptus urograndis</i> A 16 MESES DE EVALUACIÓN											
	TRATAMIENTOS	CRECIMIENTO					DESARROLLO					
		Diam (cm)	Alt (m)	HC (m)	Area Basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	ALTURA(mtros)		DIAMETRO(cm)		Floracion y fructificacion	Estado fitosanitario
						ICAH	IMAH	ICAD	IMAD			
1	BCH (A1)	6.6	7.5	4.30	0.003	0.015	0.61	0.55	0.45	0.41	0	0
2		6.0	7.7	4.00	0.003	0.011	0.65	0.58	0.41	0.38	0	0
3		4.8	5.6	3.00	0.002	0.005	0.25	0.23	0.32	0.30	0	0
4		6.1	4.9	3.20	0.003	0.009	0.77	0.69	0.41	0.38	0	0
5		6.5	4.9	3.00	0.005	0.015	0.52	0.47	0.56	0.51	0	0
6		5.8	5.7	2.80	0.003	0.007	0.73	0.65	0.39	0.36	0	0
7		1.0	2.0	1.00	0.001	0.001	0.12	0.12	0.20	0.19	0	1
8		7.0	8.3	4.50	0.004	0.017	0.57	0.52	0.48	0.44	0	0
9		7.2	7.9	5.00	0.006	0.032	0.63	0.57	0.62	0.56	0	0
10		8.3	8.2	5.00	0.005	0.027	0.60	0.54	0.57	0.52	0	0
11		6.6	6.0	2.60	0.003	0.009	0.41	0.38	0.45	0.41	0	0
12		6.7	5.6	4.00	0.003	0.014	0.51	0.46	0.45	0.42	0	0
13		3.8	5.6	2.00	0.003	0.005	0.38	0.35	0.40	0.37	0	0
14		8.5	8.7	5.00	0.006	0.028	0.62	0.56	0.58	0.53	0	0
15		2.5	4.4	1.00	0.002	0.002	0.32	0.29	0.37	0.34	0	0
16		5.0	7.0	3.00	0.005	0.014	0.52	0.47	0.54	0.49	0	0
17		9.0	9.7	7.00	0.006	0.045	0.71	0.63	0.62	0.56	0	0
18		9.1	8.8	6.00	0.007	0.039	0.73	0.66	0.63	0.57	0	0
19	BSH (A2)	4.7	6.1	2.20	0.003	0.007	0.42	0.38	0.43	0.39	0	0
20		5.4	5.6	2.20	0.002	0.005	0.41	0.38	0.36	0.34	0	1
21		5.4	6.9	3.00	0.002	0.007	0.47	0.43	0.36	0.34	0	0
22		5.8	6.1	3.00	0.003	0.008	0.43	0.39	0.39	0.36	0	1
23		5.9	8.7	4.00	0.003	0.011	0.60	0.54	0.40	0.37	0	0
24		7.3	8.1	4.50	0.004	0.019	0.61	0.55	0.50	0.45	0	1
25		7.7	6.3	4.50	0.005	0.021	0.43	0.39	0.53	0.48	0	0
26		5.8	6.7	3.00	0.004	0.011	0.46	0.42	0.47	0.43	0	1
27		3.6	4.6	1.00	0.003	0.003	0.31	0.29	0.38	0.35	0	1
28		2.3	3.2	1.20	0.001	0.001	0.21	0.20	0.25	0.24	0	1
29		2.7	4.1	1.00	0.001	0.001	0.27	0.25	0.29	0.27	0	0
30		7.6	8.6	5.50	0.005	0.025	0.59	0.54	0.52	0.48	0	0
31		4.6	5.3	3.00	0.003	0.010	0.36	0.33	0.44	0.40	0	0
32		6.5	6.2	2.00	0.003	0.007	0.48	0.44	0.44	0.40	0	0
33		8.6	7.7	6.00	0.006	0.034	0.65	0.58	0.59	0.53	0	0
34		2.3	5.4	1.00	0.002	0.002	0.37	0.34	0.29	0.28	0	0
35		3.3	5.4	1.00	0.003	0.003	0.37	0.34	0.45	0.42	0	0
36		6.3	5.8	4.00	0.003	0.012	0.45	0.41	0.43	0.39	0	0
37	TCH (B1)	6.6	8.3	3.00	0.003	0.010	0.67	0.60	0.45	0.41	1	0
38		9.4	10.1	6.00	0.007	0.042	0.81	0.72	0.65	0.59	0	0
39		4.4	4.5	1.00	0.004	0.004	0.44	0.40	0.48	0.43	0	0
40		4.5	6.6	1.00	0.002	0.002	0.52	0.47	0.30	0.28	1	1
41		9.7	7.8	5.50	0.007	0.041	0.60	0.54	0.67	0.61	0	0
42		6.7	7.3	4.00	0.004	0.014	0.63	0.57	0.46	0.42	0	0
43		4.9	5.9	1.00	0.004	0.004	0.42	0.39	0.46	0.42	0	0
44		8.8	5.1	5.50	0.006	0.033	0.62	0.55	0.61	0.55	0	0
45		7.5	6.9	4.20	0.007	0.030	0.66	0.59	0.66	0.59	0	1
46		9.9	7.8	6.50	0.010	0.062	0.77	0.69	0.76	0.69	1	0
47		9.7	7.3	5.20	0.009	0.048	0.77	0.69	0.75	0.68	0	0
48		9.7	7.0	7.00	0.010	0.068	0.72	0.64	0.77	0.69	0	0
49		8.2	9.9	7.00	0.005	0.037	0.74	0.67	0.56	0.51	0	1
50		4.9	6.5	1.00	0.005	0.005	0.44	0.40	0.52	0.48	0	0
51		9.8	9.7	6.00	0.008	0.045	0.69	0.62	0.68	0.61	0	0
52		7.2	6.2	4.20	0.004	0.017	0.67	0.60	0.49	0.45	0	0
53		10.0	11.84	6.00	0.008	0.047	0.83	0.74	0.69	0.62	0	0
54		7.0	10.6	5.00	0.004	0.019	0.74	0.66	0.48	0.44	0	0
55	TSH (B2)	10.1	9.4	6.00	0.008	0.048	0.75	0.67	0.70	0.63	0	0
56		8.4	9.6	6.50	0.006	0.036	0.67	0.60	0.58	0.53	0	0
57		6.0	8.0	5.00	0.003	0.014	0.55	0.50	0.40	0.37	0	0
58		6.4	4.8	3.20	0.003	0.010	0.46	0.42	0.43	0.40	0	0
59		6.6	8.8	4.50	0.005	0.021	0.61	0.55	0.53	0.48	0	0
60		8.1	8.9	5.50	0.007	0.038	0.66	0.59	0.65	0.59	0	0
61		9.9	10.0	7.00	0.008	0.054	0.82	0.74	0.69	0.62	0	1
62		5.2	6.9	1.00	0.004	0.004	0.64	0.57	0.48	0.43	0	0
63		8.9	7.7	6.00	0.009	0.052	0.75	0.67	0.73	0.66	0	0
64		10.10	11.57	7.00	0.008	0.056	0.81	0.72	0.70	0.63	0	1
65		4.6	6.1	2.00	0.002	0.003	0.47	0.42	0.30	0.28	0	0
66		5.9	7.3	3.20	0.004	0.013	0.65	0.59	0.49	0.44	0	0
67		6.6	7.9	4.00	0.005	0.019	0.55	0.50	0.54	0.49	0	0
68		7.5	6.8	5.20	0.006	0.032	0.58	0.52	0.61	0.56	0	0
69		7.9	9.3	4.00	0.005	0.020	0.72	0.65	0.54	0.49	0	0
70		7.4	6.4	3.20	0.004	0.014	0.44	0.40	0.51	0.46	0	0
71		8.6	6.1	5.50	0.006	0.032	0.58	0.52	0.59	0.54	0	0
72		5.4	4.6	2.00	0.002	0.005	0.44	0.40	0.36	0.34	0	1

**ANEXO 4**  
**FECHAS DE EVALUACION EN EL CAMPO DE ESTUDIO**

<b>Evaluación</b>	<b>Fecha</b>	<b>Observación</b>
0	30 de Agosto del 2015	Medición al momento de la plantación
1	30 de Octubre del 2015	A los dos meses de plantación
2	30 de Diciembre del 2015	A los cuatro meses de plantación
3	29 de Febrero del 2016	A los seis meses de plantación
4	30 de Abril del 2016	A los ocho meses de plantación
5	30 de Junio del 2016	A los diez meses de plantación
6	30 de Agosto del 2016	A los doce meses de plantación
7	30 de Octubre del 2016	A los catorce meses de plantación
8	30 de Diciembre del 2016	A los dieciséis meses de plantación