

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS
BIOABONOS DEL BAÑO ECOLÓGICO EN LA
PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE QUENUAL
(*Polylepis incana*) EN EL VIVERO FORESTAL
UBICADO EN LA QUEBRADA CÁCHINA –
DISTRITO DE HUALLANCA – PROVINCIA DE
BOLOGNESI – REGION ANCASH - 2018”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. ESTIKK YUBETO CHÁVEZ DÍAZ

ASESOR:

Dr. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA

Huaraz, Ancash, Perú

Enero, 2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS
BIOABONOS DEL BAÑO ECOLÓGICO EN LA
PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE QUENUAL
(*Polylepis incana*) EN EL VIVERO FORESTAL
UBICADO EN LA QUEBRADA CÁCHINA –
DISTRITO DE HUALLANCA – PROVINCIA DE
BOLOGNESI – REGION ANCASH - 2018”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. ESTIKK YUBETO CHÁVEZ DÍAZ

ASESOR:

Dr. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA

Huaraz, Ancash, Perú

Enero, 2019



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM

Conforme al Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI
Resolución de Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: CHÁVEZ DÍAZ ESTIKK YUBETO

Código de alumno: 04.0305.6.AB

Teléfono: 947670589 - 954728136

Correo electrónico: estick_cd@hotmail.com DNI o Extranjería: 43172331

2. Datos del Autor:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

"EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS BIOABONOS DEL BAÑO ECOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE QUENUAL (*Polylepis incana*) EN EL VIVERO FORESTAL UBICADO EN LA QUEBRADA CÁCHINA – DISTRITO DE HUALLANCA – PROVINCIA DE BOLOGNESI – REGIÓN ANCASH, 2018"

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERÍA AMBIENTAL

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Maximiliano Loarte Rubina

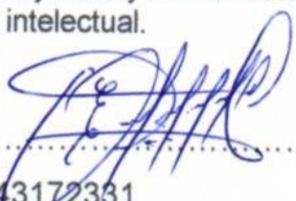
Teléfono: 952647082

Correo electrónico: maxloarte@hotmail.com

DNI o Extranjería: 32295136

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito respecto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 43172331

FECHA: Huaraz, 21 de mayo de 2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorium de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el Acto Académico de Sustentación y Defensa de Tesis "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS BIOABONOS DEL BAÑO ECOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE QUENUAL (*Polylepis Incana*) EN EL VIVERO FORESTAL UBICADO EN LA QUEBRADA CÁCHINA – DISTRITO DE HUALLANCA – PROVINCIA DE BOLOGNESI – REGIÓN ANCASH, 2018", que presenta CHAVEZ DIAZ ESTIKK YUBETO para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

En seguida, después de haber atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de: DIECISEIS (16)

En consecuencia, CHAVEZ DIAZ ESTIKK YUBETO queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 02 de enero de 2019

Dr. PRUDENCIO CELSO HIDALGO CAMARENA
Presidente
Jurado de sustentación

Ing. ARNULFO SERNA ROMÁN
Secretario
Jurado de sustentación

Ing. FRIDA MÓNICA CABALLERO BEDRIÑANA
Vocal
Jurado de sustentación

Dr. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA
Asesor de tesista

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Orlando Chávez Rivera y Roza Díaz Ramírez, gracias a sus consejos y apoyo incondicional que me brindaron, logré esta meta trazada, y escalar un peldaño más en mi carrera profesional. Ellos me enseñaron que la vida es un constante logro de metas, las que se alcanzan con esfuerzo y constancia. A ellos mi eterno agradecimiento.

A mis hermanos Mabel, Maglover, Jessica, Estrella y demás familiares.

Estikk Chávez Díaz

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer llegar mi profundo agradecimiento a las siguientes personas y entidades que me apoyaron de manera desinteresada para la culminación del presente estudio.

Al Dr. Maximiliano Loarte Rubina, mi profundo agradecimiento, por toda su ardua labor y apoyo incondicional en la investigación de tesis, su conducción y culminación. Mi reconocimiento por su trabajo profesional y por encaminarme en la investigación desde la etapa académica en la formación de la Ingeniería Ambiental.

Al Dr. Edwin Julio Palomino Cadenas y al M. Sc. Eladio Tuya Castillo, por sus apoyos con sugerencias y consejos durante la elaboración de mi tesis; además por sus guías y ejemplos en este proceso de aprendizaje.

Al auxiliar de laboratorio de suelos, Sr. Valerio Gabriel Robles, por todo el apoyo brindado durante la ejecución del estudio y por las facilidades que me ha dado para el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo.

A mi papá, mamá y hermanos, por todo el esfuerzo, esmero y dedicación que siempre han tenido desde pequeño hacia mi persona, con consejos asertivos y el apoyo incondicional durante mis estudios. A mis hermanos, por todos los consejos y la unión de familia, donde se asumió el objetivo de ser todos profesionales.

A los miembros del jurado, el Dr. Prudencio Celso Hidalgo Camarena, el Ing. Arnulfo Serna Román y el Ing. Frida Mónica Caballero Bedriñana, por sus acertadas correcciones y observaciones, que me han servido para mejorar la presentación del informe final.

Mi gratitud a los docentes de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, quienes a través de sus enseñanzas académicas durante mis años de estudio han contribuido con mi formación profesional.

A la universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” por facilitarme los ambientes del laboratorio de suelos y aguas de la UNASAM, y por ser la casa de estudios en la que nos forjamos como profesionales.

A mis amigos y compañeros de estudios, con los que compartimos muchos anhelos en la vida profesional.

RESUMEN

En el Perú y en otros países existe un gran problema con el tratamiento de las excretas humanas, debido a que generan grandes problemas al ambiente cuando se depositan en lugares inadecuados y no se tratan adecuadamente. En la actualidad, en la quebrada de Cáchina, y en otras zonas rurales del distrito de Huallanca, existe un problema ambiental ocasionado porque las familias no cuentan con un servicio de saneamiento adecuado, hecho que genera una mala disposición de excretas, lo que conlleva a una contaminación ambiental y daños a la salud de las personas. También se observa en el lugar la pérdida de las fuentes hídricas, erosión de los suelos, desaparición de la flora y fauna silvestre, originada por la poca práctica de la actividad forestal, y el desinterés por mantener activo los viveros forestales.

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina, del distrito de Huallanca, y tiene como objetivo evaluar la eficiencia de los bioabonos en la producción de plántones de quenuales (*Polylepis incana*) en el vivero forestal. El método utilizado en la investigación fue el muestreo en bloques completamente al azar, mediante el cual se evaluó diferentes características en los plántones de quenual, como el porcentaje de esquejes enraizados, número de brotes, altura de los plántones (cm), desarrollo radicular (cm), vigorosidad de los plántones, peso húmedo y seco (gr), durante la permanencia de los plántones en el vivero forestal.

Los resultados obtenidos al final de la investigación de las diferentes características en los plántones de quenual, ya mencionadas, fueron favorables y significativos. Asimismo, se encontró diferencias estadísticas según la evaluación por tratamiento. Obteniéndose como resultado que el T3: Aplicación de la orina y el compost, es el más eficiente en la producción de plántones de quenual, dando lugar a plántones con mayor crecimiento y desarrollo a diferencia de los otros tratamientos (T1, T2).

Con los resultados obtenidos, según la evaluación realizada, se puede concluir que el uso de los bioabonos en la producción de plántones es muy importante y significativo, y se demuestra la eficiencia de estos bioabonos en las diferentes características de los plántones.

Palabras clave: Bioabonos, eficiencia, tratamientos.

ABSTRACT

In Peru and other countries there is a great problem with the treatment of human excreta, because they generate great problems to the environment when they are deposited in inadequate places and are not treated properly. Actually, in the Cáchina stream, and in other rural areas of the district of Huallanca, there is an environmental problem caused by the fact that families do not have an adequate sanitation service, which generates a poor disposal of excreta, which leads to environmental pollution and damage to people's health. The loss of water sources, erosion of soils, disappearance of wild flora and fauna, originated by the little practice of forestry activity, and the disinterest in keeping forest nurseries active are also observed.

The present research work was carried out in the forest nursery located in the Cáchina stream, in the district of Huallanca, and aims to evaluate the efficiency of bio-fertilizers in the production of quenual seedlings (*Polylepis incana*) in the forest nursery. The method used in the investigation was completely random sampling in blocks, by which different characteristics were evaluated in the quenual seedlings, such as the percentage of rooted cuttings, number of shoots, height of the seedlings (cm), root development (cm), vigorousness of the seedlings, wet and dry weight (gr), during the permanence of the seedlings in the forest nursery.

The results obtained at the end of the investigation of the different characteristics in the quenual seedlings, already mentioned, were favorable and significant. Likewise, statistical differences were found according to the evaluation by treatment. Obtaining as a result that T3: Application of urine and compost, is the most efficient in the production of quenual seedlings, giving rise to seedlings with greater growth and development unlike the other treatments (T1, T2).

With the results obtained, according to the evaluation carried out, it can be concluded that the use of bio-fertilizers in the production of seedlings is very important and significant, and the efficiency of these bio-fertilizers in the different characteristics of the seedlings is demonstrated.

Keywords: Bioabon, efficiency, treatments.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Hipótesis	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Fundamentación	5
1.6. Limitaciones	6
CAPITULO II	
MARCO REFERENCIAL	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Marco Teórico	11
2.2.1. Baño ecológico	11
2.2.2. Componentes del baño ecológico	12
2.2.3. Bioabonos	12
2.2.4. Las excretas humanas	13
2.2.4.1. Contaminación del medio ambiente por las excretas	13
2.2.4.2. La orina humana	14
2.2.4.3. Composición de la orina	14
2.2.4.4. Tratamiento higiénico de la orina y las heces	15
2.2.4.5. Tratamiento primario de la orina	16
2.2.4.6. Tratamiento secundario de la orina	16
2.2.4.7. Tratamiento primario de las heces	17
	vii

2.2.4.8.	Tratamiento secundario de las heces	18
2.2.4.9.	Nutrientes	20
2.2.4.10.	Macronutrientes	20
2.2.4.11.	Micronutrientes	21
2.2.5.	Nutrientes en la orina y las heces	21
2.2.5.1.	Nutrientes en la orina	21
2.2.5.2.	Nutrientes en las heces	22
2.2.5.3.	Ciclo de nutrientes	22
2.2.6.	La orina en la agricultura	23
2.2.7.	Requisitos para el crecimiento de las plantas	24
2.2.8.	Respuesta de la cosecha y uso de los recursos	25
2.2.9.	Las heces y la orina humana como fertilizante	26
2.2.10.	Efecto fertilizador de la orina	27
2.2.11.	Aplicación de la orina como fertilizante	27
2.2.12.	Dilución de la orina	28
2.2.13.	Tiempo de aplicación	29
2.2.14.	Técnicas de aplicación	30
2.2.15.	Efecto fertilizador de las heces	31
2.2.16.	Composta de procesos de compostaje termofilico o a bajas temperaturas	32
2.2.17.	Tiempo de aplicación	33
2.2.18.	Técnicas de aplicación	33
2.2.19.	Dosis de aplicación	34
2.2.20.	Invernadero	36
2.2.21.	Vivero forestal	36
2.2.22.	La ubicación del vivero	37
2.2.23.	Técnicas de propagación de especies forestales	38
2.2.24.	Labores culturales	43
2.3.	Definición de términos básicos	47

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	500	
3.1.	Materiales	50
3.1.1.	Ubicación geográfica	50
3.1.2.	Aspectos climáticos	50
3.1.3.	Universo y población	51
3.1.4.	Materiales de campo	51

3.1.4.1.	Recursos humanos	51
3.1.4.2.	Insumos	52
3.1.4.3.	Materiales usados en campo	52
3.1.4.4.	Materiales usados y EPP para la toma de muestras de la orina	53
3.1.4.5.	Materiales usados y EPP para la toma de muestras del compost	53
3.1.4.6.	Materiales usados en el muestreo de los esquejes repicados	53
3.1.4.7.	Herramientas usadas en campo	53
3.1.4.8.	Gabinete	54
3.1.4.9.	Equipos usados	54
3.2.	Método	54
3.2.1	Metodología	54
3.2.2.	Tipo de diseño	55
3.2.3.	Diseño de la investigación	56
3.2.4.	Análisis estadístico	57
3.2.5.	Operacionalización de variables e indicadores	57
3.2.6.	Procedimiento	59
3.2.7.	Datos a evaluar	62
3.2.8.	Factores de estudio	63
3.2.8.1.	Especie de quenual (Q)	63
3.2.8.2.	Tipos de aplicación (A)	64
3.2.9.	Tratamientos	64
3.2.9.1.	Tratamiento en estudio	64
3.2.9.2.	Distribución de parcelas	64
3.2.9.3.	Descripción de las parcelas	65

CAPITULO IV

RESULTADOS

677

4.1.	Características de los productos del baño ecológico	67
4.1.1.	Composición de nutrientes en la orina	67
4.1.2.	Composición de nutrientes en el compost	67
4.2.	Tiempo de compostaje de las heces	68
4.3.	Características de los sustratos del vivero forestal	68
4.4.	Características del desarrollo de los esquejes de quenuales y eficiencia de tratamientos	69

CAPITULO V	
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	108
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
6.1. Conclusiones	111
6.2. Recomendaciones	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1163
ANEXOS	116
ANEXO 1	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 2	¡Error! Marcador no definido.19
ANEXO 3	
¡Error! Marcador no definido.1	
ANEXO 4	
¡Error! Marcador no definido.6	

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
Tabla 01 Contenido nutrientes en la orina y heces	27
Tabla 02 Descripción de las parcelas	56
Tabla 03 Operacionalización de variables	58
Tabla 04 Tratamientos	64
Tabla 05 Distribución de parcelas	64
Tabla 06 Descripción de parcelas	65
Tabla 07 Composición de nutrientes de la orina	67
Tabla 08 Composición de nutrientes en el compost	68
Tabla 09 Concentración de variables del Sustrato M 01	68
Tabla 10 Concentración de variables del Sustrato M 02	69
Tabla 11 Porcentaje de esquejes enraizados a los 30 días (%)	69
Tabla 12 Análisis de Varianza (ANVA) de porcentaje de esquejes enraizados a los 30 días	70
Tabla 13 Número de brotes a los 30 días (unid)	71
Tabla 14 Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 30 días de esquejes de quenual	71
Tabla 15 Altura de la planta a los 30 días (cm)	72

Tabla 16	Análisis de Varianza (ANVA) de la altura de la planta a los 30 días de esquejes de quenual	72
Tabla 17	Desarrollo radicular a los 30 días (cm)	73
Tabla 18	Análisis de Varianza (ANVA) de desarrollo radicular a los 30 días de esquejes de quenual	74
Tabla 19	Número de brotes a los 60 días (unid)	74
Tabla 20	Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 60 días de esquejes de quenual	75
Tabla 21	Altura de la planta a los 60 días (cm)	76
Tabla 22	Análisis de Varianza (ANVA) de altura de la planta a los 60 días de esquejes de quenual	76
Tabla 23	Número de brotes a los 90 días (unid)	77
Tabla 24	Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 90 días de los plantones de quenual	78
Tabla 25	Altura de los plantones a los 90 días (cm)	78
Tabla 26	Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plantones de quenual a los 90 días	79
Tabla 27	Número de brotes a los 120 días (unid)	80
Tabla 28	Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 120 días de los plantones de quenual	80
Tabla 29	Altura de los plantones a los 120 días (cm)	81
Tabla 30	Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plantones de quenual a los 120 días	82
Tabla 31	Número de brotes a los 150 días (unid)	82
Tabla 32	Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 150 días de los plantones de quenual	83
Tabla 33	Altura de los plantones a los 150 días (cm)	84
Tabla 34	Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plantones de quenual a los 150 días	84
Tabla 35	Desarrollo radicular a los 150 días (cm)	85
Tabla 36	Análisis de Varianza (ANVA) de desarrollo radicular a los 150 días de los plantones de quenual	86
Tabla 37	Número de brotes a los 180 días (unid)	86
Tabla 38	Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 180 días de los plantones de quenual	87
Tabla 39	Altura de los plantones a los 180 días (cm)	88
Tabla 40	Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plantones de quenual a los 180 días	88
Tabla 41	Número de brotes a los 210 días (unid)	89
Tabla 42	Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 210 días de plantones de quenual	90

Tabla 43	Altura de los plántones a los 210 días (cm)	90
Tabla 44	Análisis de Varianza (ANVA) de altura de plántones de quenual a los 210 días	91
Tabla 45	Número de brotes a los 240 días (unid)	92
Tabla 46	Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 240 días de los plántones de quenual	92
Tabla 47	Altura de los plántones a los 240 días (cm)	93
Tabla 48	Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plántones de quenual a los 240 días	94
Tabla 49	Número de brotes a los 270 días (unid)	94
Tabla 50	Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 270 días de los plántones de quenual	95
Tabla 51	Altura de los plántones a los 270 días (cm)	96
Tabla 52	Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plántones de quenual a los 270 días	96
Tabla 53	Desarrollo radicular a los 270 días (cm)	97
Tabla 54	Análisis de Varianza (ANVA) de desarrollo radicular a los 270 días de los plántones de quenual	98
Tabla 55	Peso húmedo a los 270 días (gr)	98
Tabla 56	Análisis de Varianza (ANVA) de peso húmedo a los 270 días de esquejes de quenual	99
Tabla 57	Peso seco a los 270 días (gr)	100
Tabla 58	Análisis de Varianza (ANVA) de peso seco a los 270 días de plántones de quenual	100
Tabla 59	Datos calculados de porcentaje de enraizamiento (%)	101
Tabla 60	Datos calculados de número de brotes (unid)	102
Tabla 61	Datos calculados de la altura de los plántones (cm)	104
Tabla 62	Datos calculados del desarrollo radicular de los plántones (cm)	105
Tabla 63	Datos calculados del peso húmedo de los plántones (gr)	106
Tabla 64	Datos calculados del peso seco de los plántones (gr)	107

LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.	
Figura 01	Ciclo de nutrientes	23
Figura 02	Factores limitantes que regulan el crecimiento de las plantas	24
Figura 03	Efecto fertilizante de la orina	26
Figura 04	Tamaño de las raíces de los cultivos de hortalizas	30
Figura 05	Aplicación de la orina con la regadera	30

Figura 06	Recolección de esquejes	40
Figura 07	Inclinación de la pala durante la poda lateral de raíces en platabanda	47
Figura 08	Distribución de las parcelas	56
Figura 09	Características de las parcelas	57
Figura 10	Análisis de varianza (ANVA)	57
Figura 11	Características de las parcelas	65
Figura 12	Características de los sustratos 1 y 2	66
Figura 13	Porcentaje de esquejes enraizados a los 30 días (%)	70
Figura 14	Número de brotes a los 30 días	71
Figura 15	Altura de la planta (cm) a los 30 días	72
Figura 16	Desarrollo radicular (cm) a los 30 días	73
Figura 17	Número de brotes a los 60 días	75
Figura 18	Altura de la planta (cm) a los 60 días	76
Figura 19	Número de brotes a los 90 días	77
Figura 20	Altura de los plantones (cm) a los 90 días	79
Figura 21	Número de Brotes a los 120 días	80
Figura 22	Altura de los plantones (cm) a los 120 días	81
Figura 23	Número de brotes a los 150 días	83
Figura 24	Altura de los plantones (cm) a los 150 días	84
Figura 25	Desarrollo radicular (cm) a los 150 días	85
Figura 26	Número de brotes a los 180 días	87
Figura 27	Altura de los plantones (cm) a los 180 días	88
Figura 28	Número de brotes a los 210 días	89
Figura 29	Altura de los plantones (cm) a los 210 días	91
Figura 30	Número de brotes a los 240 días	92
Figura 31	Altura de los plantones (cm) a los 240 días	93
Figura 32	Número de brotes a los 270 días	95
Figura 33	Altura de los plantones (cm) a los 270 días	96
Figura 34	Desarrollo radicular (cm) a los 270 días	97
Figura 35	Peso húmedo de las plantas (gr) a los 270 días	99
Figura 36	Peso seco de las plantas (gr) a los 270 días	100
Figura 37	% enraizamiento de los esquejes	101
Figura 38	Número de brotes de los plantones	103
Figura 39	Altura de los plantones de quenual	105
Figura 40	Desarrollo radicular de los plantones de quenual	106
Figura 41	Peso húmedo de los plantones de quenual	107

Figura 42 Peso seco de los plántones de quenual.

107

LISTA DE ABREVIATURAS

Fig.	Figura
pH	Potencial de hidrógeno
N	Nitrógeno
P	Fosforo
K	Potasio

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la quebrada de Cáchina y en otras zonas rurales del distrito de Huallanca existe un problema ambiental, debido a que en las zonas rurales las familias no cuentan con un servicio de saneamiento adecuado, lo que viene generando una mala disposición de excretas, por el uso de sistemas no óptimos, que conlleva una contaminación ambiental y daños en la salud de las personas. También, por la poca actividad forestal realizada y el desinterés por mantener activo los viveros forestales, en el lugar se observa la pérdida de las fuentes hídricas, erosión de los suelos, desaparición de la flora y fauna silvestre. Por ello, con este estudio se optó por una alternativa que contribuya a la disminución de la contaminación ambiental en la zona, mediante el uso de una nueva tecnología (construcción del baño ecológico), para el almacenamiento adecuado y aprovechamiento de las excretas como (bioabonos) en la preparación del sustrato para la producción de plantones en el vivero forestal, mejorando, así, las condiciones del sustrato y aprovechando los nutrientes que se encuentran en los bioabonos.

En el vivero existente en la zona y en otras zonas rurales del distrito de Huallanca, no se ha dado la debida atención a la producción de la especie de quenual, por falta de conocimiento técnico tanto de la producción y manejo, así como por la falta de información de los beneficios que ofrecen estas especies. La propagación vegetativa es la manera más adecuada y generalizada en el género *Polylepis*, ya que la semilla presenta mayores inconvenientes debido a la poca viabilidad de la misma, por lo que son pocos los viveros que producen estas especies.

El objetivo de la investigación es evaluar la eficiencia de los bioabonos del baño ecológico en la producción de plantones de quenual (*Polylepis incana*) en el vivero

forestal ubicado en la quebrada de Cáchina, distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, región Ancash.

Por ello, lo que se busca es recuperar esta importante especie nativa. Por esta razón, nos planteamos realizar esta investigación que nos permita encontrar el método más apropiado para obtener plantones de calidad, en el menor tiempo posible, y, así, contar con un mayor número de especies nativas para la forestación y reforestación de nuevas áreas.

El método empleado para la propagación de plantones de quenual en el vivero forestal ubicado en la quebrada de Cáchina fue por el método vegetativo vía esquejes. La especie utilizada fue *Polylepis incana*, que se obtuvo de los árboles padres que se encuentran en el lugar de estudio.

Tomando en cuenta que una de las alternativas para obtener mayor éxito en la producción de plantones es la utilización de los bioabonos del baño ecológico (orina + compost), que ayuda a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del sustrato para un mejor aprovechamiento de nutrientes y materia orgánica por los plantones, así como la proliferación y formación de un buen sistema radicular, que permite el crecimiento y desarrollo de los plantones durante su permanencia en el vivero.

Con la investigación se pretende dar importancia a la utilización de los bioabonos en la producción de plantones de quenual, el cual servirá para actividades forestales en el lugar, y con esto se obtendrá beneficios, como la conservación del agua, conservación y protección del suelo, preservación de la flora y fauna, generación de oxígeno, ornamentación y preservación del paisaje, lo cual redundará en la disminución de la contaminación ambiental por la mala disposición de excretas (construcción del baño ecológico), capacitación y permanente asistencia técnica a las familias de las zonas rurales.

1.1. Planteamiento del problema

La quebrada Cáchina está ubicada a una altura de 4260 m s.n.m., en el entorno de la Cia. Minera Santa Luisa S. A., en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash.

En la quebrada Cáchina, las familias se dedican mayormente a la ganadería, un porcentaje pequeño a la agricultura y minería. Las viviendas en la zona de estudio son de adobe con techo de calaminas, y otras de ichu; dichas viviendas no

cuentan con servicios de agua y desagüe; por eso, las familias del lugar tienen problemas con el saneamiento adecuado, y optan en muchos casos inadecuadamente por las letrinas, que no constituyen un sistema aceptable en cuanto al cuidado del medio ambiente, debido a la mala disposición de las excretas.

La instalación de algunas letrinas en la quebrada Cáchina está generando problemas ambientales, tales como generación de malos olores, presencia de moscas, contaminación del suelo, agua, aire y daños en la salud de las personas, como la EDA, tifoidea, parasitosis, hepatitis etc. Es por ello que en la investigación se optó por un cambio de un sistema que esté a favor del medio ambiente, un sistema más higiénico (construcción de un baño ecológico), donde no exista problemas ambientales, un sistema manual donde la persona se adecúe a este sistema y que posibilite utilizar los bioabonos en la producción de plantones de quenual o como abonos. También en el lugar, por la poca actividad forestal y el desinterés por mantener activo los viveros forestales, existe la pérdida de las fuentes hídricas, erosión de los suelos, desaparición de la flora y fauna silvestre. Por todo ello, con la investigación se busca recuperar esta especie nativa de *Polylepis incana* en viveros forestales con fines agrícolas, forestales y comerciales, y que pueda servir, al mismo tiempo, como un ingreso familiar con la venta de los plantones a las compañías mineras que existen en el entorno del lugar de estudio, y, además, comprometa a que las familias realicen prácticas forestales con fines de conservación de suelos, fomento del desarrollo de los pastos para la crianza de los animales y para la obtención de buenos productos agrícolas.

La utilización de los bioabonos en la producción de plantones de quenual en un vivero forestal es muy importante, ya que se está aprovechando estos bioabonos en vez de desperdiciarlos, reduciendo, así, la utilización de productos químicos que ocasionan problemas ambientales.

La mala disposición de las excretas (heces, orina) ocasiona serios problemas ambientales si es acumulada y almacenada inadecuadamente. Forma un hábitat de vectores transmisores de enfermedades, causando malos olores y contribuyendo con la contaminación ambiental (suelo, agua, aire); por tal razón, es necesaria otra alternativa sostenible, que no genere problemas ambientales y daños a la salud de las personas.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la eficiencia de los bioabonos del baño ecológico en la producción de plantones de quenual (*Polylepis incana*) en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash?

1.3. Hipótesis

Los bioabonos del baño ecológico tienen alta eficiencia en la producción de plantones de quenual (*Polylepis incana*) en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia de los bioabonos del baño ecológico en la producción de plantones de quenual (*Polylepis incana*) en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina – distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el contenido de nutrientes (N, P, K), pH, C.E, de la orina humana almacenada en el baño ecológico instalado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.
- Determinar el contenido de nutrientes (N, P, K), PH, C.E, % humedad del bioabono (compost) procesado en el invernadero ubicado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.
- Determinar el tiempo de compostaje de las heces en el invernadero del vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.
- Determinar las características del sustrato 01, sustrato 02 (textura, clase textural, N, P, K, PH, MO%, C.E, Cationes cambiables, Cationes solubles, Aniones) y del agua utilizados en la producción de plantones de quenual en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.

- Determinar las características de los plantones de quenual (*Polylepis incana*) con los diferentes tratamientos, producidos en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.
- Comparar la eficiencia de cada uno de los tratamientos en la producción de plantones de quenual (*Polylepis incana*) en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.

1.5. Fundamentación

La investigación que se desarrolla cobra importancia debido a que actualmente la utilización de algunas letrinas en la quebrada Cáchina y en otras zonas rurales del distrito de Huallanca, así como también la no utilización de un sistema de saneamiento básico, genera problemas ambientales, ocasionadas por la mala disposición de las excretas que se realiza en el lugar, a las cuales no se les da un tratamiento apropiado, lo que da lugar a una contaminación ambiental (agua, suelo, aire) y daños a la salud de las personas. Por esta razón, se buscó un sistema amigable que esté en familia con el medio ambiente, como es el baño ecológico, sistema donde se obtiene bioabonos como producto final, por lo que proponemos el aprovechamiento de estos en la producción de plantones de quenual en el vivero forestal.

Al cambiar el sistema de letrinas por un baño ecológico, donde la recolección de excretas (orina y heces) se almacena en diferentes recipientes y en condiciones óptimas, mediante un proceso de almacenamiento y compostaje, se logra el aprovechamiento de los bioabonos en la producción de plantones de quenual. Con el sistema de letrinas se pierden estos bioabonos generando más problemas ambientales de contaminación; en cambio, con un baño ecológico la utilización de los bioabonos permite incrementar y mejorar la producción de plantones de quenual en el vivero forestal desarrollados en un clima frío. Con este sistema, la familia donde se construyó el baño ecológico podrá realizar actividades forestales, como agroforestería para la conservación de sus pastos, formar cercos vivos y comerciales, y, adicionalmente, al vender los plantones de quenual estará generando ingresos económicos.

Con los plántones producidos con el uso de los bioabonos, al ser llevados a campo definitivo, se obtendrán mejores resultados en actividades de forestación, formación bosques que sirvan de hábitat a las aves, cercos vivos y, a su vez, mejoras en la calidad ambiental del lugar.

1.6. Limitaciones

La construcción del baño ecológico en el lugar de estudio resulta una tecnología nueva para la familia, y ocasiona incomodidad el hecho de adaptarse rápidamente a su uso, operación y mantenimiento.

El proceso de obtención de los bioabonos y su aprovechamiento como abono exige a los miembros de la familia un trabajo al que les resulta difícil adecuarse al principio, porque las prácticas de buenas conductas e higiene durante el uso del baño ecológico requiere de cierto tiempo para acostumbrarse (cambio de hábitos y costumbres).

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

King, F.H. (1911) menciona que los japoneses practicaron el uso disciplinado de excrementos en la agricultura, aplicando hasta 4 t/ha en campos y en zonas incluso más urbanizadas que China. Las estadísticas del Bureau japonés de agricultura para 1908 datan sobre la utilización de varias toneladas de excrementos en tierras de labranza. Así mismo, consideraron a la orina como un fertilizante muy útil por lo que su recolección fue de forma separada para uso directo.

Esrey, S. (1998) menciona que, en la ciudad de México en el año 1988, en el centro experimental ANADEGES (una red de ONG), se cultivaba verduras en envases, usando orina humana como fertilizante. La orina usada era almacenada en envases de 2a 5 litros por tres semanas, y se aplicaba al contenido sembrado en la cubeta después de haberla diluido con agua en proporción de 1:10, obteniéndose resultados positivos. Así las plantas fertilizadas con orina crecían más rápido, eran más grandes, más sanas que aquellas cultivadas usando técnicas convencionales, y además requerían menos agua, lográndose que las plantas que producen hojas comestibles (espinaca, acelga, perejil y nopal) se desarrollaran adecuadamente: las hojas grandes y de verde oscuro.

Brown, A.D. (2003) la cultura China es muy conocida por la recolección diligente y uso de excrementos humanos en la agricultura. Los chinos conocedores de los beneficios de excrementos los utilizaron en la producción de cultivos 500 a.C., permitiendo sustentar a más personas que en cualquier otro sistema agrícola. El fertilizante de excretas llegó a ser reconocido, con sistemas adecuadamente desarrollados en la recolección y transporte hacia los campos.

Villavicencio, X. (2009) menciona que se utilizó la orina humana como fertilizante líquido orgánico en plantas de maíz con el fin de determinar sus efectos. El estudio se realizó en el vivero de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, Goicoechea - Costa Rica en el año 2006, donde la orina se recolectó por medio de la instalación de un orinal, luego se vació en tanques de 250 litros para su reposo. Las muestras para los exámenes de laboratorio se tomaron con: a) orina fresca, b) en reposo a la tercera semana y c) a la sexta semana, luego fueron sometidas a análisis físicos, químicos, microbiológicos y bacteriológicos. El estudio fue desarrollado en 7 tratamientos con 6 repeticiones, para cada tratamiento se utilizó una maceta con 7 plantas. Las fertilizaciones se aplicaron en el suelo de la siguiente manera: orina diluida (1:1), orina diluida (1:10), lombricompost, este también en combinación con las dos diluciones de orina, fertilizante químico y solo agua. Para cada tratamiento fueron evaluados la altura de la planta, el largo de la raíz, la materia fresca y seca, además de análisis químicos de las hojas. Obteniéndose que el tratamiento con mejores resultados fue el de orina con lombricompost. Esta combinación, independientemente la de concentración de orina, tuvo efectos positivos en el crecimiento y acumulación de materia orgánica en las plantas de maíz.

Vega, J. (2016), en el desarrollo de la tesis "Uso de excretas humanas procesadas sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento del maíz híbrido en invernadero", menciona que en su trabajo de investigación que fue realizado en el Invernadero de Fertilidad de Suelos, de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), teniendo como objetivo evaluar el efecto del uso de excretas humanas sometidas a seis diferentes procesos sobre las propiedades físicas del suelo y producción de biomasa para el cultivo de maíz, sembrado en un suelo agrícola de La Molina. Los parámetros evaluados en el cultivo fueron: altura, área foliar, biomasa fresca, seca y extracción de N. En el suelo se evaluó: humedad gravimétrica, densidad aparente, pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico total y nitrógeno total. Las excretas procedentes de BES fueron sometidas a procesos de compostaje, vermicompostaje y solarización con agua y orina. Los materiales orgánicos resultantes fueron mezclados homogéneamente con el suelo agrícola y luego incorporados a las macetas. Los resultados encontrados fueron analizados para el cultivo y el suelo a través del diseño completo al azar (DCA) simple. Los promedios fueron sometidos al análisis de variancia y comparados mediante la prueba de comparación de medias HSD Tukey.

Encontrándose los siguientes resultados para la altura de planta (cm), área foliar (cm² maceta- 1), biomasa fresca y seca (g maceta-1) y extracción de N (mg maceta-1) en el cultivo de maíz fueron favorables, ya que se encontró diferencia estadística, los resultados encontrados en el suelo para la humedad gravimétrica (%), densidad aparente (g cm⁻³), conductividad eléctrica (dS m⁻¹), carbono orgánico total (%) y nitrógeno total (%) también fueron favorables, y se encontró diferencia estadística, mientras que para el pH en el suelo no hubo diferencia estadística. De los resultados encontrados, bajo las condiciones en las que se realizó el ensayo, se puede concluir que el uso de excretas humanas procesadas provenientes de BES afectó favorablemente la producción de biomasa aérea en el cultivo ensayado, asimismo mejoró las propiedades físicas del suelo con la excepción del pH (Vega, 2016).

Condori, D., Condori, P. & Quispe, E. (2017) mencionan que en la investigación que se realizó en la Comunidad Villandrani del Distrito 9 de la Ciudad de El Alto, los objetivos fueron evaluar el efecto de aplicación de abonos orgánicos y fertilizante líquido orina humano fermentada en la fertilidad del suelo en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). También se utilizó estiércol de ganado ovino, humus de lombriz ECOSAN y fertilizante líquido orina, utilizando el diseño estadístico de bloques al azar. La orina se obtuvo de baños ecológicos del distrito 7, y se llevó a la fermentación durante 3 meses para eliminar patógenos que existen en la orina humana.

Se inició, primero, con la aplicación de la orina humana fermentada en el terreno preparado antes de la siembra, luego, después de la emergencia de las plantas, y, por último, la formación de botón floral o inicio de floración, por vía radicular. Los resultados obtenidos muestran mayor porcentaje de emergencia T4 con 95% con aplicación de humus ECOSAN más fertilizante líquido orina y menor porcentaje de emergencia T1 con 85% con aplicación de estiércol ovino. Y una altura mayor de la planta en la fase de tuberización alcanzó T4 con 44.0 cm y menor altura T1 con 30.0 cm, un rendimiento mayor presentó T4 con 11.0 t/ha de producción con aplicación de humus ECOSAN más fertilizante líquido orina, y menor rendimiento fue T1 de 6.0 t/ha de producción con estiércol ovino. Las diferencias se muestran en la concentración de nitrógeno que tiene la orina humana fermentada (Condori, et al., 2017).

Reyes, R. (2017), en su estudio especial denominado "Manejo y reutilización de la orina humana como fertilizante en plantas de maíz", utilizó una tecnología

alternativa de saneamiento que consistía en separar los desechos humanos, tratarlos y aprovechar sus subproductos. En este caso utilizó la orina en forma de fertilizante. Su trabajo se basa en los resultados del bioensayo realizado con plantas de maíz, cuyo objetivo fue realizar una prueba piloto del proceso de recolección, tratamiento y aplicación de orina humana como fertilizante orgánico en plantas de maíz, con el fin de determinar sus efectos. Para ello, colocaron dos uriniales con capacidad de 10 litros cada uno, el volumen total de recolección de orina fue de 19 litros, al cual se les dio tratamiento (reposo) durante veinticuatro semanas y se analizaron parámetros físico, químico y microbiológico, se plantearon siete métodos de tratamiento, a los cuales se les sembró maíz realizando cuatro aplicaciones de fertilizante; la primera, 15 días después de la siembra; la segunda, 44 días después; la tercera, 85 días después y, la cuarta, 120 días después, en un período de 125 días desde la siembra hasta la toma de datos finales. Las variables que se evaluaron para los métodos de tratamiento a los que se les fue aplicado orina humana fueron altura de la planta de maíz, largo de su raíz y porcentaje de absorción de nutrientes de esas plantas de maíz. El estudio concluye que el tratamiento con mejores resultados fue el de la orina con abono orgánico en comparación con los tratamientos con solo orina y abono orgánico. La combinación de los dos abonos tuvo efectos positivos en el crecimiento y estado nutricional en las plantas de maíz.

Robles, C. & Fernández, P. (2011), en la tesis "Caracterización de los productos del baño ecológico prototipo de saneamiento sostenible en la Planta Concentradora de Minerales Mesapata de la UNASAM", implementaron los baños ecológicos en la Planta Concentradora de Minerales de Mesapata, con el fin de efectuar el reciclaje de los desechos humanos de forma segura a fin de darle el valor agregado a los productos de la orina y heces (úrea y compost), donde se utilizaron pequeñas parcelas de prueba con dos especies de gramíneas *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne*, con el uso de la orina como fuente de abono y otras parcelas con agua artificial con la finalidad de monitorear su crecimiento. Obteniéndose el resultado de que el rendimiento del cultivo de *Dactylis glomerata* (dactilo) y *Lolium perenne* (raygras inglés) fertilizado con orina diluida mejoró en comparación con los cultivos regados solo con agua superficial. Es decir, las parcelas de *Dactylis* regadas con orina lograron un mejor rendimiento con un promedio de 33 cm en comparación con la parcela que se regó con agua superficial, que alcanzó 5 cm en promedio. Así mismo se logró mayor peso seco por lo que se

proyectó una producción de 2.4 tn/ha de peso seco de Dactylis, en comparación con la parcela regada con agua superficial que alcanzó a 0.2 tn/ha.

León, D. (2006) en su trabajo de investigación evaluó el comportamiento a nivel de vivero de dos especies Yagual (*Polylepis incana* y *polylepis racemosa*), utilizando dos enraizadores orgánicos (TeTé de estiércol y Trichoderma harzinu) y dos enraizadores químicos (Rootmost y raizal) y comparó la eficiencia que tiene cada uno de los enraizadores en la propagación vegetativa de yagual. El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas 2 x 4 más un testigo absoluto para cada especie y cuatro repeticiones, obteniéndose como resultado que la especie *polylepis racemosa* es la más recomendada en la producción a nivel de vivero, siendo más precoz y resistente. En relación con el tipo de enraizador se recomienda utilizar el Té de estiércol, ya que presentó las mejores condiciones de interacción con los esquejes, los cuales presentaron un alto porcentaje de prendimiento, así como un buen desarrollo radicular, lo cual demuestra la eficiencia del mismo, lo que significa que puede considerarse como una opción más en la producción de plantas forestales. En cuanto a la evaluación del comportamiento de las especies dentro del vivero se determinó que la especie que mejor se adoptó a las condiciones del medio fue *polylepis racemosa*, demostrando un mayor porcentaje de prendimiento, lo cual da a conocer que es más resistente en el proceso de producción, lo que no ocurre con *polylepis incana*, ya que presenta susceptibilidad, principalmente, a las heladas, lo que provoca daños fisiológicos en las plantas retardando el crecimiento y desarrollo de las mismas.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Baño ecológico

Granados, M. (2009) menciona que los baños ecológicos no utilizan agua para la evacuación de las excretas, y, por lo tanto, no se conectan a la red de aguas residuales. Además, tratan el detritus humano fermentándolo y deshidratándolo para producir abono, un producto utilizable y valioso para el suelo, sistema que no causa contaminación ambiental a diferencia del uso de letrinas, silos o pozos sépticos.

Gómez, G. (2009) señala que un baño ecológico es un sistema de disposición final para las excretas del ser humano, en donde estas pasan

a través de un proceso que las vuelve inofensivas para nosotros y para el medio ambiente, y utilizables como nutrientes para el suelo, donde se evita la propagación de enfermedades.

Jaramillo, P. (2013) menciona que los baños ecológicos son sanitarios que no utilizan agua para evacuar las excretas humanas y garantizan su adecuado tratamiento en el mismo lugar que se producen.

2.2.2. Componentes del baño ecológico

Granados, M. (2009), indica que son los siguientes:

- a) **El eco-inodoro:** Es un sistema usado para evacuar las excretas humanas, este sistema consta de un separador para heces y un separador para orina.
- b) **Cámara de almacenamiento:** Donde se depositan las heces para luego ser llevados al Invernadero para transformarse en abono natural libre de microorganismos.
- c) **Mezcla secante o agregado:** Es la viruta o la ceniza que usamos para cubrir las heces cada vez que utilizamos el inodoro.
- d) **Tubo de ventilación:** Es un tubo de 4" que colocamos dentro del baño y lo conectamos a la cámara compostera para evitar los malos olores.
- e) **Urinario.** Es el que comúnmente conocemos, usado por los varones cuando no es necesario utilizar el eco-inodoro.
- f) **Recolector de orina:** Un bidón u otro recipiente cerrado, que nos permite almacenar la orina para poder usarla como fertilizante natural.
- g) **Recolector de heces:** Un balde u otro recipiente, que nos permite almacenar las heces para poder trasladar al invernadero para el compostaje, esta información se encontró en:

2.2.3. Bioabonos

Oliveira. L.P. (1986) indica que el bioabono generalmente reduce la acidez del suelo, por un período prolongado de tiempo y lo enriquece químicamente. La reducción de la acidez del suelo es atribuida a la

capacidad de bioabono de retener las bases para la formación de complejos orgánicos. Estas bases generalmente son transportadas a los horizontes inferiores por el agua de percolación. El bioabono está compuesto por sustancias promotoras del crecimiento de las plantas como la creatina, auxina. Además, proporciona una liberación lenta de los nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y otros, por medio de reacciones químicas y biológicas del suelo, mejorando la fertilidad y creando un efecto residual. Los bioabonos se usan para mejorar la estructura del suelo y estimular su granulación, facilitando la labranza, aumentan la absorción del aire y agua de los suelos, regulan la temperatura del suelo y ayudan a disminuir la erosión y evaporación.

2.2.4. Las excretas humanas

Guyton, A. (1992) precisa que las heces están formadas por el material que ha pasado a través de los intestinos sin digerir, mezclado con el material extraído del torrente sanguíneo de las glándulas y los intestinos. La orina es la fracción de excreta que se filtra desde la sangre por los riñones.

Lentner, C. (1981) & Feachem, R. (1983) refiere que la excreta humana la constituyen las heces y la orina, que vienen a ser los residuos derivados del metabolismo.

2.2.4.1. Contaminación del medio ambiente por las excretas

Schönning, C. & Stenstrom, T. (2004) aducen que la mala disposición de las excretas puede contaminar los diferentes componentes ambientales, principalmente el agua, suelo y el aire. Las emergencias o desastres alteran las condiciones ambientales y pueden dar lugar a que las excretas humanas, signifiquen un problema muy serio en la contaminación del agua, del suelo y del aire.

Schönning, C. (2004) manifiesta que las excretas poseen una gran cantidad de microbios causantes de enfermedades como la diarrea, el cólera, parasitismo, hepatitis, fiebre tifoidea, leptospirosis, etc. Estos pueden provocar la muerte a las personas,

debido a que no cuentan con un sistema adecuado de tratamiento de las excretas en los sitios donde se encuentran los afectados.

2.2.4.2. La orina humana

Schönning, C. (2004) refiere que la orina humana es un líquido transparente o amarillento, se eliminan aproximadamente 1.5 litros por persona/día, la orina contiene un 96% de agua, un 4% son sólidos en solución, cerca de la mitad de estos sólidos son urea, aproximadamente 20 g de urea por litro de orina. Aparte del nitrógeno, la orina humana también contiene otros elementos como fósforo, potasio entre otros.

Richert, A., Gensch, R., Jonsson, H., Stenstrom, T. & Dagerskog, L. (2011) indican que la orina es un fertilizante líquido bien equilibrado de acción rápida, rico en nitrógeno. El contenido de nutrientes en la orina depende de la dieta alimenticia. La cantidad de orina producida por un adulto depende de la cantidad de líquido que bebe una persona, siendo generalmente de 0.8 a 1.5 litros por adulto por día.

Jaramillo, P. (2013) apunta que la orina es un fertilizante natural, contiene muchos minerales que son imprescindibles para el buen desarrollo de las plantas. Es rica en fósforo y nitrógeno, por ejemplo, nutrientes que se pierden si no los empleamos adecuadamente. Contrario a lo que pueda pensarse, no contiene prácticamente ningún patógeno y en todo caso su tratamiento es muy sencillo.

2.2.4.3. Composición de la orina

- * Agua (representa aproximadamente el 96% de la orina)
- * Urea (representa aproximadamente el 2,5% de la orina)
- * Calcio
- * Magnesio
- * Potasio
- * Aminoácidos
- * Ácido ascórbico
- * Ácido fólico

* Nitrógeno

* Amoniaco (Schönning, 2004).

2.2.4.4. Tratamiento higiénico de la orina y las heces

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) precisan que la calidad higiénica de la orina recolectada es usualmente muy alta en comparación con la de las heces. El tratamiento secundario es necesario únicamente en sistemas grandes (es decir, sistemas donde la orina recolectada por una familia se usa para fertilizar los cultivos a ser consumidos por otras personas fuera de la familia) donde la fertilización se hace a menos de un mes de la cosecha. El almacenamiento separado es simple y económico, y, por ende, el método más usado para el tratamiento secundario de la orina.

Las heces generalmente necesitan tanto un tratamiento primario como secundario antes de ser aplicadas, aunque la distinción entre estos dos tratamientos es a menudo difusa. El tratamiento primario es aquel que ocurre durante la recolección, y en los sistemas secos este normalmente ocurre bajo el inodoro durante el período de recolección. El tratamiento primario tiene varios objetivos: a) reducir el riesgo de olores; b) reducir el riesgo de la presencia de moscas; y c) reducir el riesgo higiénico, es decir, disminuir el número de patógenos potenciales en las heces (Jonsson, et al., 2004).

En un sistema seco, este tratamiento primario puede consistir de la adición de cenizas luego de cada defecación. El tratamiento secundario ocurre cuando el período de recolección ha finalizado y puede tener lugar en el inodoro (por ejemplo, en un inodoro de doble cámara) o en otro lado. El objetivo principal del tratamiento secundario es entregar las heces higiénicamente seguras. Otro objetivo es transformar la mezcla de heces a un estado donde sea inodora y visualmente agradable. El N y el S pueden perderse en forma de gases, N₂, SO₂ y H₂S, durante algunos tratamientos, pero los otros nutrientes permanecen en el producto tratado (Jonsson, et al., 2004).

2.2.4.5. Tratamiento primario de la orina

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) señalan que la orina es entubada del inodoro desviador de orina al contenedor de recolección. Debido a la acumulación de ureasa, se forman sedimentos donde la orina ha permanecido inmóvil por un tiempo, por ejemplo, en el sifón del inodoro, en las tuberías que están prácticamente horizontales y en el tanque. Este sedimento consiste de estruvita ($MgNH_3PO_4$) y apatita ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$). Es formado porque el pH de la orina aumenta de 9 a 9,3 debido a la degradación de la urea a amonio y a este pH alto las concentraciones iniciales de fosfato, magnesio, calcio y amonio ya no son solubles, sino que se precipitan. Del P de la orina, el 30% o más se transforma eventualmente en sedimentos. El pH alto de la orina en el tanque de recolección, normalmente es de 9 a 9,3, añadido a la alta concentración de amonio, significa que existe el riesgo de perder N en forma de amoníaco con la aireación. Sin embargo, estas pérdidas son fácilmente eliminadas al diseñar el sistema de tal manera que el tanque y las tuberías no sean ventilados; esto también elimina el riesgo de malos olores.

2.2.4.6. Tratamiento secundario de la orina

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) refieren que el almacenamiento de la orina por separado es un método de tratamiento secundario sencillo y económico. En el tanque de almacenamiento ocurren los mismos procesos que en el tanque de recolección. Mientras el tanque tenga una presión equilibrada y no sea ventilado, no se producirán pérdidas de nutrientes ni cambios en su disponibilidad. El contenido de P de los sedimentos inferiores es alto y puede ser usado para plantas cuya demanda de P es elevada, caso contrario este deberá ser mezclado con el resto del contenido de orina del tanque antes de la aplicación, para proveer una dosis uniforme.

La higienización que se da cuando la orina es almacenada por separado no puede ser confiable cuando la orina es almacenada conjuntamente con heces, puesto que las heces

aumentan el número de patógenos y la capacidad de amortiguamiento y la materia orgánica. Es así, que, al mezclar la orina con las heces, esto aumenta simultáneamente la necesidad de higienización y reduce el efecto de higienización a tal punto que no puede confiarse en este (Jonsson, et al., 2004).

2.2.4.7. Tratamiento primario de las heces

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) mencionan que el tratamiento primario más común de las heces es la recolección en una cámara ventilada, a menudo con algún aditivo, como cenizas vegetales, cal o tierra seca. El aditivo debe ser seco y es normalmente mucho más seco que las heces, que al momento de la excreción tienen un contenido de materia seca similar al 20% mientras que el contenido de materia seca de la tierra seca y cenizas es generalmente entre un 85-100%. Es así, que el contenido de materia seca de la mezcla es mucho más alto que el de las heces, aunque no ocurra un secado por aireación. Este aumento del contenido de materia seca reduce el riesgo de olores y moscas. Reduce algunos patógenos, y el efecto es reforzado si el aditivo tiene un pH alto, como el de la cal o el de las cenizas vegetales. El riesgo de moscas es reducido más eficientemente si el aditivo se aplica de tal manera que la superficie fresca de las heces no quede nunca expuesta, es decir, si el aditivo es añadido después de cada defecación de modo que cubra completamente la superficie de las heces frescas.

Los aditivos proporcionan diferentes nutrientes. La ceniza vegetal es rica en K, P y calcio y la tierra también contiene estos nutrientes. Estos nutrientes, obviamente, contribuyen a incrementar la cantidad total de nutrientes en la mezcla fecal. Si se añade ceniza o tierra después de cada uso del inodoro, entonces las heces se secarán rápidamente, ya que la humedad es transportada y compartida con el material secante. El pH alto de la ceniza y la cal junto a una rápida reducción del nivel de humedad de las heces significa que la degradación biológica es pequeña si se ha usado suficiente aditivo. Así, las pérdidas de materia orgánica y N de la mezcla fecal son pequeñas. En el proceso de secado, todos los

nutrientes excepto el N y la mayoría de la materia orgánica son conservados. El N se pierde como amoníaco y algo de materia orgánica fácilmente degradable también se degrada y se pierde como dióxido de carbono y agua. Sin embargo, si el secado es rápido las pérdidas son pequeñas ya que la degradación biológica adicional se reduce y cesa cuando el nivel de humedad decrece. En este caso, solamente una parte de la materia orgánica soluble en agua y del N, inicialmente alrededor del 50% del N total corren el riesgo de perderse. Si el secado es lento, ocurrirá una mayor degradación biológica y habrá mayores pérdidas de materia orgánica y N (Jonsson, et al., 2004).

2.2.4.8. Tratamiento secundario de las heces

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) aducen que el N y S son nutrientes que podrían perderse durante el tratamiento secundario. Los factores que influyen su destino son la cantidad de aireación y degradación que ocurre en el tratamiento, dentro del tratamiento secundario tenemos:

a) Incineración

La incineración es un proceso aeróbico con una degradación completa de la materia orgánica. Por tanto, si las heces son completamente incineradas, básicamente se perderá todo el N y el S en las emanaciones de gas, mientras prácticamente todo el P y el K permanecerán en la ceniza siendo un fertilizante higiénico con alto contenido de P y K (Jonsson, et al., 2004).

b) Compostaje termofílico

Schonning, C. & Stenstrom, T. (2004), aluden que el compostaje termofílico, así como la incineración, es un proceso aeróbico que depende del calor de la materia orgánica en descomposición para alcanzar la temperatura deseada, > 50°C, durante un número de días que asegure una reducción segura de patógenos. Una alta tasa de descomposición es necesaria si la composta debe llegar a esta temperatura elevada. La

descomposición requiere de mucho oxígeno necesario para el proceso de compostaje. En un compostaje exitoso, el pH del sustrato aumenta de 8 a 9. El incremento de pH se debe en gran parte al N orgánico (proteína) que se degrada y forma amoníaco.

Eklind, Y., Kirchmann, H. (2000) & Jonsson (2003), apuntan que la combinación del amoníaco, una temperatura elevada, un pH alto y una aireación elevada significa que el N en forma de amoníaco se pierde. Estas pérdidas disminuyen de alguna manera si la relación C/N del sustrato aumenta mediante el uso de aditivos altos en carbono, por ejemplo, hojas, paja o papel. Sin embargo, si la relación C/N se vuelve muy alta (>30-35), entonces el proceso de compostaje es más lento, perjudicando el alcance de las temperaturas requeridas. Con relaciones de C/N que dan como resultado un compostaje exitoso, las pérdidas de N generalmente son del rango del 10-50%. Si la orina de la letrina y las heces son compostadas conjuntamente en lugar de únicamente las heces, entonces la entrada de N en la composta aumenta de 3-8 veces y la mayoría del N de la orina se pierde, ya que está básicamente en forma de amoníaco, que escapa fácilmente del compostaje aerobio.

c) Compostaje mesofílico

Eklind, Y. & Kirchmann, H. (2000) mencionan que el compostaje mesofílico y la descomposición aerobia, llamados colectivamente como compostaje a bajas temperaturas, son mejor caracterizados como variantes a baja temperatura del compostaje termofílico y estos procesos son de igual manera aeróbicos. Los productos de estos procesos son, cuando maduros, igual de degradados que los del compostaje termofílico y los productos finales de la descomposición aerobia a estas temperaturas, dióxido de carbono y agua son también iguales. El pH final y las pérdidas de N total son también similares, 10-50%, a las del compostaje termofílico como es probablemente la disponibilidad del producto final para las plantas. Las dos diferencias principales entre los dos tipos de procesos de compostaje son: primero que la higienización

alcanzada mediante altas temperaturas en el compostaje termofílico no se da en el compostaje a bajas temperaturas, y segundo que la necesidad adicional de sustrato fácilmente degradable, así como de entradas extensivas de operación y mantenimiento es menor.

2.2.4.9. Nutrientes

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) indican que los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas se llaman nutrientes. Los nutrientes pueden ser divididos en dos categorías; macronutrientes y micronutrientes. La absorción de macronutrientes por las plantas es alrededor de 100 veces la de los micronutrientes.

2.2.4.10. Macronutrientes

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) sostienen que los seis elementos clasificados como macronutrientes son nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Estos nutrientes son tomados del suelo por las raíces en forma iónica.

Entre los principales macronutrientes de las plantas tenemos:

a) Nitrógeno (N)

Es frecuentemente el nutriente más limitante para el crecimiento de las plantas y el uso del N es usualmente más alto que el uso total de los otros macronutrientes y micronutrientes en conjunto. El N es tomado por la planta como iones de nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). Las principales fuentes naturales de N disponible para las plantas son la degradación de la materia orgánica en el suelo y la fijación de N de los microorganismos que viven en simbiosis con las raíces de las leguminosas (Jonsson, et al., 2004).

b) Fosforo (P)

Es tomado por las plantas como iones de fosfato (a un pH 5-7 principalmente como HPO_4^{2-} y H_2PO_4^-). El abastecimiento natural de P disponible para las plantas proviene de la disolución de sulfatos solubles en el suelo y de la mineralización de la materia orgánica (Jonsson, et al., 2004).

c) Potasio (K)

La alta solubilidad del K en el agua a menudo resulta en una buena dotación de K disponible para las plantas. Sin embargo, muchos cultivos, como las hortalizas, necesitan grandes cantidades de K y por lo tanto la fertilización adicional con K puede mejorar el crecimiento de las plantas (Jonsson, et al., 2004).

2.2.4.11. Micronutrientes

Frausto da Silva, J., Williams, R. (1997) & Marschner, H. (1997) aseveran que los micronutrientes son tan esenciales para el crecimiento de las plantas como los macronutrientes, pero son tomados en pequeñas (micro) cantidades. Los elementos considerados micronutrientes son el boro, el cobre, el hierro, el cloro, el manganeso, el molibdeno y el zinc.

2.2.5. Nutrientes en la orina y las heces

2.2.5.1. Nutrientes en la orina

Schönning, C. (2004) indica que al momento de la excreción, el pH de la orina está generalmente alrededor de 6, pero puede variar entre 4.5 a 8.2, el 75 a 90% del N es excretado como urea y el porcentaje remanente, principalmente, como amonio.

El amonio está disponible directamente para las plantas y es un fertilizante de N excelente, lo que se verifica por el hecho de que la urea (la cual es degradada a amonio por la ureasa en el suelo) y el amonio son dos de los fertilizantes de N más usados

en el mundo. Muchos cultivos prefieren el nitrato al amonio, sin ser esto un problema. El amonio aplicado en los suelos de cultivo es transformado dentro de pocos días a nitrato. En suelos con una actividad microbiana muy baja, estas transformaciones pueden tomar más tiempo, debido a que son realizadas por microbios. El S es excretado principalmente en la forma de iones libres de sulfato los cuales están disponibles directamente para las plantas. Esta es la misma forma de S que en la mayoría de fertilizantes químicos y así el efecto fertilizante del S de la orina debe ser igual al de los fertilizantes de S químicos (Schönning, 2004).

2.2.5.2. Nutrientes en las heces

Berger (1960) & Williams (1997) aseguran que la fracción fecal contiene también una cantidad grande de nutrientes, relativamente, descontaminados. En comparación con la orina, que tiene nutrientes solubles en agua, las heces contienen tanto nutrientes solubles en agua como nutrientes que están combinados en partículas grandes insolubles en agua. Sin embargo, alrededor del 50% del N y la mayoría del K en las heces son solubles en agua.

Los fosfatos de calcio también son disueltos y se vuelven disponibles para las plantas y estos están tan disponibles como los suministrados por los fertilizantes químicos. El K en las heces está en forma iónica, está disponible directamente para las plantas. Es así que es únicamente para el N que la disponibilidad de los nutrientes fecales es considerablemente menor que la de los fertilizantes químicos o la orina (Berger, 1960 & Williams, 1997).

2.2.5.3. Ciclo de nutrientes

Reyes, R. (2017) sostiene que, en los ecosistemas, la materia presente mantiene un ciclo casi cerrado. En un ecosistema las plantas toman del suelo los elementos que le son útiles para su crecimiento, toman la energía solar y la transforman en energía bioquímica.

Las plantas son las principales fijadoras de energía en el ecosistema. De esta energía, se alimentan el resto de los organismos, a través de las cadenas alimenticias. La cadena alimenticia permite que los elementos fijados por las plantas, fluyan a través de los organismos presentes en el sistema (bajo diferentes formas químicas). Los organismos descomponedores son los que finalmente vuelven estos elementos a formas químicas asimilables por las plantas, y de esta manera se cierra el ciclo. El ciclo de nutrientes y energía en un ecosistema se lleva a cabo de manera natural, sin necesidad de la intervención del hombre. En los sistemas en donde se establece el hombre, es de vital importancia cuidar los ciclos naturales (Reyes, 2017).

La conservación del ecosistema en presencia del hombre, requiere de prácticas que nutran y protejan los diferentes aspectos de él. En lo concerniente al saneamiento ecológico, algunas de las prácticas son regresar al suelo, de manera adecuada, los nutrientes y la materia orgánica generada en el mismo (Reyes, 2017).

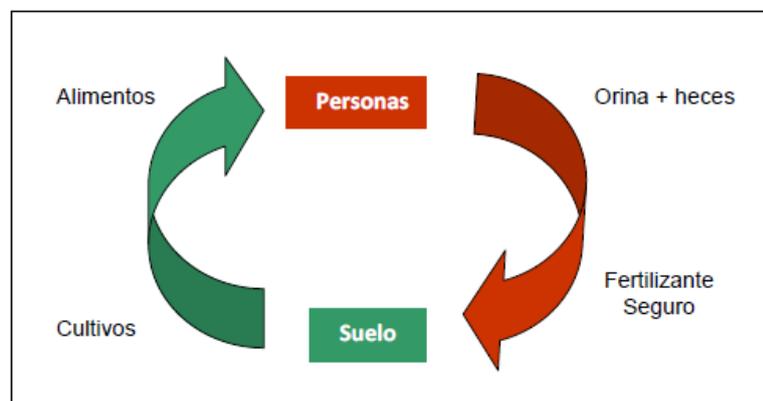


Figura 01: Ciclo de nutrientes

Fuente: (Schonning, C. 2004)

2.2.6. La orina en la agricultura

Schönning, C. (2004) recuerda que la utilización de la orina como fertilizante es un método utilizado desde la antigüedad como recurso valioso. La orina como fertilizante contiene nutrientes útiles para las plantas como grandes cantidades de nitrógeno en forma de urea y una pequeña

cantidad en forma de ácido úrico. También contiene potasio además de otros nutrientes necesarios en menor cantidad como el magnesio y el calcio, todos ellos de asimilación rápida por las plantas. La orina por sí sola no es una solución nutriente completa, se recomienda complementarse, por ejemplo, con estiércol o compost.

2.2.7. Requisitos para el crecimiento de las plantas

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) afirman que los requisitos para el crecimiento de las plantas incluyen luz, agua, una estructura para el crecimiento de las raíces y nutrientes. Los factores limitantes que regulan el crecimiento de las plantas pueden ilustrarse como en la figura 02. Cuando el suministro del factor más limitante para el crecimiento se ha incrementado, entonces otros factores de crecimiento se convierten en factores limitantes de importancia (Figura 02). Si otros factores diferentes a los nutrientes son los limitantes, por ejemplo, el agua, la luz, el pH, la salinidad o la temperatura, entonces el añadir más nutrientes no incrementará la producción.

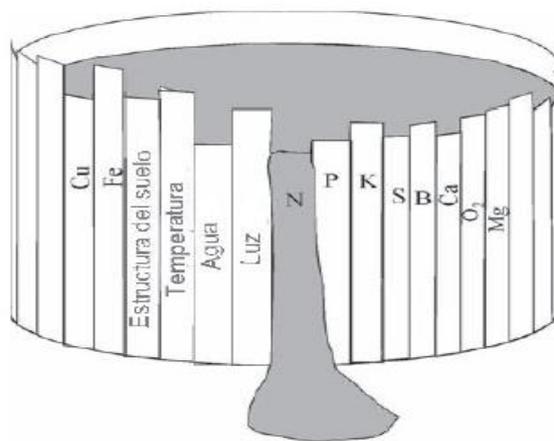


Figura 02: Factores limitantes que regulan el crecimiento de las plantas

Fuente: (Jonsson, H. et al., 2004)

En la figura 02 se observan los factores limitantes que regulan el crecimiento de las plantas pueden ser pensados como los tabloncillos laterales de un barril, y los niveles de producción como el nivel que el líquido puede alcanzar antes de desbordarse. Si el factor más limitante es mejorado, por ejemplo, añadiendo nitrógeno, entonces otro factor será el que limite la producción a un nivel mayor.

2.2.8. Respuesta de la cosecha y uso de los recursos

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) aseguran que la fertilización aumenta la producción de la cosecha únicamente si el nutriente suministrado es uno de los principales factores que limitan su crecimiento (Figura 02). No se debe esperar un incremento en la producción cuando se fertiliza cultivos cuyos principales factores limitantes no son el abastecimiento de nutrientes, por ejemplo, falta de agua, pH muy bajo o muy elevado, etc. Para alcanzar un máximo efecto, es importante que la excreta sea usada de la manera más eficiente y esto varía dependiendo de la cantidad disponible de nutrientes en relación con la disponibilidad de espacio y los requerimientos de fertilizante por unidad de área.

Existe un área suficiente para usar todos los nutrientes en todo su potencial si el promedio de aplicación del N disponible está bajo la cantidad A en la figura 03, la cual es la cantidad hasta la cual la producción aumenta linealmente con el incremento de la aplicación de los nutrientes. La cantidad A varía de acuerdo a los cultivos, las regiones y los climas. Si esta cantidad es desconocida, entonces la aplicación de la orina de una persona durante un día por metro cuadrado (aprox. 1,5 litros de orina/m² y temporada de cultivo) puede ser usada como regla general. Esto corresponde a la aplicación de aproximadamente 40 a 110 Kg N/ha. Cuando el área no es un factor limitante, se puede aprovechar todo el efecto fertilizante de la orina, aunque la orina sea aplicada en diferentes dosis y en diferentes lugares, siempre y cuando la dosis en todos los lugares sea menor a la de la cantidad A (Figura 03) (Jonsson, et al., 2004).

La mayor eficiencia fertilizante, cuando el área es tan limitada que la cantidad promedio debe estar sobre A, se obtiene manteniendo siempre la cantidad sobre toda el área disponible, si todos los cultivos tienen la misma demanda de N. La producción aumenta cuando la aplicación aumenta de la cantidad A a la cantidad B (Figura 03). Sin embargo, tanto la cantidad como la calidad de la producción son importantes y elevadas cantidades de N disponible pueden afectar la calidad, positiva y negativamente. Por ejemplo, la calidad del trigo es generalmente mejorada con una alta dosis de N, mientras que la calidad de las papas, por ejemplo, puede disminuir ya que los tubérculos pueden volverse acuosos. No obstante, el tiempo de

aplicación es importante aquí ya que la absorción de nutrientes de la mayoría de cultivos disminuye luego de que el cultivo entra en la etapa generativa, como las espigas del maíz, por ejemplo (Jonsson, et al., 2004).

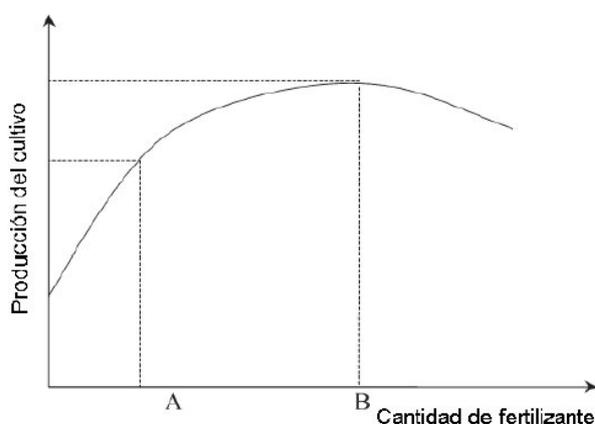


Figura 03: Efecto fertilizante de la orina

Fuente: (Jonsson, et al., 2004)

Figura 03. El efecto sobre la producción de la cosecha de aumentar las tasas de aplicación de N disponible, por ejemplo, en forma de orina. Hasta la cantidad A, el aumento de la producción es lineal a la adición de orina. Entre A y B la producción continúa aumentando en respuesta al aumento de fertilizante, pero a un ritmo más lento. Más allá de la cantidad B, la aplicación de fertilizante se vuelve tóxica y la producción disminuye si la tasa de aplicación aumenta (Jonsson, et al., 2004).

Si no existe información disponible para la cantidad B, entonces se puede usar como regla general una tasa cuatro veces mayor a la cantidad A, es decir, aplicar la orina de una persona durante un día a un área de 0,25 m², correspondientes a una tasa de aplicación aproximada de 160 – 440 Kg N/ha (Jonsson, et al., 2004).

2.2.9. Las heces y la orina humana como fertilizante

Arroyo, F. & Bulnes M., (2005) mantienen que la orina es, de las excretas humanas, la que más contiene nutrientes en comparación con las heces.

En la Tabla 01, se puede observar que, en comparación con las heces, la orina contiene mucho más nutrientes.

Tabla 01: Contenido nutrientes en la orina y heces

	Orina	Heces
Volumen (l/p/d)	1.2	0.15
Nitrógeno (g/l)	3.0	2.0
Fósforo (g/l)	0.8	0.6
Potasio (g/l)	1.3	0.6

Promedios de muestras de orina de Tepoztlán, Morelos, México, analizadas en los laboratorios del Centro de Investigaciones Biotecnológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) (Arroyo, et al., 2005).

2.2.10. Efecto fertilizador de la orina

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) manifiestan que la orina es una fuente valiosa de nutrientes, usada desde tiempos antiguos para aumentar el crecimiento de las plantas, especialmente de las verduras de hojas. Existen diferentes maneras de usar la orina. La manera más obvia es usar la orina directamente para fertilizar los cultivos, Otra posibilidad, que conlleva pérdidas considerables de amoníaco.

2.2.11. Aplicación de la orina como fertilizante

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) sostienen que la orina usada directamente o luego del almacenamiento es una alternativa de alta calidad y bajo costo a la aplicación de fertilizantes minerales ricos en N en la producción vegetal. Los nutrientes en la orina están en forma iónica y su disponibilidad para las plantas es comparable con la de los fertilizantes químicos, la orina se aprovecha mejor como fertilizante directo para cultivos con alta demanda de N y verduras de hojas.

Si existen recomendaciones para el uso de fertilizantes de N (urea, amonio o nitrato) en cultivos y en una región específica, un buen inicio para saber cómo usar la orina es extrapolar estas recomendaciones a la orina. La extrapolación se simplifica si la concentración de N contenida en la orina es conocida. Si no lo son, entonces una regla general es usar

una concentración de 3 a 7 gramos de N por litro de orina (Jonsson, et al., 2004).

Para que la orina se pueda usar como fertilizante es recomendable que sea recolectada de forma separada de las heces, por lo que las construcciones técnicas deben facilitar minimicen la contaminación fecal cruzada. A nivel domiciliario la orina puede ser usada directamente, ya que en estos casos el riesgo de transmisión de enfermedades, es menor. En los sistemas a gran escala, la orina debe ser almacenada por un mes a 20°C antes de su uso, debiéndose aplicar como mínimo un mes antes de la cosecha (Jonsson, et al., 2004).

2.2.12. Dilución de la orina

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) mencionan la orina puede ser aplicada pura (sin diluir) o diluida con agua, lo que se practica en muchos lugares. El factor de dilución varía aproximadamente entre 1:1 (1 parte de agua por 1 parte de orina) a 10:1, el más común parece ser 3:1. La dilución implica un incremento del volumen que será aplicado y así el trabajo, el equipo necesario, la energía usada y el riesgo de compactación del suelo se incrementan.

La dilución tiene la ventaja de disminuir, o eliminar, el riesgo de una sobre fertilización, de aplicar la orina en dosis tan altas que se vuelva tóxica para el cultivo. Sin embargo, independientemente de si la orina se aplica diluida o pura, la orina es un fertilizante y debe, así como los fertilizantes químicos muy concentrados, ser aplicada en las dosis correspondientes de aplicación de N deseado, aunque se debe añadir agua de acuerdo a las necesidades de las plantas (Jonsson, et al., 2004).

La orina también puede ser diluida en el agua de riego a una tasa que dependerá de las necesidades de nutrientes y el agua del cultivo. La aplicación de una mezcla de agua/orina generalmente requiere ser dispersada mediante irrigación con agua solamente (Jonsson, et al., 2004).

La orina diluida debe ser manipulada de la misma manera que la orina. Para evitar malos olores, pérdidas de amoníaco, quemaduras y posible contaminación en las plantas por patógenos remanentes, la orina

deberá ser aplicada cerca, o incorporada en la tierra. La fertilización foliar no se recomienda (Jonsson, et al., 2004).

En áreas donde la salinización del suelo es un problema, se recomienda la fertilización con orina únicamente si esta proporciona un buen aumento en la producción. Si la salinización es el factor más limitante, se necesitan otras mejoras para incrementar la fertilidad del suelo que la aplicación de la orina (Jonsson, et al., 2004).

2.2.13. Tiempo de aplicación

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) aseveran que en las etapas iniciales de siembra, una buena disponibilidad de todos los nutrientes es importante para incentivar el crecimiento. En la producción de cultivos a gran escala, la estrategia normal de fertilización es la aplicación de nutrientes una o dos veces por temporada de crecimiento. Si el fertilizante se aplica solamente una vez, esto deberá ser realizado generalmente antes o al momento de sembrar. Si el cultivo es fertilizado dos veces, la segunda fertilización puede realizarse después de aproximadamente una cuarta parte del tiempo transcurrido entre la siembra y la cosecha, variando esto según las necesidades del cultivo.

Un aspecto recalcado a menudo es el riesgo de lixiviación de los nutrientes. En regiones donde hay fuertes lluvias durante la etapa de cultivo, la aplicación repetida de orina podría ser un seguro contra la pérdida de todos los nutrientes en un evento de lluvia (Jonsson, et al., 2004).

La cantidad total de orina aplicada y su número de aplicaciones dependerán de la necesidad de N de las plantas y del tamaño de sus raíces. El tamaño de las raíces varía ampliamente entre los diferentes tipos de cultivos (Figura 04). Las plantas con sistemas de raíces ineficientes o pequeños, por ejemplo, las zanahorias, las cebollas y la lechuga pueden beneficiarse de repetidas aplicaciones de orina durante el tiempo de cultivo (Jonsson, et al., 2004).

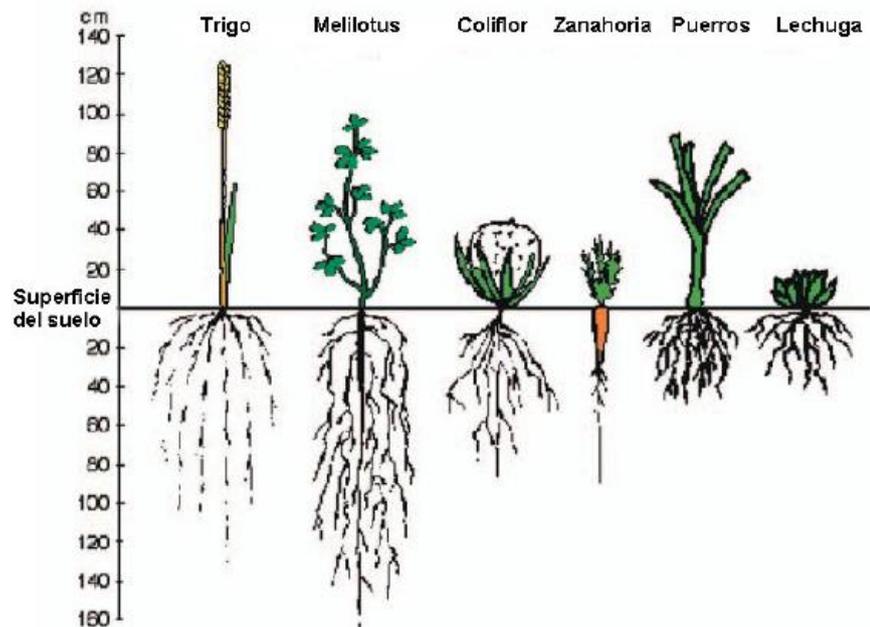


Figura 04: Tamaño de las raíces de los cultivos de hortalizas

Fuente: (Jonsson, et al., 2004)

2.2.14. Técnicas de aplicación

Johansson, M., Stintzing, R. (2001) & Rodhe, L. (2004) sostienen que para un mejor efecto fertilizante y para evitar las pérdidas de amoníaco, la orina debe ser incorporada en el suelo tan pronto como sea posible luego de la aplicación, instantáneamente de ser factible, una incorporación superficial es suficiente, varios métodos pueden ser aplicados. Uno es aplicar la orina en pequeños surcos que son cubiertos luego de la aplicación. Otra opción es infiltrar los nutrientes en el suelo mediante el riego.

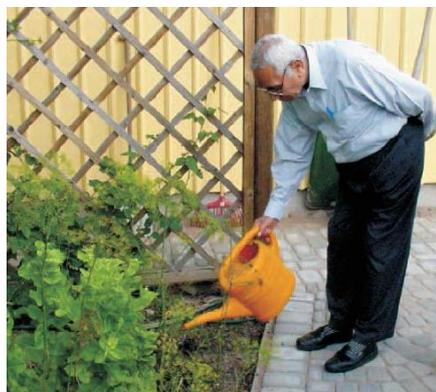


Figura 05: Aplicación de la orina con la regadera

Fuente: (Jonsson, H., et al., 2004)

Johansson, M. (2001) & Rodhe, L. (2004) menciona que, al aplicar la orina, no se la debe aplicar en las hojas o en otras partes de las plantas, ya que esto podría causar quemaduras foliares debido a las altas concentraciones de sales al secar. La aspersión de la orina en el aire debe, de igual manera, ser evitada debido al riesgo de pérdida de N por emisiones gaseosas de amoníaco y el riesgo higiénico de los aerosoles. El riego por goteo utilizando orina como fertilizante es otra técnica de aplicación potencial. Sin embargo, cuando se usa esta técnica, se debe tomar medidas para evitar las obstrucciones causadas por la precipitación de las sales que forman los sedimentos.

2.2.15. Efecto fertilizador de las heces

Schonning, C. & Stenstrom, T. (2004) consideran que, mientras la cantidad total de nutrientes excretados con las heces es menor que con la orina, la concentración de nutrientes, y especialmente P y K es más alta en las heces y, al ser usada como fertilizante, la materia fecal puede incrementar significativamente la producción de las plantas.

El P es particularmente valioso para la planta en su desarrollo inicial e importante para un buen desarrollo de las raíces. A más de proveer macro y micronutrientes, las heces contienen materia orgánica, que aumenta la capacidad de retención del agua y la capacidad de amortiguamiento del suelo, sirve como alimento para los microorganismos y es importante para mejorar la estructura del suelo. Sin embargo, el riesgo de altas concentraciones de patógenos en las heces es grande y por lo tanto es importante que las heces sean manipuladas de tal manera que los riesgos de transmisión de enfermedades sean mínimos. Se deben seguir los lineamientos de higiene relevantes (Schonning, et al., 2004).

Cabe señalar que las heces contribuyen a la producción del cultivo por su efecto fertilizante y por su efecto mejorador del suelo. El efecto fertilizante de las heces varía mucho más que el efecto de la orina. Esto se da principalmente por que la cantidad de N que se encuentra en forma mineral en las heces varía considerablemente según la estrategia de tratamiento aplicada, como se mencionó anteriormente. Otra razón es que se usan diferentes aditivos en los tratamientos y estos aditivos

contribuyen con el contenido total de nutrientes y materia orgánica en el producto fecal tratado. Finalmente, el contenido y las propiedades de la materia orgánica en las heces tratadas difieren mucho entre los distintos tratamientos (Schonning, et al., 2004).

El efecto mejorador del suelo consiste en incrementar la capacidad de amortiguamiento, la capacidad de retención de humedad y contribuir a la alimentación de la actividad microbiana. Todo esto está relacionado con la adición de materia orgánica y, en cierta medida, las sustancias minerales en la ceniza al suelo. El efecto mejorador del suelo varía de acuerdo a los mismos principios expuestos con anterioridad (Schonning, et al., 2004).

2.2.16. Composta de procesos de compostaje termofílico o a bajas temperaturas

En muchos aspectos, el compostaje funciona como una incineración lenta y parcial mediada por microbios. A menudo se pierde un 40-70% de la materia orgánica y algo menos de N (Schonning, et al., 2004).

El N remanente es encontrado principalmente, alrededor del 90%, en forma orgánica y este solo está disponible para las plantas según la tasa de degradación, que es lenta porque la materia orgánica restante es más estable que la materia orgánica inicial. Esta materia orgánica estable mejora la capacidad de retención de agua y de amortiguamiento del suelo. El P es también hasta cierto punto, pero no tanto como el N, encontrado en forma orgánica, mientras que el K se encuentra principalmente en forma iónica y, por tanto, a disposición de las plantas. La composta se debe aplicar como un fertilizante completo de PK o como un mejorador de suelo (Schonning, et al., 2004).

Las adiciones de residuos orgánicos en el proceso de compostaje, al igual que las adiciones realizadas en el tratamiento primario, obviamente afectan la cantidad y características de la composta (Schonning, et al., 2004).

2.2.17. Tiempo de aplicación

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004), sostienen que, indiferentemente de cómo han sido tratadas las heces, ellas deberán ser aplicadas antes de la siembra. Esto se debe a que las heces contienen grandes cantidades de P y la disponibilidad de P es muy importante para el buen desarrollo de las plantas pequeñas y de las raíces. Las heces deben ser aplicadas de tal manera que entren en contacto con la solución del suelo, que puede disolver y transportar los nutrientes a las raíces. Por tanto, los productos fecales deben ser bien incorporados en el suelo y esto debe ser realizado antes de la siembra para no perturbar a las plantas pequeñas.

Por último, las heces contienen inicialmente grandes cantidades de patógenos y, por consiguiente, es deseable colocar varias barreras entre ellas y la cosecha de alimentos, para minimizar el riesgo de transmisión de enfermedades mediante los cultivos alimenticios fertilizados con heces. El tratamiento secundario es una de estas barreras, y la aplicación y la cobertura cuidadosa de las heces tratadas antes de la siembra es otra barrera contra la transmisión de enfermedades. Una tercera barrera contra la transmisión de enfermedades es evitar usar las heces como fertilizante para hortalizas de consumo crudo (Jonsson, et al., 2004).

2.2.18. Técnicas de aplicación

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) aducen que para usarlas completamente, la materia fecal debe ser aplicada a una profundidad donde el suelo permanezca húmedo, ya que el P solo está disponible para las plantas, en la medida en que se disuelve en el suelo mojado. De igual manera, la capacidad de retención de agua y la capacidad de amortiguamiento de la materia orgánica son utilizadas en toda su extensión solamente en condiciones húmedas. Es así que el fertilizante fecal debe ser aplicado a tal profundidad y de tal manera que esté totalmente cubierto por la capa superior del suelo. Sin embargo, la profundidad de enraizamiento de las plantas es limitada, y si las heces son aplicadas a profundidades que exceden la profundidad de las raíces, los nutrientes no estarán disponibles para las plantas.

La técnica de aplicación varía en función de la aplicación deseada. Si la tasa de aplicación deseada es alta, es decir, se dispone de grandes cantidades en relación con el área a ser fertilizada, las heces pueden ser sepultadas en el suelo en una capa que esté cubierta por la superficie del suelo no mezclada con ningún producto fecal, formando una cama. Si la tasa de aplicación es muy alta, es ventajoso si la capa se mezcla con suelo subyacente antes de ser cubierta por el suelo superficial. La excavación se usa a pequeña escala, mientras que a gran escala se prefiere el arado, ya que cubre bien el producto con suelo que no ha sido mezclado. Si la tasa de aplicación es baja, el producto fecal es preferible aplicarlo en surcos cubiertos por suelo sin mezclar. A más bajas tasas de aplicación, el producto fecal puede ser aplicado en agujeros cerca de donde serán sembradas las plantas. El tamaño de los surcos o agujeros depende del producto a ser aplicado. Ellos, naturalmente, tienen que ser más grandes si el producto a ser aplicado es deshidratado o heces almacenadas con un alto contenido de papel higiénico, que si se trata de cenizas. El producto fecal debe ser siempre bien cubierto y ser dispuesto de tal manera que esté al alcance de las raíces, pero no sea su único medio de cultivo (Jonsson, et al., 2004).

El uso de heces en la producción de árboles es un ejemplo de cómo la aplicación en un agujero puede ser usada para cultivos perennes. Al plantar un árbol, las heces secas, compostadas o incineradas pueden ser usadas para mejorar la fertilidad del suelo (Jonsson, et al., 2004).

2.2.19. Dosis de aplicación

Jonsson, H., Stintzing, A., Vinneras, B. & Salomon, E. (2004) afirman que las tasas a las cuales la mayoría de productos fecales pueden ser aplicados varían notablemente. Los dos efectos más beneficiosos a ser obtenidos de la mayoría de productos fecales son su suministro de P y de materia orgánica. Los principales beneficios de estos efectos son logrados con tasas de aplicación muy variadas.

La cantidad de materia orgánica excretada en las heces, en varios países parece estar en el rango de 10 Kg (Suecia) a 20 Kg (China) por persona y año. Adicionalmente, en Suecia se usan cerca de 8 Kg/persona/año de papel higiénico. Si el papel higiénico se incluye en la

composta fecal, la composta resultante, luego de las pérdidas de 40-70% de materia orgánica, contiene alrededor de 10 Kg de materia orgánica por persona y año tanto en China como en Suecia (Jonsson, et al., 2004).

Un contenido alto y estable de materia orgánica del suelo se alcanza únicamente durante largos períodos de tiempo. La materia orgánica en el material aplicado, por ejemplo, heces secas o composta, no es tan estable como el humus del suelo y se degradará en el suelo. La ventaja de esto es que mientras esta más se degrade, más se mineralizarán los nutrientes y estarán disponibles para las plantas. La desventaja es que esta degradación significa que el contenido de materia orgánica disminuirá y por consiguiente se necesitarán aplicaciones continuas de materia orgánica para aumentar permanentemente el contenido de materia orgánica del suelo (Jonsson, et al., 2004).

La adición de un producto estabilizado rico en humus, por ejemplo, composta, significa que menos N está disponible para las plantas, pero por otro lado el aumento de materia orgánica en el suelo es más duradero. Sin embargo, la cantidad de humus estabilizado formado en el suelo cuando las heces secas son degradadas es aproximadamente la misma que se forma en el compostaje mesofílico. La diferencia es que existe el riesgo de perder los nutrientes mineralizados en el compostaje, mientras que cuando la degradación se produce en el suelo, estos pueden ser utilizados por las plantas (Jonsson, et al., 2004).

Hay poco riesgo de efectos negativos al aplicar grandes cantidades de P o materia orgánica al suelo. Sin embargo, los siguientes aspectos deben ser considerados para tasas de aplicación muy altas. Si existen materiales ricos en carbono fácilmente degradables en el producto fecal, hay el riesgo de que el N disponible para las plantas sea usado por los microorganismos del suelo, y por lo tanto se presente una carencia a corto plazo de N que ocasione una disminución en la producción. Si grandes cantidades de cal o ceniza han sido usadas como aditivos, entonces existe el riesgo pequeño de efectos negativos a altas tasas de aplicación, a causa del pH alto (>7,5-8) resultante en el suelo. Un pH como este es un riesgo únicamente a tasas de aplicación extremadamente altas o si el pH inicial del suelo es muy alto ya. Para productos altos en amonio, residuos de la digestión y lodos del

tratamiento con urea, existe el riesgo de efectos negativos si la aplicación de amonio es muy alta. Consecuentemente, la tasa de aplicación de estos productos se debe basar en el conocimiento de la concentración de amonio del producto y de la tasa de aplicación deseada del N (Jonsson, et al., 2004).

Una amplia labor se ha realizado sobre el compostaje de heces a bajas temperaturas (Morgan, 2003). En una serie de experimentos en Zimbabwe, hortalizas como espinacas, covo, lechugas, pimiento verde, tomates y cebollas fueron cultivadas en baldes de 10 litros con suelo vegetal local pobre, y su crecimiento fue comparado con plantas cultivadas en contenedores similares llenos con una mezcla 50/50 del mismo suelo vegetal local pobre con un volumen igual de humus proveniente del compostaje de heces humanas y orina. En cada caso el crecimiento de las hortalizas fue monitoreado y el cultivo pesado luego de un determinado número de días de crecimiento (Jonsson, et al., 2004).

2.2.20. Invernadero

Serrano, Z. (2008) sostiene que un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para defender las plantas de la acción de los meteoros exteriores. Esta instalación permite el control de determinados parámetros productivos, como temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa, concentración de anhídrido carbónico en el aire, luz, entre otros parámetros, en lo más cercano posible al óptimo para el desarrollo de los cultivos que se establezcan. El volumen interior del recinto permite el desarrollo de los cultivos en todo su ciclo vegetativo.

2.2.21. Vivero forestal

María, P. (2008) asevera que se llama vivero forestal al lugar donde se producen plantas o plántulas de toda clase, sean frutales, ornamentales o forestales, utilizando semillas seleccionadas de alta calidad y material vegetativo libre de plagas y enfermedades.

FAO Holanda (1984) menciona que un vivero es un conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se propagan, germinan, maduran y endurecen diferentes tipos de especies y variedades forestales. La

ubicación del vivero está establecida por factores como el clima, suelo, topografía, comunicaciones, accesos y disponibilidad de mano de obra.

2.2.22. La ubicación del vivero

Ocaña, D. (1993) indica que una de las decisiones más importantes que se debe tomar para tener un vivero forestal es la ubicación. El área en la que se va a construir el vivero debe reunir las siguientes condiciones:

- La disponibilidad de agua durante todo el año: Esta información se consigue averiguando si en la época seca hay o no disponibilidad de agua. Además, se debe tener presente la calidad del agua, pues el agua contaminada es muy perjudicial para las plantas que se van a producir en un vivero forestal.
- Debe estar cerca de la población: El área donde se decida ubicar el vivero deberá estar cerca de una vivienda. Esto facilitará su atención, cuidado y vigilancia.
- Protección: El área deberá estar protegida del viento intenso y de las heladas. Un lugar en media ladera, protegido por una cortina de árboles y su respectivo cerco, es lo más indicado. Una vez decidida la ubicación del área para el vivero, debe cercarse.
- Topografía: De preferencia el área debe ser plana. De no ser así, el vivero se tendrá que construir en terrazas o andenes.
- Tamaño: El tamaño del vivero está en relación con la cantidad de plantas a producir, lo que se define en función del área de terreno para ser reforestada, la mano de obra disponible (participación), las especies a plantar, las técnicas de propagación que se emplearán por especie y la proyección del incremento de la producción.
- Frente a las dificultades para determinar el tamaño adecuado del vivero, es necesario tener en cuenta algunas estimaciones en función de la cantidad de las plantas que se quieren producir, la técnica que se va a emplear:

- El área del almácigo: Las dimensiones de las camas de almácigo son de 1 m de ancho, el largo dependerá de la cantidad de las plantas que deseamos producir.
- El área del trasplante o repique: La cama de repique es el lugar donde las plantas permanecen desde que salen de las camas de almácigo, hasta tener el tamaño adecuado para ser plantadas en el terreno definitivo. Las dimensiones son de 1 m. de ancho y el largo puede variar, hasta 10 m. como máximo.
- El área para la mezcla del sustrato: Es necesario considerar un espacio donde preparar el sustrato, que se aprovechará para el embolsado, aunque, se pueden usar las mismas camas de repique.
- Caminos: Deben existir pasadizos de 0.40 m. a 0.50 m. de ancho, entre las camas de repique. Asimismo, se debe tener en cuenta los canales para el riego.

2.2.23. Técnicas de propagación de especies forestales

a) Propagación vegetativa

Bitter, G. (1911), menciona que los *Polylepis* se propagan asexualmente a través de esquejes, acodos aéreos y brinzales. Sexualmente por semilla botánica (fruto seco del tipo pseudo-aquenio alado con una semilla en su interior).

Ocaña, D. (1993) expresa que existen muchos tipos de propagación vegetativa, pero las que se vienen utilizando en el Perú son por estaca, esquejes o ramillas y brotes.

b) Por esquejes o ramillas

Esta técnica se viene usando con el género *Polylepis sp* "Queñual". Los campesinos tradicionalmente la propagan a partir de ramas grandes (de 40 a 80 cm), las que son plantadas directamente en el terreno definitivo con bastante éxito. Se obtienen prendimientos por encima del 90% siempre y cuando se tenga cuidado de haber preparado bien el hoyo y mantener la humedad respectiva. Esto debido a que estas presentan raíces adventicias preformadas, ahora

comúnmente denominada chupones o chinchones. Esto permite obtener los esquejes de ramas similares a las que usa el campesino sin la necesidad de cortarlas, quedando estas en el árbol y por consiguiente preservar el material ya que en dos o tres años es posible obtener nuevamente esquejes del mismo árbol. Consideraciones a tener en cuenta para la propagación del *Polylepis .sp* "Queñua", a partir de esquejes (Ocaña, 1993).

c) La recolección

Se realiza con las primeras lluvias. Esto debido a que la presencia de los chupones está sujeta a las condiciones de humedad. En los inicios del manejo de esta técnica se recomienda como indispensable la presencia de un gran número de chupones en cada esqueje. Lo que sí resulta indispensable es la presencia de un buen número de esquejes con chupones en el árbol del cual se van a recolectar, siempre y cuando tengan las características que en el siguiente punto describiremos. Su reconocimiento no es difícil, pero requiere de capacitación y experiencia, para lograr este conocimiento hay que acompañar al grupo que va a aprender a recolectar, con una o dos personas que conozcan y tengan la experiencia suficiente. Esto implica realizar la capacitación en la época que existen las condiciones para la presencia de los chupones (Ocaña, 1993).

Con mayor frecuencia y en mayor número, es posible encontrar los esquejes adecuados en los árboles más viejos y aislados. Quizás como parte de su ciclo de sobrevivencia hacen que se emitan los chupones. En los árboles junto a los riachuelos, o al borde de las quebradas, se pueden encontrar mayor cantidad de esquejes con chupones. Asimismo, en los árboles ornamentales que se encuentran en las plazas. En este caso inclusive se pueden encontrar esquejes con chupones durante todo el año. Podemos concluir que el factor humedad es el determinante para la presencia de los chupones (Ocaña, 1993).

Una vez ubicado el árbol con los esquejes adecuados, la recolección se debe realizar teniendo cuidado de no dañar los chupones o la zona donde emergen estos. En mayor cantidad se

encuentran en la base del esqueje junto a la intersección con la rama. A medida que nos vamos alejando hacia la parte apical del esqueje, estos van disminuyendo. Existen ejemplares de árboles cuyos esquejes son fáciles de recolectar simplemente con la mano, arrancándolos. De todas maneras, es imprescindible contar con tijeras de podar para la recolección, inclusive para aquellos esquejes que se recolectan desgarrando. Es necesario un corte posterior antes del repique, para obtener una base definida y evitar una posible zona de putrefacción (Ocaña, 1993).

La recolección de los esquejes se debe programar con la suficiente anticipación. De la cantidad planificada a producir en una campaña, se verá si es suficiente una o varias jornadas de recolección. También dependerá de la cantidad de personas que van a recolectar. Normalmente en el primer año de atención a una comunidad, el único que conoce de la técnica de recolección es el extensionista. En este caso, la finalidad principal de la primera recolección será capacitar a la comunidad. Para lograr este objetivo, la cantidad adecuada de personas por capacitador es un número de 10 a 15 participantes como máximo. Durante las primeras recolecciones el extensionista deberá dar mayor énfasis a la enseñanza de los promotores forestales, quienes, a partir de la segunda recolección, deberán asumir paulatinamente la conducción del grupo de recolectores, pasando el extensionista a asesorar la capacitación dirigida por los promotores (Ocaña, 1993).

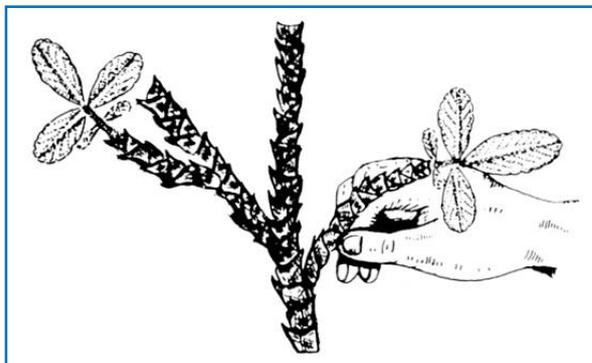


Figura 06: Recolección de esquejes

Fuente: (Ocaña, D. 1993)

d) Las características de los esquejes

- De preferencia los esquejes deben tener chupones, sin importar el número, pero es imprescindible que sean nuevos.
- Si no se distinguen chupones en los esquejes, estos deben tener condiciones para retener la humedad. Se caracterizan por tener ritidoma (a manera de cascarilla) que rodea al tallo a diferencia de los muy jóvenes, que tienen el tallo liso, lo que imposibilita la acumulación de humedad. En consecuencia, no pueden crear condiciones para la emergencia de las raíces adventicias. Nuevamente vemos que tanto a nivel macro (árbol), como a nivel micro (los esquejes dentro del árbol), son determinantes las condiciones para retener la humedad.
- El tamaño del esqueje para el prendimiento no tiene tanta importancia. Las condiciones para emitir las raíces son las que determinan el prendimiento. Frecuentemente, se encuentran esquejes con las características adecuadas, es decir entre 8 y 15 cm., también hay tamaños mayores, pero no son recomendables, porque dificultan su manipuleo durante la producción en los viveros.
- Es frecuente encontrar esquejes con las formas más caprichosas. Esta es una característica inherente de la especie. Se deben preferir los más rectos, pero eso no debe ser motivo para descartar los ligeramente torcidos. Con más razón en las especies de este género que se encuentran en vías de extinción. La recolección se debe efectuar pensando en las dificultades que puede traer durante el repique en las platabandas o bolsas. Esta es una de las razones para la propagación de este género en las platabandas, porque existen mayores posibilidades de acomodar los esquejes que no son derechos, tratando de mantenerlos en posición vertical (Ocaña, 1993).

e) Repartición de los esquejes

Una vez recolectados los esquejes, se seleccionan en el mismo lugar de la recolección, siempre bajo sombra, para evitar la pérdida de

humedad por la transpiración. Durante la selección de los buenos esquejes también se debe aprovechar para ordenarlos por su tamaño, acción que es posible realizar en el vivero. Lo que dependerá del tiempo disponible en el momento de la recolección (Ocaña, 1993).

Los esquejes seleccionados son sometidos a una defoliación, dejando solo 3 folíolos. Esto se hace para disminuir la pérdida de agua contenida en el esqueje. Luego se procede a acomodarlos para llevarlos al vivero. Las condiciones del acomodo dependerán del tiempo que se va a demorar en llevar al vivero. Si es el mismo día, no es necesario darles ninguna condición especial, bastará con acomodarlos en forma vertical en un envase, que puede ser una caja, canasta o manta (lo más usual y operativo es el costalillo): además al estar en posición vertical no deben apretarse. Durante el transporte, en todo momento, se debe cuidar de que estén bajo sombra. Una vez que se llegue al vivero es importante sacarlos de los envases y ponerlos en recipientes con agua o acomodarlos en el canal de riego, siempre bajo sombra, hasta que sean repicados. En estas condiciones no es recomendable tenerlos más de 2 o 3 días (Ocaña, 1993).

Si la distancia del vivero al lugar de recolección de los esquejes es larga y no permite retornar el mismo día, será necesario darle condiciones especiales para el transporte, lo que básicamente consistirá en el empleo de cualquier material cuya característica pueda mantener la humedad. Puede ser tierra húmeda, papel húmedo, aserrín húmedo, hojarasca húmeda, etc. Este material se coloca en el fondo del envase. Cuando se ha llegado al vivero se procede del mismo modo que en el caso anterior (Ocaña, 1993).

Una vez que los esquejes recolectados están en el vivero y (puestos en el sustrato ya sea en la platabanda o bolsa), debido a la cantidad, no será posible repicarlos antes de 2 o 3 días. Estos se acondicionarán utilizando una cama de almácigo o parte de una platabanda con sustrato. En él se abrirán unas zanjitas que harán posible acomodar los esquejes agrupados. Una vez acomodados, se riegan y se protegen con los tinglados. Así se les puede tener entre 6 a 8 días, cuando las yemas están turgentes, hasta 10 o 12 días como máximo, siempre manteniendo la humedad a través del riego. Es

tiempo más que suficiente para terminar con el repicado. Pasado este tiempo ya pueden emitir sus raíces, las que al repicarlas se dañarán porque en ese momento todavía son muy tiernas y herbáceas y se quiebran fácilmente (Ocaña, 1993).

2.2.24. Labores culturales

Ocaña, D. (1993) considera, entre las labores culturales, las siguientes actividades: protección en el vivero, riego, deshierbe, poda de raíces y remoción. La realización de todas estas actividades es indispensable. Cuando en los viveros conducidos por instituciones se cuenta con personal permanente y remunerado, esta tarea no es tan complicada. Bastará con mantener una supervisión permanente para que el personal cumpla sus responsabilidades, facilitando el logro de las metas en los viveros.

a) Protección

Las condiciones climáticas de la sierra peruana se caracterizan por tener temperaturas bajas con presencia de fuertes heladas durante las noches, con mayor frecuencia en los meses de junio a setiembre. Asimismo, la fuerte insolación durante el día y la presencia de vientos fríos son fenómenos climáticos suficientes para hacer pensar en la necesidad de proteger a las plantas en mayor o menor grado, dependiendo de la etapa de crecimiento de la planta y del lugar donde se encuentra el vivero. Una forma de proteger a las plantas es el uso de tinglados (Ocaña, 1993).

b) Construcción de tinglados

El material que se usa varía según el lugar. Lo que más se estila es el uso de material de la zona. Materiales van desde lo más simple, hasta lo más sofisticado, dependiendo de la creatividad, experiencia y responsabilidad para lograr éxito en el campo forestal. Entre los materiales usados se llenen:

- Ramas de árboles y arbustos
- Costales de yute
- Carrizo

- Totorá
- Paja de puna (ichu)

El manejo del tinglado, es tapar y destapar, presenta ciertas dificultades y requiere de bastante tiempo (Ocaña, 1993).

c) Manejo del tinglado

Existen más dificultades en el entendimiento del por qué proteger las plantas que en el manejo y la operatividad. Se tiene con frecuencia el exceso de protección de las plantas en el vivero, lo que produce demasiada sombra por períodos muy prolongados, con la idea de que hay que "protegerlas". La planta necesita de la luz para poder crecer sana y fuerte. Un exceso de cubierta trae como consecuencia plantas con tallos herbáceos y hojas suculentas. Así tengan el tamaño adecuado para ser plantadas, no estarán lo suficientemente fuertes (lignificadas) como para poder enfrentar las pocas precipitaciones y las heladas en la plantación.

No debemos olvidar que la planta, una vez que sale del vivero a la plantación, carece de protección contra las inclemencias del clima. Esto se debe tener presente durante todo el proceso de producción, de modo que se prepare a la planta para resistir.

Todo lo mencionado significa cubrir la planta con el tinglado cuando es necesario y quitar la cubierta cuando no es necesario. A esto es lo que se llama manejo del tinglado (Ocaña, 1993).

d) Riego

La planta necesita del agua para poder vivir y crecer, de ahí la importancia del riego. Es muy importante regar bien. Un exceso de agua es malo para la planta, ya que ocasiona la muerte por pudrición o asfixia. Del mismo modo, poca cantidad de agua ocasiona que la planta no crezca bien o se seque.

La frecuencia y cantidad de agua por riego dependen de la especie y del período de desarrollo en que se encuentran. Hay algunas especies que exigen mayor humedad que otras durante su crecimiento inicial.

El riego también depende de la época y las condiciones del clima. En tiempo soleado hay más pérdidas de humedad que en tiempo nublado, por evaporación y transpiración de la planta (Ocaña, 1993).

e) Deshierbe

Debido a que la mala hierba compite con la planta por los nutrientes, el agua y la luz, un buen deshierbe, con la frecuencia necesaria, contribuirá a un mayor y mejor crecimiento de la planta en menor tiempo. Esta actividad se hace tanto en la cama del almácigo, como en la de repique y la platabanda.

Para hacer el deshierbe no es necesario el empleo de herramientas, basta con un palito que ayude a aflojar la tierra, facilitando así arrancar la mala hierba con la mano.

Antes de ejecutar el deshierbe se debe regar. En el caso de, las camas de almácigo es suficiente hacerlo con regadera, una o dos horas antes. En el caso de las camas de repique o platabanda, un riego por inundación, un día antes del deshierbe. La frecuencia del deshierbe está supeditada a la presencia de la maleza, la misma que depende de la época, las condiciones climáticas, etc. (Ocaña, 1993).

f) Poda de raíces

Las plantas que se producen en las platabandas requieren que se les haga una poda de las raíces. Con la poda se evita el entrecruzamiento de raíces y se incentiva la formación de más raíces secundarias, logrando su mejor desarrollo y fortaleza, es decir, una buena capacidad radicular. Esto es muy importante para la planta, no en el vivero, porque allí tiene todos los cuidados necesarios (agua y buen sustrato), sino en la plantación, ya que su futuro dependerá de la raíz, a través de la cual extrae, nutrientes y agua del suelo. Esto es muy importante, sobre todo considerando las características edafoclimáticas de la sierra, lo que obliga a producir plantas con raíces de buena calidad. A mayor capacidad radicular corresponderá una mayor capacidad de extracción de nutrientes y agua del suelo. Además, una buena raíz fija bien a la planta en el suelo, soportando mejor los embates de los fuertes vientos.

Para realizar la poda, obligatoriamente se tiene que contar con una pala recta con buen filo. Con esta herramienta se corta la raíz principal a unos 20 cm de profundidad. Se hacen luego dos podas laterales siguiendo las hileras a una distancia de 10 cm del tallo de cada planta y manteniendo la pala con una inclinación aproximada de 60° a 65° y, posteriormente, dos podas a los costados entre las plantas, manteniendo la pala en posición vertical a una distancia de 7 cm entre las plantas.

La primera poda se hace cuando la planta tiene un promedio de 20 cm de altura. Antes es muy prematuro porque la planta con las podas disminuye su ritmo de crecimiento. Las podas posteriores se hacen con una frecuencia aproximada de 30 a 45 días, dependiendo de la especie y el ritmo de crecimiento. La única forma de saber si la planta necesita poda es introduciendo la pala y sentir si se produce el corte de raíz. Si no se diera esto, no vale la pena darse el trabajo.

Hemos manifestado que con la producción en platabandas se consiguen mejores plantas que las producidas en bolsa. También debemos ser claros en señalar que si no se hacen las podas es mejor no promover la producción en platabandas, porque no existirá una raíz bien formada, consiguiéndose solo una raíz principal bastante grande y fija en la platabanda, ya que traspasará la base de esta, con unas cuantas raíces secundarias. Además, será imposible sacar la planta de la platabanda para la plantación sin dañarla (si es que se logra sacar). Esto quiere decir que es indispensable que el vivero cuente con una pala recta. Sin esto no se garantiza una buena producción en platabandas (Ocaña, 1993).

g) Remoción

Las plantas en una platabanda o cama de repique no tienen igual crecimiento. Unas son más grandes que otras, lo que trae problemas de competencia por la luz y las pequeñas son oprimidas por las grandes. Cuando la producción es en bolsas, es posible resolver este problema mediante la remoción.

La remoción consiste en cambiar de lugar a las plantas, con el propósito de seleccionarlas y ordenarlas por su tamaño. Además, se consigue podar las raíces que salen por los orificios de la bolsa y se fijan

en la base de la cama. Esto ayudará a hacerlas más fuertes y endurecidas (más lignificadas) (Ocaña, 1993).

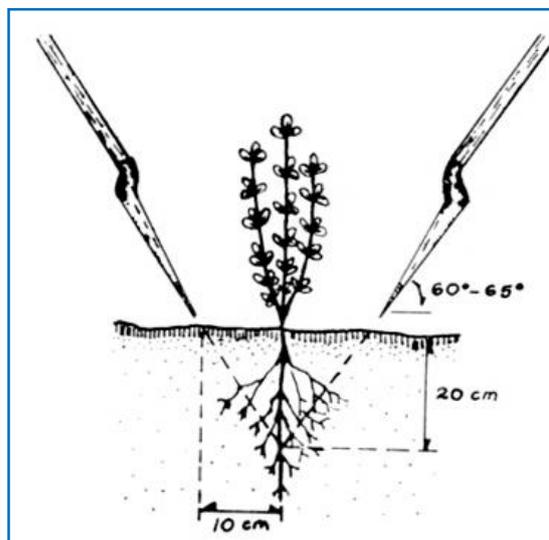


Figura 07: Inclinación de la pala durante la poda lateral de raíces en platabanda

Fuente: (Ocaña, D. 1993)

2.3. Definición de términos básicos

- **Bioabono:** Oliveira. L.P. (1986), el bioabono generalmente reduce la acidez del suelo, por un período prolongado de tiempo y lo enriquece químicamente. La reducción de la acidez del suelo es atribuida a la capacidad de bioabono de retener las bases para la formación de complejos orgánicos. Estas bases generalmente son transportadas a los horizontes inferiores por el agua de percolación.
- **Bacterias:** Koneman, E. (1992), clase de microorganismos unicelulares, cuyas diversas especies causan las fermentaciones, enfermedades o descomposición de la materia orgánica, por lo que intervienen de modo indispensable en la producción del compost.
- **Ceniza:** Seoáñez, M. (1996), menciona que es un polvo gris, formado por partículas minerales, que queda tras una combustión completa.
- **Compost:** Rodríguez, M. & Córdova, A. (2008), Abono orgánico rico en nutrientes y es de color oscuro, producto de la descomposición de desechos, posee un contenido balanceado de nutrientes, microorganismos y minerales.

- **Compostaje:** Granados, M. (2009), es el proceso biológico aeróbico (que requiere aire), mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (elementos vegetales o animales como las plantas o el excremento de animales), permitiendo obtener un excelente abono.
- **Eficiencia:** Killian, Z. (2004), es la capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.
- **Esqueje:** Seoáñez, M. (1996), menciona que es un fragmento de tallo o rama que al introducirse en la tierra puede multiplicar la planta.
- **Excretas:** Jaramillo, P. (2013), residuos producidos y expulsados por los organismos vivos como parte de los procesos fisiológicos. Incluyen las heces fecales, la orina, el sudor, etc.
- **Heces:** Jaramillo, P. (2013) producto de la excreción de seres humanos y otros organismos superiores, con alto contenido de patógenos y nutrientes.
- **Impacto Ambiental:** Novo, M. (1999), es la alteración, favorable o desfavorable en el medio ambiente producida como consecuencia de la actividad humana.
- **Investigación:** Zorrilla, A. & Santiago, C. (2007), es considerada una actividad humana, orientada a la obtención de nuevos conocimientos y su aplicación para la solución a problemas o interrogantes de carácter científico.
- **Letrina:** Robles, C. & Fernández, P. (2011), mencionan que es un sanitario, a menudo para el uso de un gran número de personas.
- **Materia orgánica:** Granados, M. (2009), la materia orgánica procede de los seres vivos. La descomposición de estos seres vivos, provocada por la acción de microorganismos y por factores ambientales da lugar a un abanico muy amplio de sustancias en diferentes estados que son los elementos principales de la materia orgánica. La materia orgánica está en constante transformación, por lo que genera calor (energía).
- **Orina:** Seoáñez, M. (1996), excreta líquida, expelida desde la vejiga.
- **Patógenos:** Koneman, E. (1992), son microorganismos que pueden causar infecciones y enfermedades en seres humanos, animales o plantas.

- **Quenual:** Simpson, B. (1986), es una especie de polylepis, arbusto nativo de los andes tropicales.
- **Saneamiento Ecológico:** Schönning, C. (2004), es un enfoque sostenible para el manejo de los desechos humanos y del agua, con el cual se previene la enfermedad, se conserva y protege el ambiente y se recupera y reúsan nutrientes.
- **Urea:** Reyes, R. (2017), compuesto químico cristalino e incoloro, de fórmula $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Se encuentra abundantemente en la orina

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Ubicación geográfica

El vivero forestal está ubicado a una altitud de 4260 m.s.n.m. en la quebrada Cáchina, distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash.

3.1.2. Aspectos climáticos

Corresponde a los plantones de quenuales producidos en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina, distrito de Huallanca, con la utilización de los bioabonos del baño ecológico. Según información de la Compañía Minera Santa Luisa S.A se tiene:

a) Temperatura

La temperatura mínima mensual promedio es de 5.7 °C en el mes de julio, y la temperatura máxima promedio mensual es de 9.1 °C en el mes de setiembre.

b) Humedad Relativa

La humedad relativa mínima mensual es de 54% en el mes de julio y la máxima promedio es de 71% en el mes de marzo.

c) Precipitación

De acuerdo a los datos proporcionados se observan tres periodos que destacan uno moderadamente seco de tres meses junio,

julio y agosto, otro a principio de las lluvias desde setiembre hasta diciembre y finalmente los meses con mucha precipitación de enero a marzo.

- La precipitación anual promedio es de 1139 mm.
- La precipitación máxima mensual promedio es de 172.6 mm en marzo.
- La precipitación máxima mensual promedio es de 23.4 mm en junio.

d) Evaporación

De acuerdo a los datos, la evaporación anual promedio es de 662.4 mm, la evaporación máxima mensual promedio es de 72.2 mm, la evaporación mínima mensual promedio es de 40.3 mm.

e) Dirección y Velocidad del Viento

La dirección predominante del viento es Norte a Noroeste, es decir en dirección contraria al distrito de Huallanca.

El viento de mayor intensidad es de 42.3 m/s durante el mes de febrero, y de menor intensidad de 5.6 m/s en el mes de setiembre.

3.1.3. Universo y población

La población está representada por 918 plántones de quenual que serán producidos en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina - distrito de Huallanca – provincia de Bolognesi – región Ancash.

La muestra está constituida por 918 plántones de quenual producidos en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina, distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi – región Ancash.

3.1.4. Materiales de campo

3.1.4.1. Recursos humanos

- Investigador: 01 tesista.
- Asesor de tesis: 01 asesor.

- Mantenimiento del baño ecológico: 01 operario. Durante la utilización el mantenimiento del baño ecológico se realizó por un miembro de la familia, el más capacitado en realizar esa labor.
- Mantenimiento del invernadero: 01 maestro de obra, 2 peones.
- Mantenimiento del vivero forestal: El mantenimiento se realizó con el apoyo de la familia donde se realizó la investigación.

3.1.4.2. Insumos

- Esquejes de quenual
- Compost
- Orina

3.1.4.3. Materiales usados en campo

- Tierra agrícola
- Arena
- Turba
- Rollos de alambre púas
- Rollos de malla
- Libreta de campo
- Postes de madera
- Grapas
- 01 regadora
- Triplay
- Estacas
- Yeso
- Puerta
- Listones de madera
- Letreros
- Mallas

- Mangueras

3.1.4.4. Materiales usados y EPP para la toma de muestras de la orina

- Frascos
- Balde de 3L
- Guantes
- Respirador

3.1.4.5. Materiales usados y EPP para la toma de muestras del compost

- 01 respirador 3M
- 01 lentes de seguridad
- 01 mameluco
- Guantes
- Bolsas

3.1.4.6. Materiales usados en el muestreo de los esquejes repicados

- 01 regla
- Tijeras
- Sobres manila
- Hojas bond
- Cordel
- Lapiceros
- Plumones

3.1.4.7. Herramientas usadas en campo

- 02 picos
- 02 palas
- 01 barreta

- 01 calza
- 01 boogie
- 02 winchas
- 01 rastrillo
- 02 martillos
- 01 alicate
- 01 zaranda
- 01 patacabra
- 01 serrucho
- 01 nivel
- 02 tijeras de podar
- 01 arco cierre
- 01 comba
- 02 repicadores

3.1.4.8. Gabinete

- Libreta de campo
- Laptop
- Impresora
- Memoria USB 8 GB
- Útiles de oficina

3.1.4.9. Equipos usados.

- 01 cámara fotográfica
- 01GPS
- Balanza eléctrica
- Estufa

3.2. Método

3.2.1. Metodología

El estudio se realizó en varias etapas. Inició con la capacitación a las personas del lugar en el mantenimiento del baño ecológico e invernadero, y

luego se realizó el mejoramiento de las condiciones del vivero forestal existente. Se culminó con el monitoreo de la eficiencia de los bioabonos en las diferentes características de los plántones de quenual durante su permanencia en el vivero forestal.

La metodología aplicada en el presente trabajo de investigación fue experimental, y se realizaron actividades técnico- profesionales para cumplir con el objetivo de evaluar la eficiencia de los bioabonos en la producción de plántones de quenual en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina.

El método empleado para la propagación de plántones de quenual en el vivero forestal fue el método vegetativo vía esquejes. La especie utilizada fue *Polylepis incana*, la cual se obtuvo de los árboles padres existentes en el lugar durante el mes de enero, y se seleccionaron los mejores esquejes para su repique en las parcelas.

Luego se realizó el mejoramiento de las 3 platabandas, y estas, a su vez, fueron divididas en 3 parcelas o bloques para aplicar los tratamientos (T1, T2, T3), haciendo un total de 9 parcelas experimentales, tal como se muestra más adelante (Distribución de parcelas).

3.2.2. Tipo de diseño

El diseño estadístico utilizado en la ejecución de la investigación fue el diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA), con el cual se tuvo tres tratamientos con tres repeticiones, evaluándose a partir de los 30 días de cada parcela según los tratamientos, tomándose al azar entre 10, 5 y 3 plántones de quenual para analizar las variables, como son:

- **Porcentaje de esquejes enraizados:** Dividiendo el número de esquejes vivos entre número de esquejes plantados y a este resultado multiplicando por 100.
- **Número de brotes:** Se realizó mediante conteo simple de las plantas seleccionadas.
- **Altura de la planta:** Los plántones seleccionados se han medido con una regla o wincha a partir de los 30 días, así sucesivamente cada 30 días durante los 9 meses.

- **Desarrollo radicular:** Se tomaron medidas con el uso de una regla de las plantas seleccionadas al azar, para la evaluación a los 30 días, 150 días y a los 270 días.
- **Vigorosidad de la planta:** De los plantones seleccionados, esta variable se evaluó al final de la investigación, a los 270 días (9 meses).
- **Peso húmedo y seco:** Se determinó la cantidad de biomasa de los plantones, se realizó el análisis de los plantones en el laboratorio al final de la investigación a los 270 días (9 meses).

3.2.3. Diseño de la investigación

P1,T3		P1,T2		P1,T1
P2,T3		P2,T2		P2,T1
P3,T3		P3,T2		P3,T1

Figura 08: Distribución de las parcelas

Tabla 02: Descripción de las parcelas

PARCELAS	DESCRIPCIÓN
P1,T3	Sustrato + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero)+ compost.
P2,T3	Sustrato + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero)+ compost.
P3,T3	Sustrato + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero)+ compost.
P1,T2	Sustrato + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero).
P2,T2	Sustrato + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero).
P3,T2	Sustrato + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero).
P1,T1 P2,T1 P3,T1	Sustrato + <i>Polylepis incana</i> + riego con agua superficial.

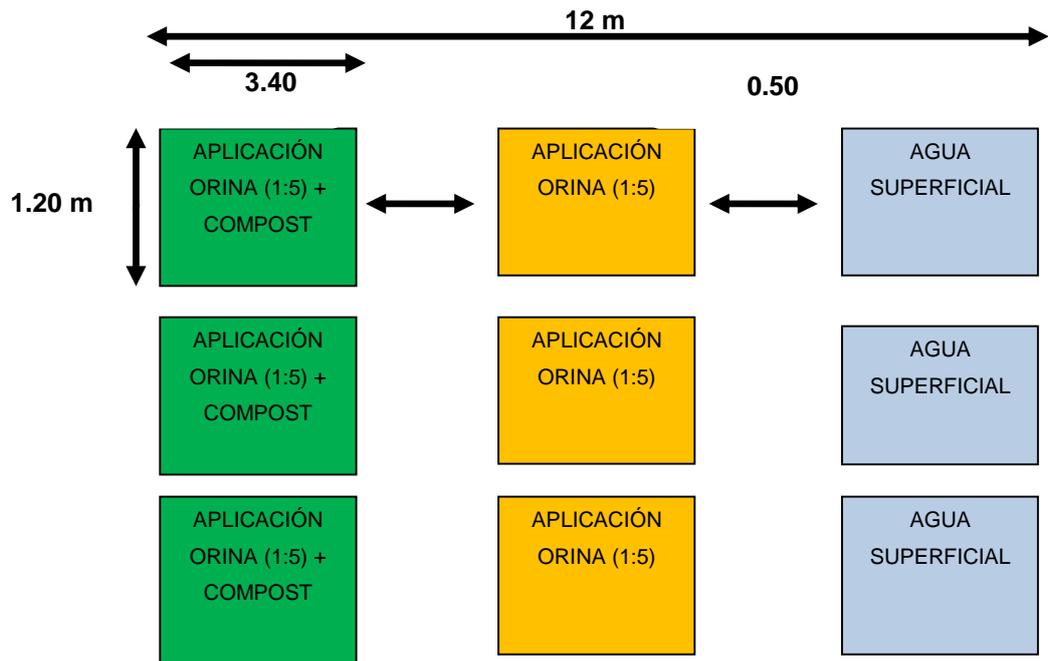


Figura 09: Características de las parcelas

3.2.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de las observaciones experimentales se utilizó la prueba de análisis de varianza (ANVA), así como la valoración de la distribución de Fisher ($\alpha=0.05$). Además, se realizó la prueba de comparación de medias Tukey a un nivel de $\alpha=0.05$.

FV	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	(r-1)	$\Sigma x^2.j/t - (\Sigma x)^2/rt$	Scb/r-1	CMb/CMe
Tratamientos	(t-1)	$\Sigma x^2.i./r - (\Sigma x)^2/rt$	Sct/t-1	CMt/CMe
Error	(r-1)(t-1)	Diferencia	Sce/(r-1)(t-1)	
Total	rt-1	$\Sigma x^2.. - (\Sigma x)^2/rt$		

Figura 10: Análisis de varianza (ANVA)

3.2.5. Operacionalización de variables e indicadores

A continuación, se presenta la identificación de variables e indicadores de la presente investigación:

Tabla 03: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL		
		INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE: Bioabonos del baño ecológico	Se entiende como producto del baño ecológico rico en nutrientes.	Composición de nutrientes (N, P, K), PH, C.E en la orina.	%, ppm, ppm, ds/m	Destilador microkeida, espectrofotometria, potenciometro, conductivimetro
		Composición de nutrientes (N, P, K), PH, C.E, % humedad en el compost.	%, ppm, ppm, ds/m	Destilador microkeida, espectrofotometria, potenciometro, conductivimetro
		Cantidad de aplicación de la orina.	Lt.	Medidor en litros
		Cantidad de aplicación del compost.	Kg.	Balanza
		Frecuencia de aplicación de la orina.	Día	Calendario
VARIABLE DEPENDIENTE: Alta eficiencia en la producción de plántones de quenual.	Porcentaje de esquejes enraizados: Se evaluó a partir de los 30 días después de haberse repicado los esquejes de quenual en las parcelas con el fin de determinar el porcentaje de esquejes enraizados se procedió a contar los esquejes vivos y muertos. El % de esquejes enraizados se evaluó al principio de la investigación.	Porcentaje de esquejes enraizados de quenuales.	Und.	Conteo
	Número de brotes por esqueje: De igual forma se contabilizó el número de brotes por cada tratamiento en estudio a los 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 y 270 días.	Número de brotes de los esquejes repicados.	Und.	Conteo
	Desarrollo radicular: Se realizó la medición del crecimiento radicular en cm. De cada 5 plántones sorteados al azar durante su permanencia en el vivero forestal (la evaluación se realizó al inicio, intermedio y al final del crecimiento de los plántones en las diferentes parcelas).	Desarrollo radicular de los plántones.	Centímetros	Regla.
	Altura de la planta: Con una regla y wincha se tomaron las medidas de los plántones en estudio a los 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 y 270 días en centímetros desde la base del tallo hasta el ápice de la planta.	Altura de la planta.	Centímetros	Regla.
	Vigorosidad de la planta: Se determinó mediante el color de las hojas de los plántones. La evaluación se realizó al final de la investigación.	Vigorosidad de la planta.	Und.	Vista
Peso seco y húmedo: Cantidad de biomasa de los plántones, la evaluación se realizó al final de la investigación.	Peso húmedo y seco.	Kg.	Estufa	

3.2.6. Procedimiento

Para la producción de plantones, la evaluación del comportamiento a nivel del vivero forestal de la especie de quenual y la comparación de la eficiencia que tiene la utilización de los bioabonos (orina, compost) y el uso del agua en la producción de plantones de quenual en vivero se procedió de la siguiente manera:

- a) Delimitación del área de estudio:** Se determinó el área realizándose mediciones, platabandas mejoradas, en las que se efectuó el ensayo en función a los factores mínimos indispensables, y donde fue necesario delimitar la extensión; finalmente, se preparó el sustrato.
- b) Recolección y análisis de la orina:** La recolección se realizó en el baño ecológico en un recipiente o bidón de plástico de 20 litros; una vez llenado este se aseguraba y se almacenaba alrededor de 01 mes; finalmente, se llevaba una muestra al laboratorio para su respectivo análisis y se usaba en la producción de plantones de quenual.
- c) Recolección de las heces y análisis del compost:** La recolección se realizó en el baño ecológico en un recipiente de plástico de 20 litros, una vez llenado se trasladó al invernadero y se vació el contenido en la superficie de una plancha de geomembrana, para el proceso de compostaje y obtener el compost. Del compost que se obtuvo en un promedio de 03 meses se llevó una muestra de 1 kg al laboratorio para su respectivo análisis.
- d) Utilización del compost:** Se utilizó el compost obtenido en el invernadero para la preparación del sustrato en las parcelas, que corresponde al T3.
- e) Preparación del sustrato 01:** El sustrato fue conformado por tierra agrícola, arena, turba y compost de las heces. En una proporción de 3:2:2:1. En la preparación del sustrato 01 se utilizó el compost obtenido en el invernadero. Con él, la tierra agrícola fue tamizada mediante una zaranda, luego se procedió a mezclar u homogeneizar todos los materiales correspondientes en su proporción mencionada. Finalmente se niveló las parcelas.

- f) Preparación del sustrato 02:** El sustrato fue conformado por tierra agrícola, arena y turba. En una proporción de 3:2:2. Igualmente la tierra agrícola fue tamizada mediante la utilización de una zaranda, luego se procedió a mezclar u homogeneizar todos los materiales correspondientes en su proporción mencionada; finalmente se niveló las parcelas.
- g) Toma de muestras de los sustratos y análisis:** Se tomaron muestras del sustrato de la siguiente manera: para el sustrato 01 se tomaron 03 sub-muestras, para el sustrato 02 se tomaron 06 sub-muestras (una sub-muestra por parcela), luego se mezclaron las sub-muestras obteniéndose una muestra homogénea, de la cual se separó una muestra promedio de 1 kg, y esta fue llevada al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, para su respectivo análisis.
- h) Diseño del campo experimental:** Esta actividad consistió en el diseño y mejora de las platabandas del vivero forestal existente, cuyas dimensiones son de 1,20 m de ancho x 12 m de largo, las cuales fueron subdivididas en 3 parcelas cada una, con una separación de 0,50 m entre cada parcela o bloque.

En total, se mejoraron 03 platabandas, obteniéndose 09 parcelas experimentales, y en cada parcela se colocaron 102 esquejes de quenual.

- i) Recolección y preparación del material vegetativo:** Se obtuvo de los árboles padres de la quebrada Cáchina, donde se seleccionaron los mejores árboles antes de la recolección, verificando que en las ramas exista yemas o chupones que garanticen la formación y desarrollo de las raíces, una vez verificado se procedió a tomar los esquejes de las ramas bajas y medias con la ayuda de las tijeras de podar.

La fecha en la que se realizó la recolección de los esquejes fue en el mes de (enero), época en la cual en la zona hay precipitaciones y los esquejes reúnen todas las características necesarias. El tamaño de los esquejes obtenidos de la especie quenual tenían un diámetro mayor a 1 cm y una longitud de 10 a 12 cm. Los esquejes recolectados fueron llevados al vivero.

j) Dilución de la orina: La orina almacenada en el baño ecológico se llevó al vivero para su uso en las parcelas, que tuvo lugar antes del repique de los esquejes recolectados, después del repique, así como también durante la permanencia de los plantones de quenual en el vivero de acuerdo a la necesidad de los plantones. Realizándose la dilución (1:5).

k) Repique de esquejes de quenuales: Una vez recolectados los esquejes, se procedió a realizar el repique de los esquejes de quenual a una distancia de 20 cm en cada una de las parcelas experimentales, utilizando los repicadores para hacer un hoyo en la intersección del trazo.

Luego se colocó los esquejes en el hoyo introduciéndolos 1/3 parte del esqueje. Seguidamente se relleno con sustrato y se presionó, y terminado el repique se realizó el riego. La propagación de los esquejes de quenual se realizó a raíz desnuda en platabandas.

l) Codificación: Se colocó placas de madera con la identificación del tratamiento en cada parcela de muestreo en el vivero forestal.

m) Protección: Con la finalidad de proteger los esquejes repicados en las parcelas experimentales de la influencia directa de los rayos solares, que ocasionan la deshidratación de las plantas, de las precipitaciones que desbordan el sustrato de las parcelas y de las heladas, se colocó un tinglado (malla) de color negro a una altura promedio de 0.30 a 0,60 m del suelo, siguiendo las recomendaciones de otras investigaciones. El manejo de tinglado se llevó a cabo durante los primeros meses.

n) Riego: Inicialmente el riego se realizó un día antes de realizar el repique, luego después del repique, y finalmente se realizaron los riegos según la necesidad de los plantones, humedad del sustrato y las condiciones del clima de la zona.

El riego se realizó mediante el uso de una regadera en horas de la tarde (17:00 horas).

o) Deshierbe: Esta tarea de limpieza de malezas se realizó después del repique de los esquejes en las parcelas a los 30 días, luego se realizó cada vez que fuera necesario según la evaluación *in situ*. Esta tarea se realizó con la finalidad de evitar que exista competencia en el

aprovechamiento de nutrientes y materia orgánica entre (malas hierbas y esquejes de quenual), evitando de que no desarrollen las malas hierbas más que los plantones. Durante los deshierbes se cuidaba de que no se maltraten los plantones de quenual en las parcelas.

p) Poda de raíces: Esta tarea se realizó 02 veces durante la permanencia de los plantones de quenual en el vivero forestal, con la finalidad de evitar la competencia entre plantones, desarrollo radicular inapropiado.

3.2.7. Datos a evaluar

Las evaluaciones en vivero se realizaron a partir de los 30 días del repique de los esquejes, donde se tomaron datos de 10, 05 y 03 plantones de quenual de cada tratamiento por repetición según la variable a evaluar, donde se evaluó las siguientes variables:

a) Porcentaje de esquejes enraizados

Se evaluó a partir de los 30 días después del repique de los esquejes de quenual en las parcelas, y con la finalidad de determinar el porcentaje de esquejes enraizados por tratamiento se procedió a contabilizar los esquejes vivos y muertos.

El % de esquejes enraizados se determinó por la siguiente ecuación.

$$\% \text{ esquejes enraizados} = \frac{\text{Esquejes Vivos}}{\text{Esquejes plantados}} \times 100$$

b) Número de brotes por esqueje

Igualmente se contabilizó el número de brotes de cada uno de los plantones seleccionados por cada tratamiento en estudio. Esta evaluación se realizó a los 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 días, que equivale a (9 meses) de evaluación en vivero.

c) Desarrollo radicular

Se realizó la medición del crecimiento radicular en cm, utilizando una regla de cada 5 plantones de quenual tomadas al azar de cada parcela

durante su permanencia en el vivero forestal. La evaluación se realizó al inicio (30 días), intermedio (150 días) y al final de la investigación (270 días).

Para evitar duplicidad durante la evaluación se colocó pequeñas estacas al costado de los plántones ya evaluados.

d) Altura de la planta

De igual manera, utilizando una regla y wincha se tomó las medidas de altura de los plántones seleccionados al azar por tratamiento en centímetros. Esta medición se realizó a los 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 y 270 días que equivale a (9 meses) de evaluación en vivero.

La medición se realizó desde la base del tallo hasta el ápice de la planta.

e) Vigorosidad de la planta

Se determinó mediante el conteo simple categorizando de acuerdo al color de las hojas y otras características de los plántones. La evaluación se realizó al final de la investigación (270 días).

f) Peso seco y húmedo

Para determinar la cantidad de biomasa, los plántones fueron seleccionados al azar, y se sacaron plántones completos (raíz y tallos) de las parcelas según el tratamiento. Luego fueron empaquetadas y cuidadosamente trasladados al laboratorio de la UNASAM, para obtener primero el peso húmedo y segundo para el secado en estufa.

Para determinar el peso seco, la evaluación de esta variable se realizó al final de la investigación, a los 270 días (9 meses).

3.2.8. Factores de estudio

3.2.8.1. Especie de quenual (Q)

Tenemos:

QUENUAL 1 (Q1): *Polylepis incana*

3.2.8.2. Tipos de aplicación (A)

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre la especie de quenual, la aplicación fue la siguiente:

- ❖ APLICACIÓN 1 (A1): Aplicación de agua superficial.
- ❖ APLICACIÓN 2 (A2): Aplicación de orina.
- ❖ APLICACIÓN 3 (A3): Aplicación de orina + compost.

3.2.9. Tratamientos

Para obtener los tratamientos se combinó los dos factores, especie de quenual (Q1) y tipo de aplicación (A1, A2, A3).

3.2.9.1. Tratamiento en estudio

Tabla 04: Tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	Q1A1	Sustrato 02 + <i>Polylepis incana</i> + riego con agua superficial
T2	Q1A2	Sustrato 02 + <i>Polylepis incana</i> + orina
T3	Q1A3	Sustrato 01 + <i>Polylepis incana</i> + orina + compost

Cada tratamiento tuvo 3 repeticiones.

3.2.9.2. Distribución de parcelas

Tabla 05: Distribución de parcelas

P1,T3		P1,T2		P1,T1
P2,T3		P2,T2		P2,T1
P3,T3		P3,T2		P3,T1

3.2.9.3. Descripción de las parcelas

Tabla 06: Descripción de parcelas

PARCELAS	DESCRIPCIÓN
P1,T3	Sustrato 01 + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero) + compost.
P2,T3	Sustrato 01 + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero) + compost.
P3,T3	Sustrato 01 + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero) + compost.
P1,T2	Sustrato 02 + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero).
P2,T2	Sustrato 02 + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero).
P3,T2	Sustrato 02 + <i>Polylepis incana</i> + orina (aplicados antes del repique, después del repique y durante la permanencia de los plantones en el vivero).
P1,T1	Sustrato 02 + <i>Polylepis incana</i> + riego con agua superficial.
P2,T1	
P3,T1	

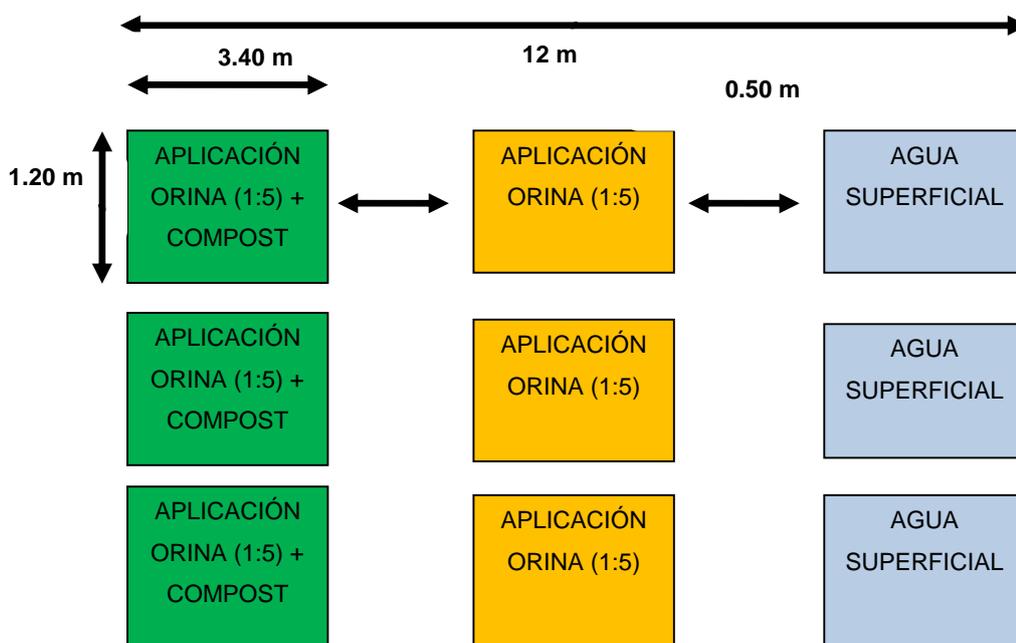


Figura 11: Características de las parcelas



Figura 12: Características de los sustratos 01 y 02

Características del campo experimental:

- a. Número de platabandas experimentales: 3, subdivididas en 3 parcelas o bloques cada uno, haciendo un total de 9 parcelas experimentales.
- b. Número de plántones por parcela experimental: 102
- c. Número de plántones con tratamiento (Aplicación de orina): 306
- d. Número de plántones con tratamiento (Aplicación de orina + compost): 306
- e. Número de plántones regadas con agua: 306
- f. Total, de plántones: 918
- g. Forma de ordenamiento de los plántones en la platabanda: cuadrada
- h. Ancho parcela: 1.20 m.
- i. Largo parcela: 3.40 m.
- j. Espaciamiento entre parcelas: 0.50 m.
- k. Distancia entre plántones: 20 cm

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Características de los productos del baño ecológico

4.1.1. Composición de nutrientes en la orina

Se han considerado los datos del resultado del análisis en laboratorio. De acuerdo con la investigación, se realizó 02 análisis de orina, el primero en el mes de enero y el segundo en junio. (Los resultados originales se encuentran en el Anexo).

Tabla 07: Composición de nutrientes de la orina

Tiempo	Código	Muestra	pH	Nt. %	P (ppm)	K (ppm)	C.E. (dS/m.)
Enero	M-01	Orina	8.56	1.14	49	73	87.26
Junio	M-02	Orina	7.78	1.05	42	66	42.38

La muestra de orina recolectada y analizada en el mes de enero. En el cuadro se puede apreciar las características de la orina. La muestra tiene una reacción alcalina (pH: 8.56), rica en nitrógeno, rica en fósforo y pobre en potasio, en cuanto a la salinidad es muy salino. La muestra de orina recolectada y analizada en el mes de junio. En el cuadro se puede apreciar las características de la orina. La muestra tiene una reacción ligeramente alcalina (pH: 7.78), rica en nitrógeno, rica en fósforo y pobre en potasio, en cuanto a la salinidad es salino.

4.1.2. Composición de nutrientes en el compost

Los datos que se presentan a continuación son de la muestra del compost analizada en laboratorio obtenido en el invernadero. (Los resultados originales se encuentran en el Anexo).

Tabla 08: Composición de nutrientes en el compost

Tiempo	Código	Muestra	pH	%M.O	%N	P ppm	K ppm	C.E. dS/m.
Enero	M-01 Compost	Compost de heces	6.94	21.145	1.06	58	1254	0.632

La muestra del compost, producto de las heces recolectadas y tratadas en el invernadero, fue analizada después de los 03 meses, donde se obtuvo el compost. En la tabla se puede apreciar las características del compost obtenido de la mezcla de las heces y la ceniza.

La muestra se caracteriza por tener una reacción neutra (pH: 6.94), muy rica en materia orgánica (21.145%), en nitrógeno (1.06%), rico en fósforo (58 ppm) y en potasio (1254 ppm), no tiene problemas de salinidad.

4.2. Tiempo de compostaje de las heces

Las heces recolectadas en el baño ecológico, fueron trasladadas al invernadero para el proceso de compostaje. En donde se obtuvo el compost en un periodo de 03 meses, el cual se llevó al laboratorio de suelos de la FCA para su análisis y su uso final en la preparación del sustrato 01 para el tratamiento T3.

Para cubrir las heces del baño ecológico, se utilizó la ceniza como aditivo.

4.3. Características de los sustratos del vivero forestal

Los datos que se presentan a continuación son de las muestras tomadas y analizadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias. Se tomaron 02 muestras de sustrato. (Los resultados originales se encuentran en el Anexo).

Tabla 09: Concentración de variables del Sustrato M 01

Muestra	Textura (%)			Clase Textural	pH	C.E. dS/m.	%M.O	%N	P ppm	K ppm
	Arena	Limo	Arcilla							
Sustrato 01	50	38	12	Franco	6.74	0.456	4.786	0.239	20	94

La muestra del sustrato es de textura franca, se caracteriza por tener una reacción neutra (pH: 6.74), rica en materia orgánica y en nitrógeno, medianamente rico en fósforo y en potasio, y no tiene problemas de salinidad.

Tabla 10: Concentración de variables del Sustrato M 02

Muestra	Textura (%)			Clase Textural	pH	C.E. dS/m.	%M.O	%N	P ppm	K ppm
	Arena	Limo	Arcilla							
Sustrato 02	56	28	16	Franco arenoso	6.42	0.096	3.546	0.177	16	152

La muestra del sustrato es de textura franco arenosa, se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida (pH: 6.42), medianamente rica en materia orgánica y en nitrógeno, medianamente rico en fósforo y en potasio, y no tiene problemas de salinidad.

4.4. Características del desarrollo de los esquejes de quenuales y eficiencia de tratamientos

a) Porcentaje de esquejes enraizados, número de brotes, altura de la planta, desarrollo radicular a los 30 días

Los resultados que se presentan a continuación, corresponden al desarrollo de los esquejes de quenual a los 30 días.

Tabla 11: Porcentaje de esquejes enraizados a los 30 días (%)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	92.16	94.12	96.08	
2	93.14	94.12	97.06	
3	90.2	93.14	95.10	
Total	275.5	281.38	288.24	845
Media	91.833	93.793	96.08	93.9

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

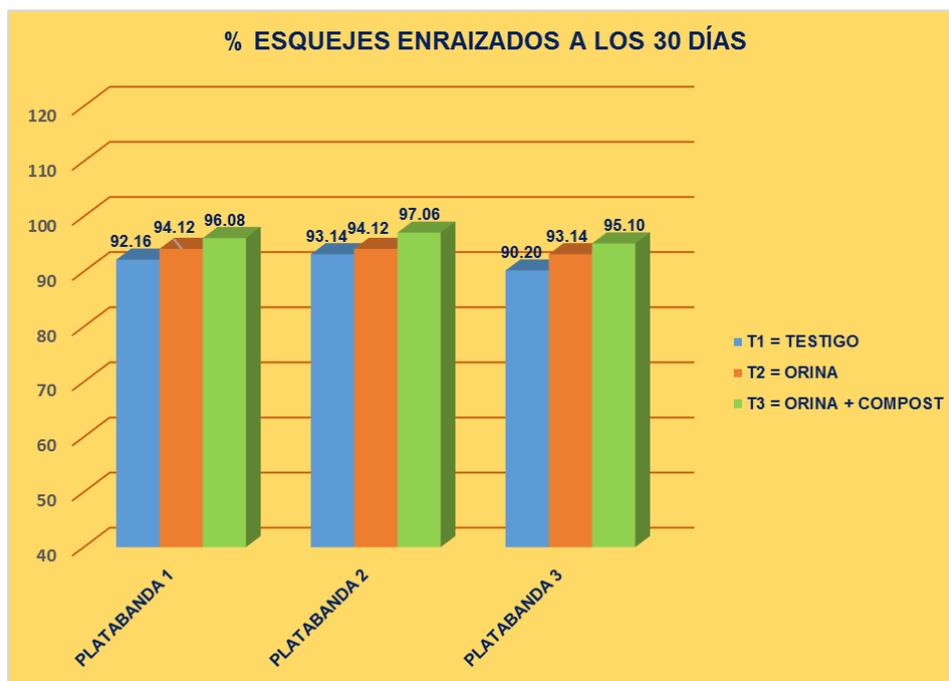


Figura 13: Porcentaje de esquejes enraizados a los 30 días (%)

Tabla 12: Análisis de Varianza (ANVA) de porcentaje de esquejes enraizados a los 30 días

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	5.98	2.99	.....
Trat.	2	27.10	13.55	50.80
Error Exp.	4	1.07	0.27	.....
Total	8	34.15	.....	.....
CV	0.55			

En la tabla se muestra que el análisis de varianza para porcentaje de esquejes enraizados de queneal en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 50.80$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , ya que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que el porcentaje de esquejes enraizados no son iguales, que al menos uno de los tratamientos produce efectos en el porcentaje de esquejes enraizados, afirmándose que el uso de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 0.55 %, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Número de brotes a los 30 días de los esquejes de quenuales**

Tabla 13: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 30 días

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	1	1	1	
2	0	1	1	
3	0	0	1	
Total	1	2	3	6
Media	0.33	0.67	1	0.7

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

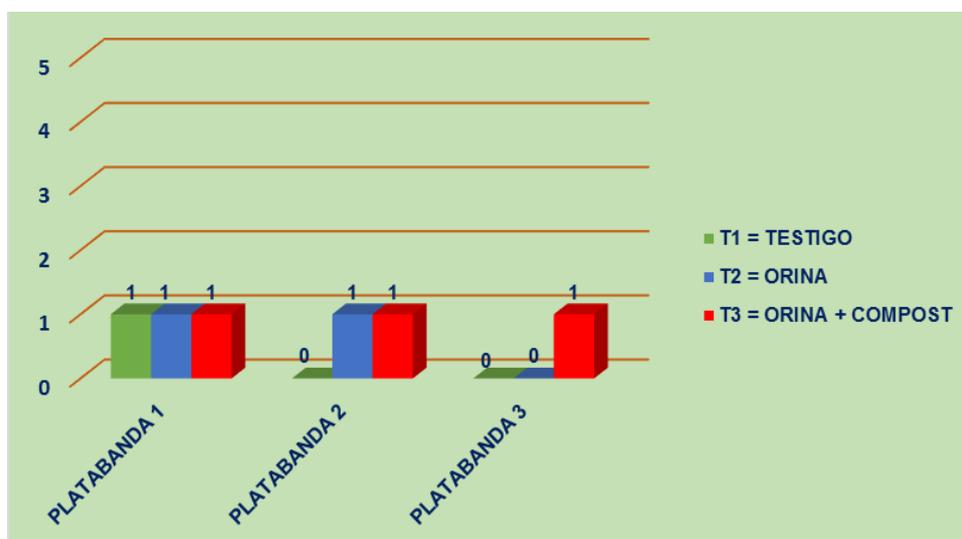


Figura 14: Número de brotes a los 30 días

Tabla 14: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 30 días de esquejes de quenuales

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.67	0.33	.....
Trat.	2	0.67	0.33	2.00
Error Exp.	4	0.67	0.17	.....
Total	8	2	.....	.....
CV	61.24			

En la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de esquejes de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 2.00$, resulta menor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se acepta la H_0 , y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística entre tratamientos. El C.V. es de 61.24 %, resulta demasiado alto.

- **Altura de la planta a los 30 días de los esquejes de quenuales**

Tabla 15: Altura de la planta a los 30 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	10.8	11.2	12.0	
2	10.7	12.0	12.2	
3	10.8	11.4	12.1	
Total	32.3	34.6	36.3	103
Media	10.77	11.53	12.10	11.5

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

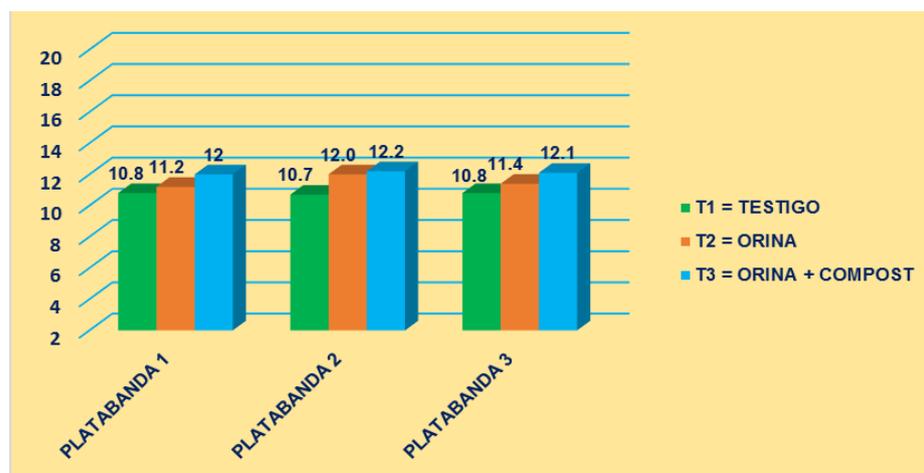


Figura 15: Altura de la planta (cm) a los 30 días.

Tabla 16: Análisis de Varianza (ANVA) de la altura de la planta a los 30 días de esquejes de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F_c
Bloques	2	0.14	0.07	.....
Trat.	2	2.69	1.34	23.03
Error Exp.	4	0.23	0.06	.....
Total	8	3.06	.....	.....
CV	2.11			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de la planta de esquejes de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 23.03$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , dado que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que la altura de las plantas no es igual en los tratamientos, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, afirmándose que el uso de los bioabonos es significativo. El C.V. es de 2.11 %, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Desarrollo radicular a los 30 días de los esquejes de quenuales**

Tabla 17: Desarrollo radicular a los 30 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	0.2	0.4	0.5	
2	0.3	0.4	0.6	
3	0.3	0.5	0.7	
Total	0.8	1.3	1.8	4
Media	0.27	0.43	0.60	0.4

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

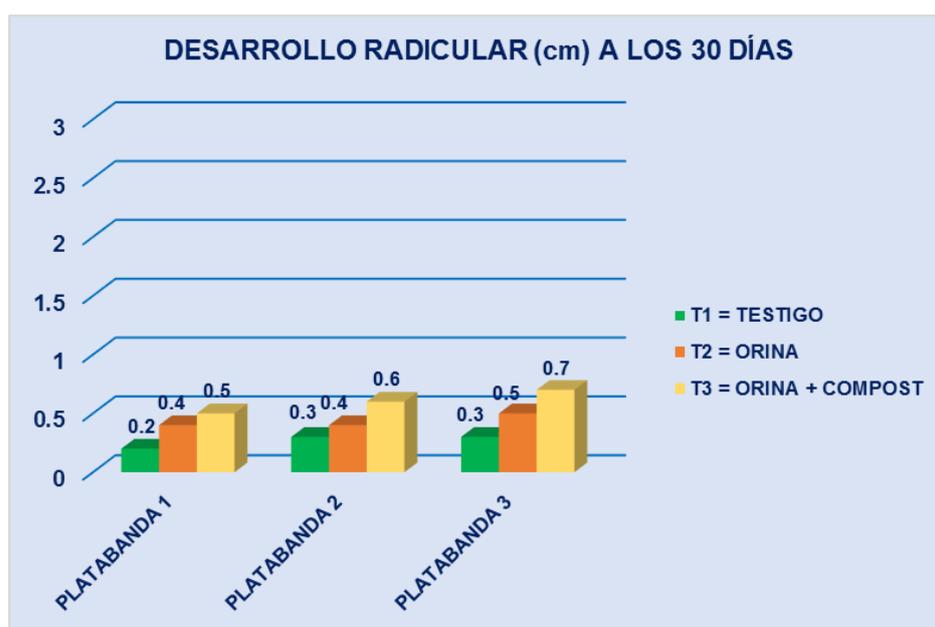


Figura 16: Desarrollo radicular (cm) a los 30 días

Tabla 18: Análisis de Varianza (ANVA) de desarrollo radicular a los 30 días de esquejes de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.03	0.015	.....
Trat.	2	0.17	0.085	50.00
Error Exp.	4	0.01	0.0025	.....
Total	8	0.20	.....	.....
CV	9.42			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el desarrollo radicular de los esquejes de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 50.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , ya que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos el desarrollo radicular de los plantones no es igual, que al menos en uno de los tratamientos el desarrollo radicular de los plantones es mayor, afirmándose que el uso de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 9.42%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

b) Número de brotes, altura de la planta a los 60 días

- **Número de brotes a los 60 días de los esquejes de quenuales**

Tabla 19: Número de brotes a los 60 días (unid)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	1	2	2	
2	1	1	2	
3	2	2	2	
Total	4	5	6	15
Media	1.33	1.67	2.00	1.7

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

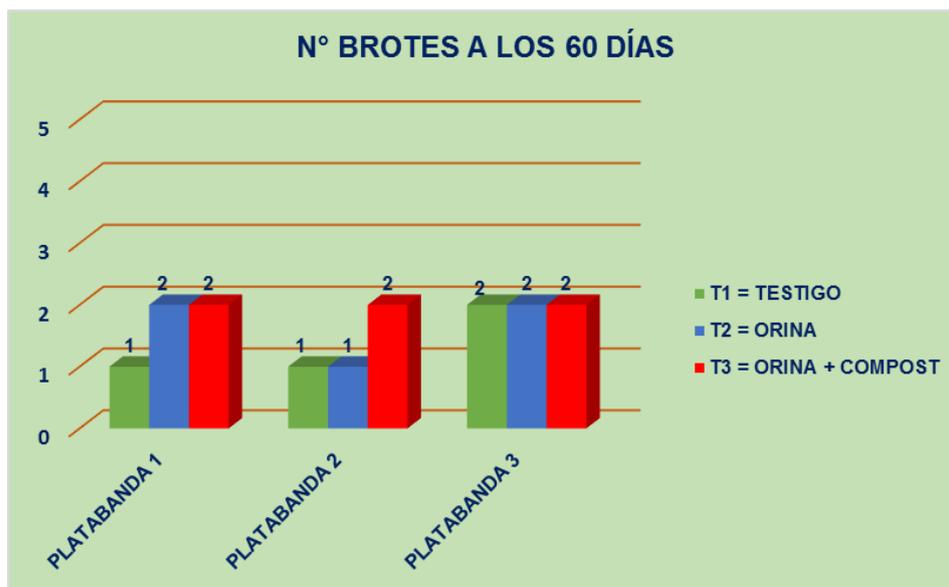


Figura 17: Número de brotes a los 60 días

Tabla 20: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 60 días de esquejes de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.67	0.33	.....
Trat.	2	0.67	0.33	2.00
Error Exp.	4	0.67	0.17	.....
Total	8	2	.....	.....
CV	24.49			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de esquejes de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 2.00$, resulta menor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se acepta la H_0 , y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que exista diferencias entre tratamientos, lo que significa que no existe diferencias entre los promedios de número de brotes por tratamiento.

El C.V. es de 24.49 %, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Altura de la planta a los 60 días de los esquejes de quenuales**

Tabla 21: Altura de la planta a los 60 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	12.0	13.0	14.2	
2	12.4	13.6	14.0	
3	12.7	13.5	13.9	
Total	37.1	40.1	42.1	119
Media	12.37	13.37	14.03	13.3

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

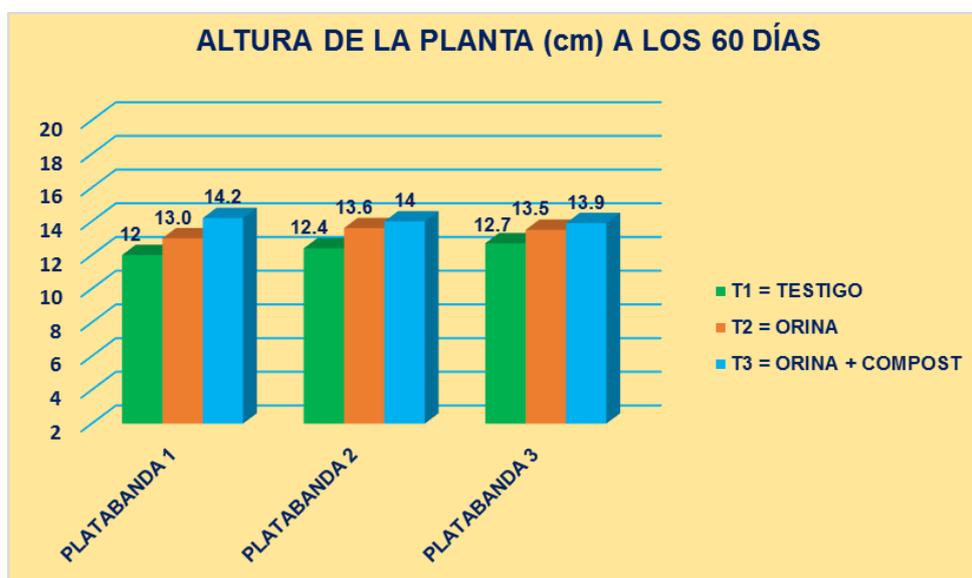


Figura 18: Altura de la planta (cm) a los 60 días

Tabla 22: Análisis de Varianza (ANVA) de altura de la planta a los 60 días de esquejes de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.16	0.08	.....
Trat.	2	4.22	2.11	25.00
Error Exp.	4	0.34	0.08	.....
Total	8	4.72	.....	.....
CV	2.19			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de la planta de esquejes de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 25.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , ya que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos la altura de la planta no es igual, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, afirmándose que el uso de los bioabonos es significativo. El C.V. es de 2.19%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

c) Número de brotes, altura de los plantones a los 90 días

- **Número de brotes a los 90 días de los plantones de quenuales**

Tabla 23: Número de brotes a los 90 días (unidad)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	2	3	3	
2	2	3	3	
3	2	2	3	
Total	6	8	9	23
Media	2.00	2.67	3.00	2.6

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

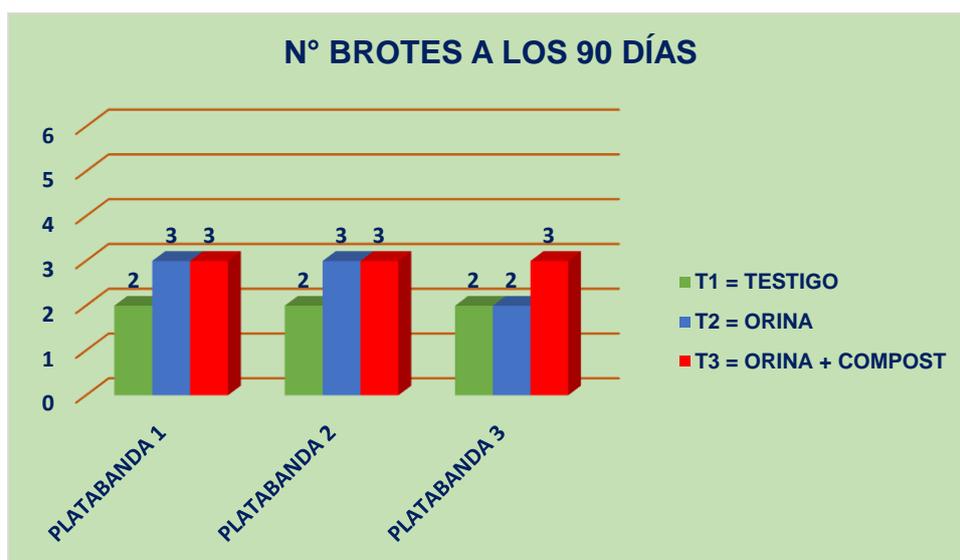


Figura 19: Número de brotes a los 90 días

Tabla 24: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 90 días de los plantones de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.22	0.11	.....
Trat.	2	1.56	0.78	7.00
Error Exp.	4	0.44	0.11	.....
Total	8	2.22	.....	.....
CV	13.04			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de esquejes de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 7.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se acepta la H_0 , y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar las diferencias entre tratamientos, lo que significa que existen diferencias entre los promedios de número de brotes por tratamiento, afirmándose que el uso de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 13.04%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Altura de los plantones de quenual a los 90 días**

Tabla 25: Altura de los plantones a los 90 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	14.0	16.2	17.0	
2	14.3	16.5	17.2	
3	14.4	16.8	17.4	
Total	42.7	49.5	51.6	144
Media	14.23	16.50	17.20	16.0

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

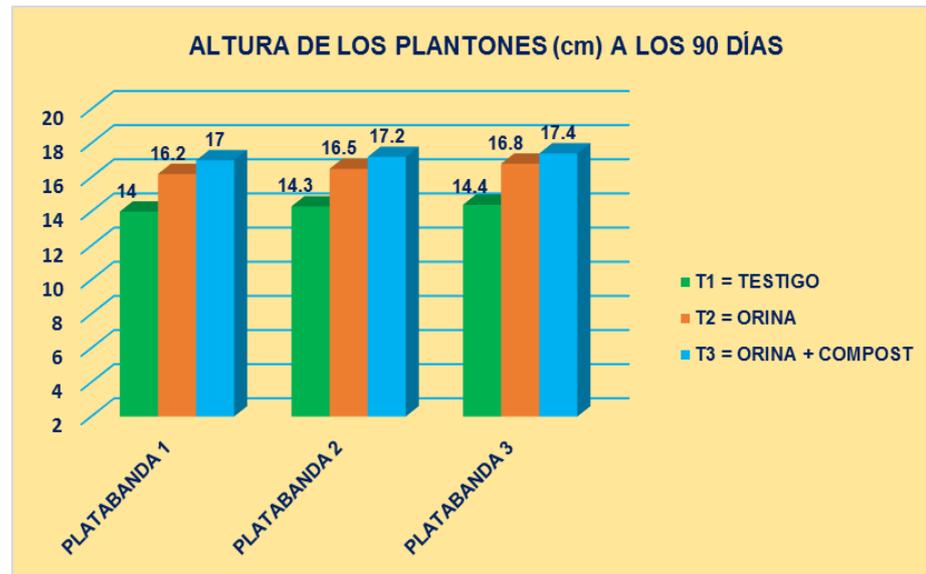


Figura 20: Altura de los plantones (cm) a los 90 días

Tabla 26: Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plantones de quenual a los 90 días

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.33	0.16	.....
Trat.	2	14.43	7.21	1623.25
Error Exp.	4	0.02	0.005	.....
Total	8	14.78	.....	.....
CV	0.42			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de la planta de esquejes de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 1623.25$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , dado que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos la altura de la planta no es igual, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, es decir, que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 0.42%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

d) **Número de brotes, altura de los plántones a los 120 días**

- **Número de brotes a los 120 días de los plántones de quenuales**

Tabla 27: Número de brotes a los 120 días (unidad)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	3	4	4	
2	3	3	4	
3	3	4	4	
Total	9	11	12	32
Media	3.00	3.67	4.00	3.6

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

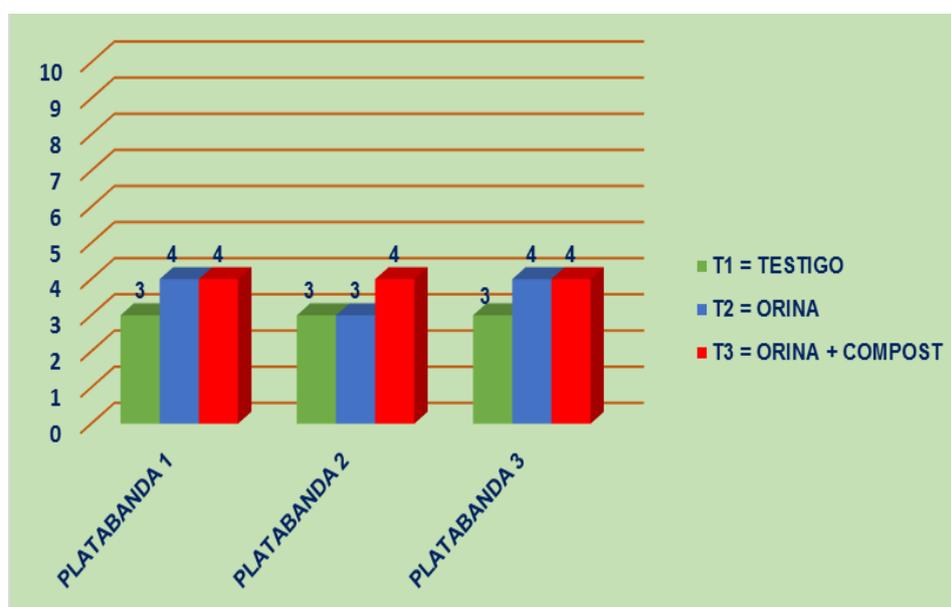


Figura 21: Número de Brotes a los 120 días

Tabla 28: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 120 días de los plántones de quenuales

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.22	0.11	.....
Trat.	2	1.56	0.78	7.00
Error Exp.	4	0.44	0.11	.....
Total	8	2.22	.....	.....
CV	9.37			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de plantas de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 7.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar las diferencias entre tratamientos, lo que significa que existen diferencias entre los promedios de número de brotes por tratamiento, afirmándose que el uso de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 9.37%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Altura de los plántones de quenual a los 120 días**

Tabla 29: Altura de los plántones a los 120 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	16.6	18.0	19.5	
2	16.4	18.4	19.0	
3	16.8	18.3	19.2	
Total	49.8	54.7	57.7	162
Media	16.60	18.23	19.23	18.0

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

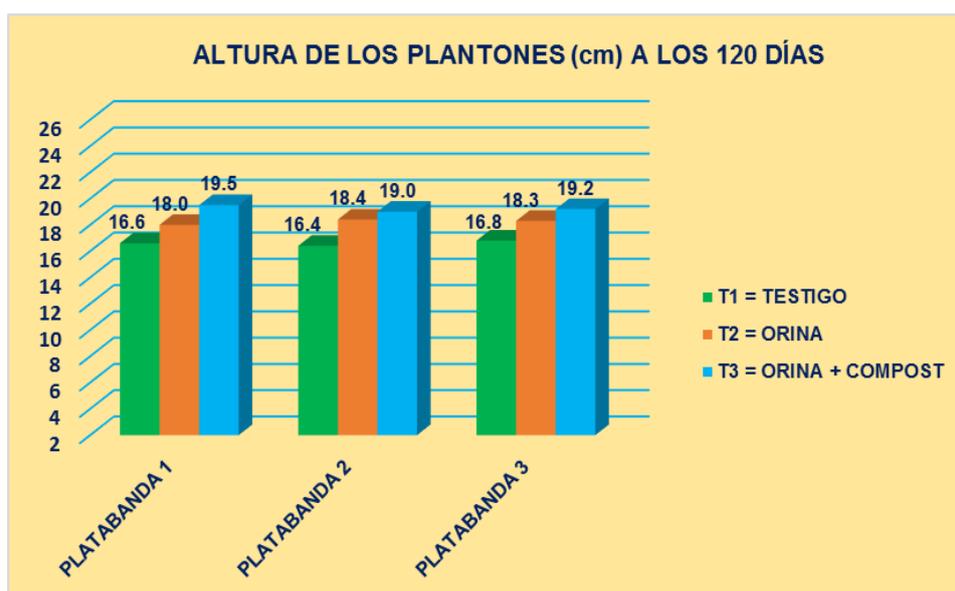


Figura 22: Altura de los plántones (cm) a los 120 días

Tabla 30: Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plántones de quenual a los 120 días

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.04	0.02	.....
Trat.	2	10.60	5.30	84.44
Error Exp.	4	0.25	0.06	.....
Total	8	10.90	.....	.....
CV	1.39			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de los plántones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 84.44$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , ya que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos la altura de los plántones no es igual, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 1.39%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

e) Número de brotes, altura de los plántones y desarrollo radicular a los 150 días

- **Número de brotes a los 150 días de los plántones de quenuales**

Tabla 31: Número de brotes a los 150 días (unid)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	4	5	6	
2	3	4	6	
3	4	5	6	
Total	11	14	18	43
Media	3.67	4.67	6.00	4.8

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

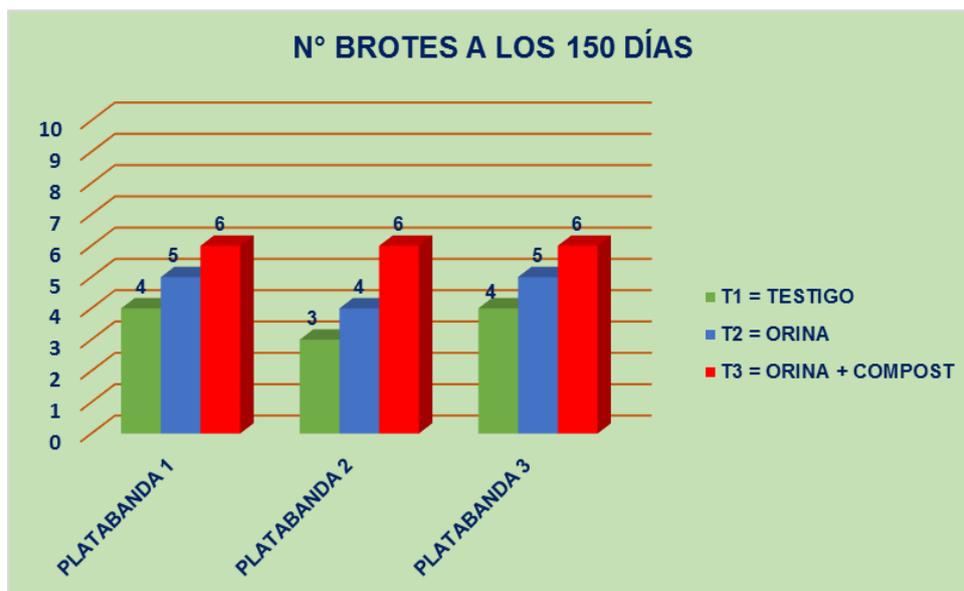


Figura 23: Número de brotes a los 150 días

Tabla 32: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 150 días de los plantones de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.89	0.44	.....
Trat.	2	8.22	4.11	37.00
Error Exp.	4	0.44	0.11	.....
Total	8	9.56	.....	.....
CV	6.98			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de plantas de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 37.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se acepta la H_0 , y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar las diferencias entre tratamientos, lo que significa que existen diferencias entre los promedios de número de brotes por tratamiento, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 6.98%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Altura de los plántones de quenual a los 150 días**

Tabla 33: Altura de los plántones a los 150 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	18.2	22.2	23.6	
2	18.1	22.0	22.3	
3	18.4	22.3	24.5	
Total	54.7	66.5	70.4	192
Media	18.23	22.17	23.47	21.3

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

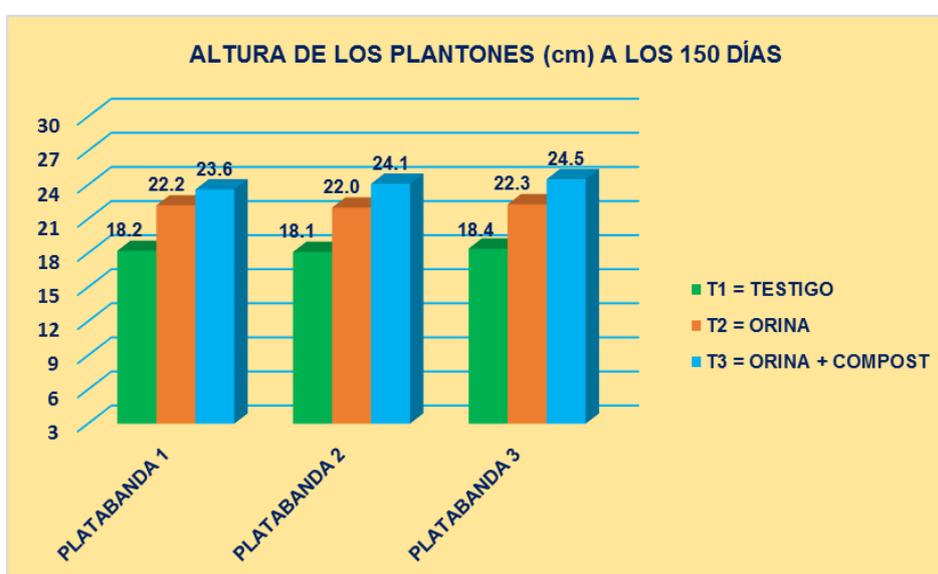


Figura 24: Altura de los plántones (cm) a los 150 días

Tabla 34: Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plántones de quenual a los 150 días

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	1.32	0.66	.....
Trat.	2	44.55	22.27	72.77
Error Exp.	4	1.22	0.31	.....
Total	8	47.09	.....	.....
CV	2.60			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de los plántones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 72.77$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , dado que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos la altura de los plántones no es igual, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo. El C.V. es de 2.60%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Desarrollo radicular a los 150 días de los plántones de quenuales**

Tabla 35: Desarrollo radicular a los 150 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	9.4	11.6	13.5	
2	10.0	12.0	15.0	
3	9.8	13.0	14.8	
Total	29.2	36.6	43.3	109
Media	9.73	12.20	14.43	12.1

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

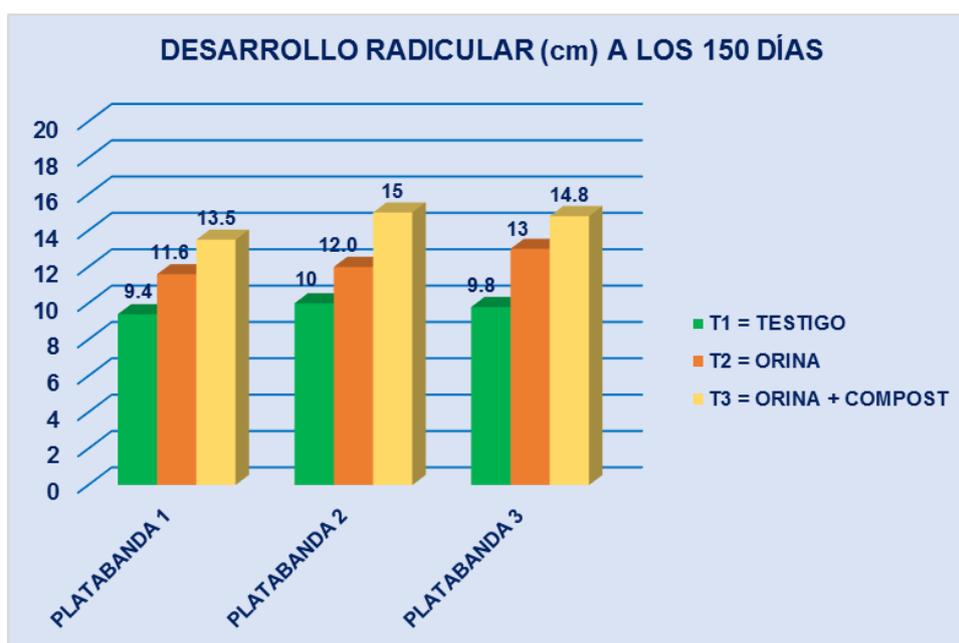


Figura 25: Desarrollo radicular (cm) a los 150 días

Tabla 36: Análisis de Varianza (ANVA) de desarrollo radicular a los 150 días de los plantones de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	1.80	0.90	.....
Trat.	2	33.16	16.58	88.30
Error Exp.	4	0.75	0.19	.....
Total	8	35.72	.....	.....
CV	3.57			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el desarrollo radicular de los plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 88.30$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , ya que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos el desarrollo radicular de los plantones es desigual, que al menos en uno de los tratamientos el desarrollo es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 3.57%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

f) Número de brotes, altura de los plantones a los 180 días

- **Número de brotes a los 180 días de los plantones de quenuales**

Tabla 37: Número de brotes a los 180 días (unid)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	5	6	7	
2	4	6	7	
3	5	6	7	
Total	14	18	21	53
Media	4.67	6.00	7.00	5.9

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

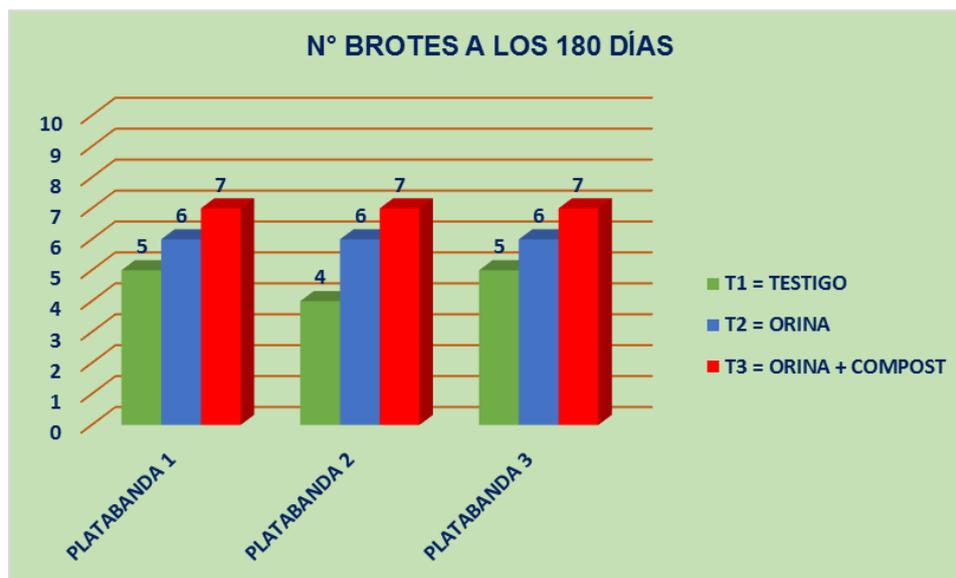


Figura 26: Número de brotes a los 180 días

Tabla 38: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 180 días de los plantones de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.22	0.11	.....
Trat.	2	8.22	4.11	37.00
Error Exp.	4	0.44	0.11	.....
Total	8	8.89	.....	.....
CV	5.66			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 37.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se acepta la H_0 , y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que hay diferencias entre tratamientos, lo que significa que existe diferencias entre los promedios de número de brotes por tratamiento, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 5.66%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Altura de los plántones de quenual a los 180 días**

Tabla 39: Altura de los plántones a los 180 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	21.0	26.2	28.1	
2	21.2	27.0	29.3	
3	21.1	26.3	28.0	
Total	63.3	79.5	85.4	228
Media	21.10	26.50	28.47	25.4

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

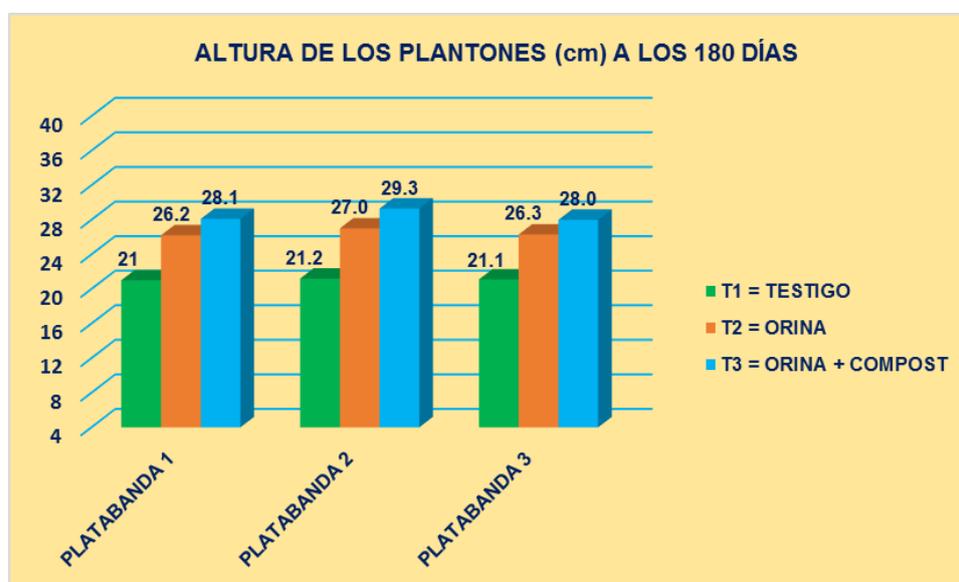


Figura 27: Altura de los plántones (cm) a los 180 días

Tabla 40: Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plántones de quenual a los 180 días

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	1.03	0.51	.....
Trat.	2	87.30	43.65	417.90
Error Exp.	4	0.42	0.10	.....
Total	8	88.74	.....	.....
CV	1.27			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de los plántones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 417.90$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , dado que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos la altura de los plántones no es igual, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo. El C.V. es de 1.27%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

g) Número de brotes, altura de los plántones a los 210 días

- **Número de brotes a los 210 días de los plántones de quenuales**

Tabla 41: Número de brotes a los 210 días (unidad)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	6	7	10	
2	6	8	9	
3	6	8	9	
Total	18	23	28	69
Media	6.00	7.67	9.33	7.7

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

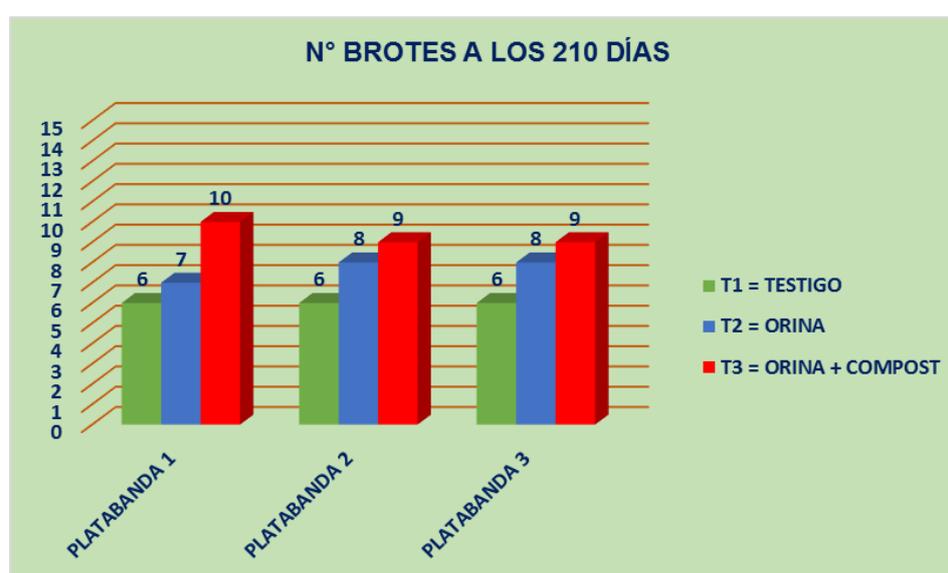


Figura 28: Número de brotes a los 210 días

Tabla 42: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 210 días de plantones de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.00	0.00	.....
Trat.	2	16.67	8.33	25.00
Error Exp.	4	1.33	0.33	.....
Total	8	18.00	.....	.....
CV	7.53			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de los plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 25.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que hay diferencias entre tratamientos, lo que significa que existe diferencias entre los promedios de número de brotes por tratamiento, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 7.53%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Altura de los plantones de quenual a los 210 días**

Tabla 43: Altura de los plantones a los 210 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	26.0	32.6	36.6	
2	25.6	33.0	38.0	
3	26.2	33.4	35.8	
Total	77.8	99	110.4	287
Media	25.93	33.00	36.80	31.9

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

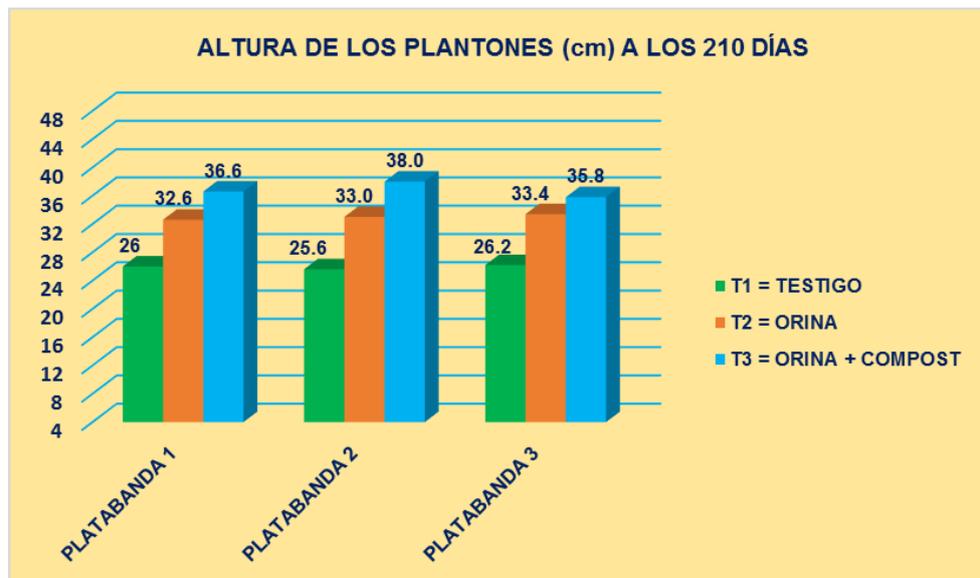


Figura 29: Altura de los plantones (cm) a los 210 días

Tabla 44: Análisis de Varianza (ANVA) de altura de plantones de quenual a los 210 días

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.38	0.19	.....
Trat.	2	182.46	91.23	140.12
Error Exp.	4	2.60	0.65	.....
Total	8	185.45	.....	.....
CV	2.53			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de los plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 140.12$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6$; por lo cual se rechaza la H_0 , y existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos la altura de los plantones no es igual, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 2.53%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

h) Número de brotes, altura de los plantones a los 240 días

- Número de brotes a los 240 días de los plantones de quenuales

Tabla 45: Número de brotes a los 240 días (unid)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	7	9	11	
2	7	9	10	
3	7	9	12	
Total	21	27	33	81
Media	7.00	9.00	11.00	9.0

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

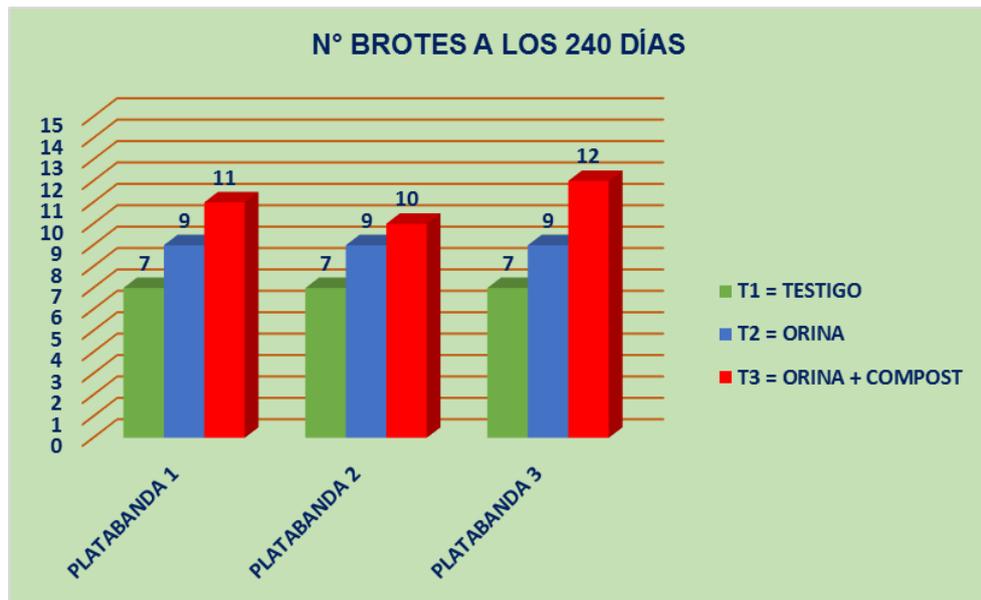


Figura 30: Número de brotes a los 240 días

Tabla 46: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 240 días de los plantones de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.67	0.33	.....
Trat.	2	24.00	12.00	36.00
Error Exp.	4	1.33	0.33	.....
Total	8	26.00	.....	.....
CV	6.42			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de los plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 36.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que existe diferencias entre tratamientos, lo que significa que hay diferencias entre los promedios de número de brotes por tratamiento, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo. El C.V. es de 6.42%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Altura de los plantones de quenual a los 240 días**

Tabla 47: Altura de los plantones a los 240 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	32.0	43.2	50.2	
2	33.8	44.0	49.6	
3	32.6	44.1	50.0	
Total	98.4	131.3	149.8	380
Media	32.80	43.77	49.93	42.2

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

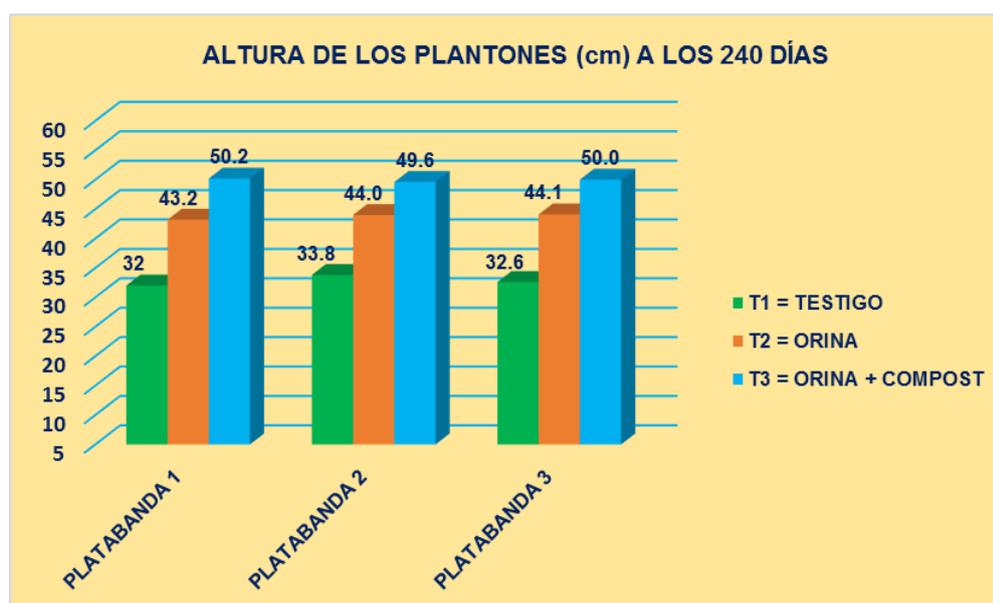


Figura 31: Altura de los plantones (cm) a los 240 días

Tabla 48: Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plántones de quenual a los 240 días

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.69	0.34	.....
Trat.	2	451.85	225.92	542.22
Error Exp.	4	1.67	0.42	.....
Total	8	454.20	.....	.....
CV	1.53			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de los plántones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 542.22$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , pues existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos la altura de los plántones no es igual, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 1.53%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

i) Número de brotes, altura de los plántones, desarrollo radicular, vigorosidad, peso húmedo y seco a los 270 días

- **Número de brotes a los 270 días de los plántones de quenuales**

Tabla 49: Número de brotes a los 270 días (unidad)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	8	10	12	
2	8	10	11	
3	8	10	13	
Total	24	30	36	90
Media	8.00	10.00	12.00	10.0

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

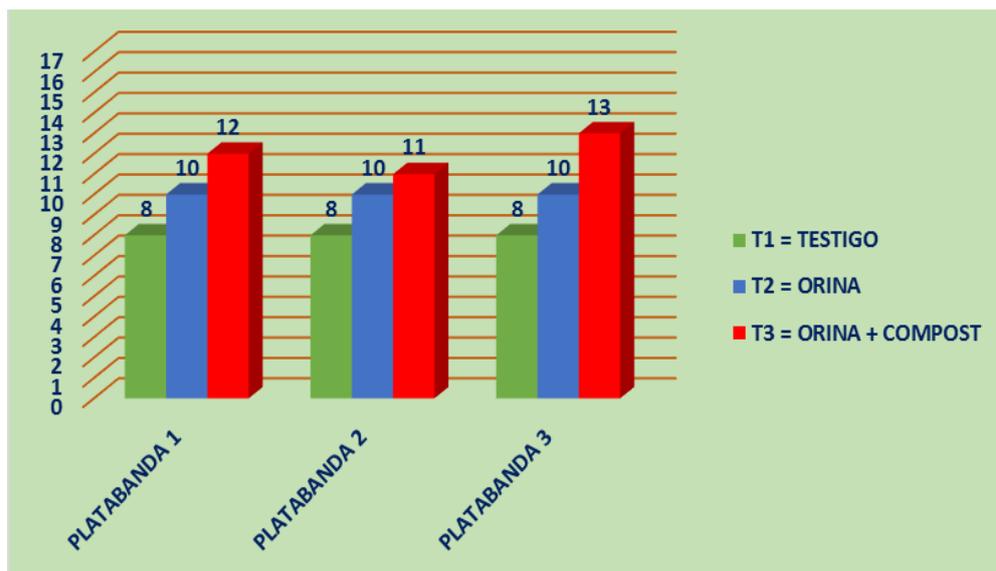


Figura 32: Número de brotes a los 270 días

Tabla 50: Análisis de Varianza (ANVA) de número de brotes a los 270 días de los plantones de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.67	0.33	.....
Trat.	2	24.00	12.00	36.00
Error Exp.	4	1.33	0.33	.....
Total	8	26.00	.....	.....
CV	5.77			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el número de brotes de los plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 36.00$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que existe diferencias entre tratamientos, lo que significa que hay diferencias entre los promedios de número de brotes por tratamiento, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 5.77%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Altura de los plántones de quenual a los 270 días**

Tabla 51: Altura de los plántones a los 270 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	38.2	49.0	58.3	
2	39.0	49.6	60.0	
3	41.4	52.7	59.4	
Total	118.6	151.3	177.7	448
Media	39.53	50.43	59.23	49.7

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

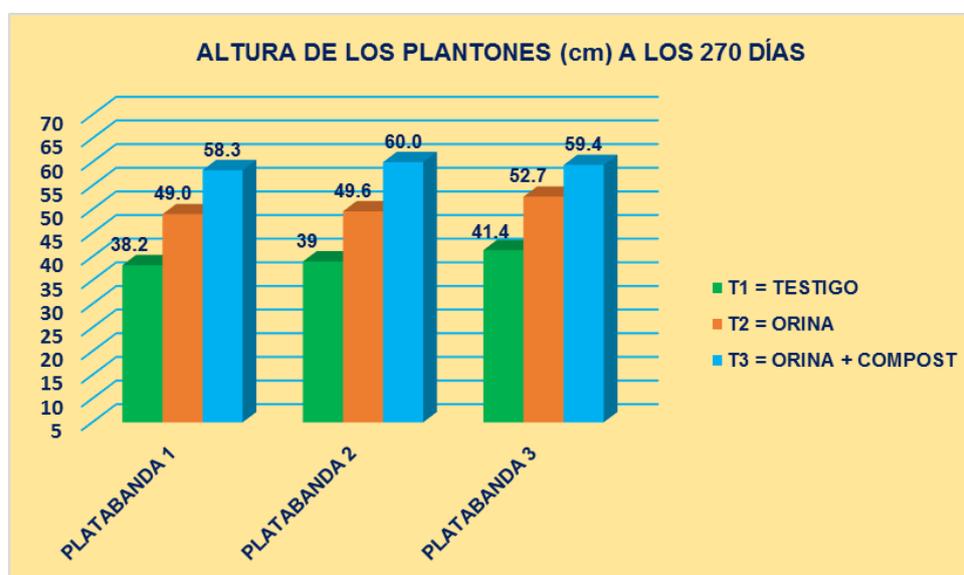


Figura 33: Altura de los plántones (cm) a los 270 días

Tabla 52: Análisis de Varianza (ANVA) de altura de los plántones de quenual a los 270 días

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	10.85	5.42	.....
Trat.	2	584.34	292.17	286.91
Error Exp.	4	4.07	1.02	.....
Total	8	599.26	.....	.....
CV	2.03			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para la altura de los plántones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 286.91$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , dado que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos la altura de los plántones no es igual, que al menos en uno de los tratamientos la altura es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo. El C.V. es de 2.03 %, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Desarrollo radicular a los 270 días de los plántones de quenual**

Tabla 53: Desarrollo radicular a los 270 días (cm)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	15.2	22.0	25.8	
2	14.0	21.9	26.4	
3	14.6	22.4	26.0	
Total	43.8	66.3	78.2	188
Media	14.60	22.10	26.07	20.9

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

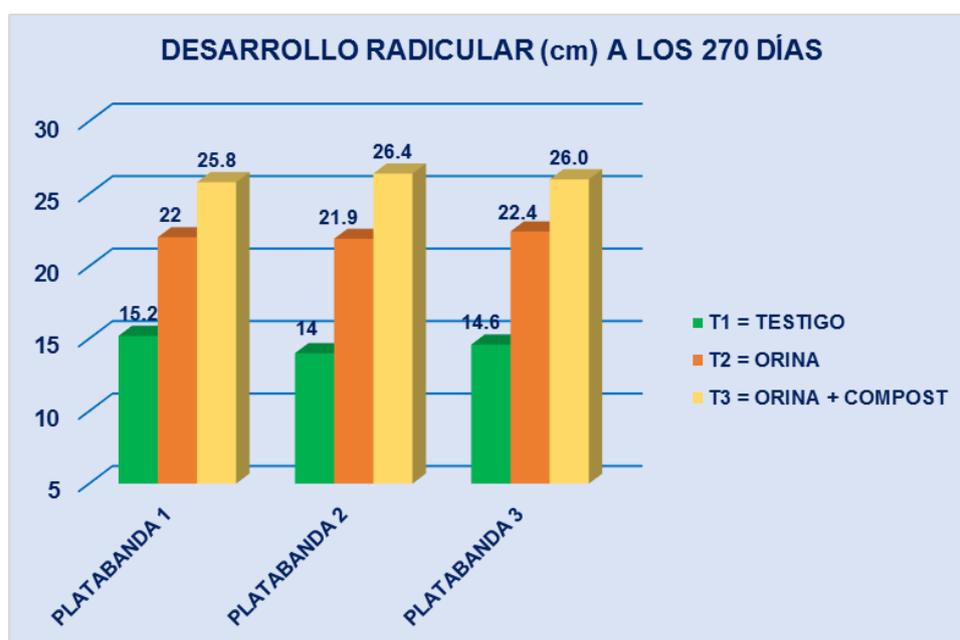


Figura 34: Desarrollo radicular (cm) a los 270 días

Tabla 54: Análisis de Varianza (ANVA) de desarrollo radicular a los 270 días de los plantones de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	0.11	0.05	.....
Trat.	2	203.47	101.73	433.94
Error Exp.	4	0.94	0.23	.....
Total	8	204.52	.....	.....
CV	2.31			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el desarrollo radicular de los plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 433.94$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$, por lo cual se rechaza la H_0 , y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos el desarrollo radicular de la planta es diferente, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo. El C.V. es de 2.31 %, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Vigorosidad de la planta a los 270 días**

Según los resultados, en la producción de plantones de quenual con la utilización de los bioabonos (heces y orina) con la dilución de orina utilizada (1/5) en las parcelas sobre la vigorosidad de los plantones, y según lo observado y evaluado en campo, los plantones con mayor vigorosidad son en el T3. Lo que indica que entre los tratamientos existe diferencias, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

- **Peso húmedo y seco a los 270 días de los plantones de quenuales**

Tabla 55: Peso húmedo a los 270 días (gr)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	124.37	168.20	216.37	
2	116.87	165.33	226.80	
3	123.83	175.80	233.67	
Total	365.07	509.33	676.84	1551
Media	121.69	169.78	225.61	172.4

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.



Figura 35: Peso húmedo de las plantas (gr) a los 270 días

Tabla 56: Análisis de Varianza (ANVA) de peso húmedo a los 270 días de esquejes de quenual

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	131.54	65.77	.....
Trat.	2	16230.12	8115.06	285.37
Error Exp.	4	113.75	28.44	.....
Total	8	16475.41	.....	.....
CV	3.09			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el peso húmedo de los plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 285.37$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , dado que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos el peso húmedo de los plantones es desigual, que al menos en uno de los tratamientos el peso es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo.

El C.V. es de 3.09%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados.

- **Peso seco a los 270 días de los plántones de quenuales**

Tabla 57: Peso seco a los 270 días (gr)

PLATABANDAS	TRATAMIENTOS			Total
	T1	T2	T3	
1	37.24	50.72	73.36	
2	35.86	51.01	78.29	
3	37.54	52.78	80.86	
Total	110.64	154.51	232.51	498
Media	36.88	51.50	77.50	55.3

Dónde: T1 = Testigo; T2 = Aplicación de orina; T3 = Aplicación de orina y compost.

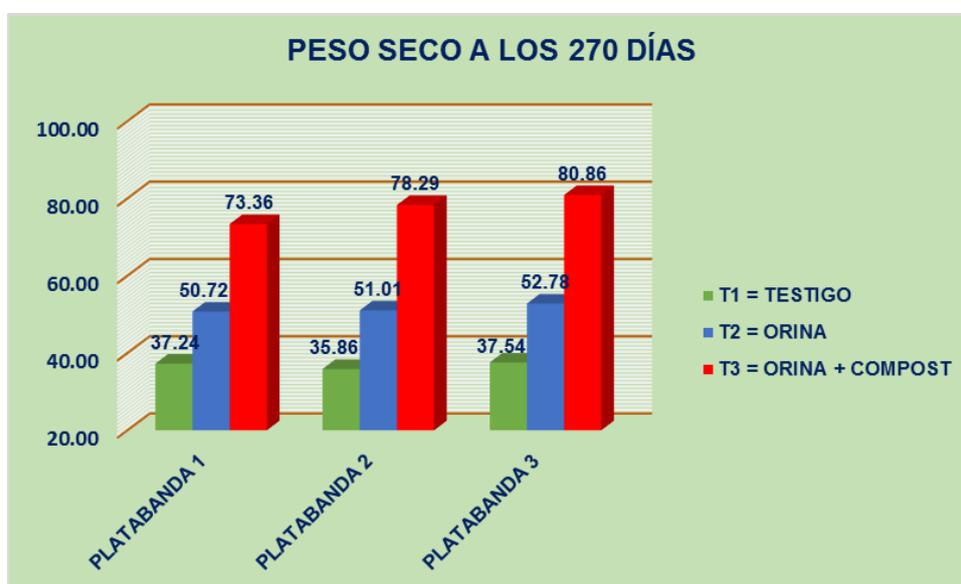


Figura 36: Peso seco de las plantas (gr) a los 270 días

Tabla 58: Análisis de Varianza (ANVA) de peso seco a los 270 días de plántones de quenuales

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Bloques	2	16.47	8.23	.....
Trat.	2	2540.10	1270.05	304.60
Error Exp.	4	16.68	4.17	.....
Total	8	2573.24	.....	.....
CV	3.69			

Según los resultados, en la tabla se muestra que el análisis de varianza para el peso seco de los plantones de quenual en los tratamientos, según el estadístico de prueba $F_c = 304.60$, resulta mayor que el valor de la tabla $F_{tab.0.05} = 6.94$; por lo cual se rechaza la H_0 , pues existe suficiente evidencia estadística para aceptar que en los tratamientos el peso seco de los plantones no es igual, que al menos en uno de los tratamientos el peso es mayor, afirmándose que el efecto de los bioabonos es significativo. El C.V. es de 3.09%, que para condiciones de campo es aceptable y es el fundamento de confiabilidad de los resultados

j) Análisis estadístico de comparación de medias según la prueba Tukey

- Porcentaje de esquejes enraizados

Tabla 59: Datos calculados de porcentaje de enraizamiento (%)

Promedio	Desv. Estándar	Tratamiento	Símbolo
91.8	1.5	riego con agua	b
93.8	0.6	Orina	ab
96.1	1.0	Orina+ Compost	a

Los resultados son promedios de 3 repeticiones \pm desviación estándar. Medias con una letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0.05$). El análisis estadístico mediante la prueba Tukey, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), evidencia que hay diferencias estadísticamente significativas entre el T1 (riego con agua superficial) y el tratamiento combinado orina + compost. Por tanto, hay un mayor porcentaje de enraizamiento de esquejes de quenuales al aplicar el compost como sustrato suplementado con orina.

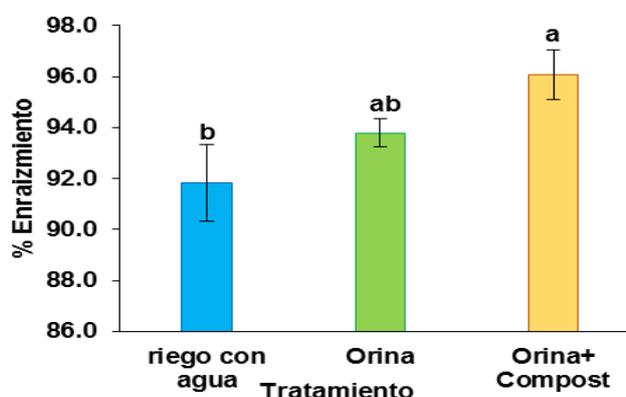


Figura 37: % enraizamiento de los esquejes

- **Número de brotes de los plantones de quenuales**

Tabla 60: Datos calculados de número de brotes (unid)

Promedio	Desv. Estándar	Tratamiento	Días	Símbolo	
0.3	0.6	Riego con agua	30	A	n
0.7	0.6	Orina	30	A	n
1.0	0.0	Orina+ Compost	30	AB	mn
1.3	0.6	Riego con agua	60	ABC	lmn
1.7	0.6	Orina	60	ABC	lmn
2.0	0.0	Orina+ Compost	60	ABCD	klmn
2.0	0.0	Riego con agua	90	ABCD	klmn
2.7	0.6	Orina	90	BCDE	jklm
3.0	0.0	Orina+ Compost	90	CDEF	ijkl
3.0	0.0	Riego con agua	120	CDEF	ijkl
3.7	0.6	Orina	120	DEF	ijk
4.0	0.0	Orina+ Compost	120	EFG	hij
3.7	0.6	Riego con agua	150	DEF	ijk
4.7	0.6	Orina	150	FGH	ghi
6.0	0.0	Orina+ Compost	150	HIJ	efg
4.7	0.6	Riego con agua	180	FGH	ghi
5.7	0.6	Orina	180	GHI	fgh
6.7	0.6	Orina+ Compost	180	IJ	ef
5.7	0.6	Riego con agua	210	GHI	fgh
7.7	0.6	Orina	210	JK	ed
9.3	0.6	Orina+ Compost	210	KLM	bcd
6.7	0.6	Riego con agua	240	IJ	ef
8.7	0.6	Orina	240	KL	cd
11.0	1.0	Orina+ Compost	240	MN	ab
7.7	0.6	Riego con agua	270	JK	ed
9.7	0.6	Orina	270	LM	bc
12.0	1.0	Orina+ Compost	270	N	a

Los resultados son promedios de 3 repeticiones \pm desviación estándar. Medias con una letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0.05$). El análisis estadístico ANOVA mediante la prueba Tukey, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), evidencia que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Por tanto, hay un mayor número de brotes en los esquejes de quenuales al aplicar el compost como sustrato suplementado con orina.

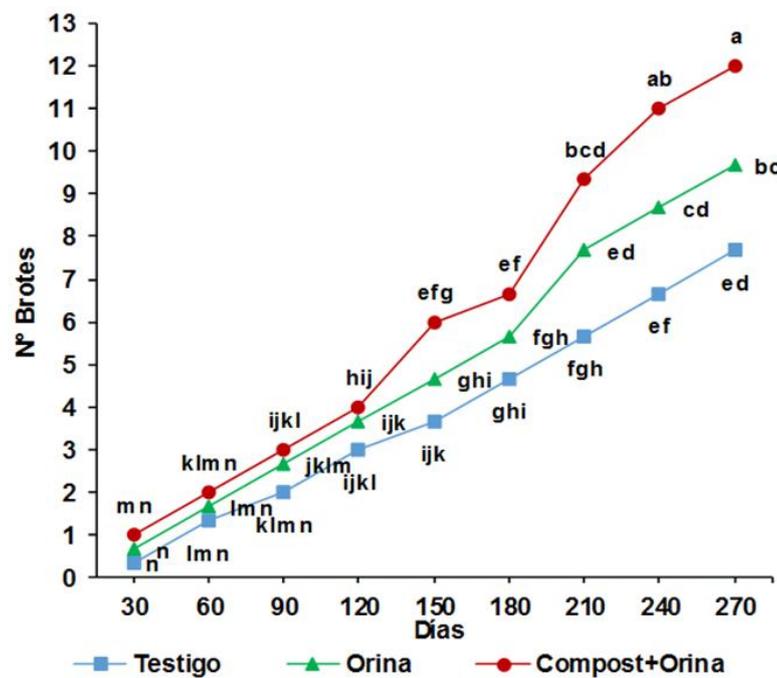


Figura 38: Número de brotes de los plantones

- **Altura de los plantones de quenuales**

Los resultados son promedios de 3 repeticiones \pm desviación estándar. Medias con una letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0.05$). El análisis estadístico ANOVA mediante la Prueba Tukey, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), evidencia que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Por tanto, los quenuales alcanzan una mayor altura al aplicar el compost como sustrato suplementado con orina.

Tabla 61: Datos calculados de la altura de los plantones (cm)

Promedio	Desv. Estándar	Tratamiento	Días	Símbolo			
10.8	0.1	Riego con agua	30	a	p	a	p
11.5	0.4	Orina	30	ab	op	b	o
12.1	0.1	Orina+ Compost	30	abc	nop	c	n
12.4	0.4	Riego con agua	60	abc	nop	d	m
13.4	0.3	Orina	60	bc	no	e	l
14.0	0.2	Orina+ Compost	60	c	n	f	k
14.2	0.2	Riego con agua	90	c	n	g	j
16.5	0.3	Orina	90	d	m	h	i
17.2	0.2	Orina+ Compost	90	de	lm	i	h
16.6	0.2	Riego con agua	120	d	m	j	g
18.2	0.2	Orina	120	de	lm	k	f
19.2	0.3	Orina+ Compost	120	ef	kl	l	e
18.2	0.2	Riego con agua	150	de	lm	m	d
22.2	0.2	Orina	150	gh	ij	n	c
23.5	1.1	Orina+ Compost	150	h	ij	o	b
21.1	0.1	Riego con agua	180	fg	jk	p	a
26.5	0.4	Orina	180	ij	gh		
28.5	0.7	Orina+ Compost	180	j	g		
25.9	0.3	Riego con agua	210	i	h		
33.0	0.4	Orina	210	k	f		
36.8	1.1	Orina+ Compost	210	l	e		
32.8	0.9	Riego con agua	240	k	f		
43.8	0.5	Orina	240	n	c		
49.9	0.3	Orina+ Compost	240	o	b		
39.5	1.7	Riego con agua	270	m	d		
50.4	2.0	Orina	270	o	b		
59.2	0.9	Orina+ Compost	270	p	a		

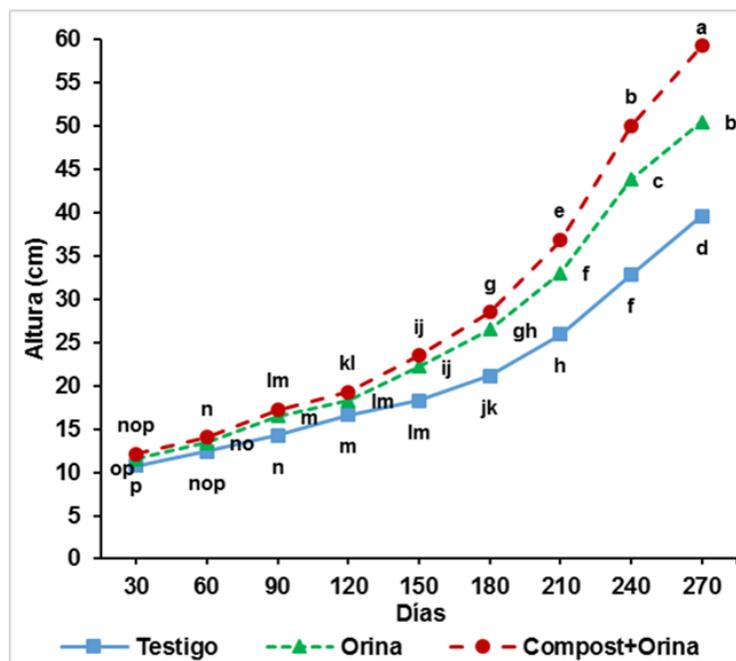


Figura 39: Altura de los plantones de queneal

- **Desarrollo radicular de los plantones de queneales**

Tabla 62: Datos calculados del desarrollo radicular de los plantones (cm)

Promedio	Desv. Estándar	Tratamiento	Días	Símbolo
0.3	0.1	Testigo	30	d
0.4	0.1	Orina	30	d
0.6	0.1	Orina+ Compost	30	d
9.7	0.3	Testigo	150	c
12.2	0.7	Orina	150	bc
14.4	0.8	Orina+ Compost	150	b
15.0	0.9	Testigo	270	b
22.1	0.3	Orina	270	a
26.1	0.3	Orina+ Compost	270	a

Los resultados son promedios de 3 repeticiones \pm desviación estándar. Medias con una letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0.05$). El análisis estadístico ANOVA mediante la Prueba Tukey, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), evidencia que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento con orina y compost-orina, pero estos sí presentan diferentes significativas comparados con el tratamiento solo con agua a 270 días de evaluación.

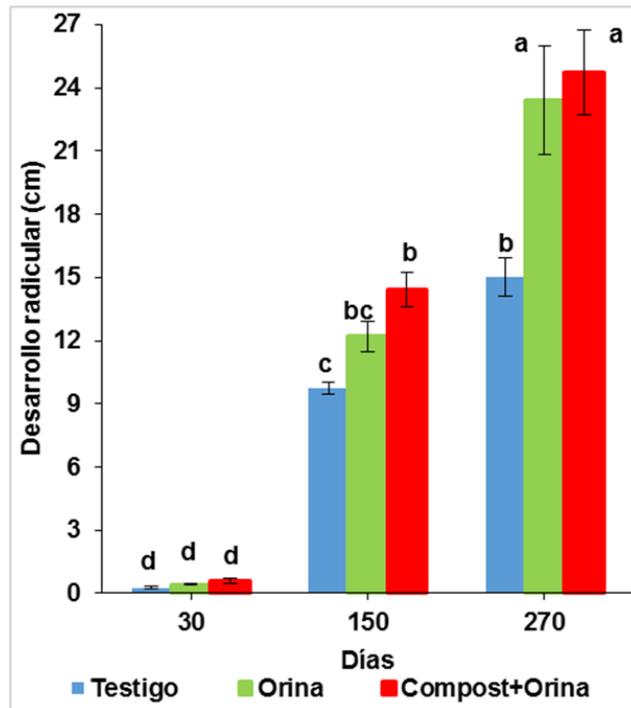


Figura 40: Desarrollo radicular de los plantones de quenual

- **Peso húmedo de los plantones de quenuales**

Tabla 63: Datos calculados del peso húmedo de los plantones (gr)

Promedio	Desv. Estándar	Tratamiento	Días	Símbolo
121.7	4.2	Riego con agua	270	c
169.8	5.4	Orina	270	b
225.6	8.7	Orina+ Compost	270	a

Los resultados son promedios de 3 repeticiones \pm desviación estándar. Medias con una letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0.05$). El análisis estadístico ANOVA mediante la Prueba Tukey, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), evidencia que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con agua, orina y compost-orina a 270 días de evaluación. Asimismo, el mayor peso húmedo lo presentan los quenuales a los que se les han aplicado compost-orina.

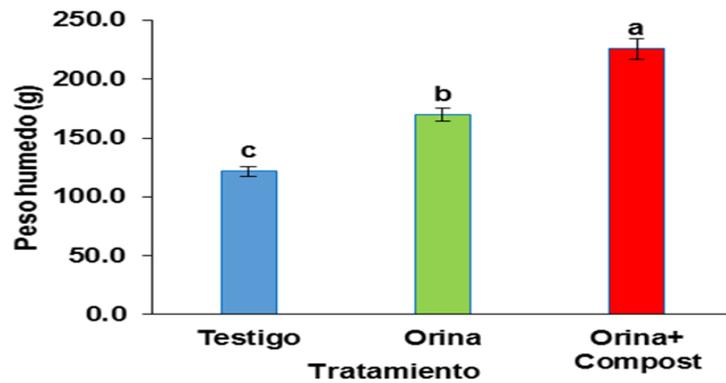


Figura 41: Peso húmedo de los plantones de queneal

- **Peso seco de los plantones de queneales**

Tabla 64: Datos calculados del peso seco de los plantones (gr)

Promedio	Desv. Estándar	Tratamiento	Días	Símbolo
36.9	0.9	Testigo	270	c
51.5	1.1	Orina	270	b
77.5	3.8	Orina+ Compost	270	a

Los resultados son promedios de 3 repeticiones \pm desviación estándar. Medias con una letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0.05$). El análisis estadístico ANOVA mediante la Prueba Tukey, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), evidencia que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con agua, orina y compost-orina a 270 días de evaluación. Asimismo, el mayor peso seco lo presentan los queneales a los que se les han aplicado compost-orina. Por tanto, la aplicación de compost-orina estimula una mayor biomasa en los queneales.

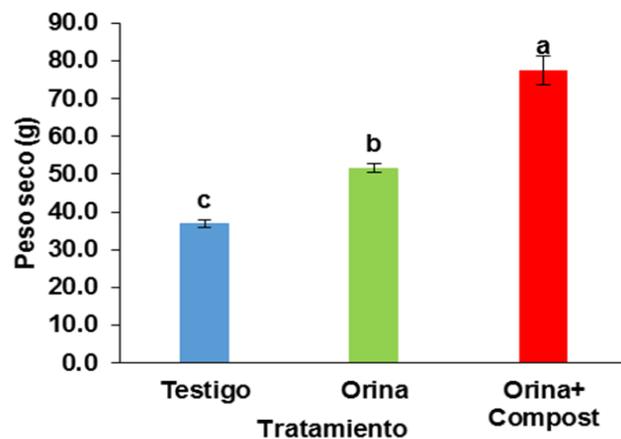


Figura 42: Peso seco de los plantones de queneal

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según la investigación, se realizó el análisis de la orina y el compost en el laboratorio de la FCA - UNASAM, donde los resultados nos muestran una reacción alcalina (pH: 8.56) y otra ligeramente alcalina (pH: 7.78), rica en nitrógeno, rica en fósforo y pobre en potasio; en cuanto a la salinidad, es muy salino, que demuestra que la orina tiene un alto contenido de nutrientes y es recomendable su uso como abono. Esto concuerda con lo que manifiesta Johansson, M. (2001), que la orina usada directamente o luego del almacenamiento es una alternativa de alta calidad y bajo costo a la aplicación de fertilizantes minerales ricos en N en la producción vegetal, que los nutrientes en la orina están en forma iónica y su disponibilidad para las plantas es comparable con la de los fertilizantes químicos, la orina se aprovecha mejor como fertilizante directo para cultivos con alta demanda de N y verduras de hojas. De igual manera, los resultados concuerdan con (Vinneras, 2004), que menciona que la orina contiene grandes cantidades de P y K.

En cuanto a la evaluación del compost obtenido, producto de las heces recolectadas, los resultados del análisis de laboratorio muestran que tiene una reacción neutra (pH: 6.94), muy rica en materia orgánica (21.145%), en nitrógeno (1.06%), rico en fósforo (58 ppm) y en potasio (1254 ppm), y que no tiene problemas de salinidad, lo que significa que es muy bueno, y mejora las características del sustrato e importante para el desarrollo de los plantones de quenual. Esto concuerda con lo que manifiesta (Rodhe, 2004), que el compost mejora la estructura del suelo, incrementa la capacidad de amortiguamiento, la capacidad de retención de humedad y que contribuye al desarrollo de la actividad microbiana. También concuerda con Stenstrom, T. (2004), que menciona mientras la cantidad total de nutrientes excretados con las heces es menor que con la orina, la concentración de nutrientes, y especialmente P y K es más alta en

las heces y, al ser usada como fertilizante, la materia fecal puede incrementar significativamente la producción de las plantas.

En cuanto a la evaluación del sustrato, se realizó el análisis en laboratorio, obteniéndose el sustrato 01 de textura franco, que se caracteriza por tener una reacción neutra (pH: 6.74), rica en materia orgánica y en nitrógeno, medianamente rico en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad, lo que demuestra que es un muy buen sustrato para el crecimiento de los plantones, y también tiene un sustrato 02 de textura franco arenoso, que se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida (pH: 6.42), medianamente rica en materia orgánica y en nitrógeno, medianamente rico en fósforo y en potasio, y no tiene problemas de salinidad. Así se encuentran diferencias entre los dos tipos de sustratos, y el uso del compost ha mejorado las características del sustrato 01, teniendo un sustrato 01 rica en nutrientes y materia orgánica a diferencia del sustrato 02.

Según la investigación, con el uso de los bioabonos del baño ecológico en la producción de plantones de quenual (*Polylepis incana*) en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina, se obtuvo resultados significativos en todas las variables evaluadas de los plantones de quenual durante la permanencia en el vivero forestal, donde se pudo ver un mayor crecimiento y desarrollo de los plantones de quenual. De esta manera, se demuestra la eficiencia de los bioabonos en la producción de plantones, y se logran mejores resultados en el T3 (Aplicación de la orina y el compost), con una dilución de orina de (1/5). Lo que significa que puede considerarse la utilización de estos bioabonos en la producción de plantones forestales debido a que presentan mejores resultados. Estos resultados concuerdan con la investigación realizada por Robles, C y Fernández, P. (2011), en la que se concluye que el rendimiento del cultivo de *Dactylis glomerata* (dactilo) y *Lolium perenne* (raygras inglés) fertilizado con orina diluida, es mejor en comparación con los cultivos regados solo con agua superficial. Cabe destacar que las parcelas de *Dactylis* regadas con orina lograron un mejor rendimiento con un promedio de 33 cm en comparación con la parcela que se regó con agua superficial, que alcanzó 5 cm en promedio. Asimismo, se logró mayor peso seco en comparación con la parcela regada con agua superficial, dándonos similares resultados en las características evaluadas, ya que el T2 fue superior al T1.

En otros estudios realizados, como el de Villavicencio, X. (2009), se menciona que el uso de la combinación de orina humana y lombricompost tuvo efectos positivos en el crecimiento y acumulación de materia orgánica en las plantas de maíz, lo cual

concuerta con mis resultados obtenidos en la evaluación de los plantones de quenual, ya que el T3 fue superior a los demás tratamientos.

También la investigación tiene concordancia con el estudio realizado por Vega, J. (2016), donde concluye que con el uso de excretas humanas procesadas provenientes de BES, afecta favorablemente la altura de planta, área foliar, biomasa fresca y seca en el cultivo de maíz, debido a que se encontró diferencia estadística. Asimismo, el uso de estos abonos mejoró las propiedades físicas del suelo, lo que demuestra que el uso de las excretas es muy bueno, dándonos similares resultados al T3 el cual fue superior a los demás tratamientos.

De igual manera, se tiene concordancia con lo que manifiestan Condori, D., Condori, P., Quispe, E. (2017), quienes mencionan que encontraron mejores resultados en cuanto a mayor porcentaje de emergencia, altura de la planta, mayor rendimiento en el cultivo de la papa con la aplicación de humus de lombriz más fertilizante líquido de orina, el cual es similar a los resultados obtenidos en el T3, que fue superior a los demás tratamientos.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Con la utilización de los bioabonos del baño ecológico en la producción de plantones de quenual (*Polylepis incana*) en el vivero forestal ubicado en la quebrada Cáchina, se obtuvo un mayor crecimiento y desarrollo de los plantones, mediante el cual se demuestra la eficiencia de los bioabonos en la producción de plantones de quenual, y se logra mejores resultados en el T3 (Aplicación de la orina + compost), con lo que se producen plantones de un promedio de hasta 60 cm de altura, con una dilución de orina de (1/5). Lo que significa que puede considerarse como una opción la utilización y el aprovechamiento de estos bioabonos en la producción de plantones forestales.
- Se determinó el contenido de nutrientes y otras características de la orina y el compost mediante el análisis en laboratorio, los cuales han sido utilizados en la investigación.
- La producción del compost duró un promedio de 03 meses en el invernadero, donde se realizó su respectivo análisis en laboratorio, y luego se utilizó en la preparación del sustrato 01 para la producción de plantones de quenual.
- Se determinó las características del sustrato 01, sustrato 02 mediante el análisis en laboratorio, encontrándose diferencias en las características de cada uno de ellos, siendo el sustrato 01 mejor que el sustrato 02.
- Se determinó las características de los plantones de quenual en los diferentes tratamientos (T1, T2, T3), evaluándose el % de sobrevivencia, número de brotes,

altura de la planta, desarrollo radicular, vigorosidad, peso húmedo y seco de los plantones. Se encontró diferencias entre los plantones por tratamiento.

- Al evaluar la eficiencia de cada uno de los tratamientos en la producción de plantones de quenual en base a las variables de estudio, se determinó que la producción de plantones es mejor en el tratamiento 03 (utilización del compost + orina), el cual presenta mejores efectos a diferencia de los otros tratamientos. Es decir, se encontró plantones con mayor crecimiento y desarrollo.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda en realizar más estudios que sean de respaldo a esta investigación con la utilización de estos bioabonos en otras especies.
- Se recomienda sensibilizar y capacitar a las autoridades locales, líderes comunales, familias para la implementación de proyectos similares a esta investigación en otros lugares

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo, F. & Bulnes M., (2005). Lo que sabemos de la orina como fertilizante. Proyecto TepozEco de Saneamiento Ecológico Urbano/ Sarar Transformación, SC. México. <http://www.sarar-t.org/portal/index.php>.

Berger, E.Y. 1960. Intestinal absorption and excretion. In: Comar C. L. and Bronner F. (eds). Mineral Metabolism, pp 249-286. Academic Press, New York.

Bitter, G. (1911). Revisión der Gattung Polylepis. Bot. Jahrb. Syst.

Brown, A.D. (2003). Feed or Feedback: Agriculture, Population Dynamics and the State the Planet, International Books Utrecht, The Netherlands.

Care Perú y PAS. Lecciones aprendidas del proyecto piloto de agua y saneamiento rural PROPILAS en Cajamarca, Perú. Lima, Perú, 2002, pp. 69.

Eklind Y. y Kirchman (2000) y Jonsson (2003), Ecosanres, lineamientos para la producción de cultivos, Estocolmo Suecia.

FAO-HOLANDA (1984). Manual de reforestación.

FH King (1911), Los agricultores de cuarenta siglos“, Reciclaje de estiércol en China, Corea y Japón.

Guyton, A.C. (1992). Human physiology and mechanisms of disease. W. B. Saunders Co, Philadelphia, USA.

Johansson, M. Stintzing, R. (2001) y Rodhe, L. (2004) Urine separation – closing the nutrient cycle. Stockholm Water Company. Stockholm, Sweden. Available.

Jönsson H., Stintzing A., Vinnerås B., Salomon E. 2004. Lineamientos para el uso de la orina y heces en la producción de cultivos. Serie de publicaciones de Ecosan. Stockholm Environment Institute. Reporte 2004 – 2.

Killian, Z. (2004), Planificación y Control de la Producción Pública, Lito Formas.

Koneman E. (1911), Diagnóstico Microbiológico. Panamericana 3ra. Edición, pag. 9, Buenos Aires.

León, D. (2006). "propagación de dos especies de yagual (*Polylepis incana* y *Polylepis racemosa*) utilizando dos enraizadores orgánicos y dos enraizadores químicos en el vivero forestal del Crea en el cantón y provincia del cañar." Tesis de ingeniero agrónomo, Riobamba-Ecuador, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

María, P. (2008), Producción Forestal, tercera edición, pág. 40, México.

Novo M. (1999), Los desafíos ambientales, reflexiones y propuestas para un futuro sostenible, Editorial Universitat, S.A. 1ª edición, España.

Ocaña, D. (1993), Desarrollo Forestal Campesino en la Región Andina del Perú.

Oliveira. L.P. (1986), Resultados técnicos e económicos da aplicacao de biofertilizante bobina nas culturas de Feijao, arroz e trigo. Circular técnica.

Richert, A., Gensch, R., Jonsson, H., Stenstrom, T., Dagerskog, L. (2011). Guia practica de uso de orina en la producción Agrícola. SEI. 54 p.

Robles, C y Fernández, P. (2011), tesis "Caracterización de los productos del baño ecológico prototipo de saneamiento sostenible en la Planta Concentradora de Minerales Mesapata de la UNASAM".

Rodríguez M y Córdova A. (2008), Manual de compostaje municipal, tratamiento de residuos sólidos urbanos, México.

Schönning, C. y Stenstrom, T. (2004). Lineamientos para el Uso Seguro de la Orina y de las Heces en Sistemas de Saneamiento Ecológico. Serie de publicaciones de EcoSanRes, Suecia.

Serrano, Z. (2008), construcción de invernaderos, tercera edición, ediciones mundi, pág. 45, 46, México.

Simpson, B. (1986). «Speciation and specialization of Polylepis in the Andes». F. Vullemier & M. Monasterios (eds.). High altitude tropical biogeography. Oxford: American Museum of Natural History, Oxford University Press.

Vega, J. (2016) tesis "Uso de excretas humanas procesadas sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento del maíz híbrido en invernadero".

Villavicencio, X. 2009. Sistematización de la Experiencia en Captación, Tratamiento y Aplicación de Orina Humana, como Fertilizante en Plantas de Maíz. San José. www.acepesa.org.

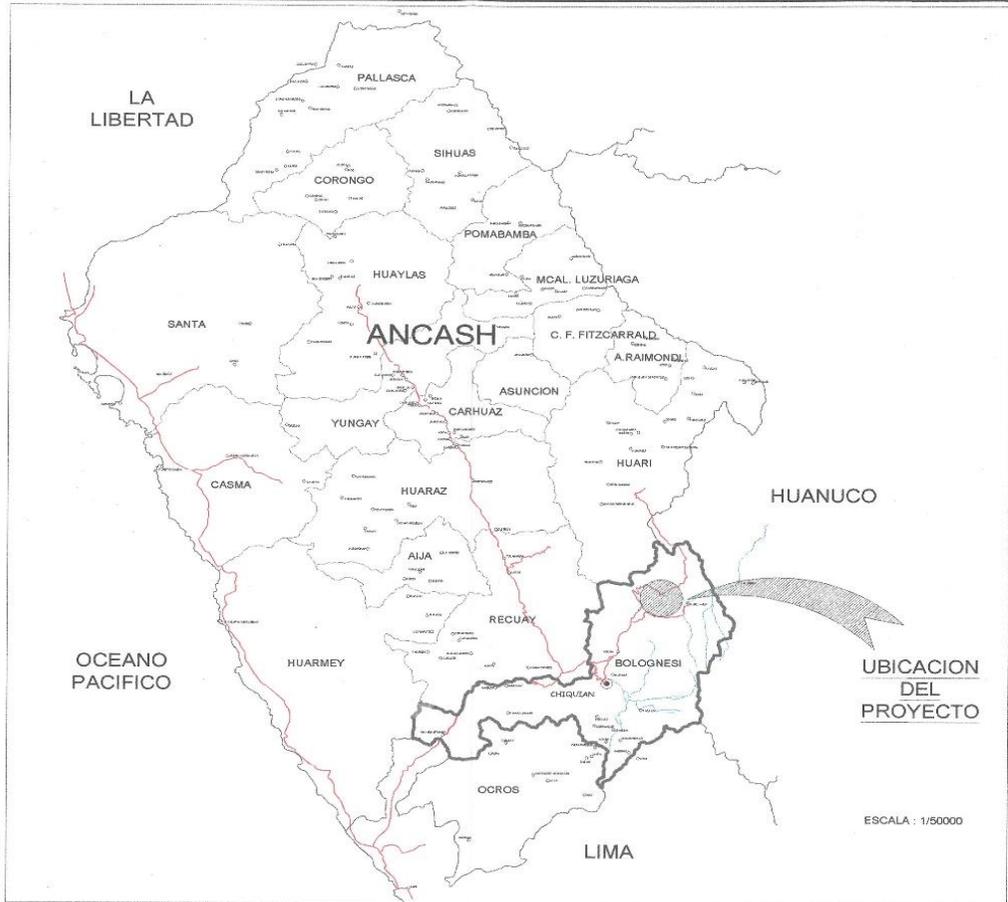
Vigo, N. (2005). Los baños ecológicos: Una alternativa viable para disminuir la contaminación. Boletín Caritas del Perú.

Zorrilla, A. Santiago, C. (2007), Introducción a la metodología de la investigación. 1ra edición, México.

ANEXOS

ANEXO 1

PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

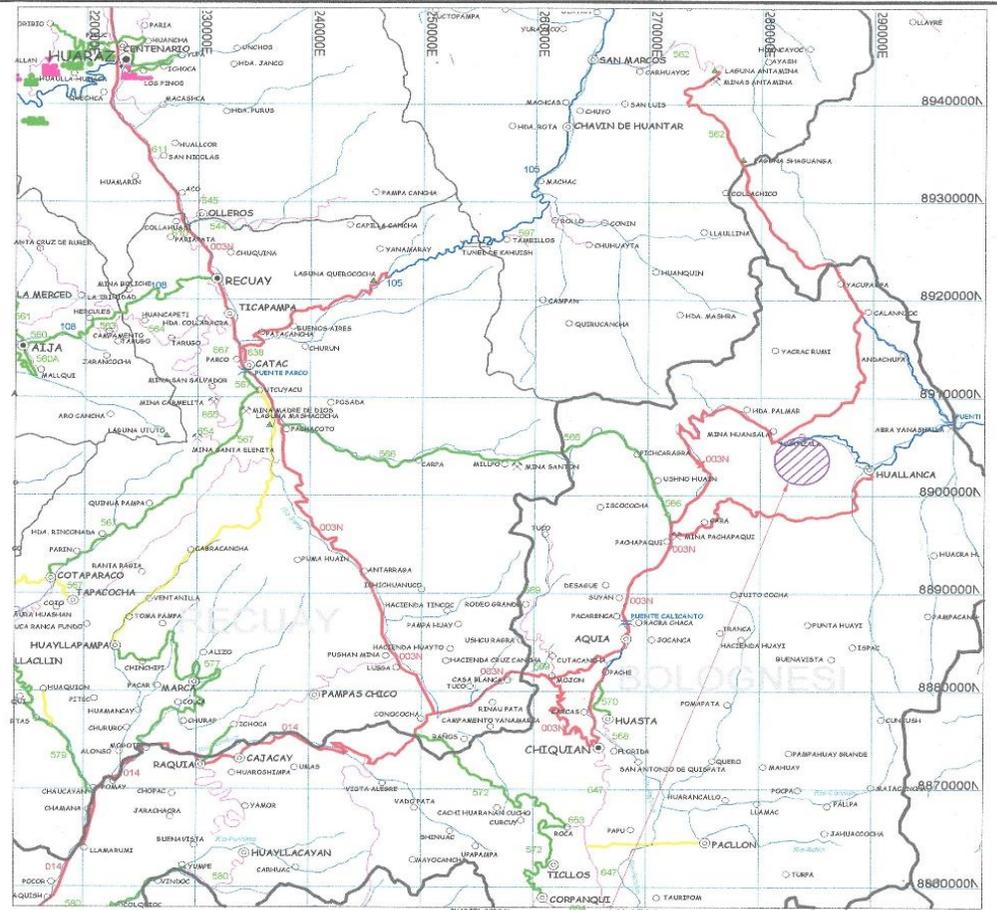


ESCALA : 1/50000

UBICACION EN EL DEPARTAMENTO



UBICACION EN EL PERU



UBICACION DEL PROYECTO

ESCALA : 1/500000

UBICACION EN LA PROVINCIA

LEYENDA

Ruta Nacional	Código 001N
Departamental	100
Vecinal	800

Signos Convencionales
Superficie de Rodadura

Asfaltado	Trocha Carrozable
Afirmado	En Proyecto
Sin Afirmar	

Capital Departamental	Caleta
Capital Provincial	Embarcadero
Capital Distrital	Puerto Fluvial
Pueblo	Muelle
Puerto	Acc. Geográficos
Puntón	Abra
Túnel	Mina
Baitén	Planta Eléctrica
Aeropuerto	Otros
Aeródromo	Planta
Limite Departamental	Puerto
Limite Distrital	Río

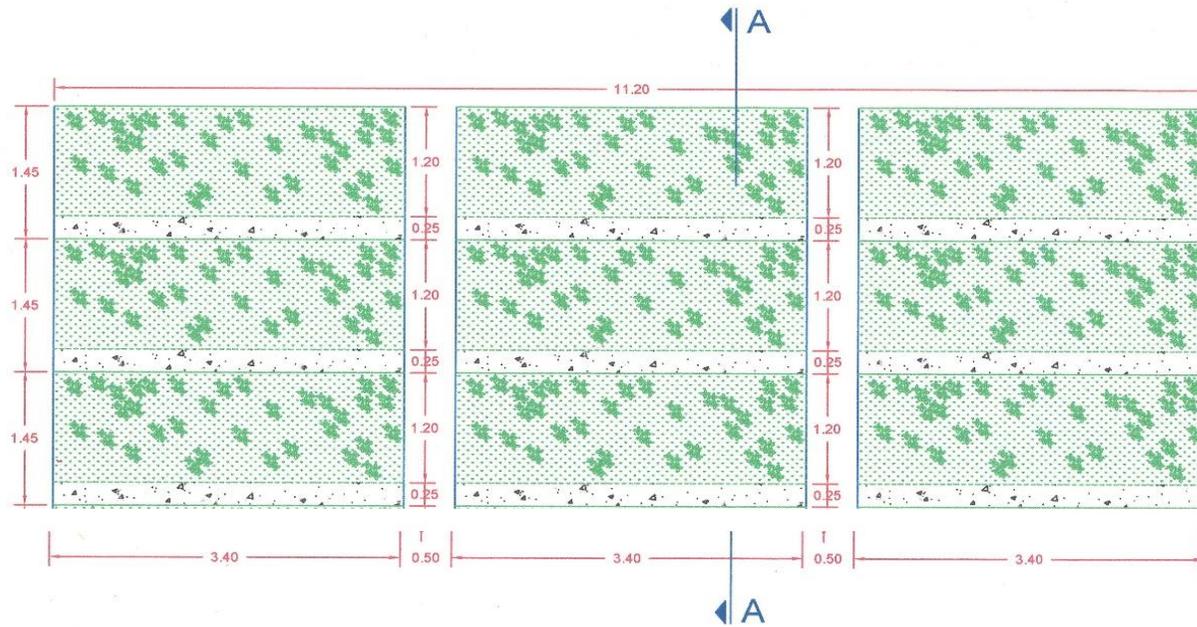
UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
INGENIERIA AMBIENTAL**

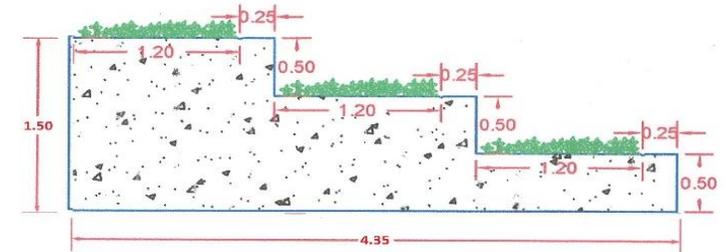
TESIS: "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL BIODIBONOS DEL BAÑO ECOLOGICO EN LA PRODUCCION DE PLANTONES DE QUENUAJ (Polytylephingiana) EN EL VIVERO FORESTAL UBICADO EN LA QUEBRADA CACHINA - DISTRITO DE HUALLANCA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH, 2018"

	UBICACION DISTRITO: HUALLANCA PROVINCIA: BOLOGNESI REGION: ANCASH
UBICACION DEL PROYECTO PLANTON: BACH INVESTIGADOR: CHAVEZ DIAZ ESTIKR YUBETO	U-01 CODIGO: EN-03 CODIGO: IND-04 FECHA: 15/05/2018 AUTOR: M. VICTORIANO DE LA ROSA

ANEXO 2
DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS



DISTRIBUCION DE PARCELAS



CORTE A - A

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO			
FACULTAD: FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE			
ESC. PROFESIONAL: INGENIERIA AMBIENTAL			
TESIS: "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE BIOABONOS DEL BAÑO ECOLOGICO EN LA PRODUCCION DE PLANTONES DE QUENUAL (Polylepis incana) EN EL VIVERO FORESTAL UBICADO EN LA QUEBRADA CÁCHINA – DISTRITO DE HUALLANCA – PROVINCIA DE BOLOGNESI – REGION ANCASH, 2018"			
	UBICACION:		DISTRITO: HUALLANCA
			PROVINCIA: BOLOGNESI
			REGION: ANCASH
	PLANO:		REPIQUE DE ESQUEJES DE QUENUAL DISTRIBUCION Y CORTE
		LAMINA:	D - 01
TESISTAS:		DIBUJO: E.M.C.D.	ESCALA: 1/50
BACH: CHAVEZ DIAZ ESTIK YUBETO		ASESORES:	Dr. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA
		FECHA:	MARZO 2018

ANEXO 3
PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 01: Zona de estudio.



Fotografía 02: Recolección de esquejes.



Fotografía 03: Mantenimiento de las platabandas y preparación del sustrato.



Fotografía 05: Preparación de parcelas.



Fotografía 06: Repique de esquejes.



Fotografía 07: Protección de esquejes.



Fotografía 08: Labores culturales.



Fotografía 09: Medición de la altura de la planta.



Fotografía 10: Dilución de la orina.



Fotografía 11: Riego, aplicación de la orina.



Fotografía 12: Platabandas del vivero forestal.



Fotografía 13: Medición de la altura de la planta.



Fotografía 14: Medición del desarrollo radicular.



Fotografía 15: Medición del desarrollo radicular.



Fotografía 16: Medición del desarrollo radicular.



Fotografía: 17: Medición de los plantones, peso húmedo y seco.



Fotografía 18: Pesado de los plantones (Peso húmedo).



Fotografía 19: Peso seco de plantas (Peso seco).



Fotografía 20: Vivero Forestal



Fotografía 21: Invernadero.



Fotografía 22: Baño ecológico.

ANEXO 4

Resultados de análisis de laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG171076

CLIENTE Razón Social : ESTIKK CHAVEZ DIAZ
Dirección : Jr. San Martín 1158 - Huaraz
Atención : Estikk Chavez Diaz

MUESTRA Producto declarado : Agua de Manantiales
Matriz : Aguas Naturales - Agua Subterránea
Procedencia : Quebrada Cachina, Distrito de Huallanga, Bolognesi, Ancash
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170669

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 25/Octubre/2017
Fecha de análisis : 25 de Octubre al 02 de Noviembre/2017
Cotización N° : CO170766

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M 01
					Fecha de muestreo ¹	25/10/2017
					Hora de muestreo ¹	10:00
					Código del Laboratorio	AG171637
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃ ²⁻	Titulación (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN	Acido barbitúrico-piridincarboxílico (*)	0.002		< 0.002
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		442
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato (*)	0.5		< 0.010
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		7.44
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		31
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		< 0.020
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		< 0.002
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃	Nitrospectral (*)	1.0		< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂	Reacción Griess (*)	0.007		< 0.007
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS					
CM03	Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B (*)	< 2		150
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		4
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		< 25

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

- I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:
a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 02 de Noviembre de 2017



Químico **Mario Leyva Collas**
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ABONO ORGANICO

SOLICITANTES: Estikk Yubeto Chávez Díaz - Tesista

MUESTRA : M 01 Orina

LUGAR DE MUESTREO: Quebrada Cáchina – Hallanca – Bolognesi - Ancash

Muestra N°	Tiempo de almacenamiento	pH	Nt %	P ppm	K ppm	C.E. dS/m.
Orina – M-01	20 días	8.56	1.14	49	73	87.26

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES:

La muestra tiene una reacción alcalina, rica en nitrógeno, en fósforo y pobre en potasio, la muestra es muy salina.

Huaraz, 08 de Enero del 2018.





UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – ANCASH



RESULTADOS DE ANALISIS DEL ABONO ORGANICO

SOLICITANTE : Estikk Yubeto Chávez Díaz – Tesista
MUESTRA : N° 02 - Orina
LUGAR : Quebrada de Cachina – Huallanca – Bolognesi - Ancash

Muestra N°	Tiempo de Almacenamiento	pH	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
Orina-02.	30 días	7.78	1.05	42	66	42.23

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

La muestra tiene una reacción ligeramente alcalina, rica en nitrógeno, rico en fósforo y pobre en potasio, la muestra es muy salina.

Huaraz, 12 de junio del 2018




Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ABONO ORGANICO

SOLICITANTES: Estikk Yubeto Chávez Díaz - Tesista

MUESTRA : M 01 Compost

LUGAR DE MUESTREO: Quebrada Cáchina – Hallanca – Bolognesi - Ancash

Muestra N°	Tiempo	pH	M.O. %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E. dS/m.
Compost – M01	enero	6.94	21.145	1.06	58	1254	0.632

RECOMENDACIONES Y

OBSERVACIONES:

La muestra tiene una reacción neutra, muy rica en materia orgánica y nitrógeno, rico en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 08 de Enero del 2018.



Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
 Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ABONO ORGANICO

SOLICITANTES: Estikk Yubeto Chávez Díaz - Tesista
MUESTRA : Sustrato N° 01 – Sustrato con Compost
LUGAR DE MUESTREO: Quebrada Cáchina – Hallanca – Bolognesi - Ancash

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O. %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E. ds/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
Sustrato – 01	50	38	12	Franco	6.74	4.786	0.239	20	194	0.456

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES:

La muestra es de textura franco, se caracteriza por tener una reacción neutra, rica en materia orgánica y en nitrógeno, medianamente rico en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 08 de Enero del 2018.



Guillermo Castillo Romero
 Mg. Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ABONO ORGANICO

SOLICITANTES: Estikk Yubeto Chávez Díaz - Tesista

MUESTRA : Sustrato N° 02 – Sustrato Normal

LUGAR DE MUESTREO: Quebrada Cáchina – Hallanca – Bolognesi - Ancash

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O. %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E. ds/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
Sustrato – 02,03	56	28	16	Franco arenoso	6.42	3.546	0.177	16	152	0.096

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES:

La muestra es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida, medianamente rica en materia orgánica y en nitrógeno, medianamente rico en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 08 de Enero del 2018.

Ing. MSc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PESO HÚMEDO Y SECO

SOLICITANTE : Estikk Yubeto Chávez Díaz - Tesista

PLATABAMDA: 1.

UBICACIÓN : Quebrada Cáchina - Huallanca - Bolognesi - Ancash

T₁ : RIEGO CON AGUA SUPERFICIAL

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	135.0	41.99
M2	116.3	33.96
M3	121.8	35.77

T₂ : APLICACIÓN DE ORINA

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	186.9	53.03
M2	162.23	50.23
M3	155.48	48.91

T₃ : APLICACIÓN DE ORINA + COMPOST

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	204.1	68.40
M2	228.8	77.57
M3	216.2	74.12

Nota: se determinó por método de estufa a una temperatura de 65°C por 48 horas
Huaraz, 17 de Octubre del 2018.



[Signature]
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PESO HÚMEDO Y SECO

SOLICITANTE : Estikk Yubeto Chávez Díaz - Tesista

PLATABAMDA: 2.

UBICACIÓN : Quebrada Cáchina - Huallanca - Bolognesi - Ancash

T₁ : RIEGO CON AGUA SUPERFICIAL

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	110.2	32.99
M2	131.7	41.96
M3	108.7	32.63

T₂ : APLICACIÓN DE ORINA

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	182.8	55.24
M2	152.5	48.14
M3	160.7	49.65

T₃ : APLICACIÓN DE ORINA + COMPOST

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	230.3	79.75
M2	208.5	70.18
M3	241.6	84.93

Nota: se determinó por método de estufa a una temperatura de 65°C por 48 horas
Huaraz, 17 de Octubre del 2018.



Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PESO HÚMEDO Y SECO

SOLICITANTE : Estikk Yubeto Chávez Díaz - Tesista

PLATABAMDA: 3.

UBICACIÓN : Quebrada Cáchina - Huallanca - Bolognesi - Ancash

T₁ : RIEGO CON AGUA SUPERFICIAL

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	130.6	40.82
M2	112.5	33.27
M3	128.4	38.53

T₂ : APLICACIÓN DE ORINA

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	176.5	52.72
M2	170.3	52.07
M3	180.6	53.56

T₃ : APLICACIÓN DE ORINA + COMPOST

Muestra N°	Peso Húmedo gr.	Peso seco gr.
M1	236.4	80.64
M2	220.9	76.69
M3	243.7	85.26

Nota: se determinó por método de estufa a una temperatura de 65°C por 48 horas

Huaraz, 17 de Octubre del 2018.

