

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

De los recursos naturales existentes, el agua es el más esencial, es el recurso fundamental para todos los procesos vitales en la naturaleza. Este recurso parece abundante a primera vista; de hecho, casi el setenta por ciento (70 %) de la superficie terrestre está cubierto por el líquido elemento (Marcoux, 1994).

La población requiere agua para usos domésticos y usos públicos, Además el agua es usada como recurso para la producción: en agricultura, industria y servicios. Finalmente, es usada para evacuación de desechos industriales y domésticos.

La creciente demanda ejercida por todos estos sectores, originada por el aumento en la eficiencia productiva y en la demanda de la población, genera un aumento competitivo intersectorial por el suministro de agua (Marcoux, 1994).

El agua cuenta con algunas particularidades que la convierten en una riqueza muy singular e importante. En primer lugar, su disponibilidad aparentemente amplia en el planeta es engañosa: el agua dulce, es decir, la única forma utilizable del agua para las necesidades humanas vitales, es la pequeña fracción representada por el 2,5 % del agua presente en el planeta. Aún más, bastante agua dulce se encuentra en la forma de hielo y nieves eternas, consideradas no renovables en una escala de tiempo de vida humana. A consecuencia de esto, se considera como renovable sólo un 0,3 % del agua dulce total Disponible en el mundo (Marcoux, 1994).

Ante esta perspectiva, la reutilización de aguas servidas para propósitos tales como el riego de parques, será una práctica cada vez más común en el futuro. No obstante, existe escasa evidencia relacionada con los impactos en la salud de la población por el uso de aguas servidas recicladas en el riego de parques de acceso público (TWRI, 1999).

El tratamiento y reciclaje de aguas servidas, por otra parte, es un factor de importancia al considerar que de esta forma se reduce la presión sobre la calidad y disponibilidad del agua, además de minimizar la descarga de aguas servidas sin tratamiento a los ríos (Homsí, 1990).

En otras palabras, el uso de efluentes de plantas de tratamiento de aguas servidas en el riego, ofrece una buena oportunidad para conservar recursos de agua. El reciclaje del agua permite contar con una alternativa de tratamiento en lugares donde el agua superficial posee una capacidad limitada para asimilar los contaminantes tales como el nitrógeno y fósforo, los que permanecen en la mayoría de las descargas de efluentes de aguas servidas tratadas (NAP, 1999).

Las aguas servidas tratadas en nuestra capital pueden constituirse, como ya se dijo, en un importante elemento de mitigación de presiones de demanda sobre los recursos de agua; en efecto, la utilización de este recurso reciclado, sujeto a adecuadas normas de calidad ambiental y de salud pública, puede emplearse en riego de áreas verdes urbanas y periurbanas, con la consecuente recuperación de ambientes degradados y el aumento de masas de árboles y arbustos que mejoran la calidad del suelo y del aire.

La llanura chaqueña fue una de las principales abastecedora de madera para Villa Montes y otras ciudades, en consecuencia su bosque de vegetación tropical seca se encuentra amenazados. Además en esa zona. El acceso al recurso de agua es sumamente limitado debido a los escasos de lluvias.

La reforestación es uno de los puntos importante para la reversión del daño que se ha ocasionado en este municipio , sin embargo debido a los requerimiento de agua que esta actividad demanda , esta no se ha realizado con éxito , incluso la propagación de plántulas en viveros locales ha sido sumamente escasa .

Por lo mencionado anteriormente, es imperativo iniciar un proceso de reforestación usando alternativas que aporten a la propagación de plantas pero con el uso eficaz de los recursos de la zona, uno de ellos es el agua de la laguna de oxidación. Para este propósito se plantea el presente estudio para determinar si esta agua puede ser

utilizada como fuente alternativa de riego sobre especies forestales durante la fase de vivero (Homsí, 1990).

1.2. Antecedentes

En la zona de Villa Montes no se han desarrollado pruebas anteriores de este tipo, y es muy poco el aprovechamiento que se le da a las aguas que son tratadas por medio de la laguna de oxidación.

1.2.1. Utilización de aguas residuales urbanas para el riego forestal

La utilización de aguas residuales urbanas para el riego de bosques y plantaciones de árboles es todavía relativamente limitada. Más limitadas aún son las investigaciones sólidas, bien concebidas y sistemáticas que se han hecho sobre el tema. Sin embargo, se pueden dar algunos ejemplos de investigaciones que demuestran los beneficios del riego de bosques con aguas residuales y las diversas condiciones en que se puede practicar.

Un modelo de purificación de aguas residuales parecido al ensayado en Pensilvania se ha adoptado en algunas partes de España, como en el caso de las comunidades del Río Cinca, en la municipalidad de Monzón, España (Navarro Ariza, 1977).

En 1985, se comenzaron a reforestar 14 ha con álamos (*Pópulos euroamericana*) regados con agua fluvial para estabilizar las riberas del Río Cinca y para contener las inundaciones. A partir de los primeros años sesenta, esta plantación se regó exclusivamente con aguas residuales no depuradas. Por ejemplo En un informe de 1977 señalaba (Hernández, 1977) que se habían estabilizado así siete kilómetros de riberas, logrando mejorar mucho los suelos que antes eran improductivos, la producción de los árboles era más alta de lo que se había previsto, y que los beneficios de la inversión derivados de la corta y venta de la madera eran buenos. En 1983, ante la necesidad de aumentar las instalaciones para el tratamiento, el municipio decidió que en lugar de construir una planta de depuración se amplió el sistema de tratamiento de la tierra por medio de plantaciones forestales de regadío llamadas «filtros verdes».

La superficie de tierra que habría de regarse con los afluentes urbanos se determinó en función de la población calculando al menos una hectárea por cada 200 personas. En junio de 1995 se regaban 396 ha, y estaban en proyecto o en distintas fases de realización los sistemas para regar muchas más. Cada mes se aplica un total de 1800 m³/ha de agua de riego, que es una mezcla de aguas negras y aguas fluviales, y durante la estación de reposo vegetativo se hacen modificaciones en lo que respecta a la cantidad de agua de riego aplicada y a la proporción entre el agua residual y el agua fresca. Se ha demostrado que éste es un sistema eficaz para eliminar el agua residual y acelerar, al mismo tiempo, la producción maderera.

La explotación de los álamos, que han resultado la especie más idónea por la absorción de nutrientes, la capacidad de resistir a las inundaciones en el período de reposo vegetativo y la rentabilidad de la producción maderera, se realiza con una rotación de 12 años para la extracción maderera. Se está adoptando este sistema en otras partes de España. (Navarro Ariza, 1977).

1.3. Justificación

Uno de los principales problemas que tiene los habitantes de Villa Montes es la falta de agua. Esto afecta en todos los sentidos a la población, especialmente en el área agrícola.

La deforestación agresiva que se ha dado en la región en los últimos 5 años donde cada año se pierde 500 mil hectáreas de masa arbórea en la región del chaco. Uno de los principales causante de déficit de agua, la tala indiscriminada rompe con su ciclo normal, ya que la cobertura forestal es la encargada de proceso como captación e interceptación, y del equilibrio de la evaporación y transpiración en los ecosistemas.

Además el crecimiento de la población, la demanda de productos agrícolas, por ende el aumento de campos agrícolas determina que aumente el consumo de agua potable y se genere mayor cantidad de aguas residuales que no son reutilizadas. Por lo tanto se ve la necesidad de crear proyectos encaminados a solucionar esta problemática.

El tratamiento que se le da al agua residual mediante lagunas de oxidación, no la hace apta para consumo humano; pero si es beneficiosa para especies vegetales (braatz) pudiendo ser usada en sistema agrosilvícolas con ciertas precauciones para que éstas no afecten a la salud de aquéllos que la manipulan.

1.4. Objetivos

El presente trabajo pretende lograr los siguientes objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Determinación del efecto de la frecuencia de riego de aguas residuales en el crecimiento en diámetro y altura de plántones de algarrobo blanco en la fase de producción de plántones en el vivero municipal de Villa Montes.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ❖ Determinar el porcentaje de sobrevivencia del algarrobo sometidos a diferentes frecuencias de riego.
- ❖ Evaluar el desarrollo de los plántones a través de su crecimiento en diámetro y altura para determinar el mejor tratamiento de riego.
- ❖ Determinar la calidad del agua residual mediante análisis físico químico bacteriológico

Determinar el tratamiento con mejor respuesta sobre las variable vigor y calidad de los plántones aptos para ser implantados.ç

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Agua residual

El término agua residual se refiere a las agua contaminada por las heces fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Son residuales, ya que se trata de agua que ha sido usada por lo que constituye un residuo que no sirve para el usuario de manera directa; también se llama aguas negras por el color que habitual tienen, y cloacales porque son transportadas mediante cloacas (alcantarilla).

Las aguas servidas están constituida por todas las aguas que son conducidas por el alcantarillado e influye a veces, las aguas de lluvias, infiltraciones de agua en el terreno. Las aguas residuales pueden estar contaminadas por desechos humanos o bien proceder de los varios procesos industriales. (Morales, 2009)

Según morales 2009 (ecuador) las aguas servidas están formadas por 99 % de agua y 1% de sólidos en suspensión y solución. estos sólidos pueden clasificarse en inorgánico nitrógeno, fósforo, cloruro, sulfato, carbonato, bicarbonato, y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo, y zinc, y orgánicos nitrogenados: proteínas, ureas, aminas, y aminoácidos; no nitrogenado: celulosas, grasas, y jabones. (Morales, 2009)

2.2. Tratamiento Natural de Aguas Residuales

Se trata de aquellos procedimientos en lo que el tratamiento principal es proporcionado por componentes del medio natural. En todos ellos, el efecto depurador se debe a la acción de animales superiores, sin intervención de agentes artificiales.

Estos procedimientos se caracterizan por sus menores necesidades de personal de operaciones, menor consumo energético y menor producción de fangos. Sin embargo requieren mayor superficie de terreno disponible. Este factor, a veces limitante, es el que determina que los llamados métodos naturales de depuración sean los apropiados y aconsejados para pequeños núcleos rurales. (Morales N. 2009)

2.3. Laguna de oxidación

La tecnología de laguna de oxidación o estabilización es uno de los métodos naturales más importante para el tratamiento de aguas residuales. Las laguna de oxidación o estabilización son reservorios artificiales, que comprenden una o varias series de lagunas anaerobias, facultativas y de maduración. El tratamiento en la laguna anaerobia, son diseñada principalmente para la remoción de materia orgánica suspendida (sólidos suspendidos totales SST) y parte de la fracción soluble de materia orgánica que son las demandas bioquímicas de oxígeno (DBO5). La laguna facultativa remueve la mayoría de la fracción remanente de la DBO5 Soluble por medio de la actividad coordinada de algas y bacterias heterotróficas. La laguna de oxidación es la remoción de patógenos y nutrientes (principalmente nitrógeno).

Las lagunas de oxidación constituye la tecnología de tratamiento de aguas residuales más costo-efectiva para la remoción de microorganismo patógeno, por medio de mecanismo de desinfección natural. Las aguas de oxidación son particularmente adecuadas para países tropicales y subtropicales dado que la intensidad del brillo solar y la temperatura ambiental son factores claves para la eficiencia de los procesos de degradación. (Morales, 2009)

2.4. Laguna anaerobia

Son las unidades más pequeñas de la serie. Por lo general tienen una profundidad de 2 a 5 metros. Funcionan como tanques sépticos abierto y trabajan extremadamente bien en países calientes. Una laguna anaerobia bien diseñada puede alcanzar remociones de demanda bioquímica de oxígeno DBO5 al rededor del 60% a temperatura de 20°C. La remoción de materia orgánica es gobernada por los mismos mecanismos que ocurren en cualquier reactor anaerobio. (Morales, 2009)

2.5. Laguna Facultativa

Estas lagunas pueden ser de dos tipos: las lagunas facultativas primarias que reciben aguas residuales crudas y las lagunas facultativas secundarias que reciben aguas sedimentadas de la etapa primaria (usualmente el afluente de una laguna anaerobia).

Las lagunas facultativas son diseñadas para la remoción de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) con base a una carga orgánica superficial que permita el desarrollo de una población algal activa. De esta forma las algas genera el oxígeno requerido por las bacterias heterotróficas para remover la demanda bioquímica de oxígeno DBO5 soluble esto se confiere con valor verde oscuro a la columna de agua. La concentración de algas en una laguna facultativa con funcionamiento óptimo depende de la carga orgánica y de la temperatura, pero frecuentemente se encuentran entre 500 a 2000 μg de clorofila-a/l (microgramo de clorofila-a / por litro).

La actividad fotosintética de las algas ocasiona una variación diurna de la concentración del oxígeno disuelto y los valores de pH. las Variable como la velocidad del viento tienen efectos importantes en el comportamiento de la laguna facultativa, ya que se genera mezcla del contenido de la laguna. (Morales, 2009)

2.6. Laguna de maduración

Estas lagunas reciben el afluente de la laguna facultativa y su tamaño y número depende de la calidad bacteriológica requerida en el afluente final. Son unidades poco profundas y presentan menos estratificación vertical, al tiempo que exhiben una buena oxigenación a través del día en todo su volumen. La población de algas es mucho más diversa, por lo tanto la diversidad algal se incrementa de laguna en laguna a lo largo de la serie.

Los mecanismos de remoción de patógenos y de coleiformes fecales en particular son gobernados por la actividad algal en sinergia con la foto-oxidación que la de demanda bioquímica de oxígeno DBO5. Reportan una remoción de nitrógeno total del 80% en todo el sistema de lagunas (laguna anaerobia + laguna de maduración) y de esta cifra el 95% corresponde a, la remoción de amonio. Entre tanto. La remoción total de fósforo en los sistemas de laguna es baja, alrededor de 50%. (Morales, 2009)

2.7. Reutilización de aguas tratadas por las lagunas de oxidación

El afluente de aguas tratada por medio de lagunas de oxidación esta sin duda enriquecido con un alto contenido de nutrientes, además de una carga microbiana que

no lo hace apta para el consumo humano, es decir que el tratamiento elimina gran cantidad de microorganismo nocivos; pero no purifica el agua a su totalidad. A pesar de esto el agua puede ser descargada en río o en el mar sin causar contaminación, siempre y cuando el proceso de depuración se lleve a cabo eficientemente; y de la misma manera puede ser usada con otros fines, como la agricultura y silvicultura, tomando todas las precauciones necesarias para evitar afectar la salud humana.

En el vecino país Perú, en Lima, se encuentra las lagunas de oxidación de San Juan, donde se realiza prueba de utilización de aguas tratadas en varias disciplinas productivas. La agricultura es la principal actividad desarrollada con el reuso de las aguas residuales en el Perú.

No se tiene referencia que la mejore la productividad, pero sí que se sustituye por completo la fertilización artificial. Un total de 3.950 has. Son utilizadas en el país para los cultivos de algodón, maíz, alfalfa, camote, caña de azúcar, y hortalizas, los que son regados con aguas crudas, tratadas y ambas. Se ha estimado que las 4.022 has de campos agrícolas regados con aguas residual están produciendo más de 126.000 toneladas anuales de productos varios, correspondiendo el 92% a hortalizas como cebolla, espinaca, albahaca, acelga, perejil, culantro, lechuga, coliflor, ají y tomate. En algunos lugares menos productivos se produce camote. Los cultivos industriales como el algodón y el forraje como maíz y alfalfa no requieren afluentes de alta calidad, sin embargo están siendo regados con aguas tratadas. El riego de caña de azúcar con agua cruda puede ser de poco riesgo por tratarse de un producto industrializado, pero si lo es para los trabajadores. El mayor riesgo está dado con los cultivos de hortalizas, que son regados con agua sin tratamiento, como en el caso de las 3.078 has ubicada en Lima. **Por lo tanto es urgente la restricción de estos cultivos**, mientras no se implemente un sistema de tratamiento altamente eficiente.

En el caso de prueba para **acuicultura** se ha cultivado tilapia del Nilo (*oreochromis niloticus*) y carpa común (*cyprinus Carpio*) en lagunas cuaternarias teniendo como resultado.

Las tilapias con un peso inicial de 60 gr pueden ser cultivadas durante los 4 meses de calor a densidades 2 peses/m², para alcanzar un peso comercial de 250gr.

A partir de una biomasa inicial de 960kg/ha durante el periodo mencionado se obtiene producción final de 4.400 kg/ha, sin adicionar alimento artificial.

No se detectó presencia de bacterias y virus patógeno en los peses cultivados en aguas tratadas con niveles inferiores a 10.000 coleiformes fecales/100ml. (Morales, 2009)

2.8. Reutilización de agua de laguna de oxidación en riego de especies forestales

Utilizar este tipo de agua en especies forestales es lo ideal, ya que no son especies de consumo directo por el ser humano, es decir que el producto forestal o frutal no estará en contacto con el agua de riego y por ende, no corre peligro de contaminación por bacterias patógenas para la salud, sin embargo este tipo de agua es más usada en agricultura que en silvicultura. Los proyectos forestales desarrollados a partir de laguna de oxidación son realmente pocos, limitándose muchas veces al riego de la franja de amortiguamiento forestal de las lagunas, dejando a un lado otras oportunidades como la aplicación en viveros forestales que es una muy buena alternativa de bajo costo que requiere poco espacio sin la necesidad de hacer grandes sistemas de riego que recorran grandes distancias.

Las especies forestales no son exigente en el agua de riego y no necesitan de grandes cantidades a diferencia de otros sistemas. Estas aguas cargadas de nutrientes pueden incrementar el grosor, altura y mejora la calidad de la madera. Entre las alternativas de producción forestal de riego con agua residual se encuentran: franjas perimetrales, entorno ecológico, producción de madera, protección de laderas y viveros forestales.

Perú, México, Qatar, Arabia Saudita, son algunos de los países que se ha utilizado esta tecnología aplicándolo en campos de golf, áreas verde de calle y carretera entre otros. En la laguna de San Juan en Lima Perú, la actividad forestal que actualmente ocupa 300 has. Se ha orientado a la formación de bosques con fines ecológicos y recreativos. En todos los proyectos de tratamiento y reutilización de aguas residuales

se cuenta con un área forestal perimétrica utilizada como barrera corta viento, que minimiza la expansión de malos olores, además de mejorar el ornato del lugar. La universidad Nacional Agraria La Molina esta implementado el proyecto “Modulo piloto de tratamiento y reúsos de aguas residuales en agricultura, acuicultura, y forestales en la viña de la Molina”. En este caso el componente forestal tiene un propósito productivo, además de conformar un cordón perimetral. (Morales, 2009)

2.9. Viveros forestales

Los viveros forestales son los puntos de partida del cambio necesario para evitar la degradación de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de la población. Es el lugar en el que se cultivan árboles hasta que estén listos para ser implantado, proporcionando a las plántulas las condiciones necesarias para asegurar su sobrevivencia desde la etapa de semilla hasta que esté lista para ser trasplantada en sitio definitivo, obteniendo plantas fuertes y sanas de buena calidad.

Existen diferentes tipos de vivero forestales. Según la duración que tengan, pueden ser permanentes o temporales; según el tipo de producción, serán plantas en envases o a raíz desnudas y según el tamaño, pueden ser pequeños (menor a 50.000 planta/año), medianos o grandes. Cada uno de estos tipos de vivero tiene su propio diseño y manejo.

Para la ubicación del vivero se deben tomar en cuenta factores como la cercanía al área a reforestar , disponibilidad a mano de obra, caminos transitables con vehículo todo el año, terreno con buen drenaje, suficiente cantidad de agua de calidad durante el periodo seco, topografía, exposición a la luz y protección contra el viento.

2.9.1. Labores importante en la etapa de vivero

La etapa de vivero es una de las importante en el desarrollo de la una plantación forestal, ya que se define la calidad y el óptimo desarrollo posterior de la planta, mediante diferentes labores llevadas a cabo de manera adecuada y en el momento preciso. Entre las principales labores dentro del vivero están:

Semilleros

Esta actividad es muy importante, ya que dependiendo del material que se siembre repercute directamente en la productividad a la cosecha. Es necesario tener en cuenta la procedencia de la semilla de no ser certificada, estas deben ser recolectada en arboles con buna características fenotípicas, ser colectadas del mismo árbol, ya que si son recogidas del suelo es probable que no pertenezcan al árbol seleccionado, además de que la semilla que se encuentra en el suelo no cuenta con el mismo vigor ya que puede haber estado expuesta al clima desfavorable para la conservación.

Las Características de árboles semilleros

- El árbol padre debe tener buena forma (fuste)
- Debe producir cosechas abundante y de calidad (fruto)
- Debe tener crecimiento y estar adaptado a la zona
- Debe estar libre de plaga y enfermedades

En anexo II podemos observar planilla de registro de un árbol semillero, calificación cualitativa, guía de ilustración formas de fuste, altura bifurcación, dominancia, ángulo de inserción de las ramas, forma de la copa, diámetro de copa

Repique

El repique es el trasplante de la plántula que se realiza desde la cama semillero hasta la fundas, donde van a permanecer hasta la colocación de las mismas hasta el sitio definitivo.

Este es un procedimiento sencillo pero que se debe realizar tomando ciertas precauciones como:

- ✓ Al tirar las plántulas de las camas semillero se debe de tratar de causar al menor estrés, por esto se recomienda realizarlo en horas de la tarde o en las mañana donde la temperatura del ambiente no es tan alta.
- ✓ raíces no deben de quedar dobladas en el recipiente donde va a ser colocada.
- ✓ Las plántulas deben de permanecer el menor tiempo posible fuera del sustrato.

Riego

El concepto más importante para la planta es el agua, ya que en él se transporta todos los nutrientes, se debe aplicar suficiente agua, un poco más de lo necesario para saturar el medio, de modo que ocurra una lixiviación, sin que este sea exagerado ya que si se lo proporciona una elevada cantidad de agua se produce la erosión del sustrato de las fundas, que constituye un problema ya que las raíces se van quedando desnudas.

2.9.2. El riego en especies forestales en vivero

En el caso de vivero debido a las propiedades únicas de los sustratos en las fundas, debe ser aplicada suficiente agua en la superficie. Ya que el riego en los viveros forestales que se producen en fundas sólo es aplicado desde arriba, el agua se mueve hacia abajo a través del sustrato, tanto como continúe el riego; si el periodo del riego es muy breve, el agua nunca alcanzara la parte de la base de la funda, y resultará una capa de agua suspendida, con una porción de sustrato seco (nelson1978).

La planta no desarrollará raíces en el sustrato seco por tanto, el medio debe de estar saturado después de cada riego en todo el perfil de la funda, de no darse el riego necesario se denota en una formación de raíces deficiente (Thomas D. 2000).

La manipulación del riego está relacionado con el crecimiento de las plantas, en la etapa de vivero se puede reducir el crecimiento de altura, inducir desarrollo de yemas, resistencia al trasplante a sitio definitivo, o iniciar el desarrollo resistencia al frío, este procedimiento de estrés hídrico, consiste en restringir el riego durante periodos cortos de tiempo, hasta que las plantas comiencen a mostrar marchites, o hasta que alcancen alguna tención hídrica predeterminada. Después de este tratamiento estresante, el cultivo es reincorporado a los ciclos de riego. (matthews 1983)

2.10. Características generales del Algarrobo. (*Prosopis alba*) (Friesen, V. 2004)

Taxonomía:

Reino: Plantae

División: Fanerógama magnoliophyta

Clases: Dicotiledónea magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Sub familia: Mimosoideae

Género: *Prosopis*

Especie: *Prosopis alba*

Nombre común: algarrobo blanco

El algarrobo blanco (*Prosopis alba*) es una especie arbórea de Sudamérica que habita el centro de Argentina, la eco región de Gran Chaco y parte de la Mesopotamia (Argentina). Salta en la provincia Fito geográfica chaqueña y El Espinal, Formosa, o de Corrientes, norte de San Luis, Córdoba y centro de Santa Fe. También se puede encontrar en el norte chileno.

Otros nombres comunes son: en guaraní, *ibopé*, *igopé* o *ibopé pará*; en ayoreo, *najnuniaja*; en dialecto menonita, *algroboom*; y en nivaclé, *faaiyuc*.

El nombre “algarrobo” proviene originalmente de los conquistadores españoles, que compararon este árbol, presumiblemente por sus vainas comestibles, con el algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*), cuyas vainas también son comestibles. Ambos árboles pertenecen a la familia de las fabáceas.

El algarrobo es el árbol puesto en el camino para comer, como dicen los Lengua-Maskoy (son pueblo indígena del chaco boreal en Paraguay).

2.10.1. Descripción botánica del algarrobo blanco (*Prosopis alba*)

El *Prosopis alba* es un árbol medio, de 9 a 12 m en altura y 1 m en diámetro, aunque raramente se encuentren árboles tan crecidos (por las talas).

El tronco: es corto y la copa es globulosa, hasta de 10 m de diámetro. Este árbol es apreciado por su sombra. Las ramas son delgadas y se extienden frecuentemente hasta

el suelo. El ritidoma (corteza) es fino, pardo grisáceo, y de madera vetada, con propiedades tánicas. Se trata de un árbol ornamental (urbano y de cortina rompe viento). Su madera, densa (densidad = 0,760 kg/dn³), es difícil de trabajar, usada para puertas y pisos, parquets, partes de zapatos, cascos de vino. La madera responde bien al secado, valiosa donde se requiera mantener dimensiones estables a prueba de humedad. Es excelente para uso exterior.

Las hojas: pinnadas del algarrobo son muy cercanas entre sí. Dos a tres hojas bipinnadas nacen en cada nudo del tallo. Cada pinna contiene de 25 a 40 o más pares de folíolos, que son glabros y erectos pero en la base algo asimétricos.

En el invierno el árbol pierde hojas, pero nunca es deshojado completamente.

Flor: pequeña, blanco verdosa o amarillenta, hermafrodita. La polinización, mediante viento e insectos, es alógama (cruzada), donde los órganos reproductores femeninos se ponen activos antes que los masculinos. La floración ocurre de septiembre a octubre y los frutos maduran de noviembre a diciembre

Fruto: es una vaina indehisciente que contiene las semillas lisas, elipsoides, comprimidas lateralmente y de color castaño; tiene 20 cm de largo, con semillas pardas de 7 mm de largo, que se encuentran rodeadas por la pulpa, una pasta dulce (**patay**), muy rica en calorías, consumida directamente para forraje o convertida en harina para consumo humano. Y fermentada produce una bebida alcohólica **aloja**; destilada produce etanol. Si el líquido no se fermenta se obtiene una bebida analcohólica refrescante llamada **añapa**. Entre la mitad y 3/4 partes del peso de la chaucha es azúcar.

Fenología: la época de la floración es de setiembre a octubre. Numerosas inflorescencias amarillentas colgadas que son racimos espiciformes, aparecen al mismo tiempo que las nuevas hojas de color verde vivo.

Fenología del Algarrobo Blanco		
	floración	fructificación

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre

Hábitat: quebrachales, algarrobales, palmares; especie pionera, prefiere suelos sueltos, bien drenados y profundos y lugares libres de pastoreo.

Propagación: por semillas

Distribución: Perú, Chile, Bolivia, Paraguay, Argentina.

Este árbol está perfectamente adaptado a la sequía (xeromorfo), sales y arena; o sea, que es extremadamente eficiente en el aprovechamiento del agua, produce la mayoría de los frutos en años de sequía, y ha sido exitosamente introducido en regiones áridas. No tolera bien las heladas.

Usos

Madera

La madera dura y estable del algarrobo tiene múltiples utilidades, entre las que se puede mencionar la fabricación de parquet para hacer piso o muebles pesados y rústicos. El color de la madera es claro, casi castaña y tiene un veteado fino. La madera es resistente a la intemperie y se usa para postes de alambrado.

Alimentación

De los tejidos alimenticios triturados de las vainas se puede elaborar una harina, de la que se puede hacer panes y tortas, De la harina se forman bolas que se ponen en redes, éstas se cuelgan en algún lugar para el secado. La harina conservada de esta forma se puede romper en pedazos o triturar antes del uso. Para la elaboración de las chichas (bebidas fermentadas) se ponen tanto frutos machacados para acelerar el proceso de la fermentación, como frutos masticados en agua.

Medicinales

La infusión de los frutos se usa para disolver los cálculos de la vejiga; la infusión de la flor es diurética, y la de la corteza, antidiarreica (debido al ácido tánico).

Artesanía

La resina oscura del tronco y de las ramas de *Prosopis alba* se emplea para teñir las fibras de la caraguatá (*Deinacanthon urbanianum*), de las cuales se confeccionan muchos objetos de uso diario. Se hierven las fibras con la resina y éstas se tiñen de un color negro.

Melífera

Las flores producen mucho néctar lo cual es propicio para los insectos polinizadores.

Ambientales

Por su capacidad para fijar nitrógeno se utiliza como fertilizador de pasturas destinadas al ganado. (*P. alba* y otras especies de *algarrobo* del Género *Prosopis*, como *P. nigra* (*algarrobo negro*) son muy confundidas o no correctamente distinguidas en la literatura botánica; en parte debido a la facilidad de la hibridación interespecies. (Duke 1983)

CAPITULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

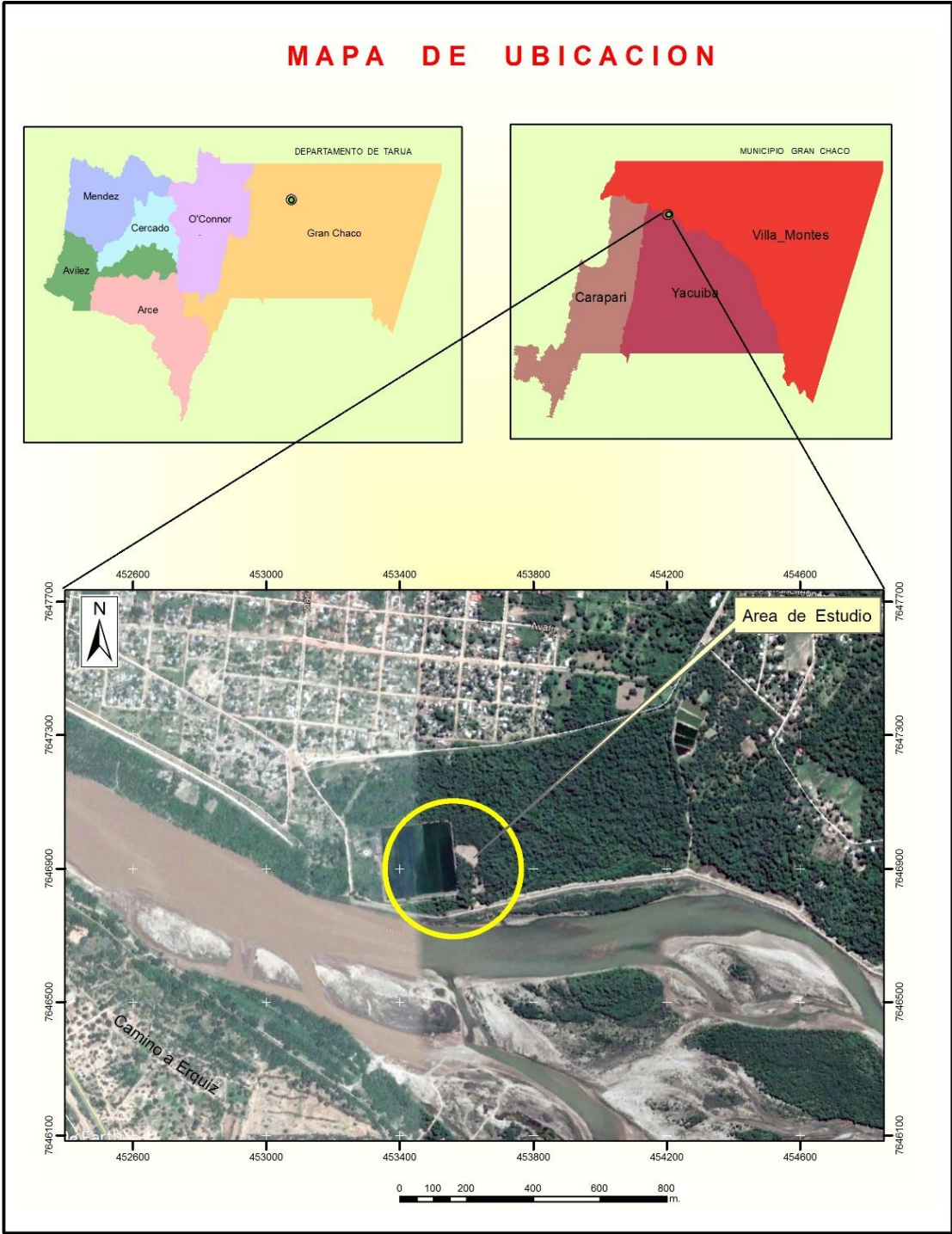
3.1. Características del área de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente proyecto se lo realizó en lo terreno que se encuentra junto a la laguna de oxidación de Villa Montes en el barrio Ferroviario bajo, con las coordenadas $21^{\circ}16'45''$ latitud sud y $63^{\circ}26'34''$ de latitud oeste (Ver figura 1).

En el municipio de Villa Montes, que se encuentra ubicado al noreste del departamento de Tarija es la tercera sección de la provincia Gran Chaco. Limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con el municipio de Yacuiba y la república de Argentina, al este con Paraguay y al oeste con la provincia O'Connor del departamento de Tarija, con una superficie aproximada de 11.300 km^2 .que representa el 64,84% de la superficie provincial, el 30% departamental. Geográficamente se ubica entre las coordenadas $21^{\circ}00'$ y $22^{\circ}14'$ de latitud sud y $62^{\circ}17'$ y $64^{\circ}00'$ de longitud oeste (ver Gráfico 1). (PDM Villa Montes 2011-2015)

Gráfico N° 1 Mapa de ubicación del vivero forestal



3.1.2. División política

Desde el año 1995, por resolución de la junta municipal N° 041/95, el municipio está sub dividido en 11 distritos, de los cuales cuatro son urbanos y siete rurales. Los distritos urbanos están compuestos por 13 barrios mientras que los distritos rurales por 69 comunidades. (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2. Aspecto físico – naturales

3.2.1. Descripción fisiográfica

El municipio de Villa Montes, tiene tres sistemas fisiográfico pie de monte, zona de transición, y la llanura chaqueña. (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2.2. Clima

El clima depende en gran medida del relieve y de su variación altitudinal , que va desde los 262 msnm en el extremo sud este (esmeralda) , hasta cerca de los 2.000 msnm, en la cordillera del aguaragüe en el extremo oeste , diferenciándose 2 pisos altitudinales : piso basal o de baja altitud (0-500 msnm) y submontano (500-1500 msnm). De acuerdo al estudio FAO-UNESCO 2011

3.2.2.1. Temperatura

La temperatura media anual es de 23.4 °c, en verano de 27.05°c y en invierno de 18.23°c con máximas que superan los 40 °c en los meses de verano y mínima que bajan hasta menos de 7°c en invierno con frentes frio del sur que afectan a la agricultura de la zona (ver tabla 16). (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2.2.2. Precipitaciones pluviales

El municipio de Villa Montes tiene una precipitación promedio anual de 902.5 mm. De los cuales el 92,4 % se distribuye entre los meses de noviembre a mayo según el periodo considerado 1998-2015 (SENAMHI) (ver tabla 16).

3.2.2.3. Heladas

Las heladas son condicionante en la producción agrícola, que los productores tienen que tomar en cuenta a la hora de decidir que cultivo producir, durante los meses de riesgo de ocurrencia de heladas (junio - agosto). (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2.2.4. Sequias

En el municipio de Villa Montes, las olas de sequías son prolonga por falta de precipitaciones ocasionan perdidas considerable en agricultura y ganadería. Siendo un problema que se presenta todo los años poniendo a la población en situación de emergencia. (PDM Villa Montes 2011-2015)

3.2.2.5. Vientos

En el municipio de Villa Montes, la época de mayores vientos ocurre durante los meses de julio y agosto con vientos predominantes del sur y norte. A una velocidad de 7,8 km/hr media anual (ver tabla 16) (SENAMHI 2016) PDM Villa Montes 2011-2015)

3.3. Aspectos socio culturales

3.3.1. Aspecto demográfico

Según el censo de la población y vivienda (INE 2012) la población urbana del municipio de Villa Montes alcanza 39.800 habitantes, que lo representa el 68% del total de la población que se encuentra en la mancha urbana, con una tasa anual de crecimiento de 4.04%.

3.3.2. Idioma

Los idiomas que se hablan en el municipio de Villa Montes son:

- ❖ El castellano
- ❖ Guaraní
- ❖ Weenhayek

3.4. Materiales

3.4.1. Instrumento de medición

- ❖ Vernier digital (calibrador pie de rey)
- ❖ Regla de 60 cm
- ❖ Planillas
- ❖ Flexometro

3.4.2. Herramientas

- ❖ Regaderas capacidad 5 litros,
- ❖ Carretilla
- ❖ Palas
- ❖ Zaranda
- ❖ Manguera de 2 pulgadas

3.4.3. Insumos

- ❖ Bolsas plásticas polietileno de 18 cm x 20 cm
- ❖ Poli sombra 65%,
- ❖ Mochila de fumigar (pulverizador)
- ❖ Alambre
- ❖ Arena
- ❖ Tierra negra
- ❖ Cascarilla de girasol
- ❖ Semillas de algarrobo.
- ❖ Maxin para la semilla
- ❖ Insecticida Actara 250 WG

3.5. Metodología

3.5.1. Diseño Experimental completamente al azar

Definición de diseño completamente al azar

El diseño completamente al azar es una prueba basada en el análisis de varianza, en donde la varianza total se descompone en la “varianza de los tratamientos” y la “varianza del error”. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución F.

El diseño empleado para nuestro trabajo fue:

Nº De especie: 1

Nº de Repeticiones: 4

Nº de tratamiento: 3 + 1 testigo

Tamaño de unidad experimental: 49

Nº de plántones por tratamiento: 196

Tamaño de la población: 784

El diseño contemplado es el denominado Diseño completamente al azar, considerando dos factores: el efecto debido a 1 especie y el efecto debido a 3 tratamientos de frecuencia de riego de 2, 4, 6 días de riego más un testigo regado cada 2 días con agua potable.

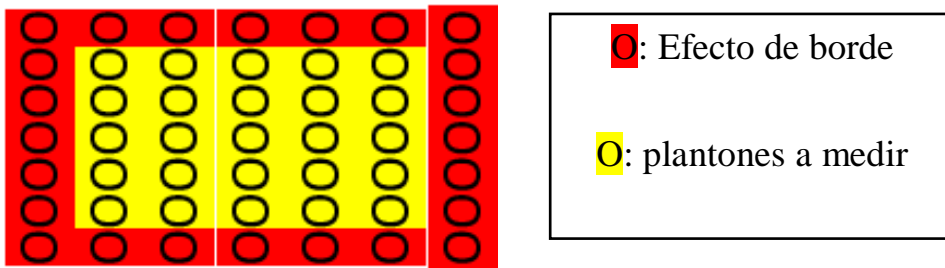
Se trabajó con 196 ejemplares en cada repeticiones, 49 ejemplares en cada tratamiento, de los cuales las 25 plántones centrales serán medidos por cada parcela haciendo un total de 100 plántones por cada repetición, se eliminó de esta manera el efecto de borde que podría afectar el resultado del experimento (ver Gráfico Nº 2)

El método estadístico a emplear es el análisis de varianza, además se empleara el test de MDS para comparar las medias de crecimiento en altura y diámetro y sobrevivencia. Se asume una probabilidad de error del 1 % y 5%. La unidad experimental tiene 49 fundas de polietileno que cubren un área de 0.80 m² (7 x 7 fundas) y por repeticiones haciendo un área de 3,76 m².

3.5.1.1. Diseño de una unidad experimental

En el gráfico Nº 2 podemos observar el diseño de una unidad experimental aplicada en el experimento donde se empleó 49 fundas, de estas se eliminó el efecto de borde (color rojo) quedando así las 25 centrales (color amarillo) para ser medidas en diámetro, altura y sobrevivencia.

Gráfico N° 2 Diseño de una unidad experimental aplicada en experimento



3.5.1.2. Diseño de los tratamientos

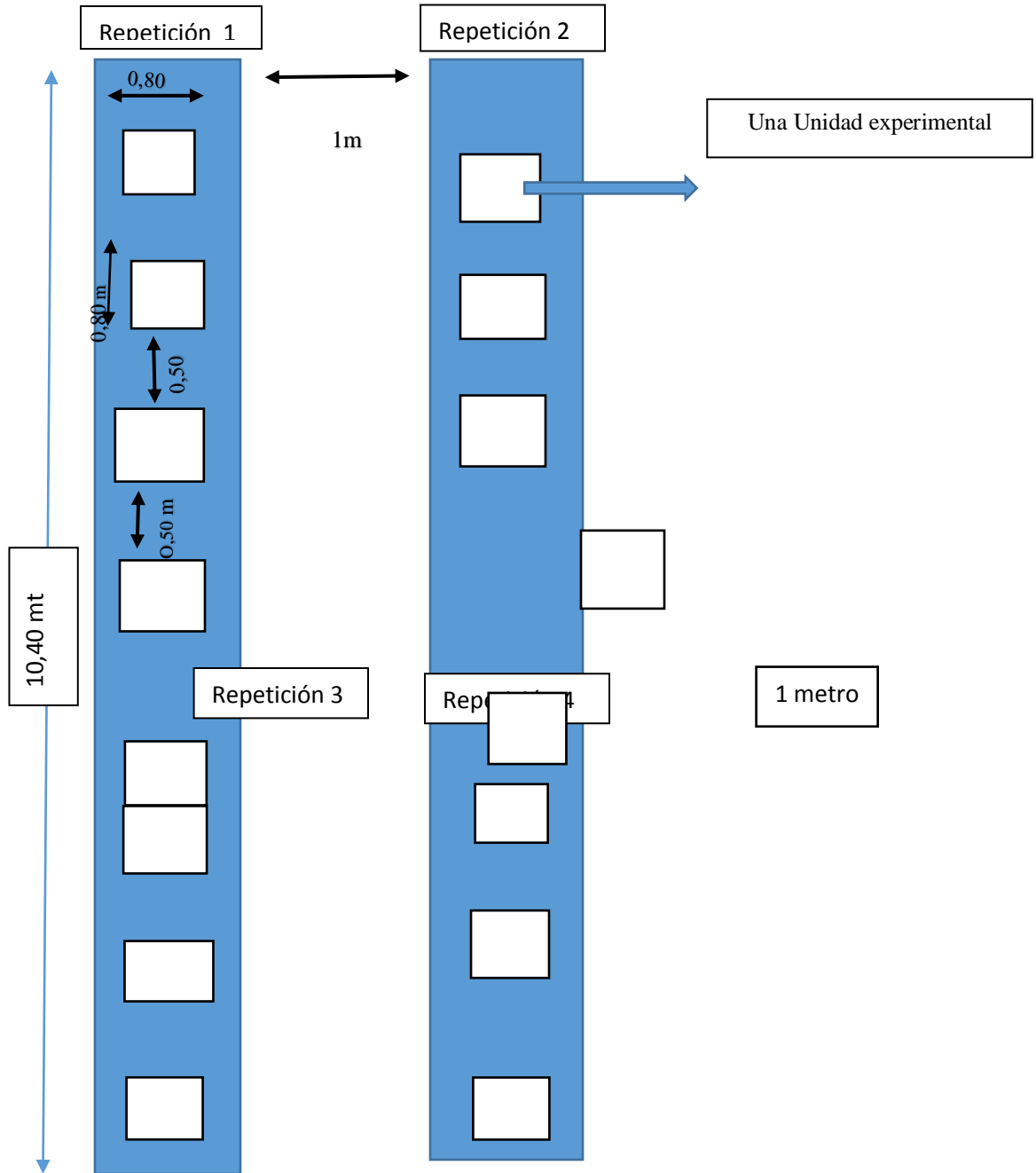
El diseño de los tratamiento fue elegido al azar mediante bolillos de papel. El resultado y el ordenamiento que quedaron se pueden ver en la tabla N° 1

Tabla N° 1 Diseño de los tratamientos aplicados en campo

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR				
	Tratamiento			
repeticiones	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
n°1	t2	t3	t0	t1
n°2	t0	t1	t2	t3
n°3	t1	t2	t1	t0
n°4	t3	t0	t3	t2

3.5.1.3. Diseño de campo

Gráfico N° 3 Diseño de las unidades experimentales en la platabanda



3.5.1.4. Modelo matemático

El diseño completamente al azar tiene el inconveniente que solo se puede eliminar la variabilidad entre replicas, siendo en este sentido inferior a otros diseños más complejos.

El modelo que justifica este diseño viene dado por:

Cada valor observado = Una constante general + El efecto de los tratamientos + El efecto de los bloques + Un error

El modelo matemático de este diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = m + t_i + r_i + e_{ij}$$

El modelo en el cual se basa el análisis nos dice que una observación es el efecto de Donde:

Y_{ij} = cualquier observacion

m = media general

(t_i) = tratamiento particular

(r_i) = repetición dada o bloque

(e_{ij}) = componente aleatorio o error experimental

El mayor uso de este diseño está dado por la feliz combinación de utilidad, simplicidad y flexibilidad.

En la tabla N° 2 podemos observar las Formulas aplicadas para realizar los cálculos de análisis de varianza.

Tabla N° 2 Modelo de un cuadro de ANVA en los diseños de bloques completos al azar.

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de libertad (gl)	Suma de Cuadrados(S.C.)	Cuadrado Medio(C.M.)	Relación F (Fc)
Total	$t * r - 1$	$\sum Y_{ij}^2 - Fc$	-----	-----
Tratamientos	$(t - 1)$	$\sum \frac{t_i^2}{r} - Fc = B$	$\frac{B}{(t - 1)} = (2)$	$\frac{(2)}{(3)}$
Error experimental	$(t - 1)(r - 1)$	$A - B = C$	$\frac{C}{(t - 1)(r - 1)} = (3)$	-----

Donde:

t = tratamiento

r = réplicas o repeticiones

Y = observación individual

Fc = Factor de corrección

3.5.2. Metodología de trabajo

La metodología de trabajo se emprendió desde la localización de los árboles semilleros en la “filial puesto 5” ubicada a 5 km de la ciudad de Villa Montes, la selección de los arboles padres, se identificó los mejores arboles existente y disperso en la filial, con las mejores características para la producción.

Características de los árboles padres (ver anexo II)

- ❖ El árbol padre debe tener buena forma (fuste).
- ❖ Debe producir cosechas abundante y de calidad (fruto).
- ❖ Debe estar libre de plagas y enfermedades.

Seguido de la selección de los árboles padre, se recolectaron los frutos para la extracción de la semilla, luego se seleccionó el sitio en los predios del vivero de la alcaldía municipal de Villa Montes. Para la producción de plántones hasta que los plántones tengan una altura de 35 - 40 cm. Siendo ya aptas esta altura para ser distribuidas e implantadas, por personas que requiera llevarlas a su domicilio, barrio o comunidad.

El ensayo se ejecutó en etapa de vivero, se aplicó la frecuencia de riego de 2, 4 y 6 días en los tratamientos y se evaluó el efecto de los mismos con parámetros como: la altura, diámetro y sobrevivencia

3.5.3. Recolección de los frutos del algarrobo.

La recolección de los frutos del algarrobo se realizó en las coordenadas

Latitud Sud	Latitud Oeste
21°15'06,52''	63°25'07,86''
21°15'04,75''	63°25'05,61''
21°15'07,88''	63°15'07,28''

De la “filial puesto 5” ubicada a 5 km de la ciudad de Villa Montes en la segunda quincena de noviembre a primeros días de diciembre del 2016. Los frutos se recolectaron cuando se hallaban maduros con el color castaño liso y brillante. Se tomó los mejores frutos utilizando una tijera extensora para su recolección.

Para la conservación de los frutos se colocaron a secar bajo sombra para disminuir la humedad (ver fotografía 1)

En este proyecto no se cuenta con semilla certificada, se hizo la recolección directamente de los árboles padre que estén maduros y adecuados para la producción de semilla que tengan una características fenotípicas deseadas.

3.5.4. Tratamiento al fruto del algarrobo para la extracción de la semilla

Una vez realizada la recolección del fruto de algarrobo. Para la separación de las semillas de la pulpa. Se realizó el remojo de los frutos en un recipiente con agua

durante 3 días (ver fotografía 2), luego se refregó con la mano los frutos para desprender la pulpa de las semillas, posteriormente se lavó la semilla con agua limpia y se colocó a secar la semilla bajo sombra (ver fotografía 3), antes de almacenarlas se realizó la selección de las semillas grandes y sanas.

3.5.6. Almacenamiento

Como la siembra no se realizó inmediatamente, a las semillas se le hizo un tratamiento con el producto químico **MAXIM**, (fungicida terapico para tratamiento de semillas), para evitar que insectos y otros agentes externos dañen la semilla, utilizando una proporción de 15 ml por 20 lts de agua, se lo pulverizó con el químico hasta que la semilla esté bien cubierta por el químico, luego se las puso a secar en sobra, una vez que seco el químico se guardó las semillas en un frascos de vidrios bajo el cuidado de la calor, luz y humedad.

3.5.7. Selección del sitio en el vivero para realizar el ensayo

Para el presente trabajo se solicitó en oficinas de SENDEL a la ingeniera Nataly Extrada encargada del vivero municipio de Villa Montes en el Barrio Ferroviario bajo, la asignación de una superficie de 27 m², para llevar adelante la experiencia.

El vivero cuenta con una estructura para vivero permanente. Los cuales son ya adecuados con cerramiento perimetral, en lugar plano y cerca de suministro de agua para riego (Aguas residuales) (Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase)

3.5.8. Análisis de Calidad de Semilla

El análisis de la calidad de la semilla de *Prosopis alba* se la realizó en el laboratorio de semilla de la facultad de Ciencias agrícola y forestales. En laboratorio se realizaron el trabajo de pesaje de la semilla en una balanza de precisión y conteo de la semilla, para luego sembrarlas en Villa Montes en mayo de 2017 haciendo un seguimiento durante un mes.

3.5.8.1. Pureza

Para el análisis de pureza se tomó en cuenta 100 gramos de semilla, en las cuales dicho peso conto con 1275 semillas más el material inerte.

Después se realizó la separación de la semilla pura de las impurezas, (restos de fruto, semillas perforadas por ataques de insectos y artejos de semilla).

Se procedió a pesar las semillas puras como las impurezas, se hizo la sumatoria para obtener un peso total de dichos datos, con estos datos se calculó el porcentaje de pureza mediante la fórmula:

$$\%Pureza = \frac{\text{Peso de semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

$$\%Pureza = \frac{99,31}{100} * 100 = 99.31 \% \text{ de pureza} \quad (\text{Ver tabla 4})$$

3.5.8.2. Peso de la Semilla

Se realizó el conteo de las semillas puras las cuales fueron 1275 semillas después se realizó el pesaje de las mismas que fue 99,31 gr, con estos datos se pudo obtener el número de semilla por kilogramos.

Para conocer el cálculo del peso de 1000 semillas se aplicó una regla de tres simple de la siguiente manera:

$$1275 \text{ semillas} \text{-----} 99,31 \text{ gr.}$$

$$1000 \text{ semillas} \text{-----} x \text{ gr.}$$

$$X=77,89 \text{ gr}$$

Para obtener el número de semilla por kilogramo se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ de semilla} * \text{Kg} = \frac{1000 * 1000}{\text{peso en gramos de 1000 semillas}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de semilla} * \text{Kg} = \frac{1000 * 1000}{77,89} = 12838 \text{ semillas} * \text{kg}$$

(Ver tabla 4)

3.5.8.3. Prueba de Germinación

En el ensayo de germinación se trabajó con 200 semillas sembradas en el vivero, se realizó la suma total de las semillas germinadas para poder obtener el porcentaje de germinación se aplicó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ germinacion} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas Germinadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de semillas ensayadas}} * 100$$

$$\% \text{ germinacion} = \frac{163}{200} * 100 = 81,50 \% \text{ de semilla germinada}$$

(Ver tabla 4)

3.5.8.4. Energía Germinativa

La energía germinativa expresada en porcentaje se obtuvo la suma del registro diario de cada tratamiento aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Energia germinativa} = \frac{\text{Promedio de Germinacion Max.}}{\text{N}^{\circ} \text{ Total de semilla}} * 100$$

$$Eg = \frac{81,50}{200} * 100 = 40,75$$

(Ver tabla 4)

3.5.8.5. Valor cultural de la semilla

El valor cultural (Vc) es la cantidad pura de semilla viable que se encuentra en un lote. Se expresa en porcentaje y se determina con la siguiente formula:

$$Vc = \frac{p * Eg}{100}$$

$$Vc = \frac{99,31 * 40,75}{100} = 40,47$$

3.5.9. Preparación de platabandas

Para la reconstrucción de las platabandas se tomó en cuenta el tamaño de bolsas y número de platabandas a producir.

Se realizó la habilitación de 2 platabandas en las cuales se emplearon los tratamientos de acuerdo a los objetivos para las 4 repeticiones con las siguientes dimensiones de 0,80 m de ancho por 4.70 m de largo. Por 5 cm de alto cada una, cada repetición estuvo dividida por 4 parcelas con una medida de 0,80 m por 0,80 m por 5 cm de alto, cada parcela fue dividida a una distancia de 0,50 m y de tratamiento a tratamiento tuvo una separación de 1m. (Ver figura 3)

3.5.10. Preparación del Sustrato

Para la preparación de los sustratos se utilizó tierra negra y cascarilla de girasol, Primeramente se pasó por una zaranda estos sustratos para que no lleve piedras, basura o terrones en las bolsas (ver foto 4).

Se preparó 0,9975 m³ de sustrato con unas proporciones de Tierra negra 70% (0,6983 m³) y cascarilla de girasol 30%, (0,2992 m³) luego de mezclar el sustrato, se lo realizó un tratamiento para desinfección del sustrato utilizando insecticida ACTARA 250WG. Esto se realizó de la siguiente manera:

Al mezclar el sustrato con la pala, al mismo tiempo con ayuda de una mochila fumigadora se pulverizó el ACTARA 250WG en una proporción de 40 gr por cada 20 litros de agua, una vez mezclada el sustrato con el ACTARA 250WG se le cubrió el sustrato con geomenbrana por un día para su mayor efectividad (ver fotografía 7).

3.5.11. Llenado de bolsas

A las bolsas se las hizo 8 perforaciones en el tercio inferior para evitar el “encharcamiento” del agua (ver fotografía 6).

Una vez desinfectados los sustratos y entreverados con la proporción designada se procedió al llenado de las bolsas plásticas polietileno de 9 cm de Ø x 20 cm alto con una cantidad de 0,0013 m³ de volumen de sustrato por bolsa lo cual 0,0009 % es de tierra negra y 0,0004 % de cascarilla de girasol, se llenó para todo el proyecto 784

bolsas. Dejando 2 cm en la parte superior de la bolsa de sustrato, para que retenga el agua.

En el llenado de las bolsas se tuvo cuidado que el sustrato tengan una buena consistencia sin compactarlas demasiado.

3.5.12. Siembra directa de semilla

Un día antes de la siembra se realizó el riego del sustrato en las bolsas, La siembra se la realizó en forma manual, A la semilla se la pulverizó una vez más con máximo una hora antes de sembrarlas, se colocó las semillas en las bolsas con el sustrato húmedo depositando tres semillas por bolsa (ver fotografía 10) utilizando en total 2352 semillas en todo el proyecto. Se cubrió la semilla y la boca de las bolsas con una capa de arena Para proteger la semilla de la erosión producida por el riego a través de la gota de agua. En algunas bolsas llegaron a germinar 3 semillas se seleccionó la planta más vigorosa y las otras 2 fueron eliminadas.

3.5.13. Riego

Los riegos se realizaron durante las veintinueve semanas del estudio del proyecto, La frecuencia de los riegos se efectuó de acuerdo a los tratamientos del presente ensayo: tratamiento 1 (T1) riego cada dos días, tratamiento 2 (T2) riego cada cuatro días y tratamiento 3 (T3) riego cada seis días, estos tratamientos fueron regados con agua residual y el tratamiento (T0) que es el testigo fue regado con agua potable ya que este vivero no cuenta con agua potable se llevó en galones de 20 litros desde la cancha polifuncional de Barrio Ferroviario hasta el vivero. El riego en este tratamiento se lo realizó cada 2 días.

Para los tratamientos T1, T2, y T3 El agua fue transportada de la laguna de oxidación mediante una manguera de 2 pulgadas a turriles de 200 litros la cual desde ahí se utilizó el agua para distribución del agua a los tratamientos.

La forma de riego se lo realizó mediante la regadera con capacidad 5 litros (ver fotografía 11).

3.5.14. Deshierbe

Se eliminó de forma manual los brotes de las malas hierbas y malezas una vez por semana no se dejó que estas plantas crezcan por que al momento de arrancarlas podrían lastimar las raíces de nuestras plantas de algarrobo.

3.5.15. Toma de datos

La evaluación de porcentaje de germinación del algarrobo se lo realizó desde el 9/5/2017 después de los 8 días de las siembras de las semillas se hizo el seguimiento cada 4 días durante 2 meses para levantar datos de germinación.

En fecha 7/7/2017 se realizó la selección de los plantones más vigoroso y altos de cada maceta dejando así una sola planta por maceta para el estudio.

Las mediciones de las variables altura y diámetros se comenzó a registrar en fecha 9/7/2017 se lo realizo cada 20 días, en estas variable se tomó datos hasta que los plantones alcanzaron una altura de 35 a 40 cm en fecha 2/10/2017. (Ver anexo II), usando un vernier para el registro de diámetro y una regla de 60 cm para la altura. El número de plantones que fueron evaluados en cada unidad experimental fue de 25 platones de cada tratamiento en las 4 repeticiones (ver figura 2).

3.5.16. Análisis Físico Químico

En fecha 27/06/17 se tomaron muestras del agua residual en botellas plásticas esterilizada con una cantidad de volumen de 1000 ml para realizar un análisis Físico Químico bacteriológico del agua residual que fue analizado en el laboratorio de la empresa EPSAS MANCHACO SAM (Entidad prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado) por un personal especializado en el área de bioquímica. (Ver Tabla 3)

En lo cual se obtuvieron parámetros físicos, químicos, y bacteriológicos: temperatura, PH, conductividad eléctrica us/cm, solidos suspendidos totales (SST) mg/l, solidos sedimentados mg/l, demanda química de oxigeno (DQO5) mg/l, demanda bioquímica de oxigeno total (DBO5) mg/l, coleiformes fecales CF/100ml, coleiformes totales

CF/100ml, fosforo mg/l, zinc mg/l, cromo hex. mg/l, cobre mg/l, hierro total mg/l, nitrógeno amoniacal mg/l, oxígeno disuelto mg/L (ver anexo 2).

Tabla N° 3 Detalles del proceso de muestro del agua residual utilizadas en el ensayo

Localidad :	Villa Montes
Fecha y hora de muestreo :	27/06/17 Hrs. 10:34
Dirección de punto de muestreo :	Planta de aguas residuales Villa Montes
Fecha y hora de recepción de la muestra :	27/06/17 Hrs. 11:00
Fecha y hora de ejecución de la muestra :	27/06/17 Hrs. 11:35
Material del envase empleado para el muestreo :	Botella de Plástico esterilizada
Volumen de muestra extraída :	1000 ml para el análisis Físicoquímico y Bacteriológico
Material utilizado en el muestreo :	Gantes, Barbijo
Tipo de conservación de la muestra:	Ninguna
Tipo de muestra :	Aguas Residuales Domestica
Aspecto de la muestra :	Color normal en ingreso, salida de RALF Y Salida de laguna
Aspecto del clima :	-
Responsable del muestreo :	Pasante Benjamín Gonzales

3.5.17. Evaluación de vigor y calidad de los plantones mediante el índice de esbeltez (IE)

La razón altura diámetro o índice de esbeltez (IE) es el cociente o razón entre la altura (cm) y el diámetro altura de cuello (dac) (mm). Este índice relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma (toral 1997). Los valores entre 5 – 10 indican una mejor calidad de planta, valores sobre 10 indica una planta muy alta, respecto al dac, por su parte los valores menores a 5 nos indica una planta de poca

altura respecto al dac. Para determinar los siguientes índices de calidad de planta se utilizó la siguiente fórmula:

$$Ir = \frac{\text{Altura en cm}}{\text{Diametro en mm}}$$

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de Calidad de Semilla

En la tabla N° 4 encontraremos los datos de la calidad de la semilla las cuales fueron analizadas en laboratorio de semilla de la UAJMS y la germinación en trabajo de campo en Villa Montes.

N° de semilla por kg 12838		N° de semilla sembrada 200	
Semanas	N° de plantas germinadas	energía germinativa	% de germinación
1	25	0,13	12,5
2	62	0,16	31
3	58	0,15	29
4	18	0,05	9
N° Germinada total	163		81,50
N° de muertas	37	mortandad	18,50
pureza			97,53
Energía germinativa		40,75	
Valor cultural de la semilla		40,47	

Tabla N° 4 Cuadro de porcentaje

En laboratorio pudimos demostrar que en 1 kg de semilla hay 12838 semillas puras de algarrobo, con los datos de campo y seguimiento de germinación de la semilla se demuestra que al cabo de una semana germinaron el 12,5% de todas las semillas sembradas en la segunda semana el porcentaje sube a un 31 % en la tercera semana se aumenta un 29 % más, ya siendo la mayoría de las semillas germinadas en la cuarta semana solo germinan un 9% más. Quedando así un 18,50 % de semilla no

germinada o muertas. En el registro total de germinación se obtuvo un resultado de 81,50 % de semillas germinadas podemos ver los resultados complementando en el Gráfico N° 4. **Grafica N° 4** Porcentaje de germinación

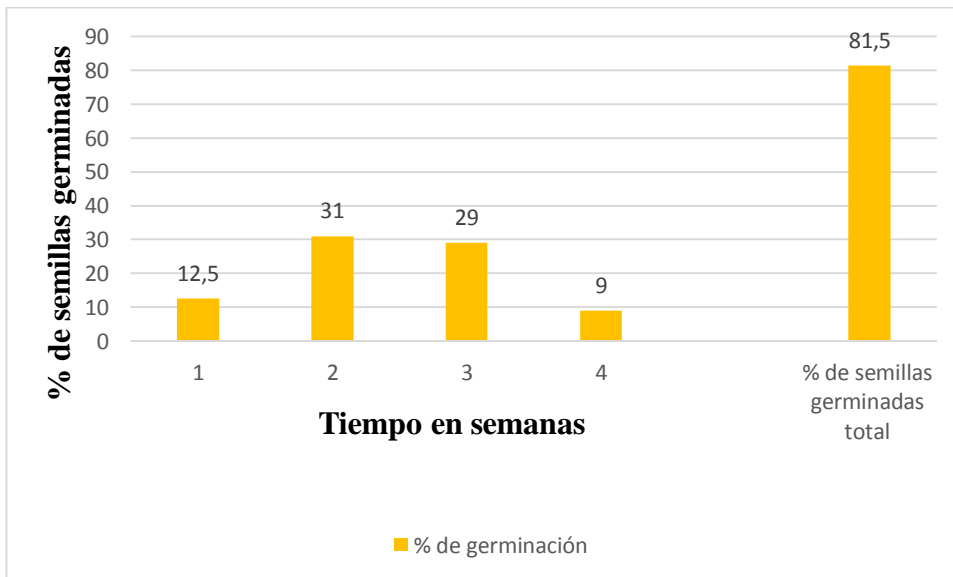
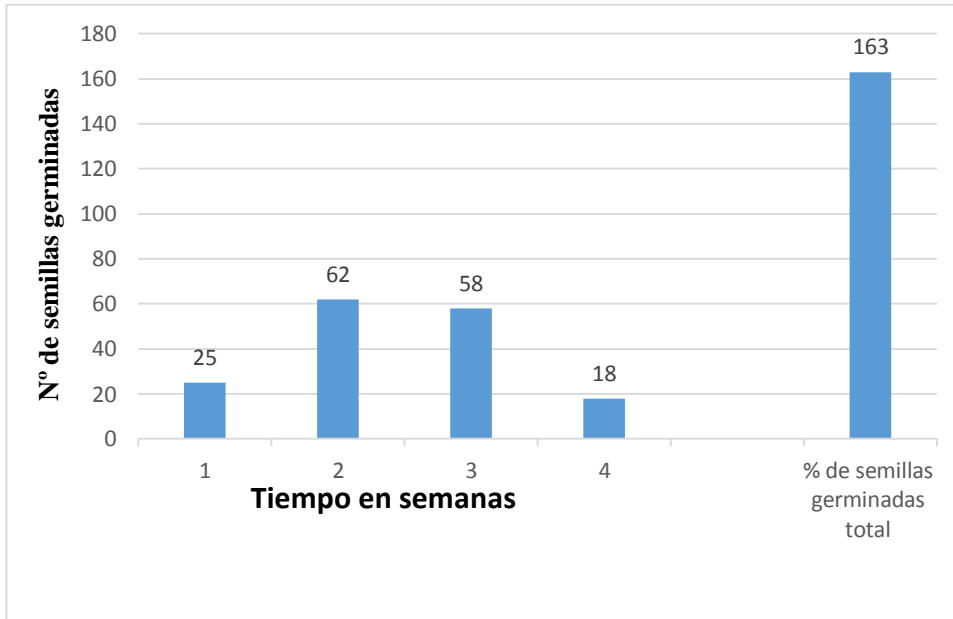
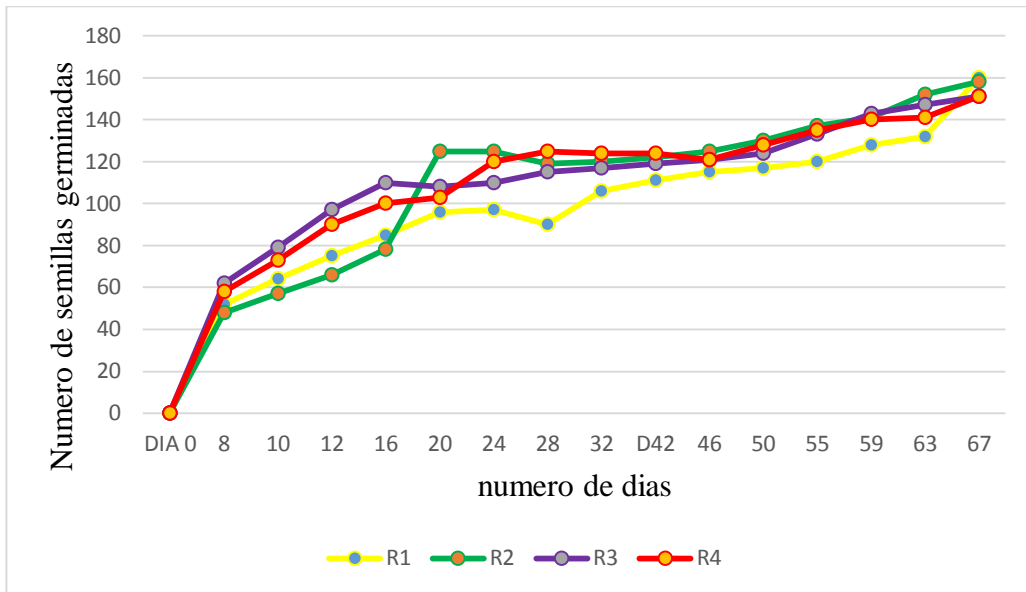


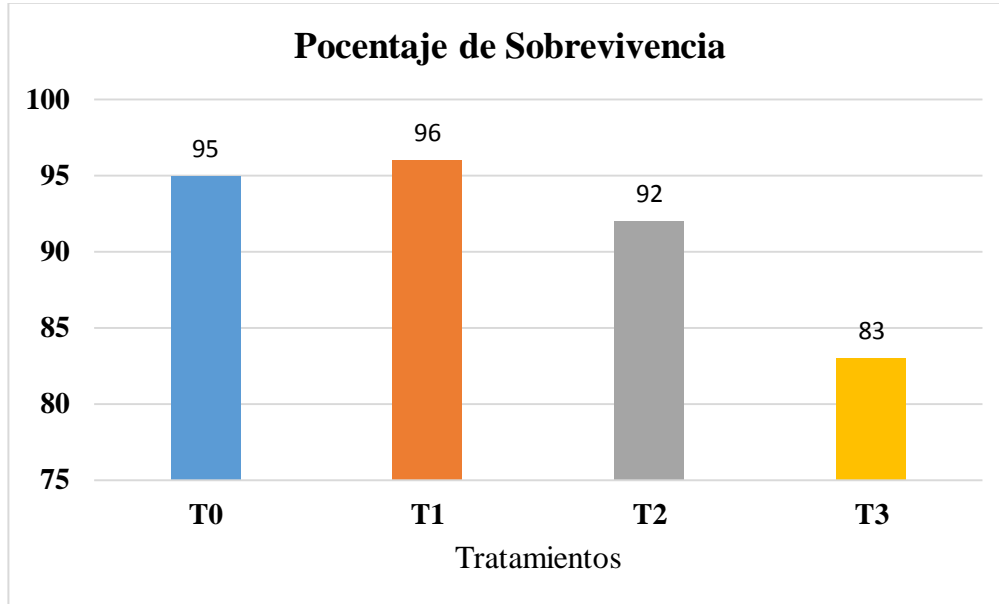
Figura N° 5 porcentaje total de semillas germinadas



En fecha 2/05/2017 se realizó la siembra de las semillas 8 días después se comenzó a registrar la cantidad de semilla germinadas por repeticiones, en el cabo de 2 meses se tomaron 15 datos en estos datos están registradas las 49 bolsas es decir que están incluida las de efecto de borde y las centrales. A los 8 días la repetición uno germinaron 52 semillas, en la repetición dos 48 semillas, en la repetición tres 62 semillas y la repetición cuatro 58 semillas. Llegando a si a germinar 220 semillas de 784 haciendo un 28% de semillas germinadas. En fecha 8/7/017 se tomó el último registro de germinación donde la repetición uno obtuvo 160 semillas germinadas, la repetición dos 158, la repetición tres 151 y la repetición cuatro 151. Haciendo un total de 620 semillas germinadas con un 79 % en todo el proyecto. (Ver tabla N°17) En la gráfica N° 5 podemos observar una curva de acenso de germinación relacionada entre el número de semillas germinadas y numero de datos registrado durante 2 meses.

4.2. Supervivencia

Gráfica N° 5 Supervivencia (%) al final del ensayo



Podemos observar que en el gráfico N° 6 se presentan los porcentajes de supervivencia del ensayo, en donde indicamos que el T1 refleja valores hasta 96 %, seguido del T 0 Testigo con 95%, T2 92 % y finalmente el T 3 con 83 % respectivamente.

Estos resultados se explican en el caso T 1 al parecer la frecuencia de riego que se aplicó de cada dos días en esta primera etapa favoreció a que las plántulas puedan sobrevivir en mayor proporción, en contra posición al tratamiento T3 que se regó cada 6 días, el cual presenta el porcentaje más bajo del ensayo debido a una frecuencia de riego más retrasada.

Lo que respecta a los tratamientos T2 y T0 no existe diferencias significativas entre ambos resultados debido a que las frecuencias riego son medias en comparación a los otros tratamientos.

Para determinar si existe diferencia entre los tratamientos se procedió a un análisis de varianza los cuales mostramos los resultados en la tabla N° 5

Tabla N° 5 Tabla de ANVA Sobrevivencia (%)

Fuentes de V.	GL	SC	CM	F _c	F5%	F1%
Tratamiento	3	420	140	4,11*	3,29	5,42
Error	12	408	34			
Total	15	828				

En el análisis de varianza observamos que existen diferencia significativa en el porcentaje de sobrevivencia para el 5% pero no para el 1% de probabilidad. Como existe diferencia significativa sometemos las medias de todos los tratamientos a un contraste para establecer en que tratamiento existe diferencia, para tal propósito utilizaremos la prueba mínima diferencia significativa (mds).

El valor calculado de la mds fue de 3,29 % para un F5% y un 5,42 % para F1% de probabilidad, con este valor sometemos a una prueba de contraste cuyo resultado se presenta en la tabla N° 6

	T0 - 95	T1 - 96	T2 - 92
T3 - 83	12*	13*	9*
T2 - 92	3ns	4ns	0
T1 - 96	1ns	0	

Tabla N° 6 Prueba de MDS de sobrevivencia

De la tabla analizada precedente se puede observar que existe diferencia significativa entre los contrastes en el tratamiento T0 Y T3; T1 Y T3; T2 Y T3.

Tabla N° 7 Resultado de diferencias de comparación

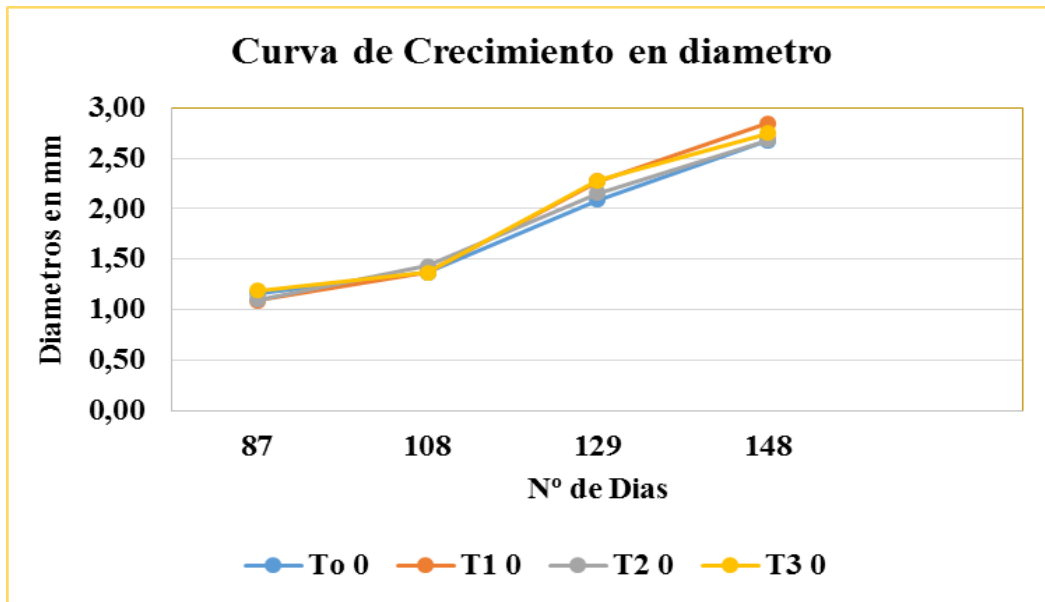
Tratamiento	Media
T1	96a
T0	95a
T2	92a
T3	83b

En este análisis final (tabla 7) podemos observar de no existe diferencia entre los tratamiento T1, T0, T2, Estadísticamente son iguales entre sí (a) Pero si son diferente de T3 (b).

4.3. Evaluación del desarrollo de los plantones a través de su crecimiento en diámetro

En el gráfico N° 7 se observa el desarrollo en Diámetros de las plantas en la relación número de días y diámetros

Gráfico N° 6 Curva de crecimiento en diámetro



Observamos en el Grafico 7 a partir de los 87 días a los 108 existe un incremento en las clases diametricas de 1.00 mm a 1.43 mm, mientras que desde los 108 a 148 días el incremento diametral asciende a los 2,85 mm en el transcurso de los últimos 42 días.

Con los datos obtenidos en campo (ver anexo II) y luego aplicar la curva de crecimiento en diámetro para todos los tratamiento se obtuvo el comportamiento del desarrollo de los diámetros en la cual se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamiento durante todo el estudio como se observa en el gráfico N° 6

Para determinar si existe diferencia entre los tratamiento en diámetro se procedió a un análisis de varianza los cuales mostramos los resultados en la tabla N° 8

Tabla N° 8 Tabla de ANVA de Diámetro

Fuentes de V.	GL	SC	CM	F _c	F5%	F1%
Tratamiento	3	0,08	0,03	0,41	3,29	5,42
Error	12	0,76	0,06			
Total	15	0,83				

De acuerdo a la tabla de ANVA no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que nos indica que los diámetros son iguales estadísticamente.

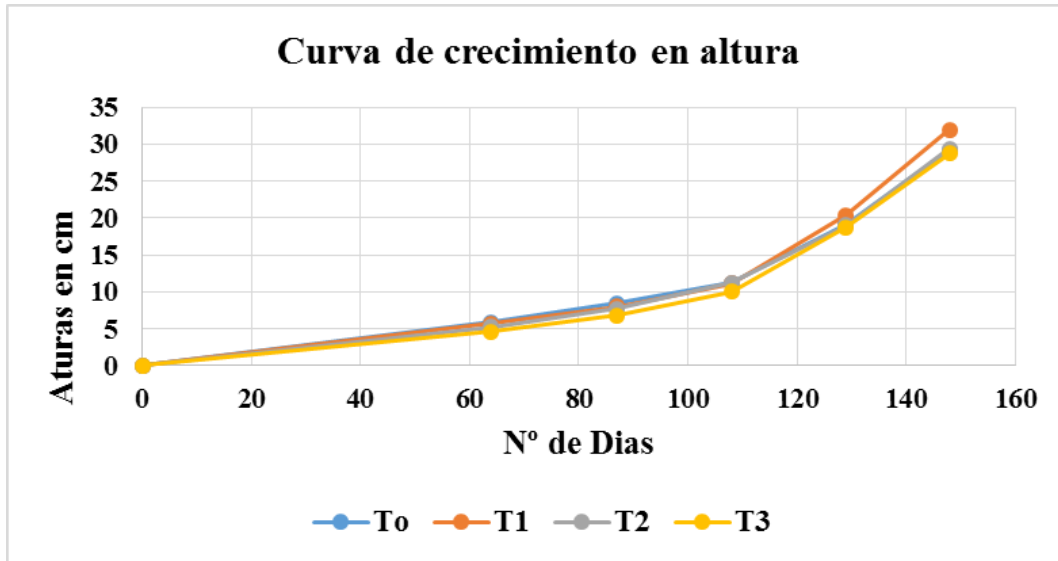
Como no existe diferencia significativa tanto como para el 5% y el 1% no es necesario someter los datos a una prueba de contraste. La F_c nos dio un resultado 0,41 siendo menor que F 5% que nos dio un resultado de 3,29 y F1% nos dio 5,42.

4.4. Evaluación del desarrollo de los plantones a través de su crecimiento en altura.

Para el análisis consideraremos las medias de los tratamiento en altura (anexo II) y los números de días, las mismas que fueron graficadas en una curva de crecimiento los cuales se observan en la gráfica N°8

En la gráfica N° 8 podemos observar la Curva de Crecimiento en Altura en relación de números de día por altura.

Grafica N° 7 Curva de crecimiento en altura en cm.



Como podemos observar con los datos de números de días y la altura (ver tabla 13) se pudo realizar una curva de crecimiento para todos los tratamientos se obtuvo el comportamiento del desarrollo de las plantas en la cual se observa que desde la siembra a los 108 días las plantas tienen un incremento lento de 10 cm de altura esto puede ser que por el clima frío y lluvioso que se desplazó en Villa Montes en la segunda quincena de Mayo, Junio, Julio y mediados de Agosto. Desde el día 108 a los 148 las plantas tienen un leve crecimiento de altura llegando el T uno a los 31.97cm, el T dos 29,37cm, T cero 29,34cm y el T tres 28,71cm

Para determinar si existe diferencia en altura entre los tratamientos se procedió a un análisis de varianza los cuales mostramos los resultados en la tabla N° 9

Tabla N° 9 Tabla de ANVA de la altura

Fuentes de V.	GL	SC	CM	F _c	F5%	F1%
Tratamiento	3	25,58	8,53	0,31	3,29	5,42
Error	12	329,77	27,48			
Total	15	355,35				

La comparación del crecimiento de la altura en el análisis de varianza nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos siendo el valor de factor de corrección (F_c) menor que F5 % y F1 %.

Como F_c tiene 0,31 siendo menor que F5% 3,29 y F1 %5,42. No existe diferencia significativa tanto como para el 5% y el 1% no es necesario someter los datos a una prueba de contraste

4.5. Calidad del agua residual empleada en el riego

Los resultados que se obtuvieron en el análisis fisicoquímico bacteriológico en boca de salida del agua residual de la laguna fueron comparados con los límites permisibles que establece la ley 1333 de medio ambiente y su reglamento de Contaminación Hídrica, para clasificar el tipo de calidad de agua este contraste se presenta en la tabla N° 10.

Tabla N° 10 Resultados de laboratorio fisicoquímico bacteriológico comparado a la ley 1333

Parámetros	Resultados de análisis	Límites permisibles por la ley 1333 (R.M.C.H)		Clasificación del agua
		DIARIO	MES	
Temperatura	22,0	±5°c	±5°c	
PH	7,38	6.9	6.9	A,B,C,D
Conductividad us/cm	972	1500 us/cm		
solidos suspendidos totales (SST) mg/l	96	60		Fuera de rango (>D)
solidos sedimentados mg/l	0,11	NE		D
demanda química de oxígeno total (DQO5) mg/l	202	300		D
demanda bioquímica de oxígeno total (DBO5) mg/	74	80		D
coleiformes totales CF/100ml	1,5E+04	NE		D
coleiformes fecales CF/100ml	9,10E+0,3	1000		D
fosforo mg/l	17,55	NE		D +
zinc mg/l	0,35	3.0	1.5	D +
Cromo hex. mg/l	0,07	0.1	0.05	Fuera de rango (>D)
cobre mg/l,	0,15	1,0	0,5	Fuera de rango (>D)
hierro total mg/l	-	1,0	0,5	
nitrógeno amoniacal mg/l	33,5	4.0	2,0	Fuera de + rango (>D)
oxígeno disuelto mg/l	4,36	NE		

De los 16 parámetros analizados 4 se encuentran en un rango más elevados de los rangos permisibles por la ley 1333. Que son: sólidos suspendidos totales, Cromo, cobre, nitrógeno amoniacal

La clasificación D corresponde a aguas con la más alta contaminación, que para consumo humano o animales no pueden ser utilizadas por el contenido de turbiedad, sólidos en suspensiones, bacterias, paracitos.

4.6. Evaluación de vigor y calidad de los plantones mediante el índice de esbeltez (IE)

Para determinar el vigor y calidad de los plantones entre los tratamiento se procedió a un análisis del índice de esbeltez los cuales mostramos los resultados en la tabla N° 11.

tratamiento	Promedio Altura (cm)	Promedio Diámetro (mm)	Rango esbeltez
T0	29,33	2,68	10,94
T1	32,03	2,86	11,20
T2	29,61	2,70	10,97
T3	28,67	2,74	10,46

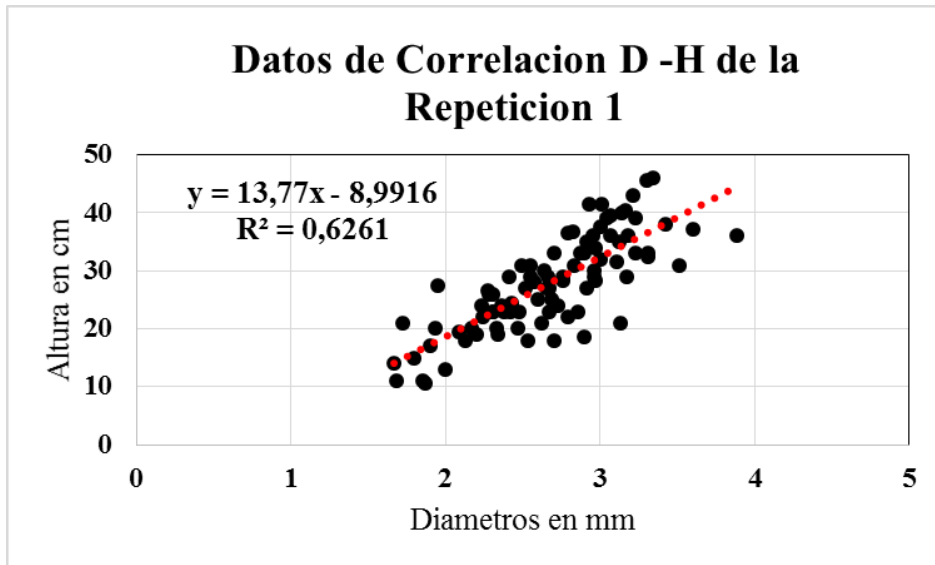
Tabla N° 11 Resultado del índice de esbeltez

Podemos observar que en la tabla 15 que todos los resultados en los tratamientos superan un valor 10 establecido por el índice de esbeltez por lo cual nos indica que las plantas son muy altas respecto al rango establecido por el índice esbeltez.

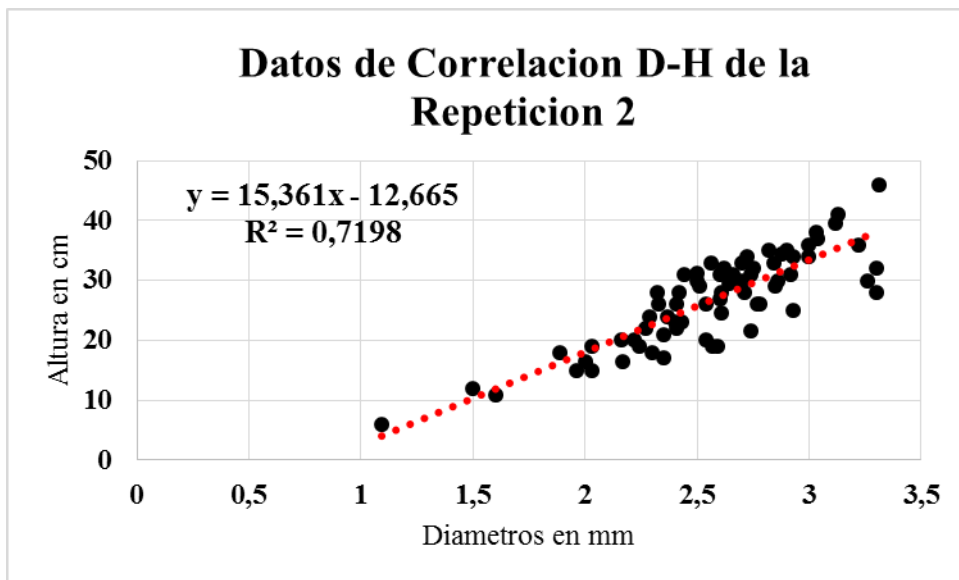
4.7. Correlación Diámetro Altura

Para completar el estudio se desarrolló un análisis de correlación entre las variables diámetro (mm) y altura (cm) los resultados mostramos en las Gráficas N° 9, 10, 11, 12. (Datos en anexo II).

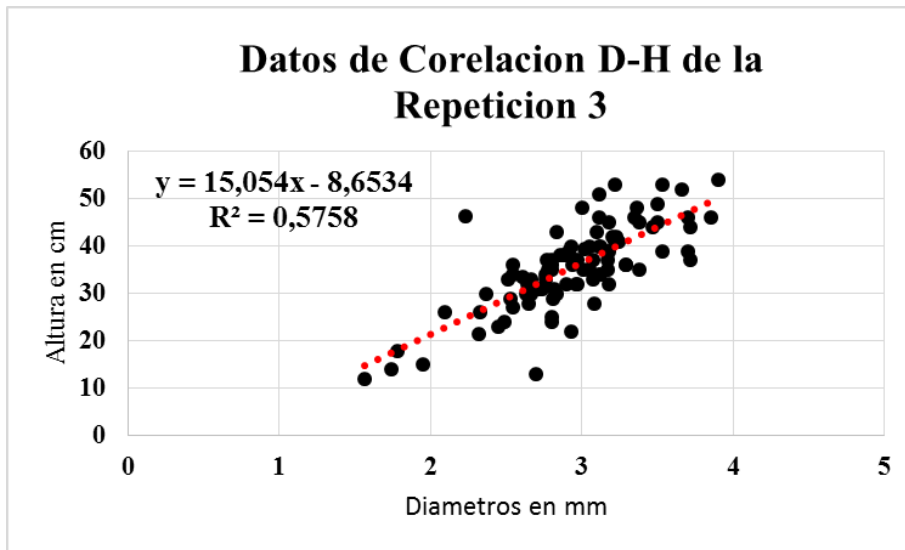
Grafica N° 8 Correlación diámetro altura repetición 1



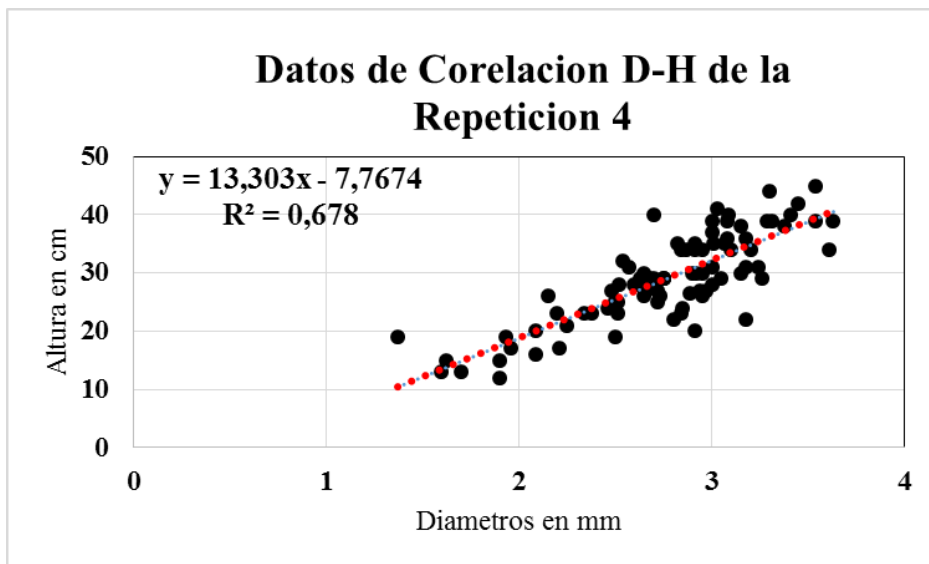
Grafica N° 9 Correlación diámetro altura repetición 2



Grafica N° 10 Correlación diámetro altura repetición 3



Grafica N° 11 Correlación diámetro altura repetición 4



Del análisis de las gráficas de correlación podemos aseverar de que existe una buena relación entre diámetro y altura para presentar un coeficiente significativo en la Repetición uno $R^2 = 0,6261$, Repetición dos $R^2 = 0,7198$, Repetición tres $R^2 = 0,5758$ y Repetición 4 $R^2 = 0,678$ ya que el 62% ,71% ,57% 67% de las variaciones de altura son consecuencia del desarrollo diametricos en base a esas relaciones se puede usar los cálculos de regresión.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Los porcentaje de sobrevivencia del algarrobo blanco durante todo el ensayo refleja un buen comportamiento, en donde se pudo evidenciar que la mortandad de las plantas son poca significativa. Al analizar el valor de la sobrevivencia entre los tratamientos el tratamiento 1 presento el mayor porcentaje 96% seguido el tratamiento 0 con (95%), el tratamiento 2 con (92%) y el más bajo fue el del tratamiento 3 con 83%.

La sobrevivencia analizada con respecto a la frecuencia de riego respecto al tipo de agua el tratamiento 1 y 2 presenta el mismo comportamiento no teniendo diferencia significativa. El tratamiento 3 sí presenta una diferencia significativa en cuanto a los demás tratamiento.

2. De los tratamientos evaluados durante 148 días, en cuanto a la variable altura (cm) no demostró una diferencia estadística esto se evidenció con el análisis de varianza. Obteniendo un resultado de medias de: T1 31,97 T2 29,24, T3 28,71 Y T0 29,37.

Para la variable diámetro (mm) del tallo tampoco demostró una diferencia estadística obteniendo un resultado de: T1 2.85, T2 2.68, T3 2.77 y T0 2.67.

3. En el análisis fisicoquímico de calidad de agua residual se encontró resultado en un límite permisible y así también algunos fuera de rango de acuerdo a la ley 1333 de medio ambiente a pesar de esa inconveniente el agua residual no afecta de forma negativa sobre las variables altura y diámetro, se comportó de la misma forma para los tres tratamientos, ya que no existe diferencias estadísticamente significativas. En comparación del testigo.

De los datos obtenidos del tratamiento experimental analizado por medio del ANVA determinaron que no existen diferencia significativa entre los tratamientos es decir que esta especie forestal puede ser regada con aguas provenientes de la laguna de oxidación durante la fase de vivero y así superar la limitante ocasionada por la falta de agua.

4. Se determinó con el índice de esbeltez que en el tratamiento 1 se obtuvo una mejor respuesta sobre la variable vigor y calidad de las plantas con un rango de 11,20.

5.2. Recomendaciones

Aprovechar el recurso agua proveniente de la laguna de oxidación para el riego de especies forestales en la fase de vivero, también pueden ser utilizadas en áreas verdes, zonas degradadas. Como muestran los resultados obtenidos de la experimentación es viables y conveniente por la gran cantidad de agua que no es aprovechada de la laguna de oxidación de Villa Montes, su uso en el riego de especies forestal pueden constituirse en la forma de reciclaje y por ende evitar el uso innecesario de agua potable en el riego de viveros forestales.

Para la utilización y aprovechamiento del agua de la laguna de oxidación se debe tener en cuenta que el agua no está libre de bacterias, hongos, que por el contrario tienen agentes patógenos que son dañinos para la salud para la salud, con lo que es necesario frecuentar el agua con precaución en la manipulación para evitar enfermedades.

Se recomienda profundizar este estudio realizando análisis bromatológico a los plantones regados con aguas residual.