

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento importante para la vida y sin este elemento la vida sería difícil por no decir imposible. Según Ramírez, R. (2009), la sequía provoca efectos devastadores en los países que las sufren, pese a que nuestro planeta está cubierto en sus tres cuartas partes de agua, el 70% de ésta la componen los mares y océanos; el restante porcentaje corresponde a aguas freáticas, ríos, nieves eternas, humedad del suelo; por lo que el agua dulce que sirve para nuestro consumo llega solo al 2.5% del total; de esto, la mayor parte se la utiliza para sistemas de riego agrícola, por lo que además de sub-utilizar el agua la contaminamos.

En la actualidad muchos países tienen menos agua de la que necesitan, según los últimos datos estadísticos de la FAO, en el primer cuarto de siglo los países con demanda excesiva de agua llegarán a tener escasez de moderada a severa, una tercera parte de las naciones empezará a sentir los efectos de no tener agua de modo permanente. La estación lluviosa es cada vez más escasa como consecuencia del cambio climático provocado por emisiones de gases contaminantes de origen industrial, vehicular y la combustión de derivados de petróleo que además genera una mayor evaporación del agua de las reservas en la

superficie. Esto sumado a la mayor contaminación con metales pesados en los ríos la quema y tala de bosques que disminuye la retención del agua en el suelo provoca un acelerado proceso de pérdida de nuestras reservas de agua dulce.

Los esfuerzos por recuperar en parte el ambiente es una preocupación de todos: científicos, investigadores y ecologistas que buscan desesperadamente por medio del uso de nuevas herramientas biotecnológicas que nos permitan mantener un equilibrio ecológico entre la producción industrial y nuestra propia supervivencia. Las nuevas tendencias a nivel mundial apuntan hacia una clara defensa de nuestras reservas de agua, el uso de las nuevas tecnologías en el proceso de riego permitirá a futuro optimizar de manera dramática el uso del agua, convirtiendo a estas empresas en ejemplos de manejo sostenido y sustentable de la misma, tal es el caso de Israel, donde cada gota de agua cuenta, por lo que mantienen un sistema de riego por goteo aprovechando al máximo el agua que poseen, demostrando así que el valor real del suelo depende en gran medida de la manera en que es utilizado

Anderson, S. (2009) manifiesta que los retenedores de agua favorecen el desarrollo de las plantas cuando carecen de precipitación suficiente, ya que absorben y retiene grandes cantidades de líquido y nutrientes cuando se aplican en el suelo o en cualquier otro medio de crecimiento.

En nuestro país lamentablemente existe poca información de estas nuevas tecnologías aplicables a los cultivos agroforestales, el desconocimiento por parte de los técnicos sobre la utilización de los retenedores de agua genera que en el

campo estos sean prácticamente desconocidos en lo referente a la eficiencia de conservar vivas a las plantas en época de escasez de lluvia.

A parte de esta cualidad de retener agua entre otras propiedades cuenta con un bajo índice de erosión, controla la porosidad entre otras, siendo la mejor forma de optimizar el uso del agua en cualquier tipo de planta.

Tomando en cuenta estas consideraciones el uso de estos retenedores podría ser una solución en ciertas partes de nuestro país; especialmente en lugares donde existe más sequía y erosión del suelo por la deforestación y la sobreexplotación del mismo, haciendo que la agricultura sea prácticamente imposible. Según Noni y Trujillo 1985 en el país un 50% del territorio sufre erosión y falta de agua en valores que van de moderado a grave.

La aplicación de retenedores de agua puede presentar costos adicionales, mas si hacemos un comparativo de costo beneficio a largo plazo tendremos que el uso extensivo de éstos, permitirá que el beneficio sea mayor al costo. Pues la incorporación de tierras al proceso productivo deriva directamente en beneficios económicos a los propietarios de las mismas permitiendo además el aprovechamiento del agua de una manera racional y sin afectar el ambiente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento inicial de pino (*Pinus radiata*) aplicando retenedores de agua, para determinar el crecimiento en épocas de baja precipitación, en el sector de Tanlagua, Provincia de Pichincha.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el crecimiento inicial de las plantas en los diferentes tipos de tratamientos.
- Establecer la sobrevivencia de las plantas en los diferentes tipos de tratamientos.
- Comprobar el estado fitosanitario de las plantas durante el proceso de investigación.
- Determinar los costos de uso de los retenedores.

1.2 Formulación de hipótesis

Hipótesis Nula (H₀): Los tratamientos analizados en la investigación se mantienen similares en todas las variables evaluadas.

Hipótesis Alternativa (H_a): Por lo menos uno de los tratamientos a evaluar presenta una diferencia.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 *Pinus radiata*

2.1.1 Descripción Botánica

Contesse, (1987). Informa que el 2 de junio de 1985; David Don profesor de Botánica, describió cien nuevas especies del genero *Pinus*. A una de estas especies, el profesor Don la denominó *Pinus radiata*, desde entonces se la conoce en publicaciones científicas como *Pinus radiata* D. Don.

Brows citado por Martínez M (1992), dice que hay una variedad de *Pinus radiata* y que se denomina *Pinus radiata* binata. En esta variedad las hojas están en fascículos de 2 y sus conos son pequeños; y que en la especie *P. radiata* D. Don., se encuentran en fascículos de 2 y 3.

DENOMINACION; Pino radiata, pino insigne o pino de Monterrey.

SISTEMÁTICA;

- Clase Coníferas
- Orden Coniferales
- Familia Pinaceas
- Género Pinus
- Especie *Pinus radiata* D. Don

2.1.2 Distribución geográfica

Jongsma, W., (1997) El *P. radiata* tiene como sinónimo el *P. insignis*; pino monterrey (inglés); *pino insigne* (español). Es originario de la costa de California, Estados Unidos y la Isla Guadalupe en México. Como especie exótica se utiliza en gran escala en Nueva Zelanda, Australia, África del Sur, España y Chile. Las plantaciones están concentradas dentro de 1500 a 3000 msnm. Sin embargo en Ecuador el límite superior es hasta los 3800 m (CESA 1992), encontrándose los mejores sitios en una banda altitudinal de 2200 hasta 3200 m. Esta especie fue introducida en el Ecuador en 1905, pero la primera plantación se realizó en el páramo de Cotopaxi en 1941 con fines de conservación y paisajismo entre 3400 y 3700 msnm. Desde entonces se ha distribuido en toda la sierra en proyectos de reforestación, siendo una especie ampliamente plantada y utilizada industrialmente (Zeaser et al 1989).

2.1.3 Características del *Pinus radiata*

López, P. (1996) manifiesta que el árbol de *Pinus radiata* tiene un porte regular, piramidal en la juventud y finalmente ensanchado, globoso o truncado. Grano medio a fino. Fibra recta. Es esponjosa, ligera a mediano peso, medianamente dura y muy poco resinosa, tiene un desarrollo rápido.

- La corteza es de color negro, contrasta con las hojas, no coriáceas y verde brillante.
- Hojas aciculares en fascículos de tres en tres, largas de 7-15 cm., finas, de color verde brillante.

- Conos, estróbilos o piñas largos (7-15 cm x 5-8 cm.), en grupos de 2-5, muy asimétricos, con apófisis de las escamas muy prominentes. Semillas de 5-8 mm.
- Debido a su rápido crecimiento, se ha utilizado ampliamente en repoblaciones forestales para la obtención de madera destinada a la fabricación de pasta de papel.
- Es una especie adecuada como cortaviento.
- Muy sensible al frío y heladas.
- Prefiere climas suaves litorales con abundante humedad atmosférica.
- Resiste bien el viento.
- Suelos arenosos, ácidos y profundos.
- Muy atacado por la plaga Procesionaria del pino.
- Se multiplica por semillas.
- Color de la madera amarillento claro con nervaduras café claro.

2.1.4 Medio ecológico y hábitat del *Pinus radiata*

López, P. (1996) dice que según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos el *Pinus radiata* crece en California en un limitado rango de altura, desde el nivel del mar hasta los 300 m de altitud, totalmente a la sombra, de rápido crecimiento pasado de 30 a 60 años para su explotación. El clima para su desarrollo es considerado mediterráneo con bajas precipitaciones, sin nevadas y heladas y bajo un moderado verano con temperaturas de 0° a 30° C., el mejor suelo para su desarrollo corresponde a suelos limosos o arenosos salinos, exquisitos, graníticos o piedras. Sin embargo crecen bien en un amplio rango de

suelos, desde suelos pesados (como en Nueva Zelanda) o en suelos arenosos profundos.

Zeaser, D (1989) menciona que en Nueva Zelanda se determinó que *P. radiata* mejora su rendimiento con incrementos de precipitación, nutrientes en el suelo, grosor del primer horizonte y penetrabilidad de raíces en el suelo y el pH de 6,0. En Sudáfrica, se recomienda plantar esta especie en suelos profundos, mayores de 60 cm, con buen drenaje y no en suelos arcillosos ni muy húmedos

González et, C (1978) indica que en Chile el *Pinus radiata* crece bien en suelos derivados de roca madre, de textura liviana, observándose buen rendimiento en los arenales con nivel alto de aguas freáticas. Sin embargo, en aquellos arenales y pedregales con nivel freático profundo, fuera del alcance de las raíces, son forestalmente improductivos

Según López, P. (1996) para que una planta se desarrolle en perfectas condiciones necesita una serie de nutrientes denominados nutrientes esenciales, ya que la carencia de algunos de estos provocaría una serie de patologías al árbol.

Pero estos nutrientes no siempre son perfectamente absorbibles para el árbol ya que según unas características u otras del suelo facilitarán su absorción por el pino o no.

Estas características del suelo son unos determinados factores que hacen más fácilmente asimilable la absorción de los nutrientes por el suelo:

- Estado del suelo

- Función del pH
- Antagonismo de los elementos

El *Pinus radiata* prefiere vivir en suelos ácidos, sobre todo tomando como ejemplo las repoblaciones hechas en Galicia y en el País Vasco.

Dado la característica de la acidez de los suelos con un pH entre 4 y 5 se da unas consecuencias:

- Los hongos trabajan a cualquier pH.
- Las bacterias en suelos ácidos dejan de actuar y dejan de transformar nitrógeno orgánico en ión nitrato, que es lo que absorbe la planta. Por tanto, en suelos muy ácidos, lo que provocará la falta de la actividad bacteriana será una carencia en la absorción del ión nitrato, provocando la patología consecuente.
- Debido a la acidez de los suelos tampoco va a estar presente el ión calcio en cantidades importantes. Lo mismo ocurre con el potasio
- En cuanto al fósforo se hace asimilable cuando esté en forma de anión fosfato H_2PO_4^- para suelos con el $\text{pH} < 7$, concretamente es en el intervalo de pH entre 5,5 y 7 cuando los fosfatos adquieren una máxima disponibilidad. Aunque por otro lado, este anión forma precipitados insolubles con el calcio, magnesio, aluminio y hierro lo que imposibilita a la planta su asimilación en disolución al absorber el agua. Dado que el pino radiata habita en suelos ácidos aunque sin llegar a altos extremos de acidez, permite al ión fosfato su máxima disponibilidad, aunque en suelos muy ácidos puede precipitar como fosfatos de hierro y aluminio, igual que el molibdeno como molibdatos

- No se puede decir lo mismo del hierro, manganeso, cobre, zinc o boro ya que en pH ácidos si están muy presentes en disolución. Un pH muy ácido puede provocar toxicidades de Manganeso, Zinc, Aluminio y Hierro.

2.1.5 Medio ecológico del *Pinus radiata* en el Ecuador

2.1.5.1. Requisitos climáticos

González, L., 1978. Manifiesta que la región nativa el *Pino insigne* crece en inviernos con pocas heladas y precipitaciones superiores a 300 mm y veranos con uno o dos meses secos. Esta especie en Ecuador necesita una precipitación anual de 500 a 1000 mm, con 20 a 40 mm en el trimestre más seco y temperaturas promedias anuales de 11° a 18°C

Según Galloway (1986) citado por Herrera, J (2003), indica que las condiciones aproximadas para el crecimiento del *Pinus radiata* son:

Precipitación	650 – 1600 mm
Régimen de lluvia	invierno uniforme
Estación seca	dos o tres meses
Temperatura	Media máxima del mes más cálido 20° a 30° C. Media mínima del mes más frío 2° a 12° C. Promedio 11° - 18° C.

Zeaser, D (1989), Jongsma, W (1997). Indican que esta especie no tolera heladas severas, poca presencia de niebla y vientos, no crece en áreas que tienen una

estación muy seca y caliente, prefiere climas desde seco hasta transición a húmedo, con una estación seca marcada en julio hasta agosto. Sin embargo el *P. radiata* es más resistente a la sequía que *P. patula* y en sitios comparables pueden dar un rendimiento superior al 30% en volumen. Además se ha identificado que la temperatura promedio óptima del suelo es de 12 °C

2.1.5.2 Requerimientos de suelo

Cozzco, (1976). Citado por Galloway (1986) manifiesta que el *Pinus radiata* crece mejor en suelos sueltos, profundos (por lo menos 60 cm), bien drenados y ricos. No tolera los suelos encharcados, prefiere suelos bien drenados, de textura franco-arenosa y algo ácidos, situados preferentemente sobre laderas o fondos de valle. Por lo tanto no se adaptan a suelos compactos, muy arcillosos, mal drenados y superficiales, pero si tolera los moderadamente pedregosos.

Jongsma, W (1997). Manifiesta que el *Pinus radiata* prefiere suelos con textura franco arenoso, con buen drenaje y con una disponibilidad de nutrientes promedio. Cuando el contenido de calcio (Ca) es suficiente y en sitios apropiados las hojas se descomponen bien. Crecimientos malos fueron reportados por deficiencia de fósforo y zinc. También se reportaron malos crecimientos por deficiencia de boro en suelos andinos. Las investigaciones muestran que fertilizando con fósforo y boro se elimina el problema y mejora el crecimiento significativamente

Para Zeaser, D (1989) en Ecuador crece bien en suelos con una profundidad de 60 o más cm, el grosor del primer horizonte debe ser de 15 o más cm; prefiere suelos con textura franco hasta franco arenoso en los primeros horizontes, los suelos pesados y mal drenados de textura arcillosa parecen limitar el crecimiento en esta especie. Pueden crecer en sitios con fertilidad baja mínimo 38 y pH ligeramente ácido, entre 5.5 y 6.3, recomendando no realizar plantaciones con *P. radiata* en suelos no volcánicos en la provincia de Loja

2.1.5.3 Plagas y enfermedades de *P. radiata*

Jongsma, W (1997). Informa que en áreas con una humedad atmosférica alta hay una gran incidencia de enfermedades fungosas. Entre los hongos más conocidos son: *Fomes annosus*, *Armillaria melea*, *Cronartium cerebrum* y *Diplodia pini*

Se reportó que en Ecuador en el año de 1982-83 el Departamento Forestal y los propietarios de grandes plantaciones privadas fueron alarmados por un ataque masivo de una enfermedad llamada “tizón de banda roja” (*Dothistroma pinii*). Los primeros síntomas de esta enfermedad son anillos rojizos que se encuentran en las hojas de las ramas más cercanas al suelo, donde se puede encontrar molinetes de acículas necrosadas, cloróticas, acículas rotas y ramas defoliadas (Iñiguez 1985).

Según Jongsma, W (1997). En Ecuador al probar con diferentes fungicidas en un ensayo, se determinó que el producto oxiclورو da los mejores resultados. Tomando en cuenta los costos del producto, los costos de aplicación y el rendimiento, se llegó a la conclusión que no es rentable aplicar fungicidas a plantaciones que están afectados con *Dothistroma pinii*

Para Galloway (1987). Otra enfermedad que ataca las acículas de *P. radiata* es *Naemacyclus sp.* Esta enfermedad es más común en plantaciones densas donde no hay una aireación adecuada. Normalmente este hongo afecta más las acículas viejas. Finalmente *Diploidea*, una enfermedad bastante común en los pinares de la Sierra, causa necrosis, muerte de los brotes terminales laterales en árboles dañados y débiles. Esta enfermedad es más problemática en sitios altos que tienen heladas frecuentes, granizadas y vientos fuertes. Lo más común es observar mortalidad descendente de los brotes que luego se encogen y toman un color rojizo, llegando a secar totalmente el árbol.

Para Jongsma, W (1997). Los insectos que afectan el crecimiento de pino en Ecuador son los siguientes: *Copaxa medea*, *Leucolopsis parvistrigata*, *Nemoria ompHax*, *Neotherina Sp.* *Gaujonia arbori*, *Leiopussuperstes*, *Paramallocera ilnizae*, *HexapHyllum seguyi*; pero casi no existe información sobre el combate a estos insectos. En Chile se tiene un problema con un taladrador *Rhyaciona buoliana* que afecta las plantaciones

2.1.6 Utilización

Según la Empresa Comaco Forestal, (2010) considera que la madera de *Pinus radiata* posee cualidades técnicas que la hacen muy apetecida en la industria de la celulosa, donde resulta muy atractiva por su fibra larga; se utiliza en la fabricación de cartones, cartulinas y papeles de resistencia.

Así también, su uso se ha difundido extensamente en la construcción de casas y en la industria maderera para la elaboración de tablas, tableros diversos, muebles, embalajes y otros productos.

El pino es por excelencia es un gran antiséptico y expectorante según la medicina alternativa. Se recomienda para desinfectar heridas y llagas, así como su infusión caliente, donde se utilizan tanto las hojas como la corteza para la bronquitis o laringitis, ya que alivia el dolor de pecho y hace transpirar, haciendo que baje la fiebre. La esencia de pino puede usarse en masajes para aliviar dolores articulares y musculares.

2.2 Retenedores de agua

Trujillo N., (2003) manifiesta que los retenedores se ofrecen en el mercado bajo distintos nombres y calidades, entre los que podemos citar: silos de agua, Hidrokeeper, hidrogel, agua sólida, polímeros, acuagel, entre otros. Estos productos tienen la capacidad de absorber el agua convirtiéndose en formas de geles separados que absorben y entregan la reserva cuantas veces sea necesario por un periodo de 5 años.

Es un sólido de aspecto cristalino, que al mojarse puede absorber 400 veces su peso en agua (dependiendo del contenido en sales de ella) y por tanto multiplica su volumen original.

2.2.1 Características de los retenedores de agua

Trujillo N., (2003) expresa que los Retenedores de Agua tiene las siguientes características

- Son una opción de alta tecnología, bajo costo y amigables con el ambiente ante la escasez creciente de la disponibilidad de recursos hídricos. Este producto salió al mercado hace aproximadamente 10 años en los países como Alemania, Francia y Estados Unidos donde se desarrolló la tecnología.
- Es un polímero súper absorbente de gran calidad que debido a su estructura reticulada tridimensional y a la capacidad de hidratación de sus grupos carboxílicos, incrementa la capacidad del suelo para mantener la humedad y proporcionarla fácilmente a las plantas cuando éstas la necesitan.
- Actúa como un verdadero almacén de agua en la zona radicular de las plantas, proporcionando un crecimiento más rápido y sano de las plantas y a la vez reduciendo los costes de riego.
- Las raíces de la planta no se saturan de agua, porque una vez las partículas se han expandido completamente mantiene su forma, y el exceso de agua y de aire circulan libremente alrededor de ellas.
- El agua absorbida queda a disposición de las raíces de la planta y éstas pueden crecer alrededor y utilizando la reserva de agua cuando lo necesiten.

2.2.1.1 Ventajas del retenedor de agua en cultivos

Anderson. S. (2009) indica las siguientes ventajas de los retenedores de agua:

- Permite un mayor crecimiento de las plantas en regiones de escasas lluvias.
- Permite el cultivo de la tierra bajo condiciones extremas de clima y suelo.
- Provee a las plantas de un suplemento regular de la humedad.
- Reduce los ciclos de irrigación y la cantidad de agua utilizada.
- Reduce al menos un tercio la pérdida de nutrientes en el suelo.
- Incrementa la reserva de agua en los suelos hasta por 5 años.
- Mejora la ventilación de aquellos suelos compactos, dado que al hidratarse estimula la circulación de aire.
- Mejora la retención de humedad en suelos arenosos o en sustratos.
- Se puede hidratar aplicando fertilizantes hidrosolubles que estarán más tiempo disponibles para la planta gracias a un efecto retardado de liberación.
- El agua absorbida es entregada a la planta entre un 95 a 99 % por proceso de Osmosis.

2.2.1.2 Aplicación de los retenedores de agua

Según Rengifo, M. (2006) los Polímeros al hidratarse forman una gelatina a la que llamamos hidrogel, específicamente diseñado para la aplicación en el campo:

- En la agricultura se puede emplear para hortalizas, cítricos, fruticultura (incl. nueces), cultivos en surcos. Reduce los problemas de infertilidad del suelo, escasez de agua, ausencia de fertilizante, formación de costras de sal y erosión del suelo. Sus propiedades de retención de agua ayudan al

almacenamiento de aguas de lluvia y de riego, que normalmente se perderían por efecto de la gravedad.

- En el sector Forestal se utiliza en viveros, transporte y protección, trasplantes. Está demostrado que las reforestaciones son más efectivas, al reducir el shock de trasplante y minimizar el secado del sistema radicular, tanto durante el transporte como en la plantación.
- En lo ornamental, fomenta la capacidad de almacenar agua en el suelo y en sustratos de cultivo, a la vez que aumenta la aireación del medio de cultivo.
- En Paisajismo: En restauración de paisaje, mejora de campos de golf, revegetación de áreas de minería.

Pulidon, N., (2010) manifiesta que además se lo utiliza para jardinería, árboles frutales y arbustos, césped, flores, campos deportivos, viveros / Invernaderos: Suplemento para sustrato, plantas en el interior de la casa, raíces desnudas, además es una gran ayuda durante el ciclo de crecimiento del césped y herbáceas, especialmente en la germinación de semillas, en el transporte de rollos de césped, etc. También se puede aplicar mediante hidro siembra.

Trujillo, N. (2003) señala que es importante que los retenedores de agua puedan ser aplicados secos o hidratados siempre en la zona radicular al establecer el cultivo, su uso superficial no tiene ningún efecto. Este producto se puede aplicar en cualquier clase de cultivo dado que actúa sobre los sistemas radiculares pero resulta más efectivo en aquellas zonas de menos precipitación o con sequías

recurrentes. Se aplica en plantaciones forestales, frutales, cultivos anuales en surcos, camas hidropónicas, cultivos bajo invernadero.

Para la empresa IdeaCOM International (2009), más de 90% de la humedad absorbida por los Cristales es disponible para la planta. En Mezclas de sustrato no hay otro componente que retenga esta cantidad de agua y la proporcione lentamente a la planta. A consecuencia de la expansión y contracción de los Cristales, el producto separa las partículas del suelo, abriendo y descompactando el sustrato. La aireación es el intercambio de gases en el espacio ubicado entre las partículas del sustrato. El dióxido de carbono, que es generado por las raíces en crecimiento y los microorganismos del suelo, sale por este espacio. Por otro lado el espacio posibilita la entrada de oxígeno al suelo, lo que es indispensable para el desarrollo y crecimiento de las raíces.

Trujillo, N. (2003) indica que por años la mezcla de sustratos “ideal” ha sido un asunto de largas discusiones entre los productores de estas mezclas y sus clientes los agricultores: por un lado altos grados de aireación y disponibilidad de agua están asociados directamente con partículas de tamaños grandes (que forman poros grandes), por otro lado altos grados de retención de agua y una baja aireación están directamente correlacionados con partículas de tamaños pequeños. Es importante reconocer que el manejo de la aireación de una mezcla es una tarea mucho más difícil que el manejo de la humedad. Una deficiencia en la humedad se puede corregir regando más frecuentemente. Pero si la aireación es deficiente,

se tiene que mover la planta para mejorar el drenaje y la porosidad del sustrato en la zona de las raíces por medio de partículas más grandes.

El manejo de agua utilizando los Cristales permite al productor usar mezclas de sustrato bien aireadas, que – combinadas con un manejo más controlado de la humedad – crean las condiciones adecuadas para que las raíces crezcan más rápidamente. Algunas materias orgánicas usadas tradicionalmente en el manejo del agua como el peat moss se descomponen fácilmente y finalmente “bloquean” la mezcla. En comparación, los cristales son un componente más durable, diseñado para lograr un nivel de aireación y humedad preciso. La realización de mezclas a base de componentes más estables constituye un gran avance hacia una producción optimizada, controlando los problemas asociados con el manejo tradicional de sustratos de cultivos.

2.2.2 Usos de los retenedores de agua

Para Trujillo, N. (2003) los retenedores de agua se los puede utilizar para un uso eficaz del agua y uso eficiente de fertilizantes

2.2.2.1 Un uso de agua más eficaz

La capacidad de usar la humedad presente en el suelo, que de otra manera no sería disponible para las plantas, es una de las mayores ventajas del uso de los Cristales. Los suelos arcillosos, por ejemplo, retienen una gran parte del agua, pero menos de la mitad de ésta es disponible para las raíces, con estos productos más del 95% del agua retenida por el Hidrogel está disponible para las raíces. El Hidrogel súper

absorbente funciona en cualquier tipo de suelo. De hecho, varios estudios han demostrado que se puede cultivar directamente en el Hidrogel sin usar tierra o sustrato.

2.2.2.2 Un uso eficiente de fertilizantes

Un Hidrogel que absorbe agua que contiene fertilizantes, libera estos fertilizantes paulatinamente con el agua. Lo mismo sucede con otros componentes solubles en agua. Esta propiedad de geles súper absorbentes puede resultar en grandes ahorros de costos para el agricultor, y los Hidrogeles son mucho más económicos que otros sistemas tradicionales de liberación lenta de fertilizantes.

2.2.3 Composición.

Según Anderson, S. (2009) Técnicamente se trata de un polímero reticular de acrilamida y acrilato de potasio no soluble en agua, súper absorbente, que fue diseñado en primera medida para reducir las frecuencias de riego, pero, sus excelentes resultados llevaron a que se utilizara hoy y de manera rutinaria en todo tipo de cultivos tanto agrícolas como forestales y en especial en zonas secas. Es un acumulador PR-400 que se mantiene efectivo después de varios ciclos de hidratación y deshidratación hasta varios años. A medida que las partículas se hinchan, empujan al suelo incrementando la aireación.

2.2.4 El agua sólida, para una tierra sedienta y los desiertos

Granados, E (2009), menciona que hasta ahora, se conocía los tres estados del agua: sólido, líquido y gaseoso, pero se consideraba sólido únicamente el hielo, el

secreto de un agua sólida, es que mediante una vieja molécula descubierta hace 20 años, la cosa casi esotérica se ha hecho realidad.

El vehículo físico que lleva a la solidificación del H₂O es un polvo blanco, sensible al éter, acrilato de potasio que permite solidificar el líquido elemento. Lo hace instantáneamente. ¿Cómo se solidifica o cómo queda el agua? Pues como una especie de gelatina dura que no se humedece. Un agregado de microcantillos debido a la acción de un polímero acrílico, que aprisiona el agua, impide que ésta se desparrame por todas partes.

Difícil de creer, sin duda. Sin embargo el procedimiento es eficaz. De hecho, el invento ha sido puesto a prueba para resolver problemas de polución, sobre todo en los casos de protección a la seguridad industrial.

2.2.5 La ciencia prueba el invento

Granados, E (2009) indica que se están haciendo pruebas actualmente para verificar si las plantas cuyas raíces van a parar al agua sólida “gelatinaza” la absorben o sólo absorben por capilarización. Tal agua, hay que pensarlo bien, no será potable y con eso quedan advertidos los usuarios de Diáspora. Puede ser muy nociva para el organismo humano.

Se mide mejor la amplitud del descubrimiento y sus derivaciones, si se sabe que un kilo de polvo blanco permite solidificar quinientos litros de agua. Recordamos

que la solicitud de patente fue presentada en París hace un tiempo y que se basa en un polímetro súper absorbente.

Esta sustancia química, el acrilato de potasio, tiene la característica de ser altamente higróscopico, es decir que absorbe grandes cantidades de humedad (finalmente agua).

No crea problemas, aquí un ejemplo. El arroz es higróscopico, y por eso lo ponen en los saleros para que la sal no se humedezca: en ese caso las semillas absorben la humedad. Los frijoles también tienen propiedades higróscopicas, por eso los dejan remojando y por eso aumentan de tamaño, se ponen suaves y se cuecen con rapidez.

2.2.6 Silos de Agua o hidrogel

Según Espinoza, S. (2010) los Silos de Agua desde hace algunos años se están utilizando en forma extensiva para mejorar la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo por lo tanto el desarrollo de las plantas.

Estos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo.

Los Silos de Agua tienen la particularidad de adsorber grandes cantidades de agua y la liberación lenta de la misma, para disponibilidad de la planta. A parte de esta cualidad de retener agua entre otras propiedades cuenta con: bajo índice de erosión, controla la porosidad entre otras.

Espinoza, S. (2010) manifiesta que La disposición reticular, le permiten ser una sustancia con gran afinidad por moléculas de agua y por lo tanto adquiere propiedades de un gel, es decir de un sólido que contiene gran cantidad de líquido. Una cualidad importante es la capacidad de hidratación en forma reversible que presentan los Silos, dejando la mayor parte de su agua retenida disponible para las plantas.

Ricos S., (2002) indica que las propiedades de este material fueron puestas a prueba en los años 50's, donde empresas químicas les dieron usos en viveros y campos de golf de países desarrollados. A partir de entonces, comienza una fuente a estudiar para conservación de recursos aplicables a la agricultura.

En la actualidad existen ya una gran diversidad de productos con diversas propiedades y características, y de diversos plásticos o fuente de origen, sin especificaciones de aplicación, tanto en cultivos, como para sus usos, debido a la fuente de la que provienen. Pero la principal razón por la que han entrado al mercado agrícola, es por el costo tan bajo que manejan, por la adsorción, pero desafortunadamente la liberación de la misma es nula, por esta razón existe controversia en cuanto a la calidad del material.

Los Silos de Agua tienen la particularidad de adsorber grandes cantidades de agua y la liberación lenta de la misma, para disponibilidad de la planta. A parte de esta cualidad de retener agua entre otras propiedades cuenta con: bajo índice de erosión, controla la porosidad entre otras.

2.2.6.1. Estructura de los Silos de Agua

Para Ricos S., (2002) los silos de agua son un compuesto de polímeros reticulados de ácido acrílico y acrilamida a base de potasio no tóxico, ni contaminante para el suelo o plantas. Específicamente diseñados para mejorar la eficiencia de la tierra en incrementar la producción de los cultivos. Se utiliza en sistemas agrícolas cuyo objetivo es la optimización de uso del agua, fertilizantes y demás productos agregados durante el transcurso del trabajo. Están formados por monómeros que cuando estos se retícula (se forma una red), cambian sus propiedades físicas y químicas y casi siempre este cambio es favorable en la agricultura. La formación depende de varios factores; la humedad que contiene, la presión a la que se someta, el estado físico, entre otras.

La disposición reticular, le permiten ser una sustancia con gran afinidad por moléculas de agua y por lo tanto adquiere propiedades de un gel, es decir de un sólido que contiene gran cantidad de líquido. Una cualidad importante es la capacidad de hidratación en forma reversible que presentan los Silos, dejando la mayor parte de su agua retenida disponible para las plantas. Siempre deben instalarse en la raíz de las plantas, en donde absorberán el agua formando un entorno húmedo a disposición de los vegetales.

Los silos de agua son capaces de almacenar hasta 500 veces su peso en agua; disminuyendo está de acuerdo con la cantidad de sales disueltas en el agua, tienen un tiempo de vida de hasta diez años o más de acuerdo a que pueda saturarse con las sales disueltas en el agua y reduzcan con el tiempo su capacidad de absorción,

los silos de agua son un producto no combustible, no comburente, no tóxico y debe almacenarse y manejarse como un granulado no peligroso.

Están formados por monómeros que cuando estos se retículan (se forma una red), cambian sus propiedades físicas y químicas y casi siempre este cambio es favorable en la agricultura. La formación depende de varios factores; la humedad que contiene, la presión a la que se someta, el estado físico, entre otras.

2.2.6.2 Características

Palacios & Castillo, (2009) señalan varias características de los Silos de Agua como se muestra en el Cuadro 1

Cuadro 1 Características de los silos de Agua

Forma	Granular sólido
Tamaño de partículas	3mm
Ph	Neutro
Densidad	0.7-0.085
Solubilidad en agua	Insoluble
Tiempo de absorción	De 5 a 45 min. Dependiendo de la granulometría
Almacenamiento	Indefinido
Composición	Poliacrilamida 94.13% Humedad 5.87%
Tiempo de vida	Hasta por 10 años
Empaque	Bolsas de Kg. y cubetas de 15 Kg.

Fuente: Palacios & Castillo, 2009

2.2.6.3 Beneficios de los Silos de Agua

Para Palacios & Castillo, (2009) los beneficios que ofrecen son:

- Reduce el número de riegos
- Reduce la erosión del suelo
- Reduce la contaminación de los mantos acuíferos
- Aumenta el crecimiento de las plantas
- Mejora la densidad aparente
- Mejora la capacidad de intercambio catiónico
- Reduce el estrés hídrico
- Optimiza el uso de agroquímicos

Grupo Arita, (2009) considera que los Silos de Agua no solo ayudan a conservar los recursos naturales, también ayudan a ahorrar tiempo y reducir los costos que se generan por la energía, disminuyen los costos de mantenimiento de equipos de riego y bombeo, ahorro de los fertilizantes y el agua.

Además ayudan a proteger el ambiente. Los requisitos del agua varían a través de la estación de crecimiento. Una fuente constante, fácilmente disponible del agua y los alimentos que es esencial para el crecimiento, disminuye la pérdida de nutrientes por efecto de infiltración del agua, favorece la floración, el amarre de frutos, un mayor crecimiento de la raíz, incrementa el rendimiento de las cosechas, es acondicionador de semillas es un excelente acondicionador de suelos formando agregados.

Al mezclarlo con abonos orgánicos en campañas de reforestación, proporciona una reserva de agua para las primeras fases (las más críticas) de su adaptación al terreno.

2.2.6.4 Instructivo para instalar silos de agua en árboles ya plantados

Para la Delegación Azcapotzalco de México dice que para instalar los silos de agua se debe hacer una zanja alrededor del árbol, en el área de goteo y a la profundidad que se encuentran las raicillas absorbentes.

La tierra que se extrae de la zanja mezclarla uniformemente con los Silos de Agua en seco entre 50 y 100 gramos de acuerdo al tamaño del árbol. Si no se cuenta con riego y fuera de la temporada de lluvias se instalaran los Silos de Agua ya hidratados, especialmente si el árbol está sufriendo de estrés-hídrico. Se volverá a regar solo cuando las hojas del árbol acusen estrés-hídrico.

2.2.6.5 Dosis de Aplicación de los silos de agua

Palacios & Castillo, (2009) indican las dosis de aplicación de los silos de agua como se muestra en el Cuadro 2

Cuadro 2. Dosis para la aplicación de silos de agua.

Nombre	Dosis
Pasto	40 gr. /m ²
Árboles	De 50 a 120 gr/unidad
Arbustos y flores	20 gr. por unidad
Macetas	De 5 a 20 gr. según tamaño
Cultivos agrícolas	De 25 a 40 Kg. /ha.

Fuente: Palacios & Castillo, (2009)

Con el Agua líquida las plantas absorben apenas el 10%, con la "Lluvia Solida" las plantas disponen de más del 90% de la humedad, por lo que pasaran semanas antes de volver a hidratarlas.

2.3 Materia Orgánica (humus)

2.3.1 Definición de Materia orgánica

Para Suquilanda, M (1996) Cuando se dice "la materia orgánica de un suelo" se refiere al humus que contiene. En un suelo hay más materia orgánica que no es humus: restos de hojas a medio descomponer, insectos, hongos y bacterias, el compost recientemente incorporado, etc. Para entenderlo, un ejemplo. Cuando cae una hoja al suelo esa hoja es inmediatamente atacada por hongos y bacterias e inician su descomposición. El resultado es:

- Un porcentaje de la hoja se convierte en nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.) que pueden ser tomados directamente por las raíces.
- Y otra parte de esa hoja se transforma en humus. Lo mismo ocurre con cualquier otra materia orgánica que adicionemos al suelo, por ejemplo, el estiércol, un compost, etc. Son atacados por los microorganismos y hay producción de humus por un lado y producción de nutrientes minerales para las plantas por otro.

2.3.2 Características

Para Suquilanda, M (1996) el humus presenta las siguientes características:

- Entrega de nutrientes en forma inmediata y asimilable a las plantas.
- Restaura la actividad biológica del suelo por efecto de la alta carga de microorganismos benéficos que posee.
- Mejora la estructura del suelo, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar nutrientes requeridos por las plantas.

- Contiene buenas cantidades de auxinas y hormonas vegetales que actúan sobre el crecimiento de las plantas.
- Gran estabilidad química y pH neutro por lo cual puede emplearse en cualquier cantidad y en todo tipo de plantas sin riesgo de quemarlas.
- Contiene una amplia gama de nutrientes mayores y menores lo que lo hace un producto muy completo N P K S Ca Mg. Micro - elementos Fe Mn Cu Zn B.
- Reduce de manera significativa el estrés inevitable que sufren las plantas al trasplantarlas.

2.3.3 Influencia del Humus

Para Nigoul, M. 2006 pueden ser físicas, químicas, biológicas.

2.3.3.1 Influencia física del humus

- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Da consistencia a los suelos ligeros y a los compactos; en suelos arenosos compacta mientras que en suelos arcillosos tiene un efecto de dispersión.
- Hace más sencillo labrar la tierra, por el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.
- Evita la formación de costras, y de la compactación.
- Ayuda a la retención de agua y al drenado de la misma.
- Incrementa la porosidad del suelo.

2.3.3.2 Influencia química del humus

- Regula la nutrición vegetal.

- Mejora el intercambio de iones.
- Mejora la asimilación de abonos minerales.
- Ayuda con el proceso del potasio y el fósforo en el suelo.
- Produce gas carbónico que mejora la solubilidad de los minerales.
- Aporta productos nitrogenados al suelo degradado.

2.3.3.3 Influencia biológica del humus

- Aporta microorganismos útiles al suelo.
- Sirve a su vez de soporte y alimento de los microorganismos.
- No tiene semillas perjudiciales (p.ej. malas hierbas) por la temperatura que alcanza durante la fermentación.
- Mejora la resistencia de las plantas.

2.3.4 Clases de Humus

Para Nigoul, M. 2006 existen dos clases de humus, el humus viejo y el humus joven.

Humus viejo. Debido a un periodo largo de tiempo transcurrido, es muy descompuesto, tiene un tono entre morado y rojizo; algunas sustancias húmicas características de este tipo de humus son las huminas y los ácidos húmicos. Las huminas son moléculas de un peso molecular considerable y se forman por entrelazamiento de los ácidos húmicos, al ser aisladas tienen la apariencia de plastilina los ácidos húmicos son compuestos de un peso molecular menor y al igual que las huminas poseen una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), característica importante en la nutrición vegetal. El humus viejo solo influye

físicamente en los suelos. Retiene el agua e impide la erosión, sirviendo también como lugar de almacenamiento de sustancias nutritivas.

Humus joven. Es el que tiene las características del recién formado, posee un menor grado de polimerización y está compuesto por ácidos húmicos y fulvicos. Los ácidos húmicos se forman por polimerización de los ácidos fúlvicos, estos últimos se forman a partir de la descomposición de la lignina. Una de las principales fuentes de humus se encuentra en minas de leonarditas y bernarditas. No obstante, existen fuentes totalmente orgánicas como lo son el humus de lombriz, el humus de termitas, el humus de cucarrón, entre otros, que además de aportar sustancia húmicas es mucho más rico en microorganismos y elementos nutricionales y son más aceptados en la agricultura orgánica y ecológica.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Características del área de estudio

La investigación se realizó en una plantación forestal de *Pinus patula*, establecida por PROFORESTAL en abril del 2010, la plantación tiene una superficie total de 2 ha a un espaciamiento de 3x3 m, se planteó un estudio preliminar de la especie a la cual se le ha aplicado retenedores de agua.

El sitio de investigación se localiza en: la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia San Antonio de Pichincha, sector Tanlagua. (Figura 1,2,3,4,5)

3.1.1. Descripción del sitio experimental

Latitud	784224E
Longitud	10005825 N
PSAD 56 17 Sur	
Altitud	2.480 msnm

Según el INAMHI (Victoria-Guayllabamba) las condiciones climáticas son:

Temperatura media anual	15.6°C
Precipitación medio anual	389,2 mm

Precipitación	máxima 143.6 mm
	Mínima 26.2mm
Meses seco	julio – octubre
Meses lluviosos	noviembre- mayo
Vientos fuertes	julio –agosto

3.1.2. Zonas de vida

Según el sistema de clasificación Holdridge (1967), el área de estudio pertenece a la formación ecológica estepa espinosa Montano Bajo ee-MB.

3.1.3. Características edáficas

El tipo de suelo según el SIGAGRO (2001):

Textura: Arenosa (gruesa)

Profundidad a 100 cm

Pedregosidad a 10%

Drenaje: Excesivo

(El agua se elimina rápidamente del suelo, ya sea que posee estructuras muy livianas o bien pendientes escarpadas y expuestas, a decir sin cobertura vegetal).

Inundabilidad : Ninguna

pH: de 6.6 a 7.5

Salinidad: Ninguna

Orden: ENTISOL

Suborden: PSAMMENT

Gran grupo: USTIPSAMMENT

FIGURA 1 MAPA DE UBICACION

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DEL PINO

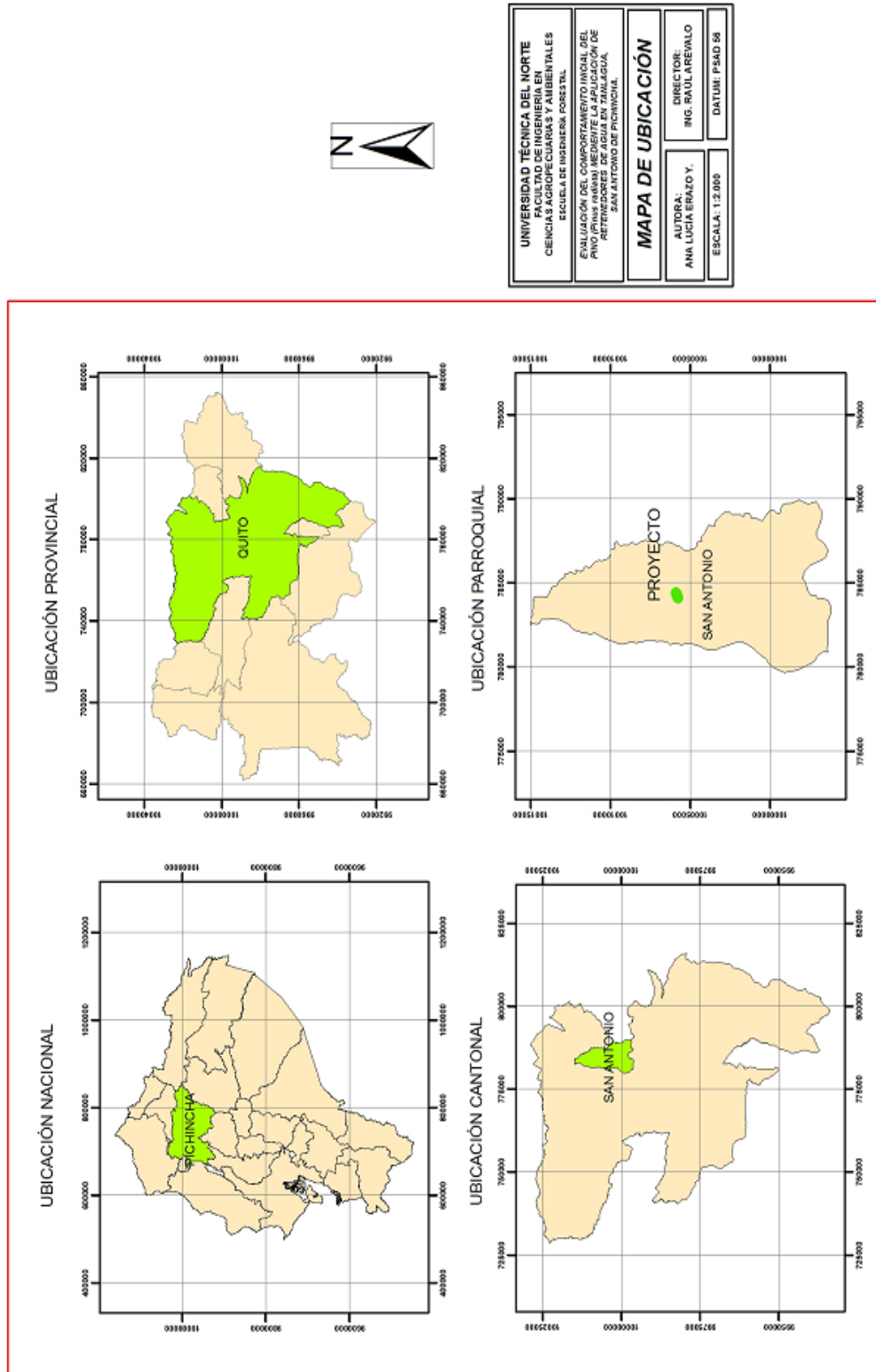


FIGURA 2 MAPA DE ZONAS DE VIDA

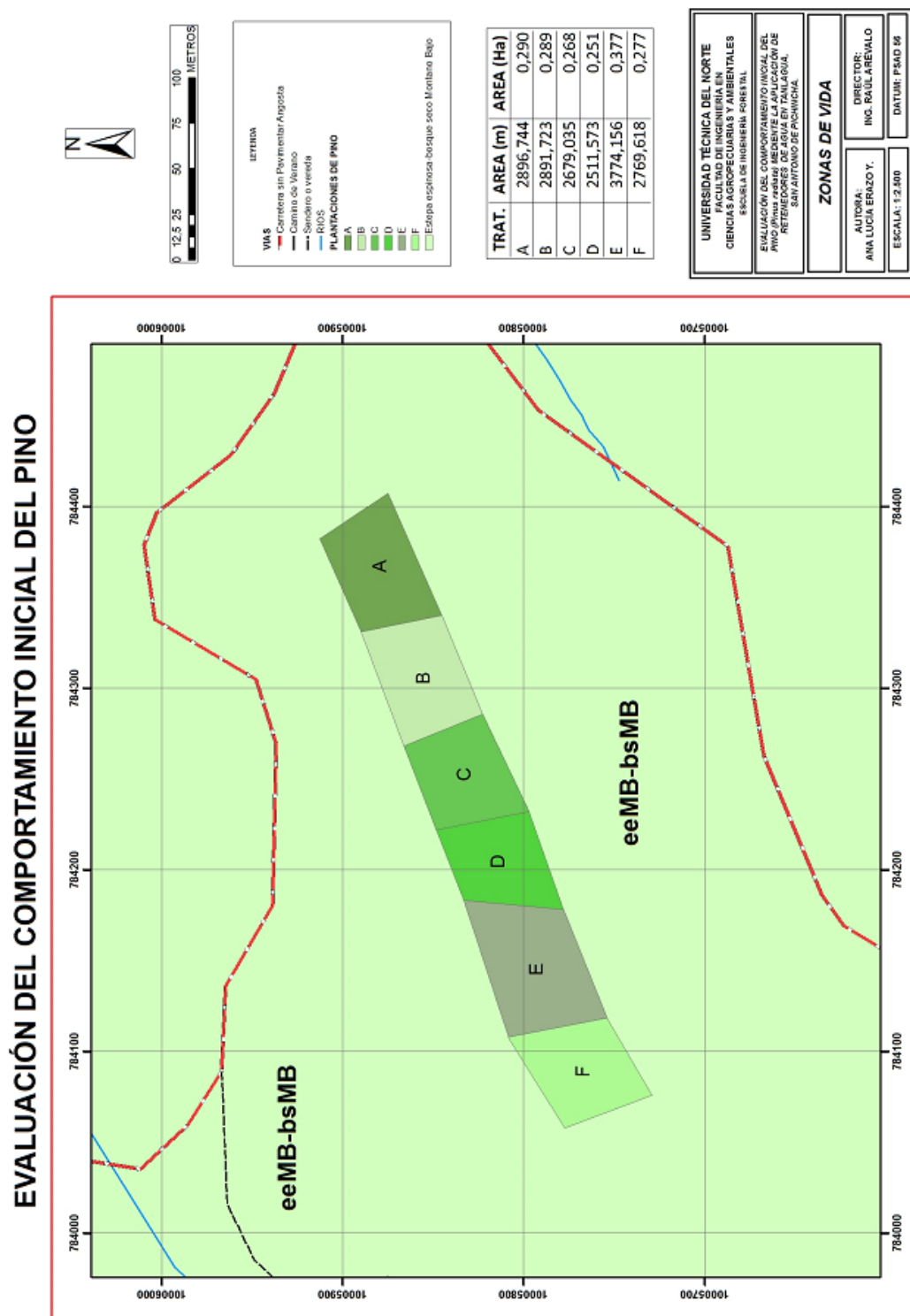


FIGURA 3 MAPA DE USO ACTUAL DEL SUELO

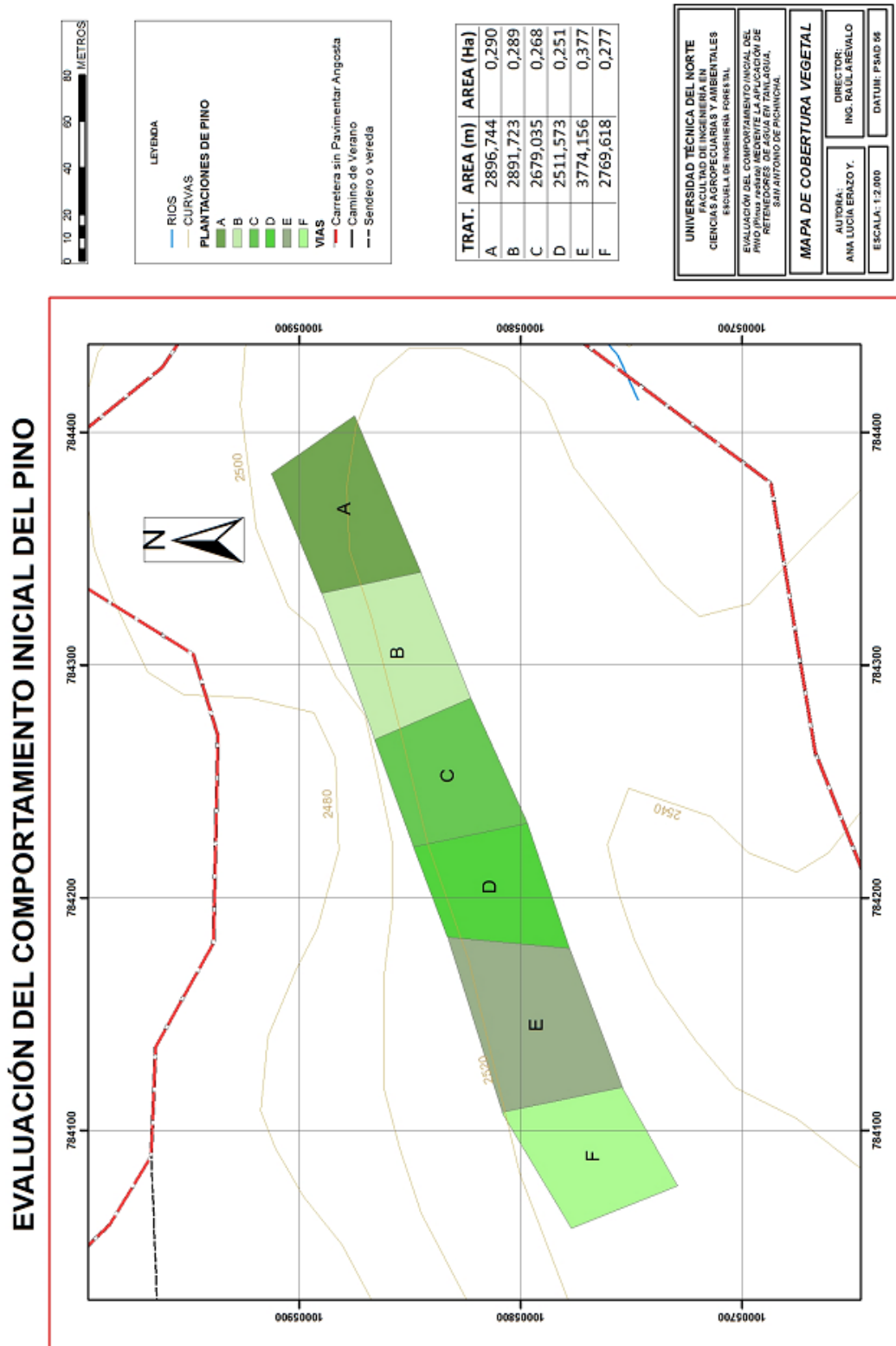


FIGURA 4 MAPA DE ISOYETAS

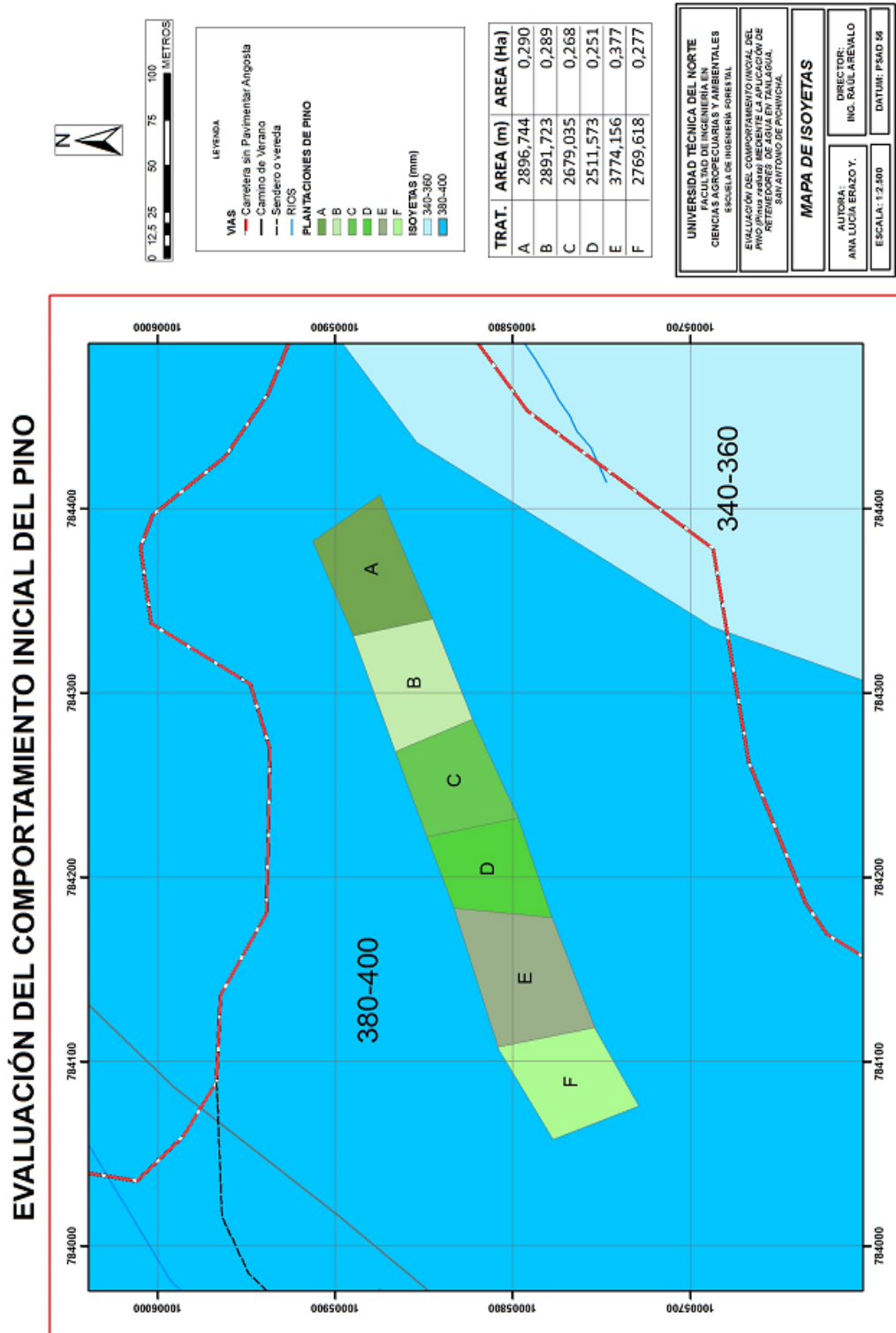
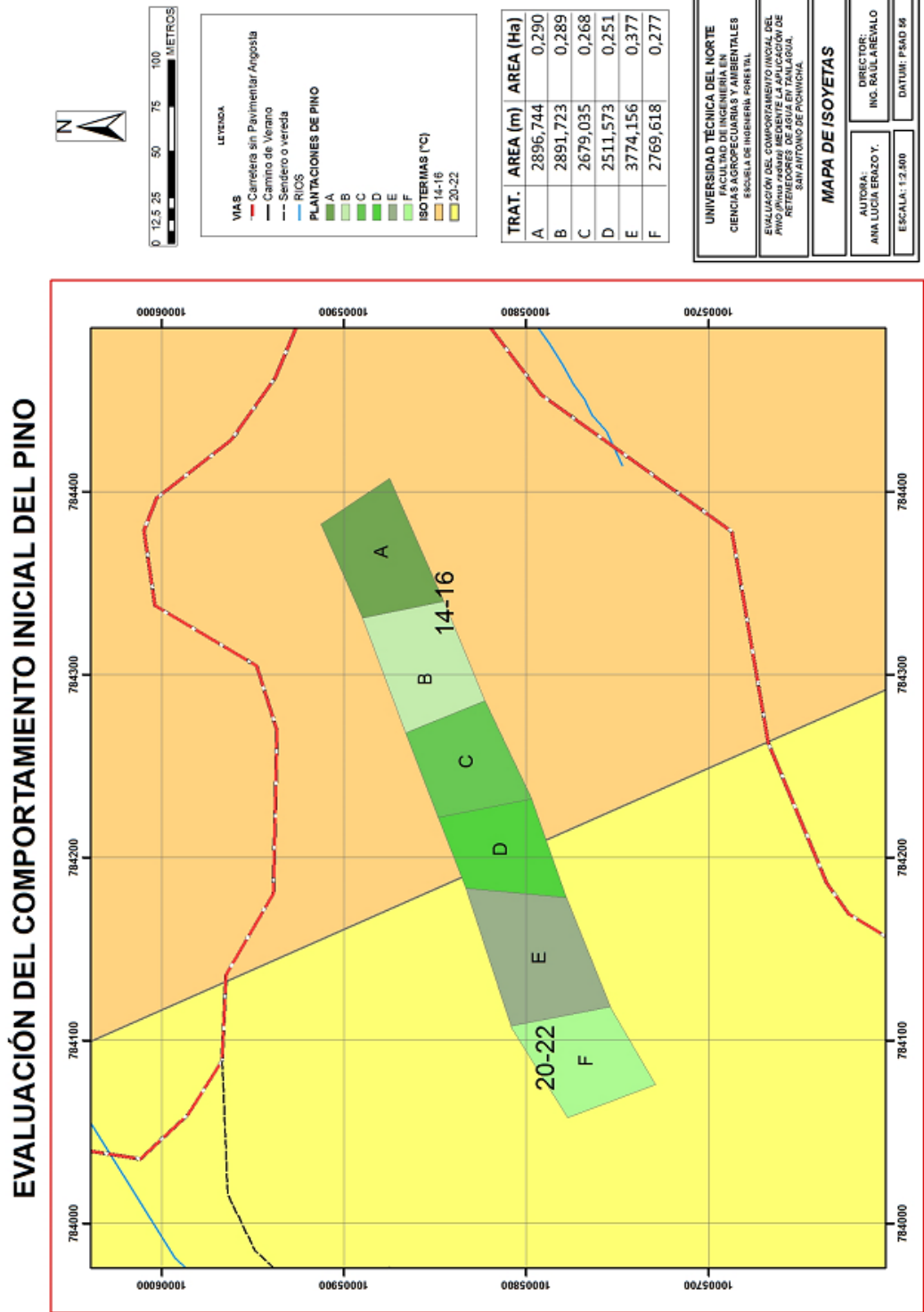


FIGURA 5 MAPA DE ISOTERMAS



3.2. Materiales y equipos

- Material de escritorio
- Computador
- Cartografía
- Hojas de campo
- Estacas de madera
- Cámara fotográfica
- Flexómetro
- Pie de rey
- Cinta de marcación
- Letreros.
- Pintura.

3.3 Métodos

3.3.1 Diseño experimental

El diseño que se consideró para esta investigación fue Diseño Irrestricto al Azar, con 5 tratamientos más el testigo dándonos un total de 6 tratamientos y 4 repeticiones de 20 plantas por unidad experimental. Con un espaciamiento de 3 m x 3 m entre plantas.

3.3.2 Factores en estudio

FACTOR A: ESPECIE

A1: *Pinus radiata*

FACTOR B: DOSIS

3.3.3 Tratamientos en estudio.

En el Cuadro 3 se describen cada uno de los tratamientos en estudio con su codificación respectiva:

Cuadro 3 Tratamientos en Estudio

Tratamiento		Codificación	Descripción de tratamientos
T1	A	A1B1	5 gr Gel seco
T2	B	A1B2	5 gr Gel con riego
T3	C	A1B3	Corona + materia orgánica + carbón
T4	D	A1B4	5 gr Gel hidratado
T5	E	A1B5	Corona plástica
T0	F	A1B0	Testigo

3.3.4 Ubicación y delimitación de las parcelas

Cada bloque tiene un área de 720 m², cada parcela un área de 180 m² (15 x 12) con 20 plantas. Ocupando así un área total del ensayo de 4320 m². El ensayo tiene un total de 480 plantas de las cuales 80 que conforman los testigos.

Las parcelas están ubicadas de la siguiente manera: tres parcelas a los extremos de cada tratamiento y una en el centro, cada una se delimitó con estacas y cinta de marcación además se colocó los letreros con su respectiva codificación. (Figura 6 y 7)

Figura 6. Ubicación de las parcelas

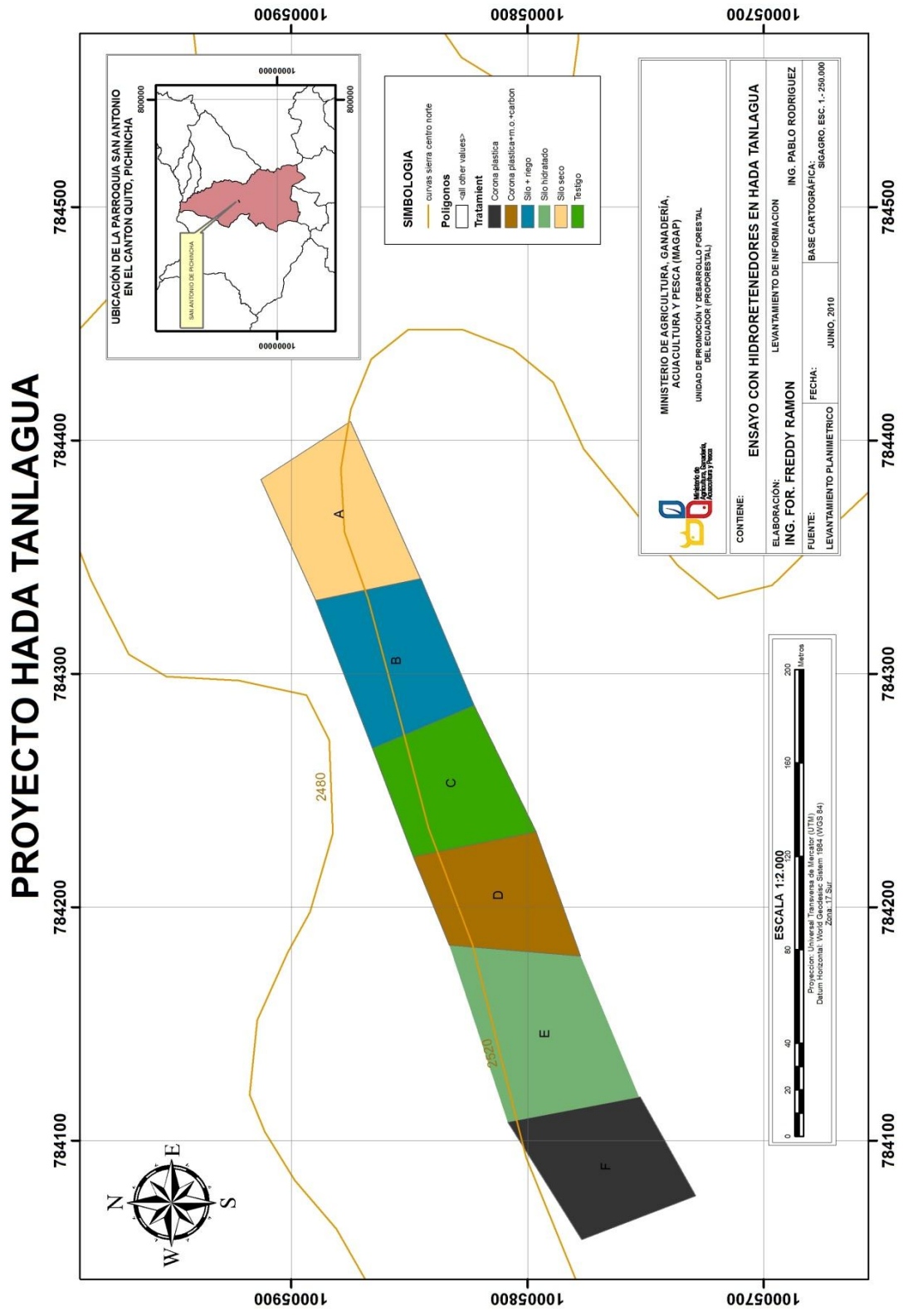
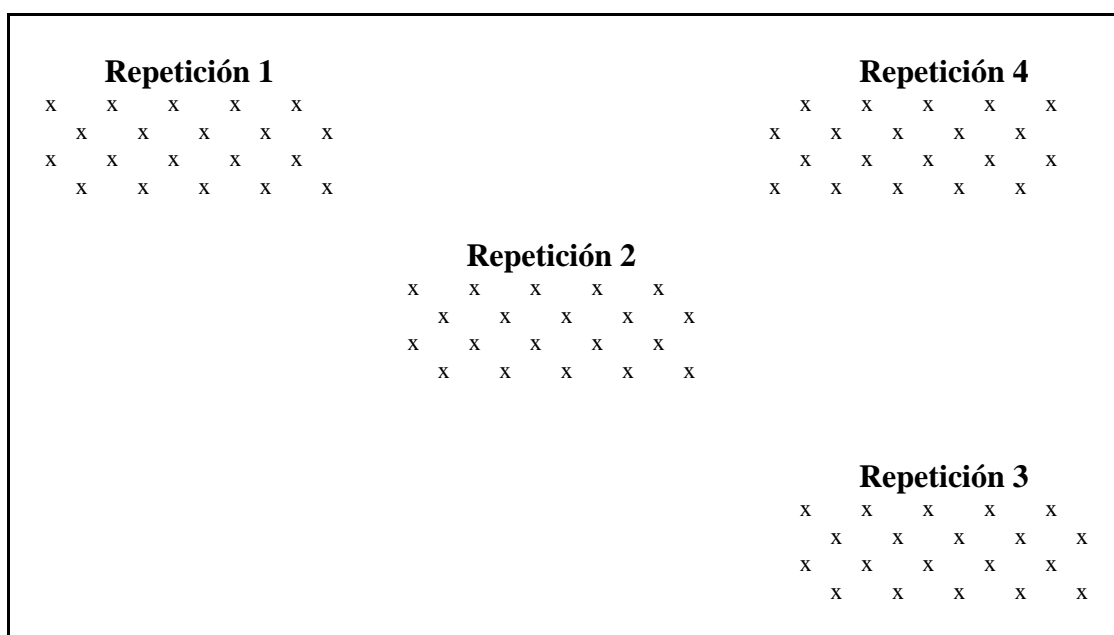


Figura 7. Distribución de parcelas en el campo



3.4 Recopilación de datos

Los datos tomados se anotaron en una hoja de campo (Cuadro A4) para poder determinar el crecimiento de las especies a la aplicación de retenedores de agua.

La medición se realizó cada mes, aplicando los criterios que a continuación se detallan:

3.4.1 Análisis Cuantitativo

3.4.1.1 Porcentaje de sobrevivencia

La sobrevivencia se analizó cada mes, para esto se contó el número total de individuos vivos en la primera medición representando este número el 100% y siendo un valor constante; en las siguientes mediciones se contó el número de

árboles vivos y con este valor se procedió a obtener la relación entre el número total de individuos vivos en cada medición y la población inicial de la plantación. La interpretación de los datos se realizó basándose en los porcentajes considerando el número de árboles plantados por tratamiento.

3.4.1.2 Altura total

Se colocó a cinco centímetros de cada planta una estaca pintada en la parte superior a nivel del suelo la cual sirvió de referencia para la medición de la altura utilizando un flexómetro con precisión al milímetro.

3.4.1.3 Medición del diámetro basal

Para la medición del diámetro basal se utilizó el calibrador o pie de rey con aproximación al 0.1 mm.

3.4.2 Análisis Cualitativo

3.4.2.1 Estado General

Sobre la base de una escala probada en otras investigaciones, se clasificó la forma de las plántulas tanto al inicio del experimento como mensualmente. La escala se rigió bajo los siguientes parámetros representados en el Cuadro 5:

Cuadro 5. Parámetros para determinación del Estado General de las plantas.

PARÁMETROS	CLASIFICACION	PUNTAJE
FORMA	Recto	4
	Ligeramente torcido	3
	Torcido	2
	Muy torcido	1

Fuente: PITACUAR L. 2003

3.4.2.2 Estado Fitosanitario

Se evaluó el estado fitosanitario de las plántulas al inicio del experimento y posteriormente en el mismo periodo que las otras variables, bajo la escala representada en el Cuadro 6 con la siguiente escala:

Cuadro 6. Parámetros para determinación del Estado Fitosanitario.

PARÁMETROS	CLASIFICACION	PUNTAJE
Estado fitosanitario	Excelente: Sin lesiones de plagas y enfermedades	4
	Bueno: Lesiones en un 25% del área foliar	3
	Regular: lesiones en un 50% del área foliar	2
	Malo: lesiones en un 75% del área foliar	1

Fuente: PITACUAR L. 2003

3.4.3 Cálculo de costos.

3.4.3.1 Costos de aplicación de los retenedores de agua.

Se determinó el costo de aplicación por tratamiento, tomando en cuenta el valor de los retenedores, así como la mano de obra utilizada en dicha actividad.

3.4.3.2 Cálculo de costos en el establecimiento de la plantación.

Los costos fueron determinados mediante registros en los cuales se anotó, el tiempo promedio expresado en horas / hombre por actividad realizada. Y luego se extrapoló a costo unitario, por planta, tratamiento y hectárea.

3.5 Análisis de Information

Con los datos de las variables en estudio como son altura, diámetro basal, sobrevivencia, se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

3.5.1 Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza usando la prueba de Fisher “F” para la variables diámetro basal, altura total y sobrevivencia.

El cálculo de los datos se hizo en base a un diseño de “Diseño Irrestricto al Azar” con cuatro repeticiones por tratamiento, como se muestra en el Cuadro 7 de acuerdo con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde: Y_{ij} = observación individual

μ = media

τ_i = efecto del tratamiento

ε_{ij} = error experimental

Cuadro 7. Análisis de varianza en base al Diseño Irrestricto al Azar.

ANDEVA				
Fuentes de variación	SC	GL	CM	FC
Tratamientos	$\Sigma Y_i^2/n - FC$	t-1 6-1= 5	SCt/GL	CMt/CM _E
Error	$\Sigma \Sigma Y_{ij}^2 - \Sigma Y_i^2/n$	t(r-1) 6(4-1)=18	SC _E /GL	
Total	$\Sigma \Sigma Y_{ij}^2 - FC$	rt-1 (4*6)-1=23		

3.5.2 Prueba de Dunnet

Para apreciar estadísticamente los promedios de los diferentes factores en estudio se utilizó la prueba de Dunnet, con el 95% de probabilidad estadística, para la comparación de promedios de altura total, diámetro basal y sobrevivencia, para determinar el o los mejores tratamientos.

3.5.3 Correlaciones

Para el análisis de correlación se efectuó en base a las variables altura total, diámetro basal y así determinar el grado de asociación existente entre las variables citadas.

3.5.4 Regresión

Se aplicó el modelo de regresión lineal $Y = b_0 + b_1x + \epsilon$ donde:

Y variable –respuesta

b_0 = intercepto

b_1 = pendiente de la recta

X =variable independiente

E = error estándar de los coeficientes

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 RESULTADOS

Para el crecimiento inicial del *Pinus radiata*, se analizó en función de las variables: altura total, diámetro basal, forma, estado fitosanitario y sobrevivencia con la aplicación de retenedores de agua. (Cuadro A8, A9, A10, A11)

En el sector de San Antonio de Pichincha se pudo observar que durante el período de investigación en el campo realizado en la época seca no se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos a los 8 meses de edad para la altura, diámetro basal y sobrevivencia, por lo que no se realizaron las pruebas de Dunnet, estos resultados permiten inferir que existe homogeneidad entre ellos.

Por lo tanto la interpretación de las variables dasométricas se orienta al crecimiento obtenido en cada tratamiento.

5.1.1 Análisis Cuantitativo

Sobrevivencia

Para la sobrevivencia a los 8 meses de investigación el tratamiento Corona Plástica + Materia Orgánica + Carbón (A1B3) presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia con el 75%, seguido por la Corona Plástica (A1B5) con 64% y Gel

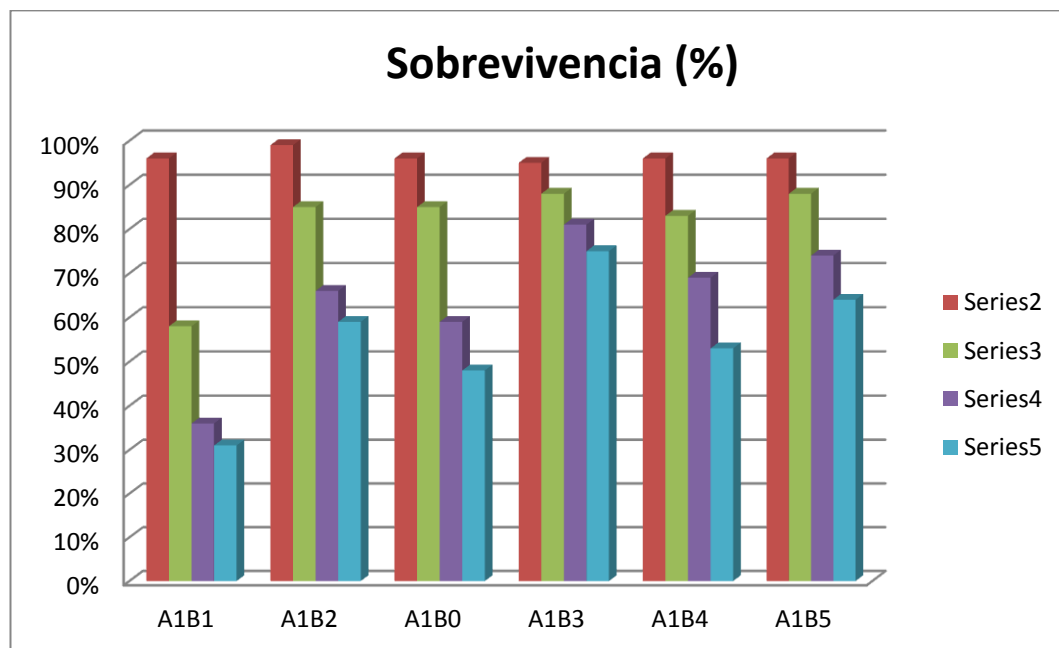
+ Riego (A1B2) con el 59% de sobrevivencia, en cuanto a la menor sobrevivencia lo presentaron el Testigo A1B0 con el 48% y el tratamiento Gel Seco (A1B1) con el 31% de sobrevivencia. (Cuadro 12 y Figura 8)

Cuadro 12 Resumen de sobrevivencia del *Pinus radiata*

Tratamiento	Código	MESES			
		5	6	7	8
Gel seco	A1B1	96%	58%	36%	31%
Gel con riego	A1B2	99%	85%	66%	59%
Testigo	A1B0	96%	85%	59%	48%
C.P. + M.O + C*	A1B3	95%	88%	81%	75%
Gel hidratado	A1B4	96%	83%	69%	53%
Corona plástica	A1B5	96%	88%	74%	64%

*C.P. + M.O + C: Corona Plástica, Materia Orgánica más Carbón

Figura 8 Sobrevivencia del *Pino radiata*



Al analizar los efectos en la aplicación de retenedores de agua en la sobrevivencia de los árboles, se encontró diferencias significativas en el sexto y séptimo mes entre los tratamientos Gel seco y el testigo. (Cuadro A13)

Altura

Al realizar el análisis estadístico para la variable altura no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos investigados, lo que demuestra que los tratamientos para esta variable son similares. (Cuadro A14)

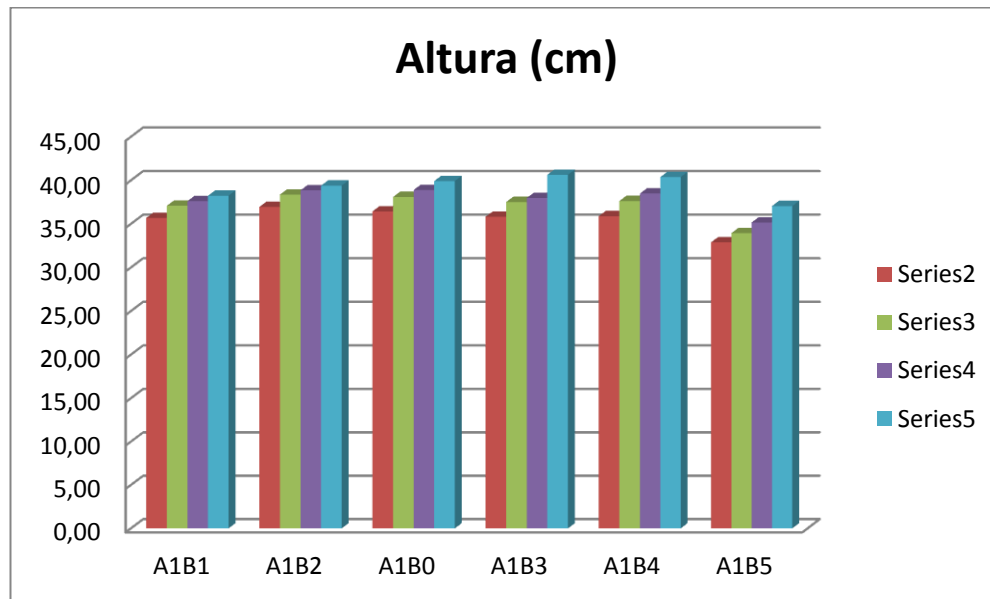
En las mediciones realizadas, el tratamiento que mayor crecimiento en altura presentó es Corona Plástica + Materia Orgánica + Carbón (A1B3) con 40.64 cm además de un mayor incremento de altura en el tiempo de la investigación, seguido por el tratamiento Gel Hidratado (A1B4) con 40,38 cm, a continuación está el Testigo (A1B0) con 39,92 cm. Los que menos crecieron fueron: el tratamiento Gel Seco (A1B1) con 38.24 cm y finalmente el tratamiento Corona Plástica (A1B5) con 37.05 cm. (Cuadro 15 y Figura 9)

Cuadro 15 Resumen altura acumulada mediante la aplicación de retenedores de agua

Tratamiento	Código	Octavo mes	Incremento
Gel seco	A1B1	38,24	2,55
Gel con riego	A1B2	39,40	2,45
Testigo	A1B0	39,92	3,48
C.P. + M.O + C*	A1B3	40,64	4,82
Gel hidratado	A1B4	40,38	4,49
Corona plástica	A1B5	37,05	4,16

*C.P. + M.O + C: Corona Plástica, Materia Orgánica más Carbón

Figura 9 Crecimiento en altura por tratamiento del Pino radiata



Diámetro basal

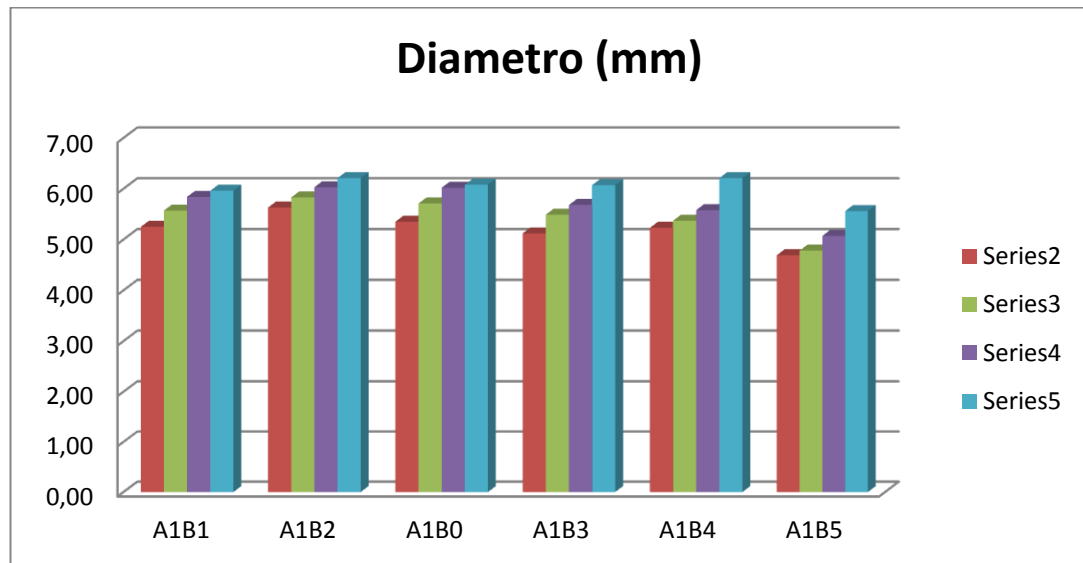
Para el diámetro basal pese a no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos investigados (Cuadro A16), los tratamiento que presentaron un mayor diámetro son el Gel Hidratado (A1B4) con 6.21 mm, seguido por el tratamiento Gel + Riego (A1B2) con 6.21 mm y el Testigo (A1B0) con 6.08 mm entre los menores diámetros se registran el tratamiento Corona Plástica (A1B5) con 5.56 mm de diámetro basal. (Cuadro 17 y Figura 10)

Cuadro 17 Resumen diámetro basal mediante la aplicación de retenedores de agua

Tratamiento	Código	Octavo mes	Incremento
Gel seco	A1B1	5,96	0,71
Gel con riego	A1B2	6,21	0,58
Testigo	A1B0	6,08	0,73
C.P. + M.O + C*	A1B3	6,07	0,95
Gel hidratado	A1B4	6,21	0,98
Corona plástica	A1B5	5,56	0,87

*C.P. + M.O + C: Corona Plástica, Materia Orgánica más Carbón

Figura 10 Crecimiento en altura por tratamiento del *Pinus radiata*



5.1.2 Análisis Cualitativo

Forma

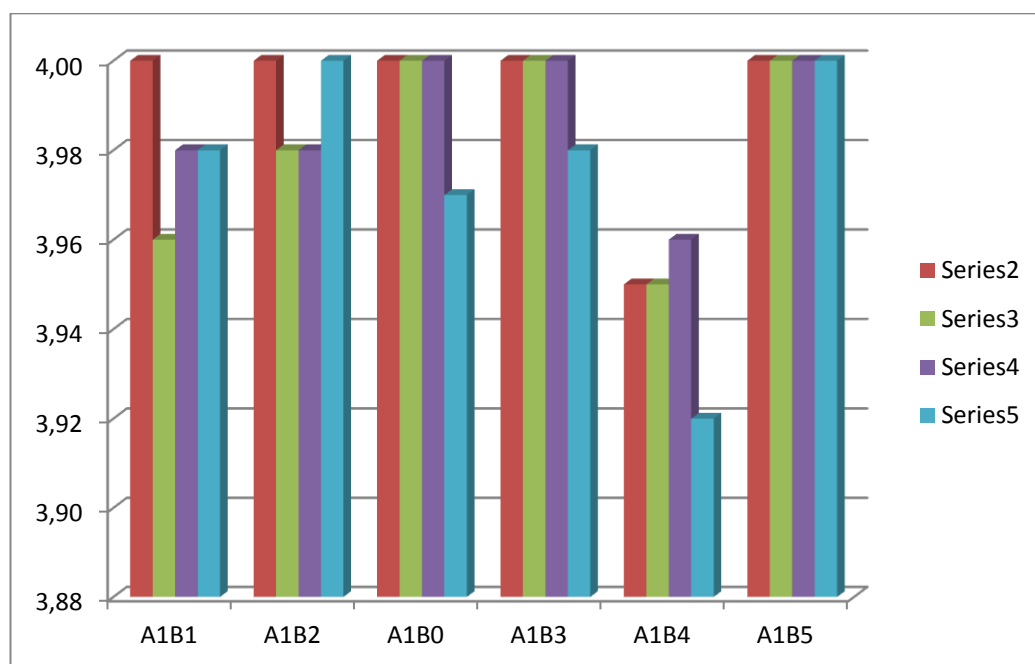
Para la forma de los árboles no se presentó diferencias significativas entre tratamientos lo que nos permite deducir que las plantas de *Pinus radiata* tienen un fuste recto. Los tratamientos con mejor fuste fueron el Gel con riego (A1B2) y Corona Plástica (A1B5) con el 100% (Cuadro 18 y Figura 11)

Cuadro 18 resumen de la forma mediante la aplicación de retenedores de agua

Tratamiento	Código	Octavo mes	Porcentaje
Gel seco	A1B1	3,98	99,58
Gel con riego	A1B2	4,00	100,00
Testigo	A1B0	3,97	99,22
C.P. + M.O + C*	A1B3	3,98	99,61
Gel hidratado	A1B4	3,92	97,92
Corona plástica	A1B5	4,00	100,00

*C.P. + M.O + C: Corona Plástica, Materia Orgánica más Carbón

Figura 11 Forma del *Pino radiata*



Fitosanitario

Desde el momento de la plantación hasta la última medición realizada presentan condiciones excelentes, excepto en el tratamiento el Gel seco (A1B1) que presentó árboles de color amarillento debido a la falta de agua con el 90,63%.

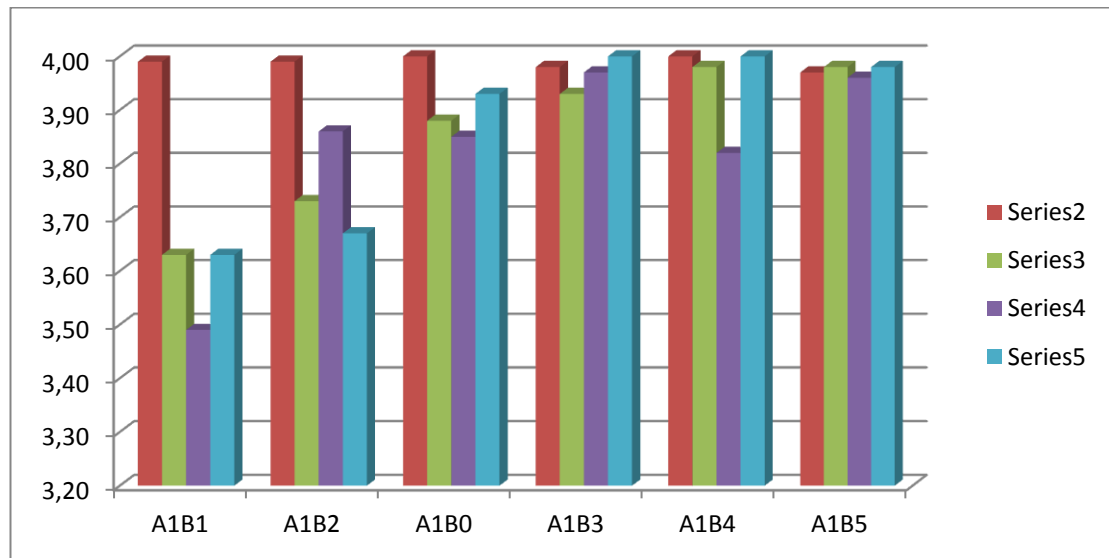
(Cuadro 19 y Figura 12)

Cuadro 19 Resumen del Estado Fitosanitario del *Pinus radiata*

Tratamiento	Código	Octavo mes	Porcentaje
Gel seco	A1B1	3,63	90,63
Gel con riego	A1B2	3,67	94,01
Testigo	A1B0	3,93	98,17
C.P. + M.O + C*	A1B3	4,00	100,00
Gel hidratado	A1B4	4,00	100,00
Corona plástica	A1B5	3,98	99,48

*C.P. + M.O + C: Corona Plástica, Materia Orgánica más Carbón

Figura 12 Estado Fitosanitario del *Pinus radiata*



Correlación

Los coeficientes de correlación presentados en el Cuadro 20 para el crecimiento acumulado en altura y diámetro basal son altamente significativos por lo que se infiere que existe un alto grado de asociación entre las variables estudiadas para el crecimiento del *Pinus radiata*. Por lo que se puede decir que es altamente significativo, de acuerdo con los valores 95% y 99%.

Cuadro 20 Correlación diámetro - altura

Tratamiento	Código	Octavo mes	N árboles	95%	99%
Gel seco	A1B1	0,76**	25	0.381	0.487
Gel con riego	A1B2	0,69**	47	0.288	0.372
Testigo	A1B0	0,82**	38	0.325	0.418
C.P. + M.O + C*	A1B3	0,75**	60	0.250	0.325
Gel hidratado	A1B4	0,53**	42	0.304	0.393
Corona plástica	A1B5	0,66**	51	0.273	0.354

*C.P. + M.O + C: Corona Plástica, Materia Orgánica más Carbón

Regresión

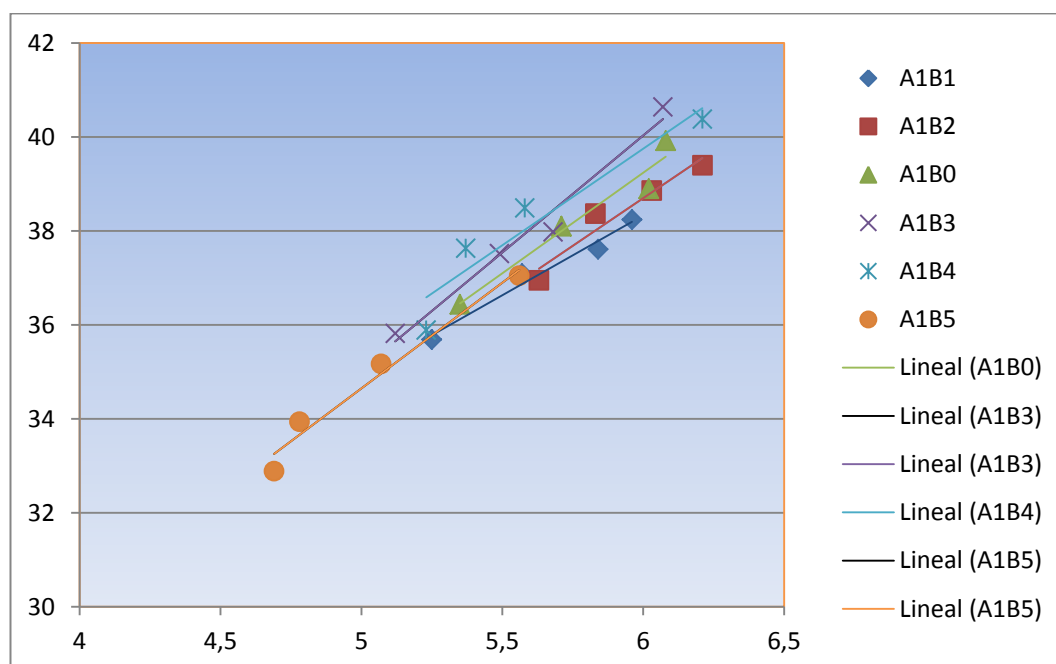
Todos los tratamientos presentaron un coeficientes de regresión (R^2) mayor al 99% lo que significa que los promedios de diámetro basal y altura total de los cinco a los ocho meses de edad tienen un ajuste perfecto casi a la recta. (Cuadro 21 y Figura 13)

Cuadro 21. Regresión diámetro-altura

Tratamiento	Código	Ecuación	R^2
Gel seco	A1B1	$Y=17,9+3,4x$	0,97
Gel con riego	A1B2	$Y=14,4+4,06x$	0,93
Testigo	A1B0	$Y=13,6+4,28x$	0,95
C.P. + M.O + C*	A1B3	$Y=10,1+4,98x$	0,97
Gel hidratado	A1B4	$Y=15,1+4,11x$	0,91
Corona plástica	A1B5	$Y=12,2+4,5x$	0,97

*C.P. + M.O + C: Corona Plástica, Materia Orgánica más Carbón

Figura 13 Tendencia de crecimiento lineal Diámetro basal - Altura



Análisis económico

Calculo de costos en el establecimiento de la plantación

Como referencia para un cálculo más exacto de costos para la plantación se tomó en cuenta como base el Testigo A1B0, en donde se encuentra inmerso costos de mano de obra, plantas, movilización y siembra.

El costo calculado por hectárea es de US \$ 333,30 siendo este el más bajo dentro del ensayo, con un precio por planta de usd 0,30. (Cuadro A22)

Costo de aplicación de retenedores de agua

En el Cuadro 23 se presentan los costos por tratamiento en donde el tratamiento Corona Plástica (A1B5) presenta un costo de 455,51 usd por hectárea dándonos un costo por tratamiento de usd 32.08, lo que nos deriva a un valor de usd 0,41 por planta. Siendo este el más económico dentro de los sistemas de retención de agua utilizados en este ensayo.

De acuerdo con el análisis económico el tratamiento Corona Plástica + Materia Orgánica + Carbón (A1B3) es el tratamiento más costoso dando un total por hectárea de usd 633,27, mientras que el costo de plantación por planta es de usd 0,61. Por lo anteriormente indicado se infiere que el tratamiento más costoso es el que mejor resultados presento en la sobrevivencia y en altura.

Cuadro 23 Costos de plantación

Tratamiento	Código	Hectárea	Planta
Testigo	A1B0	333,30	0,30
Corona Plástica	A1B5	455,51	0,41
Gel seco	A1B1	466,62	0,42
Gel hidratado	A1B3	477,73	0,43
Gel mas riego	A1B4	477,73	0,43
C.P. + M.O + C*	A1B5	633,27	0,61

5.2 DISCUSIÓN

La dosis de Gel Seco presentó un efecto negativo en la sobrevivencia probablemente el agua absorbida por el retenedor al aumentar su tamaño hizo que la tierra se afloje lo que se produjo un estrés en la planta.

En investigaciones realizadas por Herrera, J en fertilización de *Pinus radiata* en Cotopaxi, presenta una sobrevivencia a los 12 meses del 92,26%, y en diámetro basal de 6,80 mm; mayor a los resultados obtenidos en esta investigación del 55% de sobrevivencias y en diámetro 6,02 mm, siendo superior en altura con un promedio de 39,27 cm en relación al obtenido por Herrera, J de 38,5 cm. Esto resultados pueden presentar diferencias debido a que las condiciones del sitio son diferentes.

En comparación con los resultados obtenidos en esta investigación la altura promedio general es de 39,27 cm superior a la obtenida por EMDEFOR en

estudios realizados en Amulá Chico, Provincia de Chimborazo cuya altura promedio obtenida en fertilización del *Pinus radiata* es de 31,78 a los 9 meses de edad, en sobrevivencia con el 93% superior a la obtenida en esta investigación del 55%.

Según Tupi, A., 2002, en la investigación realizada en la fertilización inicial del *Pinus radiata* en Argentina se obtuvo una altura de 31 cm promedio, un diámetro basal promedio de 5.68mm y una sobrevivencia del 89% a los cinco meses de realizada la investigación, en comparación a los cinco meses que se realizó las mediciones se obtuvo una altura de 35.70 cm y un diámetro basal de 5.71 mm, lo que nos permite determinar que la relación del uso de fertilizantes con retenedores en diferentes países pueden ser similares.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos en la presente investigación se obtienen las siguientes conclusiones:
- A pesar de no existir diferencia significativa para la altura, el tratamiento que mayor altura acumulada presentó fue corona plástica más materia orgánica más carbón con 40,64 cm.
- Aunque no presentaron diferencias significativas entre tratamientos para el diámetro basal, el mayor crecimiento fue para el gel mas riego con 6.21 mm.
- Al no presentar diferencias significativas para la sobrevivencia al octavo mes de investigación, los tratamientos que mayor porcentaje tuvieron son: corona plástica más materia orgánica más carbón y el corona plástica con el 75% y 64% de sobrevivencia
- Todos los tratamientos presentaron un promedio superior al 90% en forma y estado fitosanitario.

- El tratamiento más económico con relación al testigo fue Corona Plástica (A1B5) presenta un costo de 455,51 usd por hectárea
- Se presentó un alto grado de correlación entre diámetro y altura.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

- En las parcelas experimentales de este trabajo de investigación es importante realizar un manejo (limpieza, coronamiento) y continuar la evaluación ya que los datos presentados son preliminares y así poder determinar si el efecto de los retenedores es a largo plazo.
- Se debe realizar investigaciones con silos de agua hidratados asociados con fertilizantes con el propósito de disponer de estudios técnicos que permitan realizar plantaciones productivas y aprovechando al máximo el recurso agua.
- El tratamiento gel seco fue el que presentó menor sobrevivencia con un porcentaje del 31% durante los 8 meses de edad, en el cual se podría aplicar el gel a diferentes profundidades o en varias dosis y así determinar el efecto que causa sobre el suelo y la planta.
- En futuras investigaciones se recomienda realizar un análisis económico detallado para posibilitar estudios más precisos a la respuesta de la aplicación de retenedores en las especies forestales.

- Se hace necesario realizar varios ensayos sobre la aplicación de retenedores de agua en diferentes lugares y especies con la finalidad de comparar el comportamiento de estos en diferentes zonas ecológicas.

CAPITULO VII

RESUMEN

Esta investigación va enfocada en los lugares donde existen pocas precipitaciones durante el año, donde el uso de los retenedores de agua sería la manera de convertir estas zonas en tierras productivas, también tenemos otras partes del territorio en donde las precipitaciones se dan de manera concentrada por periodos de corta duración pero de manera intensa por lo que el suelo va sufriendo procesos de degradación erosiva. Para lo cual se ha planteado como objetivo principal evaluar el comportamiento inicial de Pino (*Pinus radiata*) aplicando retenedores de agua, para determinar el crecimiento en épocas de baja precipitación, en el sector de Tanlagua, Provincia de Pichincha.

Se aplicó el diseño estadístico Diseño Irrestricto al Azar con cuatro repeticiones por tratamiento. De los resultados obtenidos en la presente investigación se obtiene que:

El tratamiento que mayor altura acumulada y sobrevivencia presentó fue el corona plástica más materia orgánica más carbón, aunque estadísticamente no existió diferencia significativa con los otros tratamientos para la altura.

El mayor crecimiento en diámetro basal fue para el gel mas riego aunque no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

El tratamiento gel seco fue el que presento menor sobrevivencia con un porcentaje del 31% durante los 8 meses de edad.

CAPITULO VIII

SUMMARY

This investigation goes focused in the places where few precipitations exist during the year, where the use of the retainers of serious water the way to transform these areas into productive lands, we also have other parts of the territory where the precipitations are given in a concentrated way by periods of short duration but in an intense way for what the floor goes suffering processes of erosive degradation. For that which has thought about as main objective to evaluate the initial behavior of Pine (*Pinus radiata*) applying retainers of water, to determine the growth in times of low precipitation, in the sector of Tanlagua, County of Pichincha.

You applies the design statistical Unrestricted Design at random with four repetitions for treatment. Of the results obtained in the present investigation it is obtained that:

The treatment that bigger cumulative height and survival presented it was the crown plastic more matter organic more coal, although statistically significant difference didn't exist with the other treatments for the height.

The biggest growth in basal diameter was for the gel but I water although they didn't present significant differences among treatments.

The treatment gel dries off it was the one that present smaller survival with a percentage of 31% during the 8 months of age.

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, J., 1979. Fertilización en plantaciones de Pinus radiata en Chile. Investigación y Desarrollo Forestal. Organización Nacional Forestal. Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura CNF/FAO. Santiago de Chile.
2. ANDERSON S., 2009, Silvotecnica, Costa Rica.
<http://www.silvotecniacr.com/productos.html>
3. BAEZA, A; RIVERA C., 2008, Efecto de un retenedor de agua y dosis crecientes de fertilizantes foliares sobre la producción de tomate chonto y larga vida bajo cubierta plástica agroclear, Facultad de Ciencias Agropecuarias., Universidad de Caldas.
4. CESA. CENTRAL ECUATORIANA DE SERVICIOS AGRICOLAS, 1992. Usos tradicionales de las especies nativas del Ecuador. Quito, Ec., Vol. 2. 183 p.
5. COMACO FORESTAL, 2010. Empresas Cóndor, Bosque de Pino radiata.Chile
http://www.comacoforestal.com/esp/bosques_de_pino_radiata/

6. CONTENSSE, D., 1987, Apuntes y consideraciones para e Pinus radiata en Chile. Boletín de la Academia chilena de Historia N° 97. Santiago de Chile.
7. DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO, Instructivo para instalar silos de agua en árboles ya plantados. México.
<http://www.silosdeagua.net/arbolesya.pdf>
8. ECOPAR, 1998. Caracterización de los Bosques Naturales de la Sierra del Ecuador con Mapa de los Bosques Andinos. Quito-Ecuador.
9. EMDEFOR. (Empresa Mixta de Desarrollo Forestal). 1984. Fertilización Del Pinus radiata D. Don en el sitio de Amba Chica Provincia de Cotopaxi. Tres años de investigación y experiencias. Quito - Ecuador.
10. ESPINOZA, S., 2010, Ahorra agua con silos de Agua — Querétaro – México.
11. GALLOWAY, G., 1986. Guía sobre la repoblación forestal en la Sierra ecuatoriana. Dirección Nacional Forestal Proyecto DINAF/AID. Quito - Ecuador.
12. GONZALEZ, L., 2009, Acciones para mitigar la sequía de agua, Informativo, Managua, Nicaragua - Edición 10469.
13. GONZALEZ, C; KOSCHER, R. y LACHICA, M. 1978. El Pinus radiata D. Don en Chile, revisión de las condiciones del cultivo. 5 p.
14. GRUPO ARITA, 2009. Honduras, Silos de agua.

http://grupoarita.com/productos/sist_riego.html

15. GRANADOS, E., 2009. EL AGUA SÓLIDA, para una tierra sedienta y los desiertos. Barcelona http://www.inec-2009.com/pdf/Agua_solida.pdf.
16. HERRAERA, J., 2003. Efecto de la fertilización en plantaciones de *Pinus radiata* (D. Don) en Lasso Cotopaxi. Tesis de grado de la Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Ibarra - Ecuador.
17. HOLDRIDGE, L., 1967. Life zone ecology. San José Costa Rica, Tropical Science Center. 140 p.
18. IDEACOM INTERNATIONAL, 2009. Agua Sólida para Riego Residencial e Industrial. México.

<http://www.espanol.ideacominternational.com/nosotros.htm>
19. IÑIGUEZ, E. 1985. Efecto de la poda y control químico del Hongo *Dothistroma pini* en *Pinus radiata*, del sitio "El Villonaco". Tesis de Ing. For. Loja, Ecuador Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas.
20. JONGSMA, W; HOFSTEDE, R; LIPS, J. 1997. Ambiente y plantaciones forestales en la Sierra Andina Ecuatoriana; Revisión de literatura. Quito, Ecuador. Ecopar.
21. LEON, M., 1990. Respuesta inicial de *Pinus patula* a la fertilización con N.P.B. y fosfato diamónico en suelos forestales de Saraguro. Tesis de

grado de la Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agrícolas. Escuela de Ingeniería Forestal. Loja.

22. LOJAN, L., 1990. Prácticas agroforestales en los Andes. Agroforestería Memoria seminario regional. Quito- Ecuador
23. LOPEZ, P., 1996. Estudio de muerte descendente y metaplasia en árboles de Pino *Pinus radiata* de la fundación forestal Juan Manuel Durini en el Cotopaxi. Quito, Ecuador.
24. MARTINEZ, M., 1992. Los Pinos Mexicanos, tercera edición. México.
25. NIGOUL, M., 2006. Función de la materia orgánica en el suelo. Argentina
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/11880.html>
26. NONI, G; TRUJILLO G., 1985. La erosión actual y potencial en Ecuador. Quito – Ecuador.
27. PITACUAR, L., 2003. Respuesta inicial de Quishuar (*Buddlejaincana H.B.K.*), Yagual Peruano (*PolylepisracemosaR*) y Pino (*PinuspatulaSchl et Cham*) a la fertilización, en la comunidad El Abra Provincia de Imbabura, Tesis para obtener el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Ibarra- Ecuador.
28. PALACIOS & CASTILLO., 2009. Silos de Agua, lluvia sólida,
<http://www.palacioscastillo.com>"

29. PULIDO N., 2010. Retenedores Hídricos, Agricultura, Jardinería, Forestales
www.hidrogelcolombia.es.tl
30. RAMIREZ, R., 2009. Problemática Global del agua. México.
<http://www.solociencia.com/ecologia/problematika-global-agua-estadisticas-clave.htm>
31. RENGIFO, M., 2006 - 2010. Polímeros súper absorbentes para uso agrícola – hidrogeles. Venezuela.
32. ROLDAN, A., Lluvia sólida, ecotecnia mexicana almacenadora de agua, esperanza contra sequia y cambio climático. México.
<http://www.funprover.org/agroentorno/Noviembre/lluvia.pdf>
33. RICO S., 2002. Silos de agua, México.
34. SIGAGRO., 2001 <http://www.sigagro.flunal.com/>
35. SUQUILANDA, M., 1996. Agricultura Orgánica. FUNDAGRO. Quito-Ecuador.
36. TRUJILLO, N., Plantines y Retenedores de Agua, <http://www.revista-mm.com/rev50/forestal1.pdf>
37. TUPI, A; PATHAUER, P., 2002. Fertilización Inicial en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales -UNAM- EEA Montecarlo –INTA Eldorado, Misiones, Argentina

38. UNAM 257, 2003. Boletín Ciudadela Universitaria, México,
<http://www.projar.es/>
39. ZEASER, D., 1989. Zonificación de especies forestales en la región
interandina del Ecuador. Quito, Ecuador. Ministerio de Agricultura y
Ganadería. 100 p.
40. _____, 2008. Ficha Técnica del Hidrogel. México.

CAPITULO X

ANEXOS

Cuadro A4 Hoja de Campo

Fecha: _____ TRATAMIENTO: _____ REPETICIÓN _____

No. árbol	H(cm)	db(mm)	forma	E.S.	S(%)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
SUMA					
PROM					

CUADRO A8 Resultados por tratamiento del quinto mes de plantación del Pinus radiata con la aplicación de retenedores de agua

Tratamiento	Código	H(cm)	db(mm)	forma	E.S.	S(%)	correlación
Gel seco	A1B1	35,92	5,27	4,00	3,99	96%	0,83
Gel con riego	A1B2	37,03	5,63	4,00	3,99	99%	0,78
Testigo	A1B0	36,44	5,35	4,00	4,00	96%	0,87
Corona + m. orgánica + carbón	A1B3	35,82	5,12	4,00	3,98	95%	0,84
Gel hidratado	A1B4	35,89	5,23	3,95	4,00	96%	0,84
Corona plástica	A1B5	33,12	4,71	4,00	3,97	96%	0,86
		214,20	31,31	23,95	23,92	579%	5,02
PROMEDIO		35,70	5,22	3,99	3,99	96%	0,84

CUADRO A9 Resultados por tratamiento del sexto mes de plantación del *Pinus radiata* aplicado retenedores de agua

Tratamiento	Código	H(cm)	db(mm)	forma	E.S.	S(%)	correlación
Gel seco	A1B1	37,09	5,57	3,96	3,63	58%	0,93
Gel con riego	A1B2	38,37	5,83	3,98	3,73	85%	0,95
Testigo	A1B0	38,10	5,71	4,00	3,88	85%	0,96
Corona + m. orgánica + carbón	A1B3	37,52	5,49	4,00	3,93	88%	0,95
Gel hidratado	A1B4	37,63	5,37	3,95	3,98	83%	0,96
Corona plástica	A1B5	33,94	4,78	4,00	3,98	88%	0,94
		222,66	32,75	23,89	23,13	485%	5,69
PROMEDIO		37,11	5,46	3,98	3,86	81%	0,95

CUADRO A10 Resultados por tratamiento del séptimo mes de plantación del *Pinus radiata* aplicado retenedores de agua

Tratamiento	Código	H(cm)	db(mm)	forma	E.S.	S(%)	correlación
Gel seco	A1B1	37,61	5,84	3,98	3,49	36%	0,99
Gel con riego	A1B2	38,86	6,03	3,98	3,86	66%	0,95
Testigo	A1B0	38,90	6,02	4,00	3,85	59%	0,96
Corona + m. orgánica + carbón	A1B3	37,98	5,68	4,00	3,97	81%	0,94
Gel hidratado	A1B4	38,49	5,58	3,96	3,82	69%	0,96
Corona plástica	A1B5	35,17	5,07	4,00	3,96	74%	0,96
		227,00	34,24	23,92	22,95	385%	4,77
PROMEDIO		37,83	5,71	3,99	3,83	64%	0,80

CUADRO A11 Resultados por tratamiento del octavo mes de plantación del *Pinus radiata* aplicado retenedores de agua

Tratamiento	Código	H(cm)	db(mm)	forma	E.S.	S(%)	correlación
Gel seco	A1B1	38,24	5,96	3,98	3,63	31%	0,99
Gel con riego	A1B2	39,40	6,21	4,00	3,76	59%	0,98
Testigo	A1B0	39,92	6,08	3,97	3,93	48%	0,99
Corona + m. orgánica + carbón	A1B3	40,64	6,07	3,98	4,00	75%	0,98
Gel hidratado	A1B4	40,38	6,21	3,92	4,00	53%	0,99
Corona plástica	A1B5	37,05	5,56	4,00	3,98	64%	0,98
		235,64	36,09	23,85	23,29	329%	5,91
PROMEDIO		39,27	6,01	3,98	3,88	55%	0,98

CUADRO A22 Costos en el establecimiento de plantación de *Pinus radiata*
 APLICACIÓN DE RETENEDORES

Insumos	Costo	Unidad
Hidrokkeper y Silos de Agua	\$ 16,28	Kg
Carbón Vegetal	\$ 10,00	Saco 30 Kg
Materia Orgánica	\$ 8,42	Saco 40 Kg
Plástico	\$ 2,84	m2
Jornal	\$ 15,54	diario

plantas / tratamiento 80
plantas / hectarea 1111

<i>Tratamientos y actividades</i>	<i>Costos por planta usd.</i>	<i>Costo tratamiento usd.</i>	<i>Costo/ha usd.</i>
Gel Seco			
Costo de planta	0,18	14,40	199,98
Distribución interna	0,03	2,40	33,33
Señalamiento y balizado	0,03	2,40	33,33
Plantación y Hoyado	0,06	4,80	66,66
Hidrogel	0,08	6,40	88,88
Colocación de gel	0,04	3,20	44,44
	0,42	33,6	466,62
Gel + Riego			
Costo de planta	0,18	14,40	199,98
Distribución interna	0,03	2,40	33,33
Señalamiento y balizado	0,03	2,40	33,33
Plantación y Hoyado	0,06	4,80	66,66
Hidrogel	0,08	6,40	88,88
Colocación de gel	0,04	3,20	44,44
Riego	0,01	0,80	11,11
	0,43	30,4	477,73
C.P.+ Materia orgánica + C			
Costo de planta	0,18	14,40	199,98
Distribución interna	0,03	2,40	33,33
Señalamiento y balizado	0,12	9,60	133,32
Plantación y Hoyado	0,10	8,00	111,10
Materia organica	0,05	4,00	55,55
Carbón	0,02	1,60	22,22
Plástico	0,07	5,60	77,77
Corona plástica	0,04	3,20	44,44
	0,61	48,8	633,27

Gel hidratado			
Costo de planta	0,18	14,40	199,98
Distribución interna	0,03	2,40	33,33
Señalamiento y balizado	0,03	2,40	33,33
Plantación y Hoyado	0,06	4,80	66,66
Hidrogel	0,08	6,40	88,88
Colocación de Gel	0,04	3,20	44,44
Agua	0,01	0,80	11,11
	0,43	34,4	477,73
Corona Plástica			
Costo de planta	0,18	14,40	199,98
Distribución interna	0,03	2,40	33,33
Señalamiento y balizado	0,03	2,40	33,33
Plantación y Hoyado	0,06	4,80	66,66
Plástico	0,07	5,60	77,77
Corona plástica	0,04	3,20	44,44
	0,41	32,8	455,51
Testigo			
Costo de planta	0,18	14,40	199,98
Distribución interna	0,03	2,40	33,33
Señalamiento y balizado	0,03	2,40	33,33
Plantación y Hoyado	0,06	4,80	66,66
	0,30	24,00	333,30

FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Sitio del ensayo



Fotografía 2. Plantación de *Pinus radiata*



Fotografía 3. Delimitación de parcelas y colocación de cinta de marcación



Fotografía 4 Colocación de letreros por tratamiento



Fotografía 5. Colocación de letreros por repetición



Fotografía 6. Colocación de estacas por planta



Fotografía 7. Medición de Altura



Fotografía 8. Medición del Diámetro Basal



MEMORANDO N° CPC-Z2-2011-003

PARA: Ing. Germán Espinoza
DIRECTOR ZONA 2 (E)

ASUNTO: Visita al ensayo establecido en Tanlagua.

FECHA: 07 de enero del 2011.

Adjunto a la presente, sírvase encontrar el informe de visita realizado al ensayo establecido en Tanlagua, esto en compañía del Ing. Espinoza e Ing. Imaki.

Atentamente

Ing. Freddy Ramón
COORDINACION TECNICA PICHINCHA (E)

INFORME DE VISITA

ANTECEDENTES

Mediante ensayo se procedió a establecer una plantación en el sector de Tanlagua, en el cual se ha está realizado una tesis de investigación para observar el efecto de los hidroretenedores.

La vista a la misma es observar el efecto de la planta frente a los retenedores de agua.

RESULTADOS

En el ensayo, se procedió a cavar en las plantas muertas para ver el efecto del mismo, de lo que se puede indicar lo siguiente:

Gel seco: En planta muerta extraída, se observa que el gel se encuentra a una profundidad excesiva, por lo que la planta no alcanzó a llegar al gel, mientras que al extraer una planta viva se observa que ésta poseía sus raíces adheridas al gel.

Gel + riego: En plantas muertas se observa que el gel se encuentra a una profundidad mayor que al de las raíces, mientras que en plantas vivas, el gel se encuentra adherido a las raíces.

Testigo: Este tratamiento posee un sistema radicular más desarrollado, las condiciones adversas hacen que las raíces se desarrollen para captar la mayor cantidad de agua posible.

Gel hidratado: Se observa que el hidrogel ha sido adherido a las raíces, lo que indica que la planta sujeta su sobrevivencia al hidrogel.

Corona plástica más materia orgánica más carbón: Se observa que el carbón se encuentra húmedo. El carbón absorbe el agua y la materia orgánica aumenta la capacidad de retención de agua.

Corona plástica: Las plantas se encuentran con humedad, al parecer, la corona plástica hace que el intercambio de gases y humedad no sea de forma continua, sino que crea un efecto de sauna en las mismas, estresando las raíces.

CONCLUSIONES

Una vez revisado el ensayo se puede indicar que:

Las plantas muertas, al realizar la verificación, murieron debido a la mala aplicación del gel, este debe encontrarse cerca a las raíces, pero no alrededor de la misma ni a una profundidad mayor.

En cuanto al sistema radicular, el testigo ha desarrollado un mejor sistema radicular lo que se evidenció en la cantidad de raíces secundarias.

En cuanto a los sistemas, se a observado que el que mejor se ha desarrollado es el corona plástica mas carbón mas materia orgánica, esto debido a que el carbón y la materia orgánica tienen una gran capacidad de retención de agua.

En cuanto a costos y forma de operar, aplicando gel seco, se observa que debe ser al inicio de la época lluviosa, sino, puede fracasar la plantación, en cuanto a gel hidratado y gel mas riego, es buena la opción, pero los costos operativos son elevados.

RECOMENDACIONES

Proseguir con la investigación del ensayo para ver la evolución del mismo ya que desde el mes de diciembre las precipitaciones han sido continuas.

ANEXO



Imagen 01. Hidrogel colocado a una profundidad mayor, las raíces no alcanzaron el hidrogel.



Imagen 02. Raíz adherida al silo de agua.



Imagen 03. Sistema radicular desarrollado del testigo.

Ing. Freddy Ramón
COORDINACION TECNICA PICHINCHA (E)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	040124037-9	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Erazo Yucaza Ana Lucía	
DIRECCIÓN:		San Gabriel, Montúfar 14-32 y Salinas	
EMAIL:		anilucy77@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:		(06)2290932	TELÉFONO MÓVIL: 089204307

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE RETENEDORES DE AGUA EN TANLAGUA , SAN ANTONIO DE PICHINCHA
AUTORES:	ERAZO YUCAZA ANA LUCÍA
FECHA:	2011 – 02 - 15
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA FORESTAL
DIRECTOR:	ING. RAÚL ARÉVALO

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Erazo Yucaza Ana Lucía con cédula de identidad Nro. 040124037-9; en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de febrero de 2011

AUTORA:

Erazo Yucaza Ana Lucía
C.C.:040124037-9
BIBLIOTECA

ACEPTACIÓN:

.....
JEFE DE

Facultado por resolución de Consejo Universitario:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, ERAZO YUCAZA ANA LUCÍA con cédula de identidad Nro. 040124037-9; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominada “EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DEL PINO(Pinus radiata) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE RETENEDORES DE AGUA EN TANLAGUA , SAN ANTONIO DE PICHINCHA”, que ha sido desarrolla para optar por el título de Ingeniera Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

Ana Lucía Erazo
C.C.: 0401240379

Ibarra, a los 10 días del mes de febrero de 2011