

1. INTRODUCCIÓN

La obtención de bosques productivos y bien adaptados para fomentar más plantaciones forestales sostenibles y más rentables implica de una selección cuidadosa de especies y su procedencia, especialmente cuando se requiere implantar nuevas especies no nativas del lugar ya que estas tienen posibilidades de adaptarse a otros sitios. CARRERE, R. (2006).- En tal sentido un programa experimental de ensayo de especies adecuadamente planificado y ejecutado puede brindar una información aceptable y a bajo costo y si es caso los resultados son negativos las pérdidas serán insignificativas en relación a lo que ocurriría en una plantación en gran escala sin tener conocimiento previo o en su defecto contar con una información extrapolada de sitios diferentes . SERRADA, R. (2000).

La implantación a otra región de condiciones ambientales diferentes a menudo es de considerable riesgo, puesto que las especies no siempre responden por igual ya sea en desarrollo, producto final, en localidades diferentes puesto que el medio ecológico de las localidades pueden resultar insuficientes para revelar la adaptabilidad y productividad de las especies a esas condiciones y solo la experimentación sobre el terreno permite evaluar los diferentes caracteres GALLOWAY, G. 199. A menudo el incentivo principal de la introducción de plantaciones es el de lograr extraer nuevas especies que sustituyan a otras, ya que por problemas de la deforestación y otros factores de amenaza, y en la actualidad por la presencia del cambio climático, existen especies forestales que se han extinguido de su lugar de origen como así también especies que están logrando su procedencia a otros sitios, caso que anteriormente no era muy tomado en cuenta.

Por ende en la actualidad es necesario realizar estudios de investigación para verificar si nuevas especies pueden adaptarse, desarrollarse o no en el municipio de Padcaya como en el departamento de Tarija para así lograr la recuperación de suelos degradados y reducir la introducción de plagas, enfermedades y otros factores desfavorables del medio ambiente.

El contar con árboles de alta calidad, tanto en condiciones morfológicas y fisiológicas de la planta como la sp. *Ceratonia siliqua*, especie resistentes a efectos como sequias, plagas y entre otros factores adversos, permite aspirar a tener un mejor éxito para hacer frente a la demanda y conservación de este recurso que es importante tanto económico como biológicamente. (Fuente: Elaboración propia en base a **CNPV-2001 (INE)**)

En este sentido, la sp. *Ceratonia* al ser una especie originaria de Asia sudoccidental presenta varias características morfológica que le permiten habitar en lugares degradados como en el nuestro.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la supervivencia y crecimiento de plántones de algarrobo (*Ceratonia siliqua*), con el fin de brindar información sobre su adaptabilidad en dos ambientes ecológicos: terraza aluvial (zona baja) y la ladera superior (zona alta) ubicado ambas plantaciones en la comunidad de Cabildo perteneciente al municipio de Padcaya.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento en altura y diámetro de los plántones dentro el primer año de establecimiento.
- Determinar el % de sobrevivencia y las características cuantitativas (altura total y diámetro) y cualitativas (Sobrevivencia, Daños externos) de los plántones de *Ceratonia siliqua*, implantadas en dos zonas ambientales diferentes.
- Determinar la calidad de sitio que presentan las zonas experimentadas aplicando indicadores edáficos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Plantaciones forestales.

Las plantaciones forestales constituyen una opción importante de uso de tierras en el mundo, actualmente se establecen reforestaciones con la finalidad del doble propósito: productor-protector, si las plantaciones forestales se planifican correctamente, pueden ayudar a estabilizar y mejorar el medio ambiente. Rivera. (1998). , tema de gran relevancia en las discusiones y foros locales e internacionales en los últimos años. Jiménez. (2004).

Las plantaciones forestales corresponden a una porción pequeña de la cobertura vegetal del mundo, pero generan tanta controversia como cualquier uso de la tierra. Algunos autores como Carrere (2006) han declarado una guerra directa a las plantaciones forestales. En su libro “Ten Replies to Ten lies”, Carrere expone al menos diez frases que se usan en relación con las plantaciones forestales. Algunas de éstas son: “Las plantaciones forestales reducen la presión en los bosques naturales”, “Las plantaciones forestales contribuyen a disminuir el efecto Invernadero”, “Las plantaciones forestales son necesarias para proveer las necesidades crecientes de papel” entre otras.

2.1.1. Propósitos de las plantaciones forestales

Las plantaciones forestales suelen ser incorporadas con múltiples propósitos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, plantaciones silvopastoriles, entre otras .Trujillo N. (2003). que apuntan hacia el mejoramiento genético de los árboles, con el fin de lograr mayores crecimientos, mejor calidad de la madera, resistencia a plagas y enfermedades y mayor adaptabilidad según la especie y su procedencia en las distintas zonas de reforestación.

Al establecer una plantación forestal se debe tener en cuenta cual es el objetivo que el productor se plantea con el propósito de conocer la adaptación, crecimiento, desarrollo, incremento y producción en volumen, para contribuir al

conocimiento sobre plantaciones forestales, información que será de gran relevancia para la toma de decisiones de autoridades y técnicos profesionales .
Larraín, O. 1993.

2.1.2. Factores a considerar en plantaciones forestales

2.1.2.1. Clima

El clima es importante en la selección de los sitios para plantaciones forestales, generalmente cuando se desea lograr una buena producción, para esto principalmente es necesario determinar la precipitación, temperatura y la calidad de los meses secos que presenta el lugar, FAO/FAF-BOL-MDSP (1999). La interacción de cada uno de estos factores determina una gran variedad de climas y por ende, de especies con distintas posibilidades de desarrollo forestal, sea plantación con fines industriales, sistemas agroforestales, para el autoconsumo o para el mercado local.

Se recomienda consultar las bases de datos climáticos, especialmente el régimen de lluvias, cantidad y distribución o en su defecto indagar con los campesinos de la zona, dado que ellos estiman –con cierta precisión– la frecuencia, intensidad de las lluvias y los meses de heladas cuya práctica se ve reflejada en el calendario agrícola de la zona; el objetivo es aprovechar los meses de lluvia para el mayor prendimiento de la sp. en terreno con topografía plana o casi plana, con suelos profundos y de textura favorables (ni muy pesadas, ni con drenaje excesivo).se aprecia que los arboles tienen una gran capacidad de absorber nutrientes en la capa superficial, pero también hay que considerar la humedad y estructura del suelo. (GALLOWAY -1997).

2.1.2.2. Suelo

El suelo debe analizarse a partir de los siguientes aspectos: Textura y estructura, Drenaje, Profundidad del suelo. - Suelo

Un análisis en Centroamérica indica que en general las plantaciones crecen mejor en sitios con topografía plana o casi plana, con suelos profundos y de textura favorables (ni muy pesadas, ni con drenaje excesivo) se aprecia que los arboles tienen una gran capacidad de absorber nutrientes en la capa superficial, pero también hay que considerar la humedad y estructura del suelo. (GALLOWAY -1997). Otro de los

puntos a evaluar a la hora de establecer una plantación son los factores edáficos pues éstos ayudan a determinar el uso potencial y seleccionar las especies forestales más adecuadas frente a las condiciones cambiantes del suelo: Por ejemplo, aunque un terreno pueda recibir entre 2.000 y 4.000 mm de lluvia anual y pueda suponerse que se trata de un sitio húmedo, en realidad tiene condiciones de sequía en razón del suelo muy arenoso, con pendiente fuerte y con una capa freática(1) profunda. (Trujillo - 2003)

2.1.2.3. Recurso genético

Se reconoce que para todo tipo de ensayo o plantación el suministro de semilla es un factor crítico y en lo posible la semilla debe ser certificada en cuanto a origen y calidad, siendo recomendable el establecimiento rápido de rodales semilleros, plantaciones de selección y huertas de semillas genéticamente superior, para asegurar un suministro constante local de semilla y conservación del pool genético de aquellas especies que tengan el mejor comportamiento, Burley y Wood (1976).

2.1.2.4. Fenología

La fenología estudia la frecuencia de los eventos biológicos repetitivos y su relación con otros factores bióticos y abióticos/ambientales. El estudio fenológico de las especies forestales es considerado esencial para el entendimiento de la dinámica, ecología y evolución de la diversidad de las plantas y vegetación en las zonas tanto tropicales como templadas. Maldonado M. (2011).

2.1.2.5. Regiones ecológicas, etc.

A la hora de iniciar una plantación, él ubicar las especies en un ambiente que les proporcione las condiciones climáticas y de suelo que favorezca su desarrollo, es vital; así como también deben considerarse las exigencias ecológicas del material a plantar que hasta donde sea posible debe coincidir con las condiciones ambientales del sitio de la plantación para cada especie, Aquí es necesario tener en cuenta que las condiciones del medio ambiente pueden variar afectando o favoreciendo la plantación, pues algunas son óptimas, regulares o simplemente desfavorables cuando el sitio presenta condiciones adversas para un desarrollo deficiente. Trujillo N. (2003).

2.1.3. Establecimiento de plantaciones

2.1.3.1. Selección de especies

La selección de especies para un programa de forestación, depende de dos factores fundamentales: la calidad del sitio y el objetivo de la plantación. La calidad del sitio depende, a su vez, de una serie de imponderables entre los que se destaca el clima y el suelo. Por lo tanto, la elección de una u otra dependerá de la capacidad que posean para sobrevivir, crecer y producir en las condiciones impuestas por el sitio, considerando que el hombre puede modificar sólo algunos de estos aspectos, y que pueden significar una mejoría tanto en su crecimiento como en su productividad, ya sea con una buena preparación del terreno, la aplicación de fertilizantes y en algunos casos la implementación de sistemas de riego (Prado y Barros, 1989). Los criterios esenciales para la selección de las especies son la aptitud para el medio ambiente en cuestión y dependiendo del objetivo económico, los altos rendimientos cuantitativos y los cualitativos.

FACTORES QUE DETERMINAN EL RECHASO DE UNA PLANTA.

Son numerosos los factores que deben tener en consideración (o presente) en el momento de practicar una selección de ejemplares a ser implantados y son los siguientes:

- ✓ Planta muy pequeña
- ✓ Planta descolorida o amarillenta
- ✓ Tallo débil y no lignificado
- ✓ Planta bifurcada
- ✓ Raíz pequeña
- ✓ Raíz doblada
- ✓ Raíz anormal
- ✓ Daño por enfermedad o plaga
- ✓ Desproporción entre el tamaño del tallo y raíz

Por otra parte una planta de calidad que asegure el desarrollo y formación de un árbol de buenas características debe cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Sana
- ✓ Vigorosa y lignificada
- ✓ Color verde característico de la especie
- ✓ Buen sistema radicular
- ✓ Tener 30 – 40 cm. de altura
- ✓ Diámetro a la altura del cuello 4 – 7 mm.

2.1.3.2. Preparación del lugar de la plantación

Luego de hacer la planificación correctamente, se puede dar inicio a las labores de campo, para lo cual se debe iniciar con la preparación del terreno. No es necesario ni deseable quemar la vegetación cuando se prepara el terreno. La quema desperdicia nutrientes de las plantas que los arbolitos no podrán utilizar y a su vez destruye la materia orgánica del futuro. Se mencionan 4 actividades principales para preparar el área a plantar: deshierbe, cercado, marcado y hoyado. FONAM – 2007.

Generalmente la marcación de los puntos de plantación, se realizan con varas u objetos similares, es considerada como una de los trabajos preparatorios. La actividad es realizada con la ayuda de cordeles y alambres para el trazo de la plantación o bien con varas cortadas para este fin, cañas de bambú, etc. A menudo la excavación de los hoyos ocurre durante la fase de preparación, de modo que se puedan concentrar todos los recursos disponibles en la plantación cuando se presentan condiciones climáticas favorables. Lamprecht (1990).

2.1.3.3. Época de la plantación

El periodo en el cual se debe llevar los árboles a su sitio definitivo, debe coincidir con la época de lluvias en la zona. FAO. (1985) en los trópicos permanentemente húmedos se puede plantar durante todo el año. En los climas con estaciones lluviosas y secas las plantaciones se deben realizar al inicio de la época de lluvias que abarca entre los meses de octubre y noviembre. Lamprecht. (1990).

2.1.3.4. Métodos de plantaciones forestales

Por método de plantación forestal se entiende la forma de introducir la nueva o nuevas especies. Hay dos métodos básicos, que como se verá, se pueden combinar en el mismo sitio y que se denominan: **método de siembra** y **método de plantación**.

El método de siembra consiste en colocar directamente sobre el terreno a repoblar semillas de las nuevas especies que se quieren introducir.

El método de plantación consiste en colocar plantas forestales (a raíz desnuda o en envase) de las nuevas especies mediante enterramiento adecuado del sistema radical. SERRADA, R. - 2000.

2.1.3.5. Cuidados de las plantaciones forestales

Las plantas recién instaladas necesitan de unos cuidados mínimos para garantizar el éxito de la repoblación. Nunca puede decirse que una plantación forestal está conseguida simplemente porque la planta ha sido instalada en el terreno, sino que será necesario brindarle una serie de cuidados posteriores para poder afirmarlo con seguridad. El tipo de labores, su calidad y frecuencia deben venir condicionadas por el objetivo de la repoblación, el costo de las labores, la calidad de los trabajos de plantación y la especie utilizada (en función de su tolerancia a sequía, competencia con la vegetación, etc.). HIDALGO. 1998

Los cuidados más importantes son:

- Protección (Cerramiento, Plagas y enfermedades)
- Control de la vegetación
- Reposición de plántones
- Fertilizaciones
- Podas
- Riegos

2.2. Evaluación de las plantaciones forestales

La evaluación de las plantaciones se hace dividiendo el monte repoblado en rodales fijando una intensidad de muestreo sistemático por parcelas, una parcela de 100 m² por cada hectárea repoblada o marco de muestreo de 100x100 m, en las que se cuentan todos los pies y se da como valor de cada rodal, o parte de rodal, la media de

las parcelas inventariadas. SERRADA, R. 2000. lo cual se puede lograr a través de evaluaciones técnicas para conocer el comportamiento en cuanto a la adaptación, crecimiento y desarrollo de las diferentes especies forestales que sean seleccionadas para tal fin, y que sería importante que se realizaran por entidad, región, municipios o por tipos de climas, diferentes sistemas de manejo, u otros aspectos que se consideren importantes a fin de generar la información técnica necesaria para el establecimiento y manejo eficientes de plantaciones forestales. Molina C. 2011.

2.2.1. Incremento, crecimiento y calidad del plantón

El incremento es el promedio del crecimiento de las distintas variables de los árboles, como el diámetro y altura, a un tiempo determinado. El incremento medio anual, puede cambiar durante la vida de los árboles, es decir, puede presentar mayores o menores incrementos en las diferentes etapas de su crecimiento. Molina C. (2011).

El crecimiento con frecuencia muestra una elevada heterogeneidad, según la variable que se considere y según la meteorología. Así, la altura media de la planta puede disminuir en el caso de una sequía muy severa, o aumentar en condiciones más favorables; en este último caso, el incremento de altura se produce casi exclusivamente en los meses de primavera y otoño, paralizándose durante el verano.

La calidad de un plantón puede definirse como la capacidad de una planta forestal para alcanzar las expectativas de supervivencia y crecimiento de una estación particular (Duryea, 1985). Esta capacidad es el reflejo de unas condiciones morfológicas y fisiológicas de la planta que le permiten una mejor respuesta frente a los factores propios del lugar de establecimiento, y que van a manifestarse a través de su capacidad para superar el estrés de plantación y crecer, aprovechando todo el potencial que ofrece una estación.

2.2.2. Vigor

El Vigor es la fuerza que está asociado con el aspecto de desarrollo adecuado del árbol, se refiere a las características físicas del árbol, desde la base hasta la copa. Esta variable conforma de manera general el conjunto de atributos físicos observados de la planta como el diámetro, altura, el verde del follaje, la conformación de la copa, es decir, se observa que tan bien o mal desarrollado se encuentra un árbol con respecto a los demás. Para poder evaluar las características físicas de los plantones

2.2.3. Calidad del sitio

Para determinar la calidad del sitio para establecer una plantación debemos conocer sus características, es decir si son pobres en nutrientes, compactados, arcillosos, arenosos, con poca agua. Debemos además conocer su relieve, si están expuestos al viento, su estado y tipo de vegetación que crece cerca del sitio, en fin conocer todos sus detalles, esto nos permitirá tomar una decisión más acertada sobre la preparación y las especies que debemos plantar. Si no existe información se recomienda realizar los estudios de los suelos, etc.

Un aspecto muy importante que es necesario tomar en cuenta al momento de seleccionar el sitio, es el índice del sitio.

¿Qué es el índice del sitio?

Es un criterio de productividad del sitio que nos da información de cómo crecer los árboles en ese lugar.

La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies.

2.2.4. Evaluación económica de las plantaciones forestales

En términos financieros, el bosque, compuesto por árboles y el suelo que los sostiene, conforman un capital cuyo objetivo es entregar satisfacción a su propietario o a la

sociedad. Desde esta perspectiva, puede ser destinado a la producción de bienes y servicios que pueden ser aprovechados por el dueño del suelo para obtener beneficios (Klemperer, 1995).

Como un capital productivo, también debe restringirse el manejo forestal a conceptos relacionados a las fuerzas del mercado como, disponibilidad de recursos, demanda, precios, etc. (Duerr, 1960).

Para encontrar la combinación ideal de intensidad y oportunidad de cada actividad, el evaluador debe definir los objetivos del manejo para justificar sus decisiones, Davis y Johnson (1987) destacan como uno de estos objetivos la eficiencia económica, definida como la elección del nivel de insumos y productos que maximiza el ingreso neto o el valor neto presente (VNP) del proyecto.

El valor neto presente (VNP) es una buena herramienta para evaluar los resultados de un proyecto forestal de plantación, ya que en el flujo de caja se consideran todas las actividades contempladas dentro del régimen silvicultura. Además, a diferencia de otros modelos, a través de la tasa de interés, se toma en cuenta el costo de oportunidad de no destinar el capital a la realización del mejor proyecto alternativo. (Ghebremichael. 1996).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para optar de una mejor comprensión, se hace conocer de manera precisa el significado y la importancia de uso que presentan las siguientes variables descriptivas, lo cual serán explicadas más adelante con respecto a los resultados obtenidos.

➤ Media aritmética (\bar{X})

Es un valor el cual es típico o representativo de un conjunto de datos, se define en general una medida de tendencia central.

➤ Desviación estándar (S)

La desviación estándar o desviación típica es la raíz cuadrada (positiva) de la varianza, tanto la varianza como la desviación estándar miden la dispersión de los

valores observados con respecto a la media de la muestra, la diferencia entre ellas es que mientras la primera está dada en unidades al cuadrado (si la variable se mide en cm la varianza se mide en cm²), la segunda tiene la misma unidad de medida que la media, en este sentido para la presentación de resultados suele preferirse a esta última medida.

➤ **Coefficiente de variación (C.V.)**

Generalmente se expresa como porcentaje, esta medida es a dimensional y permite comparar la variabilidad de medidas en diferentes escalas, cuyas unidades de medida se dirá que el índice que tenga menor coeficiente de variación es el menos variable.

➤ **El error estándar (E.E.)**

Es el error cometido debido a la estimación de la media poblacional a partir de las medias muestrales, (es decir, la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población).

2.3. Introducción de especies

Para la introducción de especies forestales implica una selección cuidadosa de especies y procedencias, especialmente cuando el objetivo es obtener la recuperación de terrenos degradados. Generalmente una especie u otra depende de dos factores fundamentales: primero el objetivo de producción que persigue y se plantea el productor, y segundo las condiciones edafoclimáticas que existen en la zona (suelo y clima).

2.4. Botánica y ecología de la especie forestal *Ceratonia siliqua*

2.4.1. Clasificación científica

Desde un punto de vista botánico y según Cronquist (1981), el Algarrobo se sitúa en las siguientes unidades taxonómicas o niveles de clasificación:

Reino: Eukaryota
Sub-Reino: Cormobionta
División: Spermatophyta



Subdivisión: Magnoliophytina (Angiospermas)

Clase: Magnoliatae (Dicotiledóneas)

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Caesalpiniaceae (Leguminosae)

Género: Ceratonia

Especie: Ceratonia siliqua L.

Nombres comunes: Algarrobo, Algarrobos, Garrofera, Garrofo, Garrofero, Algarrobera

2.4.2. Etimología/historia:

Linneo llamó a este género Ceratonia porque los antiguos griegos llamaban a este árbol keratonia, debido a que, en su lengua, keras es cuerno y keration es media luna, y muchos frutos grandes parecen ambas cosas. Sus semillas, muy duras y bastante parejas, pues todas suelen pesar unos 200 mg, se usaban para pesar joyas y medicinas valiosas, y los árabes les dieron el nombre de karats, del que proceden los vocablos quilates o kilates en español, carats en francés e inglés y karats en alemán. Paolo Spina. (2008)

2.4.3. Origen:

Asia sudoccidental, desde donde se ha extendido por todo el mediterráneo.

2.4.4. Descripción de la especie

El algarrobo es un árbol de gran longevidad y porte, con una altura comprendida entre los 8 y los 10 metros. Su copa es amplia, verde y muy densa. El tronco, bien desarrollado, es tortuoso y con un diámetro medio de más de 50 centímetros. La corteza es rugosa, de color rojizo o grisáceo, agrietada en la base y bastante lisa en las últimas ramificaciones. Las ramas gruesas y largas tienden a tomar direcciones verticales u horizontales.

El sistema radicular se caracteriza por tener una raíz principal pivotante, profunda y vigorosa y numerosas raíces laterales de tendencia rastrera que se extienden, en algunos casos, hasta 30 ó 40 metros, lo que les permite tomar la humedad y los elementos necesarios para su nutrición de una gran extensión de terreno.

También es una planta muy resistente a la sequía, ya que le bastan unos 350 mm de agua al año

Fruto: es una legumbre alargada, comprimida y coriácea, de 10 a 22 cm de longitud, 2 ó 3 cm de ancho y uno de grueso. Esta vaina permanece verde cuando es joven y durante el invierno se muestra inactiva.

El fruto o garrofa es indehiscente, es decir, que no suelta las semillas que contiene en su interior, aunque éstas sí se encuentran libres dentro de la vaina cuando las algarrobas están completamente maduras.

Las semillas o garrofines, son aovadas, planas de 9 a 10 mm de largo por 7 a 8 de ancho, de color rojizo lustroso, lisas, duras y se encuentran en número de 8 a 12 en cada fruto.

Hojas: persistentes, alternas, paripinadas, con 2-5 pares de folíolos mucronados en el ápice, opuestos, elíptico-ovales u ovals de 2-7 cm por 1.5-4.0 cm , pecíolos de 1-4 cm y raquis de 1,5-11 cm coriáceos, glabros, verde oscuros y brillantes por arriba, más claros por el envés, con base obtusa o cuneada, ápice obtuso o emarginado y margen entero, ondulado.

Flores: Las flores son pequeñas y se encuentran reunidas en racimos de inflorescencias aisladas. Cada racimo posee de 10 a 12 flores. Se trata de una especie trioica es decir presenta individuos con flores masculinas, individuos con flores femeninas e individuos con flores hermafroditas. (Joshua, - 2008)

Las inflorescencias nacen en las nudosidades de las ramas de tres a cinco años de edad y aparecen desde julio a diciembre. La polinización puede ser anemófila y entomófila, o sea provocada por el viento o por insectos, respectivamente, y ocurre

principalmente de septiembre a octubre. Se suele recomendar de un 10 a un 20 por 100 de polinizadores machos entre las plantaciones de árboles hembras

Multiplicación:

El método más generalizado es obtener nuevas plantas de semillas, que posteriormente deben injertarse con las variedades comerciales. También se utilizan las estacas, retoños de raíz y acodos. Si se utiliza el método de las semillas se producen árboles más vigorosos y con mayor resistencia a plagas y enfermedades.

En contrapartida, este método de reproducción es más lento que los otros y no reproduce los caracteres de la planta madre. Para salvar la impermeabilidad de la cubierta seminal, las semillas deben permanecer en el agua por espacio de 10 a 12 días antes de sembrarse, y no deben emplearse hasta que estén completamente hinchadas y con tendencia a resquebrajar su piel para dar salida al embrión. También se obtienen buenos resultados si se introducen en ácido sulfúrico al 50 por 100 durante 48 horas o en agua hirviendo hasta que se enfríe.

La mejor época para la siembra son los meses de marzo o abril, pues la germinación y nacencia de las plántulas se ve favorecida por la temperatura y la humedad. Si se quieren obtener plantaciones de grandes rendimientos es indispensable injertar los arbolitos en el vivero a los tres años y trasplantarlos al terreno definitivo aproximadamente a los cinco años.

Los métodos de injerto más usados son los de escudete y canutillo, particularmente el primero. Los árboles injertados de esta manera empiezan a fructificar a los 5 ó 6 años, mientras que los francos o de semilla, sin injertar, requieren de 7 a 8 años.

2.4.5. Ecología de la especie (hábitat y distribución) (factores limitantes)

Hábitat.- Vive en el contorno del Mediterráneo, en laderas y barrancos soleados de zonas de clima árido a semiárido, y temperaturas suaves y cálidas. Crece desde el nivel del mar hasta los 1.000 metros de altura, siempre que no haya heladas. Es planta cultivada desde muy antiguo, por lo que existen gran cantidad de variedades y cultivares.

2.4.6. Problemas fitosanitarios

2.4.6.1. Plagas:

El tronco y las ramas del algarrobo pueden ser atacados por diversos xilófagos, a menudo polífagos, pertenecientes a los coleópteros (*Cerambyx cerdo* L., *Piptosima undecimmaculata* Herbst., *Sinoxylon sexdentatum* Oliv.), y a los lepidópteros (*Zeuzera pyrina* L.). Ramas, hojas y frutos pueden ser infectados por cochinillas (*Aspidiotus hederae* Vain.) *Chrysomphalus dictyopermi* Morg. *Mytilococcus ulmi* (L.), *Aonidiella aurantii* Mask., *Coccus hesperidum* (L.) *Planococcus citri* (Risso), *Guerriniella serratulae* F.). Los frutos son dañados por un díptero cecidómido (*Eumarchalia gennadii* Zell.) y por lepidópteros (*Myelois ceratoniae* Zell., *Ephestia calidella* Guen., *E. vapidella* Mn. y *Corcyra cephalonica* Stt.). Ocasionalmente se han señalado otros insectos nocivos como *Psylla pulchella* Forst., *Forficula auricularia* L., varias especies de hormigas y algunos ácidos polífagos.

Sobre muchos de tales insectos resulta eficaz el control natural obra de numerosos predadores y parásitos. (JOSUAH, - 2008)

2.4.6.2. Enfermedades

Oidio (*oidium ceratoniae*): responsable del "mal blanco". El hongo ataca las hojas, yemas jóvenes y los frutos inmaduros ocasionando sensibles daños. Sobre las hojas aparecen manchas puntiformes que posteriormente se unen entre sí, irregulares, rojizas, sobre las que se extienden una especie de tenue y delicada lanosidad pulverulenta de color blanco. Las hojas atacadas se deshidratan, se acartonan y se desarticulan del peciolo central, el cual desprovisto de los folíolos permanece adherido a la rama.

Sobre los tallos jóvenes se aprecia una eflorescencia blanquecina, que a veces invade toda la superficie, quedando, debajo de las manchas, de color pardo-rojizo, mientras los frutos dejan de crecer y permanecen atrofiados. La infección en la época de la floración puede ser causa del aborto de las flores, que se desecan y caen antes de la fecundación.

la difusión y la intensidad está en relación con las condiciones del cultivo, orientación de los árboles, sensibilidad varietal, etc. y a la evolución de las condiciones climáticas, es más frecuente sobre ramas bajas y algo menos sobre ramas altas y resulta más grave en los años de ambiente húmedo, también puede haber graves ataques en ambientes de extrema sequedad.

Generalmente la enfermedad no causa fuertes defoliaciones ni daños serios en los frutos, sin embargo en los años que le son favorables, puede causar caída de las hojas invernal bastante grave y depreciación del producto. Algunas variedades de algarrobo (amele di bari, racemosa) parecen demostrar una cierta resistencia a los ataques sobre las hojas mayor que otras. Las variedades que florecen tarde (racimosa, giubiliana, etc.) escapan en gran parte a la infección de los frutos, se debe tener en cuenta también que los árboles de flores hermafroditas son considerablemente más resistentes que los de flores sólo masculinas.

El mejor remedio al oídio es la lucha indirecta basada en una mayor difusión de las variedades resistentes en las zonas donde el hongo suele provocar mayores daños.

Es en definitiva, deseable el empleo como polinizadores de individuos hermafroditas en vez de los de flores masculinas.

Otras criptógamas que han sido señaladas sobre el algarrobo son *phyllosticta ceratoniae* y *ramularia australis*, dos especies de hongos responsables unas manchas foliares que son a menudo responsables de graves defoliaciones.

Por último hay que recordar dos hongos de la madera *polyporus sulphureus*, comestible y muy apreciado y *p. igniavius*, que se localizan sobre el tronco y sobre ramas gruesas y, como agentes provocadores de caries de la madera, aceleran el proceso de decaimiento de los árboles más viejos, (JUAN TOUS MARTI- 1984)

2.4.7. Experiencias con la especie

Dicha especie forestal como es el algarrobo (*Ceratonia siliqua*), al ser una especie originaria de Asia sudoccidental presenta varias características morfológica que le permiten habitar en lugares degradados como en el nuestro.

España lidera su cultivo (por la zona mediterránea) seguido del país vecino Portugal. También tienen grandes producciones Grecia y Marruecos.

En España, el cultivo de sp. *Ceratonia* se encuentra localizado principalmente en Valencia, Castellón, Tarragona y Baleares también tienen alguna importancia en el litoral de Alicante, Murcia y Málaga.

La producción actual puede estimarse en unas 190.000 toneladas de frutos anualmente. Dicha cantidad se obtiene de una superficie aproximada de 113.000 hectáreas de plantaciones lo que significa que de una hectárea se obtiene 1,682 toneladas de frutos anualmente.

Esta leguminosa arbórea proporciona fruto, madera, sombra y enriquece y mejora las condiciones del suelo en el que vive. JUAN TOUS MARTI- (1984)

EL GÉNERO PROSOPIS “ALGARROBOS” EN AMÉRICA LATINA Es un árbol de hasta 12 m de alto, o arbustos de 3 a 4 m, con tronco de 40 a 80 cm de diámetro, A veces hay ramas con espinas y sin ellas en la misma planta. Esta especie requiere clima templado con tendencia a cálido. Las temperaturas inferiores a 5° C originan la muerte del árbol, pero en verano tolera más de 45°C. No acepta cambios bruscos de temperatura, tampoco inundaciones permanentes. Por esta razón en el Perú en 1983, las áreas afectadas por el fenómeno de “El Niño” sufrieron la pérdida de extensiones considerables de bosques de algarrobos. Burkart A. 1976.

Según el Ministerio de Agricultura del Perú (1987), en la costa Norte hay bosques homogéneos de *P.pallida* que pasan las 100.000 has, y representan una buena alternativa para desarrollar programas de alto contenido social y económico para el poblador rural. Se calcula que 20.000 has anuales se van perdiendo, debido a la tala sin control; esto determina áreas dispersas más pobres y desertificaciones.

2.4.8. Principales usos de la especie

- Las vainas son comestibles y se usan principalmente como forraje. Las semillas de tamaño y peso notoriamente uniformes. Ricas en azúcares complejas, minerales y vitaminas.

- Es buen árbol melífero para cuando escasea alimento para las abejas, finales de verano y otoño.
- Con el fruto es posible preparar un sucedáneo del chocolate llamado carob, muy utilizado en alimentos dietéticos, se pueden preparar cubitos de caldo, si es dulce incluso es consumido directamente, y se pueden utilizar en repostería, para la confección de pasteles, pastas, helados.
- También el árbol con sus distintas partes es muy prestigioso en la medicina.
- El uso de la madera de algarrobo varía según las especies y regiones pero, en general, se utiliza para combustible (buena leña y carbón) e infraestructura rural, siendo notable la demanda que existe para carpintería y fines artesanales. la madera es buena para tornería y con la corteza y hojas se obtienen taninos para curtidos.
- Las semillas o partes de estas, tienen un sinnúmero de utilidades.
- Se pueden fabricar objetos de adorno. a partir de la madera pueden obtenerse bebidas alcohólicas.
- Se utiliza como espesante, estabilizante, emulsionante y gelificante natural para usos alimentarios: helados, salsas, cremas, mahonesas y alimentos infantiles.
- Se utiliza también en la fabricación de cápsulas para medicamentos, como pegamento especial en tecnología punta de aplicación en la industria.
- Especial, en cosmética (crema afeitar) y en la industria textil (aprestos, estampados) e industria química (pinturas, betunes).
- la algarroba, entera y triturada y también oportunamente mezclada con otros alimentos de diversa naturaleza más o menos concentrada, constituye un buen alimento para los animales de labor.

el uso de la harina de algarroba en la alimentación de cerdos es útil al menos en lo referente al ritmo de crecimiento e incremento de peso.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

Los materiales respectivos para llevar a cabo el dicho trabajo de investigación fueron obtenidos de la alcaldía municipal de Padcaya, como también haciendo uso de material propio del investigador, las cuales se detallan a continuación.

3.1.1. Materiales de campo y de gabinete

Materiales de campo

- GPS
- Cámara fotográfica
- Flexómetro 50 m
- Pintura spray
- Machete
- Pala
- Picota
- Formulario
- Baldes
- Fodidol

Materiales de gabinete

- Formularios
- Computadora
- Libros de consulta
- Hoja de papel boom
- Máquina de calculadora
- Y otros

3.1.2. Material vegetativo

El material vegetativo fue obtenido del vivero municipal de Padcaya, lo cual dichos plántones reportaron un años establecidos en el vivero, registrándose un promedio de 26,5 cm de altura, con respecto a la información recibida por los encargados de dicho vivero, la semilla fueron certificadas y extraídas del departamento de Cochabamba.

Para el presente estudio se usó un total de 200 plántones de la sp. Algarrobo (*Ceratonia siliqua*), las cuales se detallan a continuación:

- 100 plántones de sp. *Ceratonia* para realizar la plantación en el área que se encuentra en la zona baja 1675 m.s.n.m. de la comunidad de Cabildo.

- 100 plántones de *Ceratonia* para realizar la plantación en el área que se encuentra en la zona alta denominada ladera superior que se encuentra a una altura de 2641 m.s.n.m. de la misma comunidad.

3.2. Metodología

3.2.1. Localización y descripción general del área de estudio

El presente estudio se realizó en dos áreas privadas de la comunidad de Cabildo perteneciente al municipio de Padcaya primera sección de la provincia Arce (Tarija). Tomando en cuenta que estén ubicadas en ambientes ecológicos distintos.

El área 1 propietario por el señor ROBERTO MEJIA donde se realizó la plantación denominado por su formación fisiográfica terraza aluvial, se encuentra ubicada entre los paralelos: 21°54'23'' de latitud sur; y entre los meridianos: 64°43'59'' de longitud oeste a una altura de 1675 m.s.n.m.

El área 1 ubicado en la zona baja (terracea aluvial), cuenta con una superficie de 1,7827 hectáreas ubicado al S-W de la localidad de Padcaya, con las siguientes.

Cuadro N° 1. Coordenadas UTM de la zona de estudio

Puntos	X	Y	puntos	X	Y
1	0320972	7576596	9	0321002	7576447
2	0320978	7576580	10	0321003	7576495
3	0321053	7576499	11	0320984	7576520
4	0321061	7576508	12	0320946	7576467
5	0321100	7576462	13	0320876	7576562
6	0321104	7576405	14	0320967	7576610
7	0321079	7576413			
8	0321067	7576455			

Fuente: Elaboración propia

El área 2 propietario(a) por la señora JUSTINA QUISPE se encuentra ubicado en una zona más elevada con un declive mucha mayor denominada ladera superior, entre

los paralelos: 21°53'38'' de latitud sur; y entre los meridianos: 64°44'01'' de longitud oeste, a una altura de 2641 m.s.n.m.

El área 2 se encuentra ubicado en la zona alta (ladera superior) con una superficie de 2,0127 hectáreas ubicado a dirección Norte con respecto al área 1, con las siguientes coordenadas.

Cuadro N° 2. Coordenadas UTM de la zona de estudio

Puntos	X	Y	puntos	X	Y
1	0320836	7577996	9	0320983	7577856
2	0320867	7578036	10	0320951	7577826
3	0320913	7578017	11	0320888	7577813
4	0320981	7577949	12	0320850	7577917

Fuente: Elaboración propia

Mapa 3. Ubicación geográfica de la zona de estudio



Con relación a las características generales que presentan los suelos para los diferentes sitios en el cual se realizó dichas plantaciones, se basó en cuanto a Manuales de procedimientos de Bases digitales de datos de suelos y terreno a nivel mundial y nacional (SOTER). 1993. Lo cual mediante el uso de dicho manual, las determinadas áreas presentan las siguientes características

Cuadro N° 3. Características generales que presentan las diferentes áreas.

zona baja (terraza aluvial)	Zona alta (ladera superior)
Terrenos casi planos, poca pendiente de 0% a 5%, con presencia de suelos profundos, conteniendo en su mayor parte del área cultivos agrícolas, de textura franco arenoso, con fertilidad natural moderada. El color es pardo oscuro en la capa superficial y pardo rojizo en el subsuelo, con un grado de porosidad medio del 5% - 15% y de estructura migajosa en la capa superficial y granular en el subsuelo.	Terreno Moderadamente ondulado: de 3 a 75% de pendiente, presenta suelos poco profundos, de textura franco arcilloso limoso, con fertilidad natural moderada. y pedregosidad superficial moderada, el color es pardusco en la capa superficial y pardo rojizo en el subsuelo, con un grado de porosidad bajo del 2% - 5% y con un tipo de estructura migajosa en la capa superficial, afectados localmente por fuertes procesos de erosión hídrica

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Características biofísicas

3.2.2.1. Temperatura y precipitación

En la comunidad de Cabildo no existe estación meteorológica, por lo que nos referiremos a la más cercana que está ubicada en la comunidad de Cañas perteneciente al municipio de Padcaya. Está ubicado entre los paralelos: 22°35'51'' y 21°46'08'' de latitud sur; y entre los meridianos: 65°05'35'' y 64°04'39'' de longitud oeste. . Los datos utilizados fueron tomados del periodo de 2005-2013.

Cuadro N° 4. Resumen climatológico. Estación Cañas.

Período Considerado: 2005 – 2013

Fuente: SENAMHI, estación de Cañas.

Indice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	25,0	24,3	24,4	23,7	23,0	23,8	23,3	24,9	25,6	25,9	25,5	25,6	24,6
Temp. Min. Media	°C	13,7	13,4	12,9	10,2	5,1	2,7	2,5	4,5	6,9	10,9	12,2	13,4	9,0
Temp. Media	°C	19,3	18,9	18,6	16,9	14,0	13,2	12,9	14,7	16,2	18,4	18,8	19,5	16,8
Temp.Max.Extr.	°C	33,0	34,5	33,0	34,0	35,0	32,5	39,0	35,0	36,5	36,5	36,0	35,5	39,0
Temp.Min.Extr.	°C	6,5	7,0	3,5	-1,0	-5,0	-9,5	-10,0	-6,0	-4,0	0,0	2,0	3,5	-10,0
Días con Helada		0	0	0	0	3	7	8	4	2	0	0	0	24
Nubosidad Media	Octas	6	6	6	5	4	3	3	2	3	4	5	6	4
Precipitación	mm	156,3	148,5	136,3	34,0	3,6	0,3	0,6	3,7	11,7	54,4	80,6	127,1	619,9
Pp. Max. Diaria	mm	122,0	65,6	91,5	51,0	27,0	3,4	4,3	16,6	64,4	52,3	62,0	73,6	122,0
Días con Lluvia		16	14	14	6	2	0	0	1	2	7	10	13	85
Velocidad del viento	km/hr	4,4	4,0	4,1	4,1	4,6	4,6	5,4	5,3	5,0	5,1	4,8	4,5	4,7
Dirección del viento		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

En general, las temperaturas medias mensuales tienen un régimen estacional similar al de las precipitaciones y eventualmente similar en el régimen de las temperaturas máximas y mínimas, como se muestra a continuación.

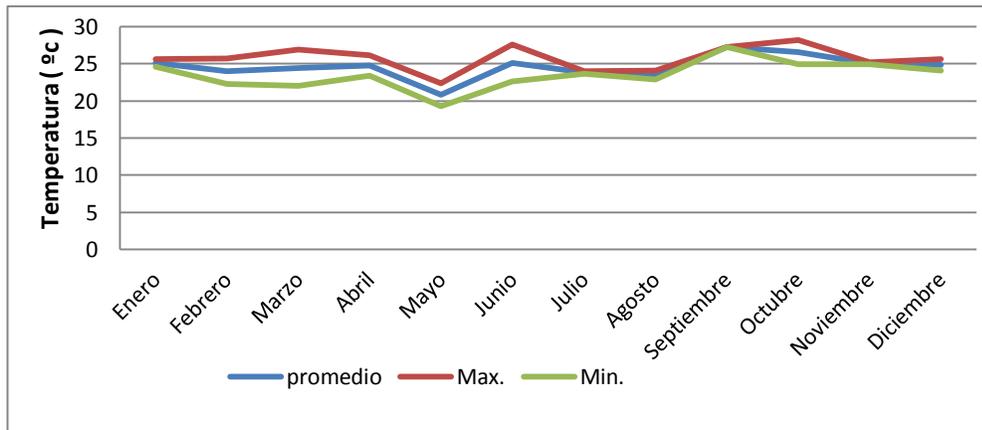
➤ Régimen Mensual de Temperatura

El régimen mensual de la temperatura ambiente de la estación, presenta una distribución relativa similar en el tiempo, con valores altos en los meses de octubre a diciembre con una máxima media entre los 24,6 °C a 25,9 °C y con un máximo en el mes de octubre de 25,9 °C, como consecuencia de las altas temperaturas que se registran en este mes y debido a cielos despejados, durante casi todo el día por varios días y reducida la humedad ambiental, produciendo temperaturas extremas excepcionalmente mayores que el resto del año de 39 °C, Las bajas temperaturas se sitúan entre los meses de junio a septiembre con un promedio mensual que abarcan entre los 6,9°C hasta los 2,5°C. Las temperaturas medias más bajas tienen lugar en junio por efecto de los surazos que trae consigo aire muy frío y que va desplazándose en forma natural.

Cuadro N° 5. Régimen Mensual de Temperatura máxima media (°C) de la estación Cañas. Municipio de Padcaya. Período Considerado: (2005 - 2013)

Valores	ENE.	FEB.	MAR.	ABR	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MED.
Prom.	25,1	24	24,5	24,8	20,9	25,1	23,8	23,5	27,2	26,6	25,1	24,9	24,6
Máx.	25,6	25,7	26,9	26,1	22,4	27,6	24,0	24,1	27,2	28,2	25,2	25,6	25,4
Mín.	24,6	22,3	22,0	23,4	19,3	22,6	23,6	22,9	27,2	24,9	24,9	24,1	23,8

Gráfico N° 1. Régimen térmico Máxima media mensual (°C) de la Estación Cañas. Municipio de Padcaya, Período Considerado:(2005 – 2013)

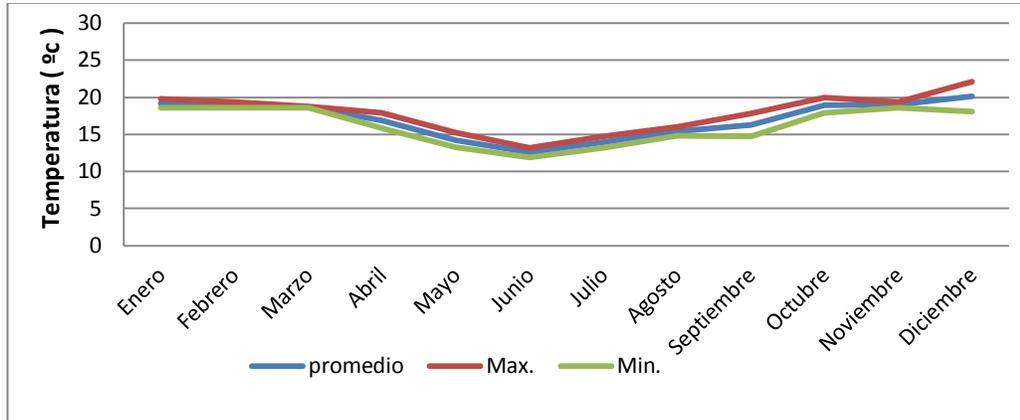


Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6. Régimen Mensual de Temperatura Media (°C) de la Estación Cañas. Municipio de Padcaya. Período Considerado: (2005 - 2013)

Valores	ENE.	FEB.	MAR.	ABR	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MED.
Prom.	19,2	19	18,7	16,9	14,3	12,6	14	15,4	16,3	19	19	20,1	17
Máx	19,8	19,4	18,8	17,9	15,2	13,2	14,7	16,0	17,8	20,0	19,4	22,1	17,6
Mín	18,6	18,6	18,6	15,8	13,3	11,9	13,2	14,8	14,7	17,9	18,6	18,1	16,4

Gráfico N° 1. Régimen térmico de la media mensual (°C) de la Estación Cañas. Municipio de Padcaya, Período Considerado:(2005 – 2013)

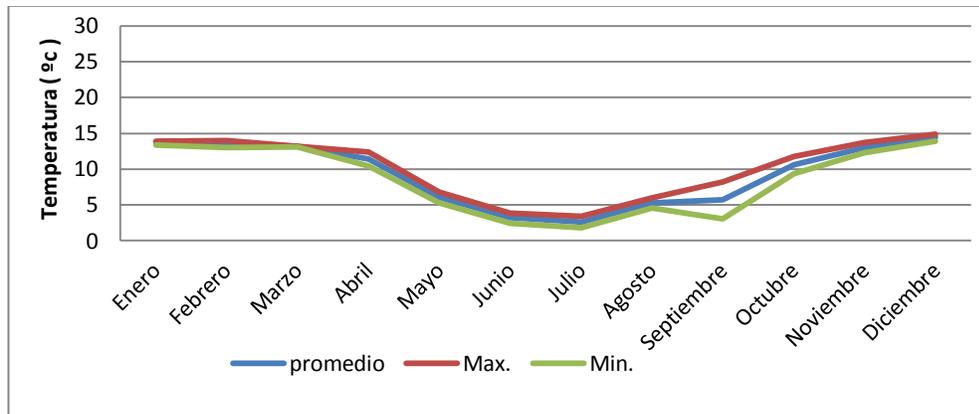


Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 7. Régimen Mensual de Temperatura Mínima media (°C) de la Estación Cañas. Municipio de Padcaya, Período Considerado: (2005 - 2013)

Valores	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MED.
Prom.	13,7	13,5	13,2	11,4	6,1	3,2	2,6	5,3	5,7	10,6	13,0	14,4	9,4
Máx	13,9	14,0	13,2	12,4	6,8	3,9	3,4	6,0	8,2	11,8	13,7	14,9	10,0
Mín	13,4	13,0	13,1	10,4	5,3	2,4	1,8	4,6	3,1	9,4	12,3	13,9	8,7

Gráfico 2. Régimen térmico mínimo medio mensual (°C) de la Estación Cañas. Municipio de Padcaya, Período Considerado:(2005 – 2013)



Fuente: Elaboración propia

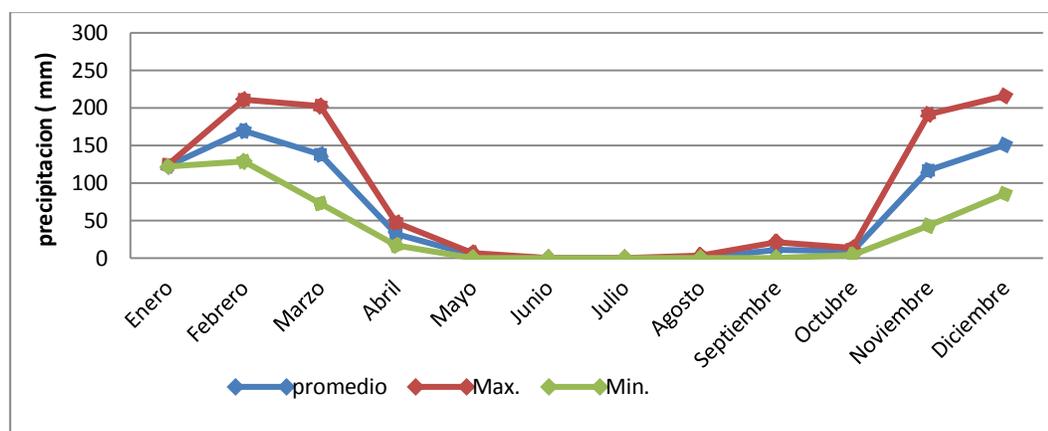
❖ Precipitación

En el cuadro siguiente se observa precipitaciones máximas, mínimas y precipitaciones promedio, datos tomados del año 2005- 2013 de la estación meteorológica de la comunidad de Cañas que es la más cercana al lugar de estudio, donde la estación lluviosa se encuentra entre los meses de octubre a abril con una precipitación anual de 619,9 milímetros. Los meses más lluviosos van de noviembre a diciembre con una precipitación anual de 619,9 milímetros. Los meses más lluviosos van de noviembre a diciembre con un máximo en el mes de diciembre de 215,6 milímetros.

Cuadro N° 8. Régimen pluvial mensual (mm) de la Estación Cañas municipio de Padcaya, Período Considerado: (2005 - 2013)

Valores	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MED.
Promedio	122,7	169,25	137,5	32,3	4	0,5	0	1,7	10,75	9	116,8	150,6	62,9
Máx	123,8	210,2	202,2	47,6	6,8	0	0	3	21	13,6	190,8	215,6	86,2
Mín	121,6	128,3	72,8	17	1,2	1	0	0,4	0,5	4,4	42,8	85,6	39,6

Gráfico N° 3. Régimen pluvial mensual de la estación de Cañas municipio de Padcaya, Período Considerado:(2005 – 2013)



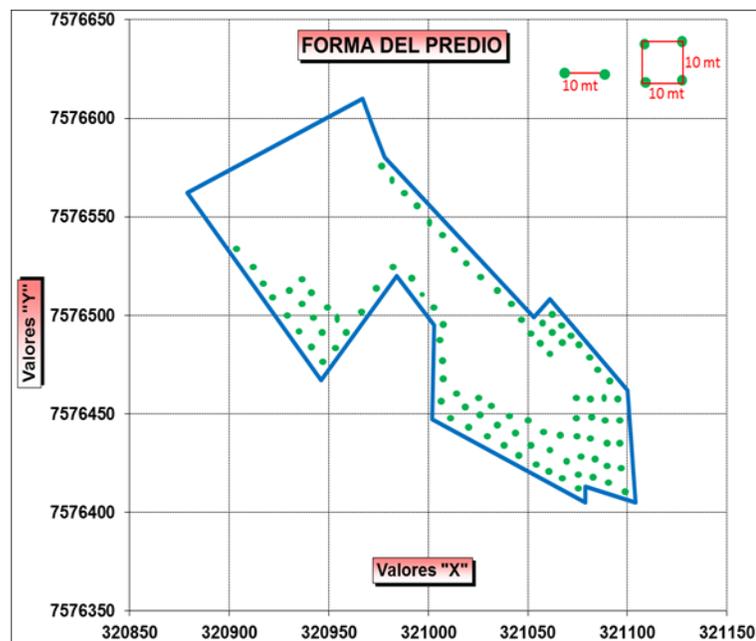
Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Diseño del estudio y método

La **metodología** empleada para la plantación fue mediante el uso del sistema de protección. Para este propósito tomamos aspectos dasométricos mediante métodos extensivos como intensivos, mediante la utilización de variables cualitativas y cuantitativas. El diseño que fue empleado para la plantación fue en forma variada, según los espacios de los terrenos disponibles y tomando en cuenta a su topografía que presenta el lugar, el cual dichas características aplicadas para la plantación fue basada en cuanto a la metodología del ingeniero agrónomo JUAN TOUS MARTI el cual afirma que por la gran longevidad y una copa muy amplia que presenta dicha especie es conveniente hacer la plantación con espaciamiento de 10 metros entre plántones.

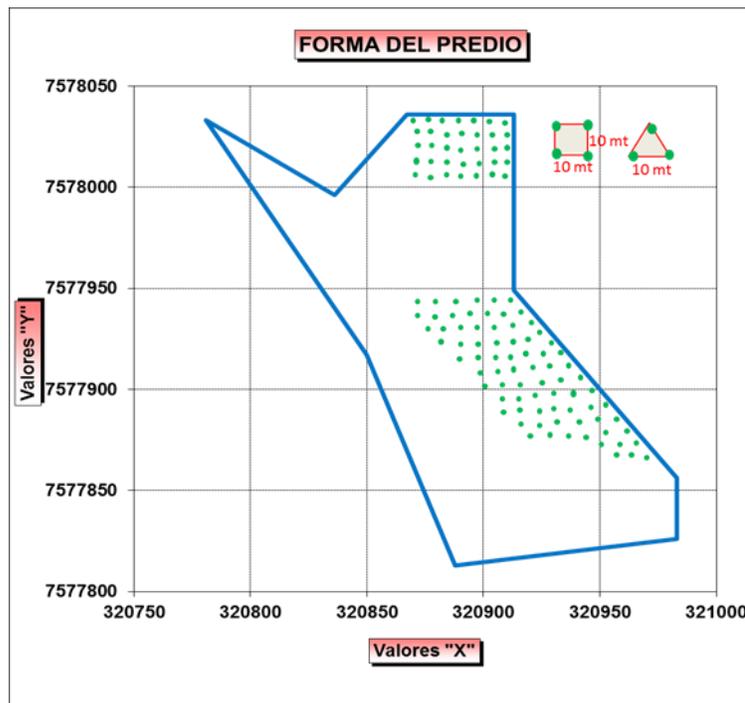
En el área 1 se aplicó el sistema de protección, dando forma a la plantación mediante el espaciamiento lineal, cuadrado y en tres bolillos como se muestra en la figura 1.

Figura N° 1. Diseño de la plantación, zona (terrazza) en la comunidad de Cabildo



En el área 2. Debido a espacios desocupado que presentaba el terreno se estableció dicha plantación formando pequeñas parcelas, el trazado de las brechas se realizó con la ayuda de una huincha dándole una orientación este –oeste, médiante el sistema de espaciamiento triangular, cuadrado y en tres bolillos como se muestra en la figura 2

Figura N° 2. Diseño de la plantacion zona (ladera superior) en la comunidad de Cabildo.



3.2.4. Método para calcular las variables

3.2.4.1. Evaluación cuantitativa

- La metodología aplicada para la evaluación cuantitativa se tomaron en cuenta las siguientes variables en el campo. MOLINA C. (2011):

➤ **Diámetro a 6-7 mm de altura de la planta.**

Los diámetros a 6-7 mm de altura de la planta fueron medidos haciendo el uso del vernier de precisión de 0,1mm.

➤ **Altura total.**

Para la altura total se realizó la medición haciendo uso de un flexómetro en centímetros.

3.2.4.2. Evaluación cualitativa:

Estado sanitario (árbol sano, árbol enfermo)

La evaluación cualitativa fue basada por la metodología del Ingeniero Forestal ENRIQUE TRUJILLO N. el cual afirma que es importante anotar los daños provocados por diferentes aspectos ya sea ataque de insectos, hongos u otros animales.

La calidad puede definirse como la capacidad de una planta forestal para alcanzar las expectativas de sobrevivencia y crecimiento de una estación particular. Sin embargo para evaluar la calidad de un plantón se clasifica de la siguiente manera:

- **Calidad 1:** planta vigorosa, sin daños, tallo recto.
- **Calidad 2:** planta vigorosa tallo inclinado y con presencia menor de daños climatológicos.
- **Calidad 3:** árbol enfermo, daños climatológicos, ataque de plagas etc.

Vigor: El Vigor es la fuerza que está asociado con el aspecto de desarrollo adecuado del árbol, se refiere a las características físicas del árbol, desde la base hasta la copa. El método empleado fue la escala de vigorosidad

Cuadro N° 9. Escala de vigorosidad

RANGO	INTERPRETACION
60,1% - 100%	BUENO
30,1% - 60%	REGULAR
1% - 30%	MALO

Fuente: Informe técnico SEMILLAS Y BOSQUES MEJORADOS S.A.1991

- **Bueno:** cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa.
- **Regular:** cuando el árbol muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio.
- **Malo:** cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles

Cuadro N° 10. Resumen de la evaluación cualitativa

Parámetro	Categoría	
Sobrevivencia	Vivo muerto	
Calidad del tallo	Recto sinuoso	
Anomalías de crecimiento	Inclinado Bifurcado/inclinado inclinado	
Daños externos	Sin daño	
	Con daño	Animales Ramoneo/insectos Climáticos humanos

Fuente: Elaboración propia

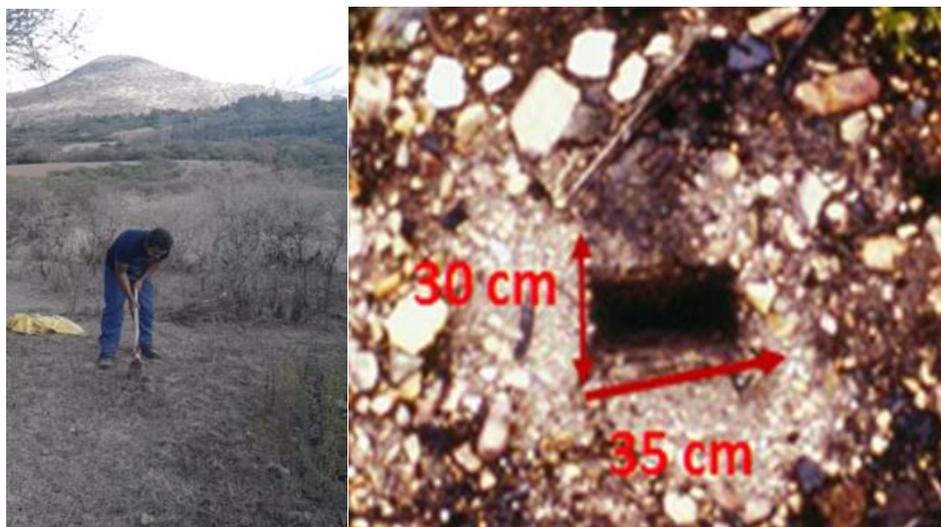
3.2.5. Preparación del terreno

3.2.5.1. Deshierbe, cercado, trazado y hoyado:

La preparación del terreno se empezó un mes antes de la plantación, es decir en el mes de febrero, dicha preparación se empezó reforzando las cercas en las diferentes áreas, que a la vez estas estaban protegidos mediante el uso de ramas de árboles espinosos, alambrado y el pircado como se muestra en el siguiente anexo.



Para el trazado se izó mediante el uso de una huincha y por ende varas cortadas como la caña hueca a 10 metros de longitud aplicando la metodología de JOSUAH- 2008, lo cual está basada en cuanto a su altura y su copa muy amplia que presenta el algarrobo, aplicando el distanciamiento para dicha plantación de 10 x 10 metros. El hoyado se realizó mediante el uso de picota y pala realizando el trabajo por el mismo investigador en un tiempo determinado de tres semanas, con respecto al tamaño de los hoyos fue de 35 cm de largo por 30 centímetros de ancho y 35 cm de profundidad, lo cual se visualiza mejor en los siguientes anexos.



Anexo N° 1. Tamaño del hoyo para la plantación

3.2.5.2. Época de la plantación.

El periodo en el cual se llevó los plántones a sus sitios definitivos no coincidió con la época de lluvias, dicha plantación se realizó en el mes de marzo del 2014, el tiempo de duración para dicho establecimiento fue de un día, realizando la plantación en el área que se encuentra en la parte inferior de la comunidad (terrazza) por la mañana y en la zona alta ladera superior por la tarde., prosiguiendo en los próximos días con el respectivo riego.

Anexo. N° 2. Establecimiento de la plantación



3.3. Análisis estadístico

La importancia de realizar el análisis estadístico radica en la necesidad de aceptar o rechazar el supuesto planteado como afirmación mediante una hipótesis, para este caso se analizarán variables como, suelo y clima, sobrevivencia, crecimiento de los plántones, etc.

Sobrevivencia: será estimada en base al número inicial de árboles plantados y su relación porcentual respecto al número de individuos encontrados al momento de la evaluación.

$$S(\%) = (N^{\circ} \text{ v} / N_{\text{p}}) \times 100$$

Dónde:

S (%) = sobrevivencia

N° v. = números de árboles vivos

Np. = números de árboles plantados

4. RESULTADOS

4.1. Caracteres dasométricos evaluados

4.1.1. Crecimiento de la plantación de la sp. *Ceratonia siliqua* en dos zonas fisiográficas diferentes, terraza y ladera superior en la comunidad Cabildo

En el cuadro 11 de la página siguiente se muestran los resultados totales registrados para cada mes respectivo, y se puede apreciar que aparentemente existen diferencias para los diferentes valores alcanzado en sobrevivencia, diámetro, altura total promedio y como también se pudo conocer las alturas máximas que alcanzaron algunos plantones, y por ende el decrecimiento que presentaron las plantaciones en algunos meses ya sea por los efectos de heladas, daños por plagas, vacunos y otros.

Asimismo en la figura 3 se visualiza mejor algunas diferencias entre los promedios totales de las variables de respuestas observadas y citadas en el párrafo anterior.

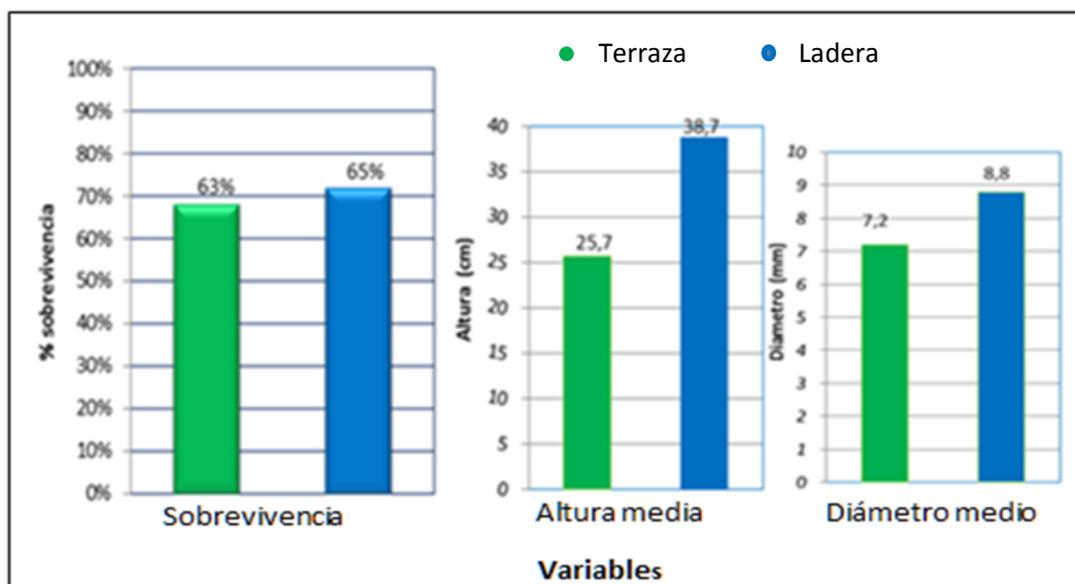


Figura N° 3. Representación gráfica de las variables dasométricas

Cuadro N° 11. Resultado del crecimiento de la especie forestal *Ceratonia siliqua*

Sitio	Meses evaluados	Sobrevivencia. (%)	Alt. total promedio (cm)	Diámetro tallo (mm)	Incremento altura (cm)	Incremento diámetro (mm)	ICA Altura Cm/año	ICA Diámetro mm/año
	R.I.P. 5 de marzo	100	27	5				
Terraza	Marzo	100	28,7	5,5	1,7	0,5	24,3	6,5
Terraza	Abril	95	31	6	2,3	0,5	28,8	6,3
Terraza	Mayo	96	33,2	6,7	2,2	0,7	27,5	8,8
Terraza	Junio	90	35,5	7,3	2,3	0,6	29,3	7,5
Terraza	Julio	78	33,5	7,4		0,1		1,2
Terraza	Agosto	70	28,1	6,7				
Terraza	Septiembre	65	21,3	6,8				
Terraza	Octubre	63	25,7	7,2	2,4	0,4	30	5
promedio							28	6
	R.I.P. 5 de marzo	100	26,5	4,8				
Ladera	Marzo	100	28,2	5,2	1,7	0,5	24,3	6,3
Ladera	Abril	95	30,4	5,7	2,2	0,6	27,5	7,5
Ladera	Mayo	90	32,7	6,2	2,3	0,6	28,8	7,5
Ladera	Junio	85	35,1	6,7	2,4	0,6	30	7,5
Ladera	Julio	80	34,2	7,2		0,6		7,5
Ladera	Agosto	81	34	7,6		0,5		6,2
Ladera	Septiembre	70	36,3	8,1	2,3	0,5	29,2	6,3
Ladera	Octubre	65	38,7	8,8	2,4	0,7	30	8,8
promedio							28,3	7,3

R.I.P. = Registro de plantines antes del inicio de la plantación

I.C.A = Incremento corriente anual

(edad de 8 meses) en la comunidad de Cabildo municipio de Padcaya.

4.1.2. Resultados del crecimiento de la sp. *Ceratonia siliqua* y su estadística Descriptiva.

La estadística descriptiva es el estudio de una muestra que nos permite hacer proyecciones o estimaciones acerca de la población de la que se sacó la muestra, puesto que para poder realizar un análisis más preciso acerca del comportamiento de la especie en estudio, se presenta en los cuadros 12 y 13 valores para cada uno de las variables apropiadas con respecto al tema de estudio.

Cuadro N° 12. Estadística descriptiva para los resultados del crecimiento de *Ceratonia siliqua* (edad 8 meses). Zona. Terraza

VARIABLES DESCRIPTIVAS	Sobrevivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	ICA altura cm/año	ICA diámetro mm/año
Media	84,11	29,33	6,5	27,98	6
Desviación estándar	15,19	4,45	0,8	2,25	2,6
Coefficiente de variación	0,18	0,15	0,13	0,08	0,4
Error estándar	5,06	1,48	0,28	0,8	1,1

Cuadro N° 13. Estadística descriptiva para los resultados del crecimiento de *Ceratonia siliqua* (edad 8 meses). Zona. Ladera

VARIABLES DESCRIPTIVAS	Sobrevivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	ICA altura cm/año	ICA diámetro mm/año
Media	85,11	32,90	6,7	28,30	7,2
Desviación estándar	12,45	3,91	1,35	2,17	0,89
Coefficiente de variación	0,15	0,12	0,2	0,08	0,12
Error estándar	4,15	1,3	0,45	0,89	0,31

Fuente: Elaboración propia

Descripción: ICA = Incremento corriente anual

Cuadro N° 14.

Estimaciones de la varianza para dos zonas diferentes (terraza – ladera)

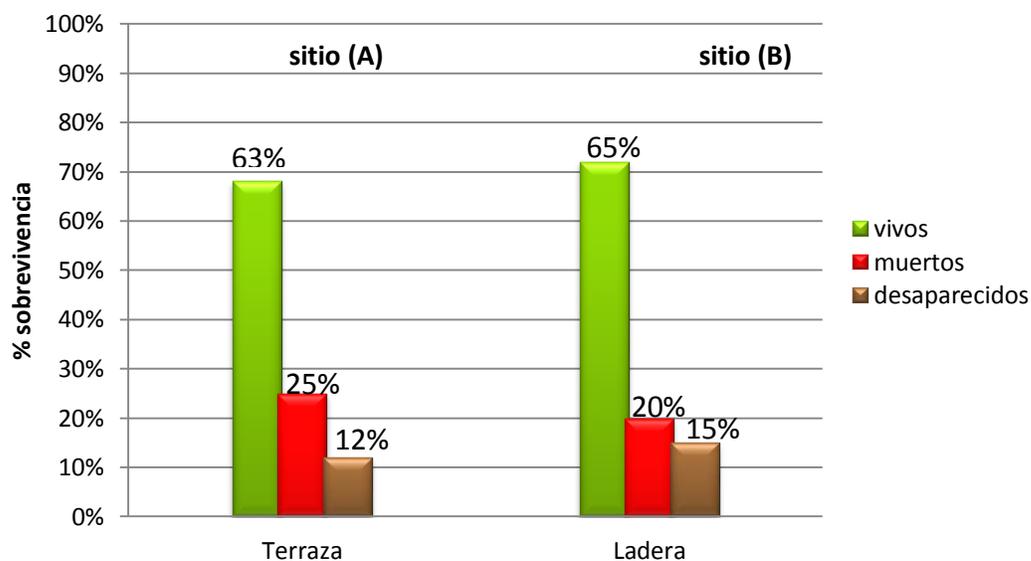
VARIABLES DESCRIPTIVAS	Sobrevivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	ICA altura cm/año	ICA diámetro mm/año
Media	64	32,2	8	28,15	6,6
Desviación estándar	1,4	9,2	1,1	0,2	0,9
Coefficiente de variación	2%	28%	14%	1%	14%

Descripción: ICA = Incremento corriente anual

4.2. Resultados de sobrevivencia de la plantación

Para obtener resultados adecuados sobre la sobrevivencia de las plantaciones, se registraron datos como plántones muertos ya sea causa de algún fenómeno natural u otra razón, plántones desaparecidos es decir que fueron llevados por personas ajenas ya sea por la inquietud de trasplantar en su propiedad, o como también estas fueron arrancadas por animales externos como vacunos, caprinos u otros .

Figura N° 4. Porcentaje de árboles vivos, muertos y desaparecidos de la plantación de *Ceratonia siliqua* establecida en la comunidad de Cabildo



De manera general la sobrevivencia de la plantación de *Ceratonía siliqua* a la edad de ocho meses en dos pisos ecológicos terraza y ladera no reflejaron una variación altamente significativa, reportándose para la parte inferior (terrazza) un promedio del 63% y en la parte superior (ladera) el 65% de sobrevivencia.

Para la menor sobrevivencia en terraza, el problema principal es debido a las bajas temperaturas registradas entre los meses de junio a septiembre ocasionando daños a los plántones.

Puesto que para la plantación en ladera no hubo efectos serios por este fenómeno, asimismo la muerte de plántones se debió a que en esta zona la humedad relativa no es la adecuada, producto a que durante el año se presenta un periodo largo de sequías que abarca los meses de mayo a septiembre, como asimismo otras de las causas de la pérdida de plántones para ambas zonas fue la escases de forraje provocando que animales ingresen a las áreas de plantación provocando daños a los plántones.

4.2.1. Razón de la sobrevivencia de la plantación

La razón de la sobrevivencia de las plantaciones establecidas en la comunidad de Cabildo se debe a que durante el periodo de estudio se llevó a cabo un seguimiento y cuidado adecuado (riego, protección contra plagas, vacunos, etc.) en las diferentes áreas donde se llevó a cabo la plantación, lo cual unas de las principales actividades que se tuvo que realizar fue el riego a los plántones, pese a que se trata de una especie resistente a sequías.

Cuadro N° 15. Cronograma de riego a las plantaciones establecidas en dos ambientes ecológicos (terrazza) y (ladera superior). Comunidad Cabildo

Periodo de riego (Mensual)	Periodo de riego (Días)	Litros de agua por plántón (Litros)
Marzo a Mayo	Cada 4 días	10 ----- 15
Junio a Julio	Cada 7 días	15 ----- 20
Agosto a Septiembre	Cada 15 días	15 -----20
Octubre	Lluvias	-----

Fuente: Elaboración propia

Pese al cronograma de actividades realizado la humedad del suelo para los plántones no fue suficiente, principalmente en las partes altas (laderas)

4.2.2. Índice de sobrevivencia de la plantación

En base a datos obtenidos en el cuadro N° 11 el índice correspondiente para los respectivos sitios de plantación son las siguientes:

- **Sitio (A): Terraza:** Para este sitio se registró que por 63 vivos hay 37 muertos, es decir que de 3 vivos hay 1 muerto.
- **Sitio (B): Ladera superior:** En este sitio se registró que por 65 vivos hay 35 muertos, es decir que de 3 vivos hay 1 muerto

Con respecto a los datos obtenidos para los distintos sitios de plantación, se pudo verificar que el índice de sobrevivencia para ambos sitios es homogéneo, es decir el número de plántones vivos y muertos suele ser similar, ya sea por razones distintas

4.3. Evaluación cuantitativa

4.3.1. Análisis del Crecimiento en altura

Según resultados obtenidos, las plantaciones que fueron establecidas en las zonas terraza y ladera a la edad de 8 meses (0,67 años) presentaron un crecimiento en altura relativamente variable entre sitios, sin embargo haciendo uso de las estimaciones de la varianza para dos zonas diferentes (Terraza – Ladera) , cuadro 14 se presentó una variación de 28% con respecto a la altura total de los plántones entre sitios, registrándose para la parte inferior (terraza) un promedio total en altura de 25,7 cm, sin embargo para la zona (ladera) la altura fue mayor con un promedio de 38,7 cm. Lo cual dichos resultados corresponden al crecimiento obtenido durante los ocho meses de estudio.

La plantación establecida en la parte baja o inferior de la comunidad, fisiográficamente denominada por su formación terraza aluvial, hasta el mes de junio reportó una altura total promedio de 35,5 cm, siendo esta afectada posteriormente por heladas principalmente en los meses de julio y agosto, registrándose un decrecimiento significativo de los plántones, lo que provocó que el efecto por heladas sea la causa de la muerte de hojas y ramas de los plántones, registrándose hasta el mes de septiembre una altura promedio de 21,3 cm siendo

este valor menor a la altura registrado antes de la plantación, pese a los daños ocasionados, la recuperación de los plantones empezó entre los meses de septiembre y octubre debido a que la humedad relativa suele ascender, registrándose el crecimiento de nuevos brotes desde la base del tallo del plantón como se muestra en el anexo 3

Anexo N° 3. Brotación de plantones después de haber sido afectados por heladas.

Zona: terraza



Sin embargo la plantación establecida en parte superior de la comunidad denominada por su ubicación y formación fisiográfica (ladera superior), para el mes de junio se registró un crecimiento promedio en altura de 35,1 cm registrándose una variación poco significativa entre los incrementos y decrecimiento de la plantación durante los respectivos meses de estudio, con respecto a los meses de julio y agosto época en que se registraron fuertes surazos y heladas en la comunidad, para esta zona los plantones se vieron afectados moderadamente, registrándose hasta un 15% el daño provocado en la parte superior de la copa de los plantones como se muestra en el anexo 4.

Anexo N° 4. Daños provocados por heladas entre los meses Julio y agosto

Zona: (Ladera superior)

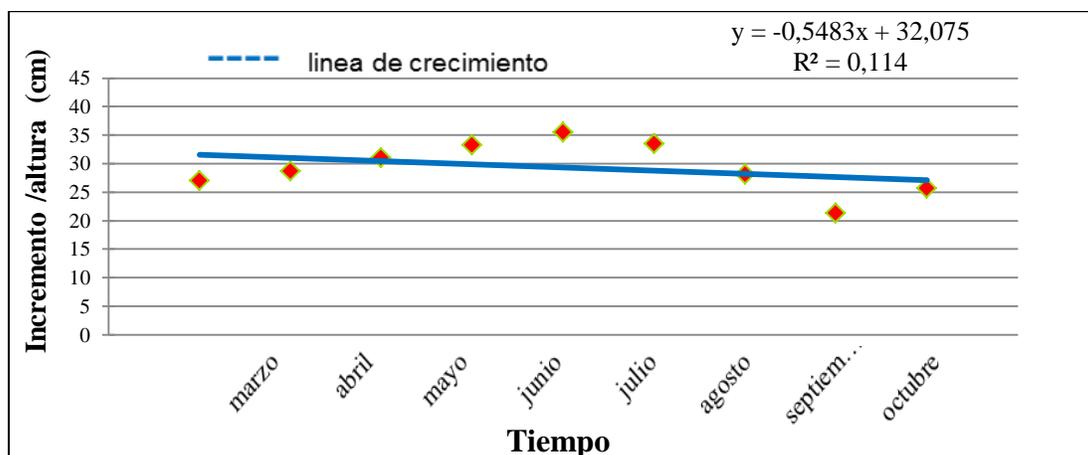


4.3.1.1. Incrementos y decrecimientos en altura de la plantación

- **Zona: Terraza**

Figura N° 5. Relación entre incremento y decrecimientos en altura de la plantación.

Zona: Terraza



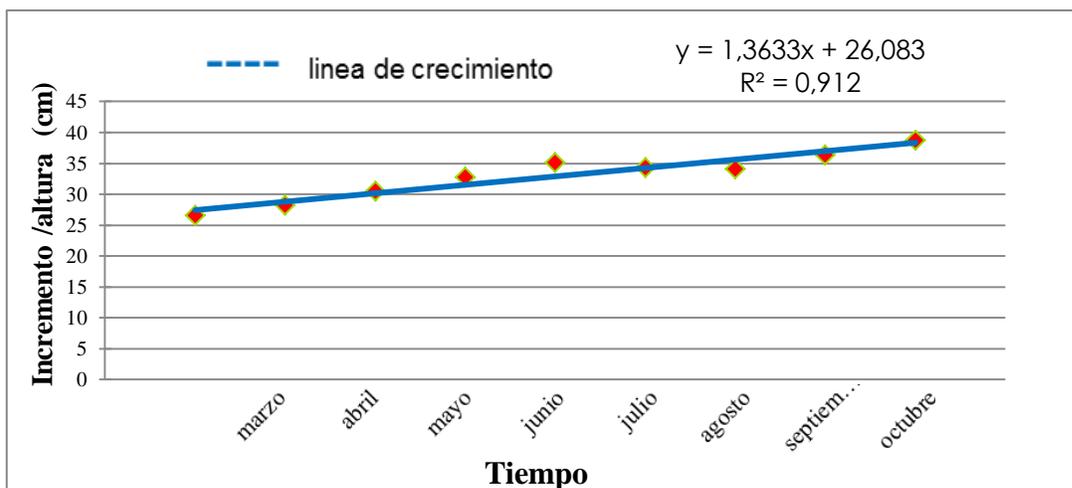
En la figura 5 se muestra los incrementos y decrecimientos que presentó la plantación durante los 8 meses de estudio, lo cual es lineal y decreciente con un coeficiente de regresión del 0,114.

Con respecto a la figura, se presentó un decrecimiento profundo desde julio hasta el mes de septiembre, lo cual se suele estimar que en los próximos meses como se afirma en el calendario de lluvias que comienza el mes de octubre y se prolonga hasta el mes de abril, la plantación pueda superar al crecimiento obtenido en el mes de junio, pero se presume que posteriormente sufrirá nuevamente daños por fenómenos climatológicos principalmente por heladas ocasionando a que se mantenga la línea de crecimiento y se produzca la muerte de plántulas que sobrevivieron.

Zona: Ladera

Figura N° 6. Relación entre incremento y decremento en altura de la plantación.

Zona: Ladera



En la figura 6 se visualiza un crecimiento moderado, con un coeficiente de regresión de 0,912 lo cual presenta una línea de tendencia creciente para la plantación establecida en la parte superior de la comunidad.

En base a los datos estadísticos obtenidos en el cuadro 3 el coeficiente de variación con respecto a la altura es 12% lo cual significa que la variación que existe entre los incrementos y decrecimientos para la plantación en esta zona es poco significativa, es decir que los efectos ocasionados por heladas u otro fenómeno no implicó fuertes daños para el crecimiento en altura de la plantación, pero si se puede estimar que el crecimiento de la especie para esta zona fue muy lento, tal como se afirma en la descripción de la especie.

4.3.1.2. Estimaciones en altura del incremento corriente anual (ICA) con otras especies estudiadas

Según datos de los cuadros 11,12 y 13 el mayor incremento corriente anual (ICA) fue para el sitio ladera con un valor de 28,3 cm/año. Ya que para la zona terraza se estima de 28 cm/año.

Por razones de insuficiente información obtenida sobre el crecimiento de la especie *Ceratonia siliqua* se realizó comparaciones con otras especies de portes similares y características morfológicas relacionadas con la especie en estudio. Sin embargo según criterios silviculturales para la *Geoffrea decorticans* (chañar) con fines de control de

erosión en el valle central de Tarija. Ortega (1998) se demuestra que el incremento anual en altura es de 90cm/año.

Otros datos comparativos por Ortega (1998) informa que el crecimiento en altura para *Prosopis nigra* es de 31cm/año y para *Prosopis alpataco* de 40 cm/año.

Con dichos datos mencionados anteriormente se estima que el crecimiento en altura para la especie *Ceratonia siliqua* es moderadamente bajo, dichos resultados se deba probablemente al daño provocado por heladas u otros fenómenos climatológicos que afectaron a la plantación, como también el establecimiento de la plantación en un periodo no apto para su desarrollo

4.3.2. Evaluación del Crecimiento en diámetro

En los cuadros 11, 12 y 13 anteriores se observa el diámetro promedio obtenido para la edad de 8 meses (0,67años) en la comunidad de Cabildo en dos formaciones fisiográficas, registrándose el diámetro promedio máximo para la plantación establecido en la zona ladera, con un valor promedio de 7,3 milímetros, y para la zona terraza de 6 milímetros. Lo cual según el análisis de varianza (cuadros 12 y 13) existe una diferencia poco significativa entre sitios.

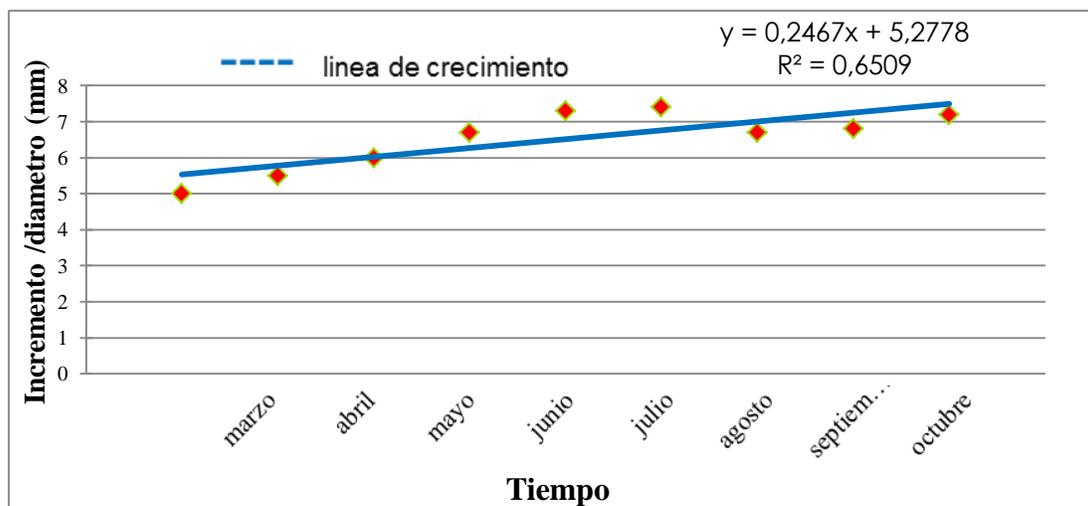
Para la plantación establecida en la parte baja o inferior de la comunidad, fisiográficamente denominada por su formación terraza aluvial, hasta el mes de julio reportó un diámetro promedio de 7,4 milímetros, siendo esta afectada posteriormente por heladas principalmente en los meses de julio y agosto, registrándose un decrecimiento dimétrico significativo, lo cual dicho efecto provoco daños a los tallos causando la muerte de la corteza.

En la plantacion establecida en la parte superior de la comunidad denominada por su formacion fisiografica ladera superior se presento un crecimiento diametrico moderado, no siendo esta afectado en una gan escala por los fenomenos climatologicos, lo cual favorecio que algunos planones dañados puedan recuperarse rapidamente.

4.3.2.1. Incrementos y decrecimiento en diámetro de la plantación

● **Zona: Terraza**

**Figura N° 7. Relación entre incremento y decrecimientos en diámetro de la plantación
zona: Terraza**

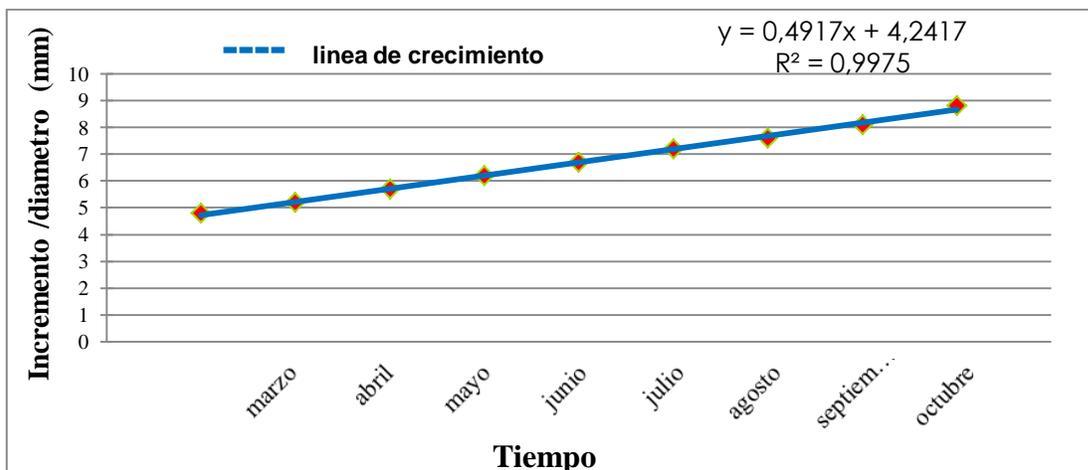


En la figura 7 se muestra los incrementos y decrecimientos diamétrico que presentó la plantación durante los 8 meses de estudio, la cual es lineal y creciente con un coeficiente de regresión de 0,6509.

Con respecto a la figura se presenta un decrecimiento profundo desde el mes de agosto hasta el mes de septiembre, y se suele apreciar que en los próximos meses como se afirma en el calendario de lluvias que comienza el mes de octubre y se prolonga hasta el mes de marzo, la plantación pueda superar al crecimiento diamétrico obtenido en el mes de julio presumiendo que posteriormente sufra nuevamente daños por los fenómenos climatológicos, principalmente por heladas ocasionando a que se mantenga la línea de crecimiento y se produzcan daños a la corteza de los plantones que sobrevivieron.

● **Zona: Ladera**

**Figura N° 8. Relación entre incremento y decrecimientos en diámetro de la plantación
zona: Ladera**



En la figura 8 se visualiza un crecimiento moderado, con un coeficiente de regresión de 0,9975 lo cual se estima una línea de tendencia creciente en diámetro para la plantación establecida en la parte superior de la comunidad.

En base a los datos estadísticos obtenidos en el cuadro 3 el coeficiente de variación con respecto al diámetro es 20% lo que implica que la variación en incrementos y decrecimientos para la plantación en esta zona es poco significativa, es decir que los efectos ocasionados por heladas u otro fenómeno no provocó fuertes daños a la plantación, pero si se puede estimar que el crecimiento en diámetro de la especie para esta zona es lento probablemente sea debido a la escases de humedad que presentan los suelos en laderas u otros factores no mencionados.

4.3.2.2. Estimaciones en diámetro del incremento corriente anual (ICA) con otras especies estudiadas

El diámetro promedio obtenido para los determinados zonas donde se estableció la plantación. Terraza y ladera, a la edad de 8 meses (0,67 años), como se indican en el cuadro 11, 12 y 13 se aprecia que el mejor crecimiento en diámetro fue para el zona ladera con un incremento corriente anual (ICA) de 7,3 milímetros/ año, y mediante datos mensuales obtenidos se suele estimar que el mayor incremento fue para el mes de octubre con un valor de 0,7 milímetros.

Para la zona terraza el incremento corriente anual (ICA) fue de 6 milímetros año lográndose obtener el mayor incremento promedio mensual de 0,7 milímetros durante el mes de mayo.

Debido a la poca información encontrada sobre el crecimiento de la especie estudiada se realizó comparaciones con otras especies de portes similares

Sin embargo según criterios silviculturales para la *Geoffrea decorticans* (chañar) con fines de control de erosión en el valle central de Tarija. Ortega (1998) demuestra que el incremento anual diamétrico es de 11,6 milímetros/año

Otros incrementos anuales comparativos obtenidos por el mismo autor informa que el crecimiento diamétrico para *Prosopis nigra* es de 6,7 milímetros/año y el *Prosopis alpataco* con 9,1 milímetros/año.

Con dichos datos comparativos se estima que el crecimiento diamétrico para la especie *Ceratonia siliqua* a la edad de (8 meses) la variable en general es bajo considerándose aceptable para los suelos de ladera superior de la comunidad, como así también el bajo incremento se deba por el corto periodo y el establecimiento de la plantación dentro los periodos inadecuados para su desarrollo.

4.4. Evaluación cualitativa

4.4.1. Vigor

Cuadro N° 16. Escala de vigorosidad

RANGO	INTERPRETACION
60,1% - 100%	BUENO
30,1% - 60%	REGULAR
1% - 30%	MALO

- **Bueno:** cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa.
- **Regular:** cuando el árbol muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio.

- **Malo:** cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles.

Con fines de obtener resultados más adecuados con respecto a las plantaciones de *Ceratonia siliqua* la vigorosidad empezó a registrarse después de los 60 días de la plantación, debido a que en los primeros meses la mayor parte de la plantación se encuentra en buen estado debido al adecuado cuidado que recibieron en el momento de permanecer en el vivero.

Según datos obtenidos para el vigor de la especie forestal, durante 8 meses de estudio, se estima que para la parte inferior de la comunidad denominada por su formación fisiográfica (terrazza aluvial) se alcanzó un valor promedio del 45% lo cual según la escala de vigorosidad (cuadro 16) se ubica en la categoría regular, lo que significa que se encuentra en un rango medio, poco significativo para la plantación.

En el caso de la zona alta (ladera superior) el estado de vigorosidad se ubicó en el rango bueno con un valor promedio de 70% siendo este altamente significativo para la plantación lo que significa que en este sitio la plantación tiene mejores posibilidades de optar la fuerza necesaria que está asociado con el aspecto de desarrollo adecuado del árbol

4.4.2. Calidad de la plantación

La calidad puede definirse como la capacidad de una planta forestal para alcanzar las expectativas de sobrevivencia y crecimiento de una estación particular. Sin embargo para evaluar la calidad de un plantón se clasifica de la siguiente manera:

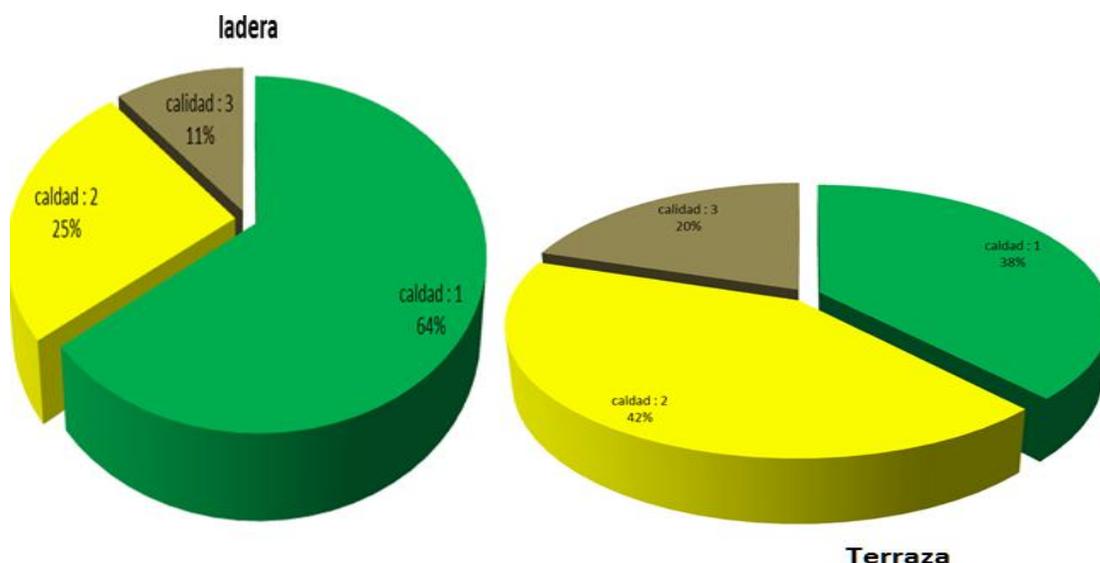
- **Calidad 1:** planta vigorosa, sin daños, tallo recto.
- **Calidad 2:** planta vigorosa tallo inclinado y con presencia menor de daños climatológicos.
- **Calidad 3:** árbol enfermo, daños climatológicos, ataque de plagas etc.

A la edad de 8 meses la plantación de *Ceratonia* a temprana edad no presento forma anormales o defectos en el fuste al momento de la medición, esto se debe principalmente por la corta edad de la especie, donde esta se encuentra en plena etapa de crecimiento y sin

limitaciones de recursos en cuanto a luz, nutrientes u otros recursos naturales que pudieran influir en su comportamiento.

De manera general durante todo el periodo de estudio se logró obtener los siguientes resultados en cuanto a la calidad que presentaron las plantaciones en las determinadas zonas.

Figura N° 9. Calidad de la plantación de *Ceratonia siliqua* (edad de 8 meses) establecidos en dos zonas ecológicas terraza y ladera, en la comunidad de Cabildo.



Fuente: Elaboración propia (2014)

4.5. Evaluación fitosanitaria

4.5.1. Plagas y enfermedades

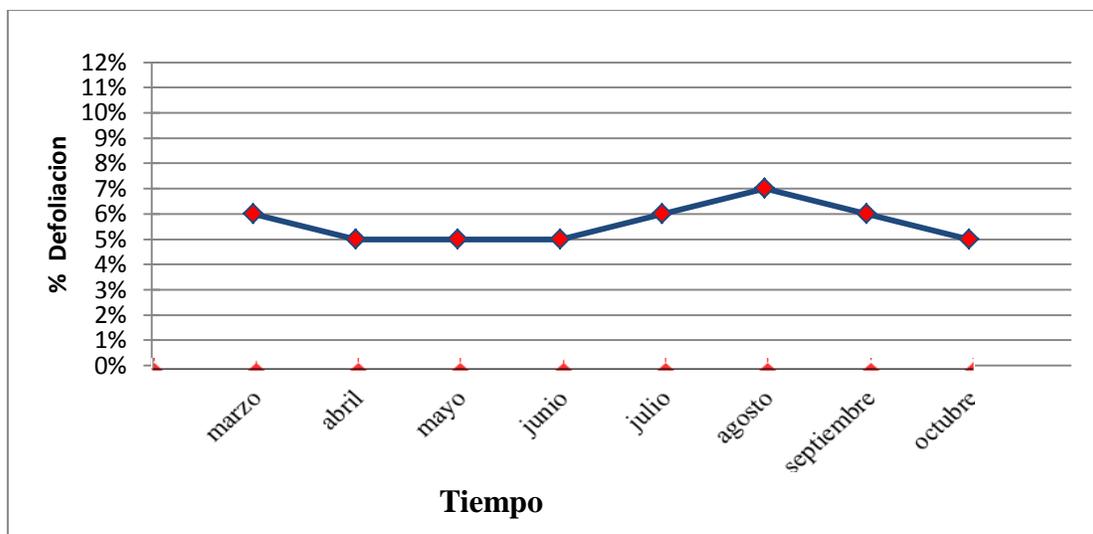
Las plantaciones de *Ceratonia siliqua* establecidas en la comunidad de Cabildo, de acuerdo a la evaluación realizada en los diferentes sitios presentaron de manera global el 80% de árboles libre de plagas o enfermedades.

Entre las plagas que afectaron a las plantaciones fueron las hormigas que pese a la protección respectiva a las plantaciones mediante la erradicación de hormigas, el uso de veneno como el folidol, dicha plaga provocaron fuertes defoliaciones a algunos plantones como se visualiza mejor en el siguiente anexo

Anexo N° 5. Defoliación por hormigas



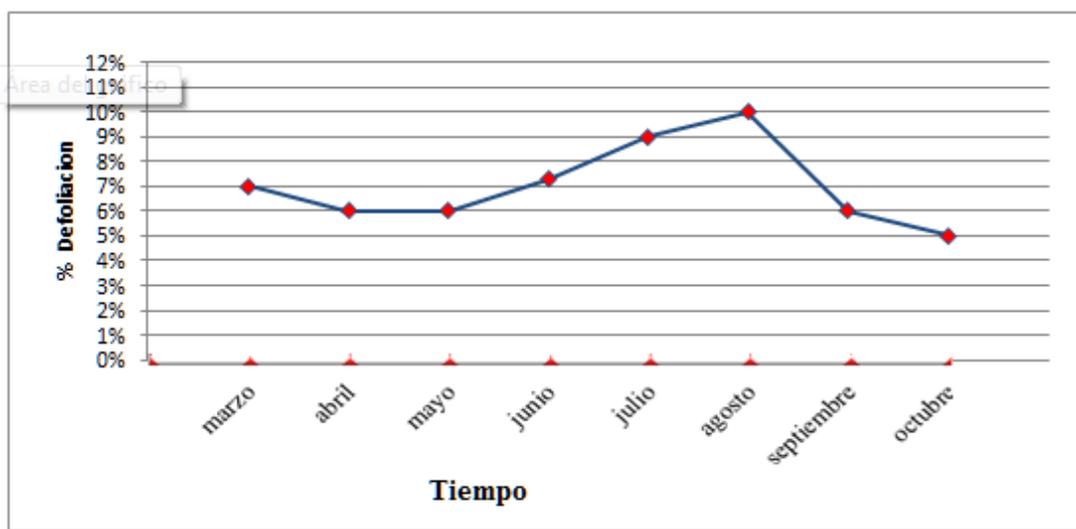
Gráfico N° 4. Defoliación por hormigas a la plantación establecida en el sitio
Terraza



En el grafico 4 se puede verificar el daño provocado por hormigas registrándose desde el primer mes de la plantación, debido a los brotes tiernos que presentaban los plantones, lo cual dicho daño registrado para el mes marzo fue de un 6%, y el mayor daño producido

por esta plaga fue en la temporada de estiaje de julio a septiembre registrándose hasta un 7% el daño causado a la plantación

Gráfico N° 6. Defoliación por hormigas a la plantación establecida en el sitio Ladera



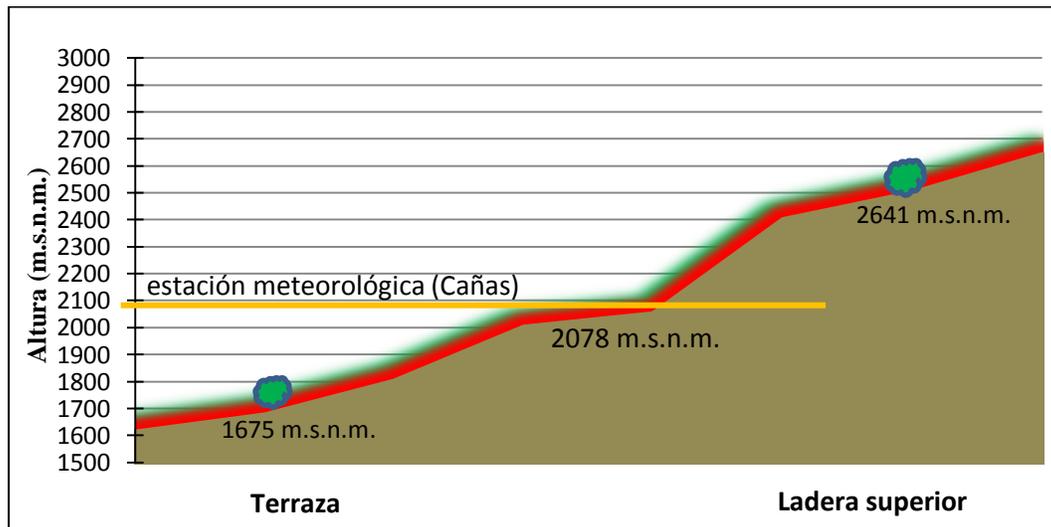
Con respecto a este sitio dicha plaga como son las hormigas suelen encontrarse una mayor cantidad en esta zona lo cual el mayor daño registrado fue en la temporada de estiaje (escases de la vegetación) que principalmente abarca de julio a septiembre con un valor de 10% del daño causado a la plantación, lo que significa que es difícil hacer un control del 100 por ciento pero si podemos reducir el daño provocado.

4.6. Análisis climático para las diferentes zonas de plantación. Terraza aluvial (zona baja) y Ladera superior (zona alta) en la comunidad de Cabildo

En la comunidad de Cabildo, donde se llevó a cabo la plantación de *Ceratonia siliqua* el relieve constituye un factor modificador del clima, el cual está relacionado por la altitud, denominados pisos térmicos, en esta zona templada la altura sobre el nivel del mar no es el único modificador del clima y de la temperatura en particular, sino también como la humedad, las precipitaciones, el efecto de los vientos (sobre todo a escala local), que provocan modificaciones ambientales tanto en la zona baja como en la parte alta de la misma comunidad.

De acuerdo al análisis climático y edáfico, se estima que una limitante probable para la especie, origina la baja capacidad de retención de humedad de los suelos y las bajas temperaturas, produciéndose lo llamado heladas.

Figura N° 10. Relieve como un factor modificador del clima relacionado por la altitud



Con respecto a los pisos ecológicos que presenta la comunidad, se hizo los respectivos cálculos en cuanto a la temperatura y la velocidad del viento que se presentan en cada sitio, para esto se tomó en cuenta cálculos matemáticos como es la regla de tres simples, basándose a la altura sobre el nivel del mar en que se encuentra cada sitio de plantación, y la altura en que se encuentra la estación meteorológica (Cañas), obteniendo de esta manera los datos respectivos, como en la parte inferior (terrace) al encontrarse en una zona estancada rodeada de pequeñas laderas, el clima suele mantenerse mucho más cálido que suele estimarse con una temperatura media anual de 20°C y la humedad relativa es mucho mayor que oscila entre el 67%, lo cual ocasiona que en periodo de invierno, por la humedad que mantiene la zona y el aire frío estancado, se produzca la congelación del agua o el vapor que circula en el aire, depositándose en forma de hielo en las superficies afectando a los cultivos y por ende a la plantación.

Sin embargo con respecto a la zona alta de la misma comunidad (ladera superior) la velocidad del vientos suele ser mucho mayor con respecto a la altura sobre el nivel del mar el cual se estima entre los 6 km/hra, provocando que la temperatura descienda a 13°C,

lo cual en temporada de fríos al circular vientos cálidos y por la poca humedad que presentan las laderas, es poca la posibilidad a que dicho fenómeno se deposite sobre la zona lo cual afectaría bruscamente a la plantación.

4.7. Evaluación de suelos en las diferentes zonas ecológicas

4.7.1. Análisis físico del suelo

4.7.1.1. Zona (A)- Terraza aluvial

La zona terraza se encuentra en la base de una serranía, relativamente casi plana, de pendiente moderadamente escarpada a escarpada en areniscas, estos suelos se caracterizan morfológicamente por ser moderadamente profundos en pendientes inferiores, de textura relativamente liviana o sea franco arenosos muy débilmente estructurados y poco consistente en la capa superficial, franco arenoso en el subsuelo y arenoso francoso en el substrato. El color es pardo oscuro en la capa superficial y pardo rojizo en el subsuelo, con un grado de porosidad medio del 5% - 15% y de estructura migajosa en la capa superficial y granular en el subsuelo.

En base la clasificación de drenaje SOTER (1989). El escurrimiento superficial del agua, que se presenta en el drenaje externo, suele ubicarse de rápido a moderadamente lento en algunas partes del terreno, vinculada a la posición relativa dentro del paisaje.

La permeabilidad que presenta el agua, en el drenaje interno, comprende de moderadamente rápido a moderadamente lento.

4.7.1.2. Zona (B) - Ladera superior

Estos suelos se encuentran en la parte superior de la comunidad, de disección moderada a fuerte, presenta pendientes variables, generalmente entre ligeramente onduladas a moderadamente escarpadas. Estos suelos están formados por sedimentos de origen coluvial, aluvial y en algunos casos fluviolacustre, con pedregosidad superficial moderado, de textura relativamente pesada o sea franco arcillo en el subsuelo y franco arcillo limoso

en el sustrato, el color es pardusco en la capa superficial y pardo rojizo en el subsuelo, con un grado de porosidad bajo del 2% - 5% y con un tipo de estructura migajosa en la capa superficial, afectados localmente por fuertes procesos de erosión hídrica, cubiertos de matorrales xeromorficos (churquiales) y pastizales.

En base a la clasificación de drenaje SOTER (1989). La zona ladera se encuentra formado por un suelo drenado, con un drenaje externo que presenta un escurrimiento superficial de agua lento a moderadamente lento, vinculado a la posición relativa dentro del paisaje, y un drenaje interno, moderadamente lento, vinculada únicamente a la permeabilidad.

4.7.2. Análisis químico del suelo.

Debido a la poca información con respecto a la comunidad, y el no optar con el material necesario para la realización de la evaluación química del suelo, no fue posible realizar la evaluación respectiva para las diferentes zonas de plantación.

Sin embargo según el análisis del componente fisiográfico de unidades de terreno realizado por el proyecto ZONISIG (2000). La comunidad de Cabildo presenta suelos de color pardo oscuro en la capa superficial y pardo en el subsuelo con pH neutro y conductividad eléctrica libre de sales.

Los cationes intercambiables calcio y sodio tienen contenidos bajos en todo el perfil, en tanto que el magnesio está muy bajos, por el contrario el potasio tiene tenores altos en todo el perfil, la capacidad de intercambio catiónico es muy baja y la saturación

de bases es muy alta, lo cual significa que no se producen lixiviación de elementos solubles. La materia orgánica y el nitrógeno tienen contenidos muy bajos en la capa superficial y de bajos a moderados en el subsuelo, en cambio el fosforo es muy alto respectivamente. La relación carbono nitrógeno (C/N) es menor a 10. Lo cual significa que el proceso de mineralización de la materia orgánica es muy bueno, estas condiciones determinan que estos suelos taxonómicamente según el sistema FAO y en el sistema USDA corresponden al orden Entisol.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a los análisis respectivos en cuanto a la sobrevivencia de la especie *Ceratonia silicua* a la edad de 8 meses (0,67 años) en dos ambientes ecológicos, terraza aluvial (zona baja) y ladera superior (zona alta) establecido ambas plantaciones en la comunidad de Cabildo perteneciente al municipio de Padcaya. Se llega a las siguientes conclusiones.

- La formación fisiográfica del terreno fue uno de los factores modificadores del clima, registrándose en la parte inferior (terrazza), una humedad mucho mayor y un aire estancado cálido pero muy perjudicial para la plantación principalmente en la temporada de invierno por la presencia de heladas, puesto que para la zona (ladera superior) el daño ocasionado por dicho fenómeno climático fue mucho menor.
- En los sitios de estudio terraza y ladera, La especie se encuentra adaptándose a las condiciones climáticas y edáficas de manera aceptable por cuanto a su sobrevivencia, pero el crecimiento en diámetro y altura no suelen ser muy satisfactorias, presentando resultados heterogéneos entre sitios.
- La bajas temperaturas que oscilan entre los (-2°C a -8°C) en la comunidad de cabildo, fueron unas de las limitantes en el crecimiento de la especie, ocasionando daños mortales a la plantación, viéndose afectadas con mayor intensidad las que fueron establecida en la parte inferior (terrazza), producto de los fuertes surazos y heladas, registrándose menos afectado por este fenómeno en la parte alta o (ladera superior).
- La plantación fue establecida a finales de la época de lluvias, como se mencionó anteriormente se izó la plantación en el mes de marzo, a consecuencia del retraso, los plántones no presentaron un desarrollo adecuado, pese al riego respectivo que se lo dio durante los meses de estudio.
- Se reconoce que una limitante para esta especie es su establecimiento en medio de árboles, registrándose que la poca demanda de luz evita el crecimiento y su desarrollo adecuado.

- La protección y el cuidado adecuado a la plantación debe ser una de las tareas importante que se debe tomar en cuenta, debido a que en la comunidad los animales ramonean libremente siendo una limitante más para el crecimiento de las plántulas.
- Las hormigas fueron una limitante más en el crecimiento de las plántulas ocasionando una defoliación del 8% en el sitio terraza y un 10% la parte (ladera superior)

5.2. Recomendaciones

En cuanto a las recomendaciones fundamentales en las conclusiones del estudio se sugiere.

- Continuar monitoreando el crecimiento de las plantaciones en los sitios de estudio, al menos con registros e interpretación de sus datos anualmente empleado y su metodología aplicada.
- Practicar cuidados culturales y silviculturales en forma intensiva si se pretende mejorar el crecimiento en diámetro y altura de la especie *Ceratonia siliqua* en la comunidad de Cabildo, es decir mediante fertilizaciones, raleos, mayor control de malezas, plagas y animales externos.
- Para los respectivos sitios es recomendable realizar un cronograma de riego para las plantaciones, por lo menos hasta que cumplan dos años desde su inicio de su plantación.
- En futuras plantaciones es importante establecer en el periodo adecuado que es después de las primeras lluvias, lo cual el periodo adecuado para dicha plantación son los meses de octubre y noviembre.
- Debido a los daños causados a la plantación por fuertes surazos y heladas en el sitio terraza, es conveniente asegurar el crecimiento de los arbolitos en zonas altas (ladera superior) debido a que en esta zona los vientos suelen ser mucho mayor impidiendo que dicho fenómeno descienda desplazándose en la superficie.
- Para evitar daños causados por plagas, principalmente por las hormigas, que fueron las defoliadoras de los plantones durante el periodo de estudio, es preciso erradicar a las hormigas antes de dar inicio a la plantación.
- La *Ceratonia siliqua* es una especie que demanda de la luz del sol, lo cual no es conveniente realizar la plantación bajo árboles que brinden demasiada sombra por lo que se evita el crecimiento adecuado del plantón.
- No realizar la plantación en lugares donde el subsuelo presenta abundante rocosidad debido a que el plantón no puede introducir su raíz verticalmente, lo cual se produce la muerte del mismo.

- Realizar ensayos de control químico o combinados con manual de la vegetación competidora en la plantación, a fin de reducir costos de mantenimiento, asimismo en futuras plantaciones.
- Proteger del ganado vacuno a la plantación mediante un cerramiento perimetral evitando daños a los plántones tomando en cuenta a que se trata de una especie forrajera.
- Finalmente y a fin de generar mayor información forestal se hace evidente la necesidad de iniciar trabajos de investigación en los siguientes campos en el municipio de Padcaya.
 - Estudio de procedencia de la especie *Ceratonia siliqua*
 - Estudio de calidad de sitio para determinar las exigencias climáticas y edáficas de la especie y así como donde se lograrían los mejores rangos de crecimiento.
 - Estudio de respuesta a la fertilización para identificar sus demandas y que elementos están asociados al crecimiento de la especie.
 - Estudios de costos de plantación y sus rendimientos.