

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA ADAPTACIÓN, PRODUCCIÓN Y
REPRODUCCIÓN DE *ALOE BARBADENSIS* BAJO 4 TRATAMIENTOS Y 3
CONDICIONES DE CULTIVO EN EL MUNICIPIO DE TURBO – ANTIOQUIA**

SILVIA MARÍA SALGADO MOSO

HUGO FERNANDO AGUDELO MANZANO

Director:

RAMÓN ANTONIO MOSQUERA MENA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
(ECAPMA)**

INGENIERÍA AGROFORESTAL

2019

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA ADAPTACIÓN, PRODUCCIÓN Y
REPRODUCCIÓN DE *ALOE BARBADENSIS* BAJO 4 TRATAMIENTOS Y 3
CONDICIONES DE CULTIVO EN EL MUNICIPIO DE TURBO – ANTIOQUIA**

SILVIA MARÍA SALGADO MOSO

HUGO FERNANDO AGUDELO MANZANO

Director:

RAMÓN ANTONIO MOSQUERA MENA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
(ECAPMA)**

INGENIERÍA AGROFORESTAL

2019

Dedicatoria

A Dios por darme la fuerza y determinación para sacar a delante este proyecto.

A mis padres Horacio Salgado y Ana Moso por inspirarme con su ejemplo, por inculcarme valores y principios, por motivarme a salir adelante y sobre todo por su esfuerzo y dedicación para que fuera una persona de bien.

A mis hermanos Ovier, Viviana y Deisy por ser mi motivación y por brindarme su apoyo de una u otra forma.

A Jesús García por su amor y su apoyo incondicional, por alentarme a luchar por mis sueños y a creer en mí.

Silvia Salgado Moso

Me sumo a las palabras de mi compañera sobre el tener presente a Dios tanto en los momentos de bendición como en las dificultades, este es un momento en los que evocamos al todopoderoso en un manto que una las familias con sabor de alegría. A mi esposa, quien ha estado allí brindando ese apoyo necesario e incondicional que fortalece el espíritu de lucha diaria; a mis hijos, quienes complementan ese refugio que motiva a acelerar mi proyecto de vida. Pido a Dios permita contar la presencia de ellos por muchos años.

Dedico este logro a mis padres, quienes me formaron de una forma integral, entregando a la sociedad un ser humano cimentado en valores como respeto, y dedicación.

Hugo Agudelo Manzano

Agradecimientos

A Dios por guiarme en cada etapa de mi proceso de formación, por darme la sabiduría para descubrir lo correcto, la voluntad para elegirlo y la fuerza para seguirlo.

A mis padres y mis hermanos que son mi más grande motivación y mi razón de ser.

A Jesús García por acompañarme y animarme durante mi proceso de formación.

Al ingeniero Ramón Mosquera por su apoyo en la elaboración de esta investigación.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por brindarme la oportunidad de tener una formación integral como profesional, mediante el desarrollo de procesos centrados en la autogestión del conocimiento.

Silvia Salgado Moso

Después de tener en cuenta a Dios y a mi familia, es la oportunidad de rescatar al inmenso esfuerzo, dedicación y paciencia que recibimos por parte del equipo humano Universidad liderada por la señora Mónica Caicedo y muy específicamente del Ing. Ramón Mosquera, quien fue un baluarte fundamental en esta etapa.

Hugo Agudelo Manzano

Nota de Aceptación: ^v

Firma del presidente del jurado

Firma de Jurado

Firma de Jurado

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 1 |
| ABSTRACT..... | 2 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 5 |
| 3. JUSTIFICACIÓN..... | 6 |
| 4. OBJETIVOS..... | 7 |
| 4.1 Objetivo general:..... | 7 |
| 4.2 Objetivos específicos: | 7 |
| 5. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO..... | 8 |
| 5.1 La sábila (<i>Aloe Barbadensis</i>) | 8 |
| 5.2 Origen y taxonomía..... | 8 |
| 5.3 Descripción botánica..... | 9 |
| 5.4 Especie y distribución | 10 |
| 5.5 Usos del Aloe | 10 |
| 5.6 Factores agroecológicos | 11 |
| 5.6.1 Clima..... | 11 |
| 5.6.2 Suelo..... | 12 |
| 5.7 Enfermedades comunes en la planta de Aloe..... | 12 |
| 5.7.1 Pudrición seca de la raíz..... | 12 |
| 5.7.2 Pudrición húmeda de la raíz..... | 12 |
| 5.7.3 Pudrición fétida..... | 13 |
| 5.7.4 Peca roja..... | 13 |
| 5.7.5 Punta de ceniza..... | 13 |
| 5.8 Fertilización orgánica..... | 13 |
| 5.9 Estudios relacionados..... | 14 |
| 6. METODOLOGÍA | 17 |

| | |
|---|-----|
| | vii |
| 6.1 Área de estudio..... | 17 |
| 6.2 Fase 1. Adquisición y transporte de plantas..... | 18 |
| 6.3 Fase 2. Preparación del terreno y siembra | 18 |
| 6.4 Fase 3. Toma de datos | 18 |
| 6.5 Fase 4. Procesamiento de la información..... | 19 |
| 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 20 |
| 7.1 Interacción entre los tratamientos y las condiciones de siembra | 20 |
| 7.2 Número de hojas por tratamiento..... | 21 |
| 7.3 Longitud de hojas por tratamiento | 22 |
| 7.4 Ancho de hojas por tratamiento | 23 |
| 7.5 Grosor de hojas por tratamiento..... | 23 |
| 7.6 Número de rebrotes por planta..... | 24 |
| 7.7 Seguimiento del cultivo de <i>Aloe Barbadensis</i> | 30 |
| 8. CONCLUSIONES | 32 |
| 9. RECOMENDACIONES | 33 |
| 10. REFERENCIAS | 34 |

Lista de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Interacción entre los tratamientos y las condiciones de siembra..... | 20 |
| Tabla 2. Diferencias significativas entre condiciones de siembra..... | 26 |
| Tabla 3. Diferencias significativas entre tratamientos..... | 26 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Área de estudio..... | 17 |
| Figura 2. Comportamiento del número de hojas por tratamiento..... | 20 |
| Figura 3. Análisis de la tasa de crecimiento en la longitud de hoja de <i>Aloe</i> | 21 |
| Figura 4. Tasa relativa de incremento en el ancho de hoja de <i>Aloe</i> | 22 |
| Figura 5. Tasa de incremento en el grosor de hojas de <i>Aloe</i> | 23 |
| Figura 6. Producción de hijuelos por planta y tratamiento..... | 24 |
| Figura 7. Diferencia entre los valores medios entre condiciones de siembra..... | 26 |
| Figura 8. Diferencia entre los valores medios por tratamiento..... | 27 |
| Figura 9. Seguimiento del cultivo de <i>Aloe Barbadensis</i> | 28 |

Lista de cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Tasas relativas de incremento en la hoja de sábila bajo diferentes frecuencias de riego..... | 15 |
| Cuadro 2. Efecto del sistema de plantación y dosis de estiércol bovino, en el mismo ancho de la hoja..... | 15 |
| Cuadro 3. Efecto de la intensidad de luz solar y abonamiento sobre número, longitud e incremento de pencas y raíces de sábila (<i>Aloe barbadensis</i>) cultivados en la fase de vivero por 90 días..... | 16 |

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la capacidad de adaptación, producción y reproducción de *Aloe barbadensis* bajo 4 tratamientos y 3 condiciones de cultivo en el municipio de Turbo, las plantas empleadas para este estudio fueron traídas desde el municipio de barrancas, la guajira, lugar donde se encuentran cultivos de ella bajo condiciones agroambientales de mayor temperatura, menor humedad y pluviosidad que las condiciones del municipio de Turbo, el objetivo principal de este estudio es establecer nuevas alternativas de producción mediante el uso de tratamientos orgánicos, con la finalidad de mejorar el rendimiento del cultivo. Para llevar a cabo la investigación se establecieron 100 plantas en cada uno de los tratamientos (testigo, bovinaza, cascarilla de arroz y aserrín) y en cada uno de los modelos (sin camellón 34 plantas, con camellón 33 plantas y camellón cubierto 33 plantas), para determinar el crecimiento se contaron las hojas de cada planta cada 15 días en cada tratamiento, el trabajo se realizó mediante el uso de investigación cualitativa para lograr describir el proceso de adaptación de las plantas y de investigación cuantitativa para establecer el efecto de los tratamientos a utilizar. Los resultados de la tasa de producción y reproducción de *A. Barbadensis* no presentaron diferencias estadísticamente significativas (P -valor $< 0,05$), entre los tratamientos y las condiciones de siembra, a excepción del número de rebrotes por planta, donde se evidenció una interacción menor a 0,05. Por consiguiente, se determinó que, bajo la condición con camellón sin plástico, utilizando los tratamientos cascarilla y aserrín se obtiene un mayor incremento en el número de rebrotes por planta.

Palabras clave: Adaptación, *aloe barbadensis*, camellón, condiciones agronómicas, tratamientos.

ABSTRACT

In the present investigation the capacity of adaptation, production and reproduction of *Aloe barbadensis* was evaluated under 4 treatments and 3 cultivation conditions in the municipality of Turbo, the plants used for this study were brought from the municipality of canyons, la guajira, where crops are found under agro-environmental conditions of higher temperature, lower humidity and rainfall than the conditions of the municipality of Turbo, the main objective of this study is to establish new production alternatives through the use of organic treatments, in order to improve yield of the crop To carry out the investigation, 100 plants were established in each of the treatments (control, bovinaza, rice husk and sawdust) and in each of the models (without ridge 34 plants, with ridge 33 plants and ridge covered 33 plants) , to determine the growth, the leaves of each plant were counted every 15 days in each treatment, the work was carried out through the use of qualitative research to describe the process of adaptation of the plants and quantitative research to establish the effect of the treatments to use. The results of the production and reproduction rate of *A. Barbadensis* did not show statistically significant differences (P-value <0.05), between treatments and planting conditions, with the exception of the number of regrowths per plant, where there was evidence of interaction less than 0.05. Therefore, it was determined that, under the condition with a ridge without plastic, using the scale and sawdust treatments, a greater increase in the number of regrowths per plant is obtained.

Words key: Adaptation, *aloe barbadensis*, ridging, agronomic conditions, treatments.

1. INTRODUCCIÓN

Aún no es claro cuál es el origen de la planta Aloe. Algunos autores afirman que es originaria de las islas canarias del continente africano y otros autores la ubican en la península de Arabia del continente asiático (Vega et al., 2005). Se han encontrado referencias de Aloe vera en el papiro Ebers y también registros históricos de su uso medicinal y cosmético, en civilizaciones antiguas como Egipto, Grecia, Roma, Algeria, Tunes, India y China (Domínguez et al., 2012).

Esta planta fue traída al continente americano por los españoles durante la época de conquista, debido a que era utilizada como medicina por su tripulación. Al parecer, en esos años (1492) España ya tenía cultivos representativos de esta especie, probablemente herencia de la invasión musulmana (Vega et al., 2015). El cultivo comercial de Aloe para obtener gel, inició en el año 1920 en Florida (Albornoz & Imery, 2003).

En Colombia existe gran potencial para producir *Aloe Barbadensis*, Hoy por hoy, el cultivo de esta planta lo realizan en su gran mayoría pequeños agricultores, pero existe un interés por parte del Ministerio de Agricultura y de la Dirección Técnica de Sanidad Vegetal del ICA, de fortalecer la Cadena agroindustrial del Aloe vera. De este modo se tendrá en cuenta a todos los agentes que intervienen en su ejecución, con el fin de potenciar su desarrollo y vincular beneficios para todos los productores (Minagricultura, 2007).

La planta de Aloe es de gran valor comercial como cultivo alternativo debido a su gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones y la importancia económica que representa, debido a que promueve una alta generación de mano de obra durante su establecimiento, producción y recolección. (Vivas, 1996).

El acíbar que se obtiene de las hojas de Aloe, es uno de los productos más antiguamente utilizados como medicamento para diferentes enfermedades. Existe una gran cantidad de estudios científicos, realizados sobre las propiedades de esta planta, lo cual a su vez ha proporcionado un gran auge económico e industrial de *Aloe Barbadensis*, la cual cada vez es más utilizada a nivel mundial. F. Gómez-Lorence (2001).

En Colombia el cultivo de Aloe ha evolucionado en los últimos años con sitios representativos en la Costa Atlántica, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Llanos Orientales, Valle del Cauca, sur del Tolima y eje Cafetero. Hurtado (2008).

El objetivo principal de este estudio es la caracterización del proceso productivo del cultivo de *Aloe* bajo diferentes condiciones y tratamientos en el municipio de Turbo, como alternativa técnica y económicamente factible, para incluirlo dentro del esquema de cultivos. Además de esto, también se considera realizar el proceso de transformación de la hoja de sábila, y contribuir a la identificación de los posibles factores agroecológicos que pudieran influir en la calidad del gel.

Este trabajo de investigación encuentra su justificación en la aplicación de sus resultados, así como aportar una visión más amplia del sistema de producción a la gente interesada en este cultivo, en cuanto a manejo y proceso de transformación de la hoja de sábila en subproducto. Motivo por el cual se plantearon los objetivos de conocer la tecnología sobre el manejo del cultivo de sábila a nivel comercial en la región. Además de contribuir a la solución de un problema de falta de información sobre el manejo del cultivo en esta zona.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El *Aloe (B)* representa hoy día en Colombia una interesante perspectiva como cultivo alternativo, desde el punto de vista agrológico y comercial. También es cierto que los agricultores están demandando amplia información especialmente sobre los temas relacionados con el manejo y producción agronómica; así como el proceso industrial y mercadeo nacional e internacional. Sánchez (2012).

El principal problema que existe al establecer este cultivo, es la falta de información sobre adaptación, producción y reproducción de *Aloe Barbadensis*, como factor para desarrollar la agroindustria del municipio. Se requiere de estudios destinados a evaluar las condiciones agronómicas más favorables para así garantizar cultivos sin problemas fitopatológicos y buenas cosechas de pencas. Hurtado (2008).

La presente investigación busca contribuir a una mejor práctica agronómica del cultivo teniendo en cuenta los resultados obtenidos. Por tanto se hace necesaria la indagación orientada a establecer conocimiento para determinar ¿Cuál es el efecto que tienen los tratamientos y las condiciones de siembra utilizadas en el rendimiento de las plantas de *aloe barbadensis*?

Para así garantizar una mayor producción de *Aloe (B)*, a través del uso de los tratamientos y las condiciones de siembra, sin incrementar significativamente los costos de producción por unidad de área en el municipio de Turbo.

3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación nace de la necesidad de conocer las condiciones agronómicas del *Aloe Barbadensis* en el municipio de Turbo, como un recurso de potencial aprovechamiento en la agroindustria. Es importante porque permite que la agroindustria de la zona se diversifique y se realicen otras ofertas desde el sector agrícola que difieren de las convencionales.

Teniendo en cuenta la trayectoria investigativa del semillero de investigación Biodiversidad Turbo, se genera un aporte al entorno social, ya que la planta de *Aloe Barbadensis* es considerada la fuente natural de sustancias activas empleadas en las industrias farmacéuticas, agroquímicas, bioplaguicidas, de alimentos y de cosméticos.

Es importante además tener en cuenta que en Colombia existe un excelente potencial para producir grandes volúmenes de *Aloe barbadensis* con el fin de cubrir el déficit en la oferta de acíbar, pasta de aloe, gel fresco, gel liofilizado en el mercado nacional e internacional, retribuyéndose en beneficios laborales, económicos, tecnológicos y comerciales para todos los actores que intervienen en esta cadena productiva. INFOAGRO (2015).

Por su parte, conocimientos sobre esa potencialidad en el municipio de Turbo no se han registrado de manera científica y es esta una de las principales razones por las cuales la universidad se vincula con la capacidad investigativa que tiene en la región para realizar dicho aporte. El cultivo de la sábila en Colombia lo realizan en su mayoría pequeños productores, grupos de mujeres y productores independientes, los cuales se han dedicado a cultivar el *Aloe* como una opción económica pero que atraviesa dificultades en su comercialización, Rodríguez (2015).

Los resultados del estudio permitirán la construcción de un paquete que contenga todas las técnicas y tratamientos requeridos para el establecimiento del cultivo, y así garantizar una mejor producción de pencas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Evaluar agrónomicamente la adaptación, producción y reproducción de *Aloe barbadensis* bajo 4 tratamientos y 3 condiciones de cultivo en el municipio de Turbo - Antioquia.

4.2 Objetivos específicos:

- Describir las características de la adaptación de plantas adultas de *Aloe barbadensis* en un periodo de 3 meses al ser sembradas bajo las condiciones con camellón, sin camellón y con camellón forrado.
- Determinar las características de producción y reproducción de plantas adultas de *Aloe barbadensis*, en un periodo de 3 meses bajo las condiciones con camellón, sin camellón y con camellón forrado.
- Determinar la producción de hijuelos en un periodo de 3 meses en las condiciones con camellón, sin camellón y con camellón forrado.

5. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

5.1 La sábila (*Aloe Barbadensis*)

El *Aloe Barbadensis* es una planta semitropical del género *Aloe* perteneciente a la familia de las liliáceas, crece espontáneamente en las zonas cálidas y secas, normalmente entre los 600 y 1800 m de altitud. Furonos (1996).

En la actualidad se está haciendo uso del jugo para la preparación de bebidas refrescantes y saludables. En el área agronómica, el jugo de sábila se ha usado experimentalmente como repelente e insecticida en larvas presentes en algunas plantas tuberosas, obteniéndose muy buenos resultados. De igual manera se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales en papa, presentando una acción inhibitoria media en comparación con otros extractos de origen vegetal. De la Cruz Campa (1994).

5.2 Origen y taxonomía

El Aloe o sábila, es una planta suculenta conocida y utilizada en muchos países desde tiempos inmemoriales. Es originaria del Viejo Mundo, pero principalmente de África (Álvarez, 1987). Otras fuentes ubican su origen en el Sur de África, África Oriental y Meridional (Cactus center club, 1998; Sisa, 2001).

Las características taxonómicas la representan como una especie de tallo grueso muy corto (máximo 10 cm) del cual brotan en roseta, extendidas o ascendentes, de 10 a 25 hojas verdosas y lanceoladas hacia el ápice hasta unos 30-60 cm de longitud, con márgenes dentados, un ancho en la base de unos 5-8 cm y un grosor medio de 1 a 3 cm, este último muy vinculado a las condiciones de humedad. Sánchez (2012).

Existe un gran número de especies de *Aloe*, de las cuales se ha demostrado científicamente que son tres las que presentan las mayores propiedades medicinales; *Aloe barbadensis*, *Aloe perry Baker* y *Aloe arborencens Miller*. Utilizadas ampliamente para reducir los efectos de las alergias, quemaduras en la piel, indigestión, estreñimiento, caída del cabello. Entre otras. No obstante, A.

barbadencis, es considerada como la más potencial en cuanto a la producción de gel y acíbar para la medicina curativa. Vega et al., (2005).

El *Aloe Barbadensis* es una planta con metabolismo CAM lo cual le permite almacenar agua en su estructura vegetal, el tejido suculento permite que la reserva hídrica pueda circular por toda la planta durante largos periodos de sequía, el agua es captada por medio del sistema radicular, pero no en profundidad si no superficialmente. Minimizando así las pérdidas de agua en la planta. Constituye, por lo tanto, un mecanismo adaptativo más y una ventaja ecológica en lugares donde la disposición de agua es un factor limitante. Moreno et al., (2012).

Su cualidad de planta xerófila la vincula a suelos áridos, bien drenados y con ligeros desniveles, aunque también puede crecer en tierra fértil sin riego, siempre que un talud y un buen drenaje permitan la eliminación del agua sobrante. Es, como todas las liliáceas, fanerógama, es decir, posee flores y por lo tanto puede reproducirse mediante semillas. Domínguez (2012).

Sin embargo, al crecer en climas adversos y en condiciones difíciles ha desarrollado la característica de producir clones, pequeños retoños que nacen a partir de la planta madre por el método conocido como vegetativo.

5.3 Descripción botánica

Con frecuencia se referencia a la sábila dentro de la familia de las liliáceas. Sin embargo, según NCBI (2015) esta se clasifica de la siguiente manera:

- Reino: Viridiplantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Asparagales
- Familia: Xanthorrhoeaceae
- Sub familia: Asphodeloideae
- Género: Aloe

- Especie: *Aloe Barbadensis*
- Nombre común: Sábila

5.4 Especie y distribución

Actualmente existen unas 350 especies o variedades del género Aloe, entre las principales se encuentra la *Barbadensis Miller*, *Arborescens*, *Saponaria*, *Humilis*, *Mitriformis*, *Aristata* y *Ferox*, entre otras, esta última es la principal fuente de goma de Aloe. Esta especie está protegida por el CITES que es la Convención Internacional de Comercio de Especies de Flora y Fauna Silvestre en Peligro. López y Jiménez et al., (2012).

Otras especies que están en la misma categoría que el *Aloe Ferox* son: *Panax quinquefolius o Ginseng*, *Prunus africana o Pigeum*, entre otras. Sus hojas carnosas son capaces de acumular gran cantidad de agua, pudiendo aumentar de tamaño hasta alcanzar un largo de entre 30 centímetros (variedad *Saponaria*) hasta más de 50 centímetros (en la variedad *barbadensis miller*) y un considerable grosor. J. Barba (2007).

Por otra parte, en Colombia el cultivo de esta planta esta categorizado como no tradicional; en el mercado mundial el Aloe continua en plena expansión siendo México quien lidera la producción agrícola seguido por Venezuela, por su parte, República Dominicana, según datos del Consejo Científico Internacional del Aloe (IASC 2004), se posiciona como el tercer país iberoamericano en superficie plantada, en Estados Unidos, la mayor parte es cultivada en el sur de Texas, Florida y en el sur de California. Casi todos los países de América Central tienen plantaciones de *Aloe Barbadensis*. Tanto Guatemala como Honduras, el Salvador o Nicaragua tienen unas pocas hectáreas dedicadas a este cultivo, debido a que los productores lo han introducido aprovechando programas oficiales de apoyo para la implantación de nuevos cultivos en zonas con escasez hídrica no permanente. Gremio Sabilero (2007).

5.5 Usos del Aloe

El uso comercial original de la planta de *Aloe Barbadensis* estaba en la producción de una sustancia celuloide llamada Aloína, popularmente conocida como “savia o jugo de aloe”, siendo

empleado por la industria farmacéutica como ingrediente activo para elaborar laxantes, aunque su función biológica es proteger a la planta contra los posibles predadores (animales), debido a su sabor amargo. A pesar de que es conocida hace muchos años, existen diversos usos populares para esta planta, principalmente de tipo medicinal. También es utilizado en el cuidado facial y capilar mediante aplicación directa. García (1992).

Comúnmente en estos usos populares el *Aloe Barbadensis* es empleado sin procesamiento industrial alguno, ya que se utilizan las hojas de la planta fresca, licuada, en trozos o incluso asada. Además de la utilización directa de la sábila y de su gel o acíbar en la curación de diversas enfermedades, el *Aloe Barbadensis* ha sido motivo de diferentes procesos industriales que han ampliado sus posibilidades de uso y han incrementado su demanda.

En la perfumería y cosmetología es donde se aprovechan más sus cualidades emolientes, humectantes, hidratantes y desinfectantes, así como su contenido de sapogeninas, glucósidos y polisacáridos en la elaboración de cremas faciales, champú tonificante, jabones, lociones para la piel, filtros solares y otros. Conaza (1992).

5.6 Factores agroecológicos

Álvarez (1987), divide a los factores agroecológicos que influyen sobre el desarrollo de sábila en dos apartados que son clima y suelo y menciona lo siguiente:

5.6.1 Clima

La planta se desarrolla en un amplio rango de climas, localizándose entre otros en regiones con climas secos y extremosos (barrancas la guajira), en áreas con climas semicálidos con lluvias en invierno y promedio de precipitación mayor a 450 mm (Turbo, Ant) y en zonas del trópico húmedo.

Crece en sitios cuyos climas tienen temperaturas medias anuales entre los 18 y los 25°C, con precipitaciones medias anuales mayores a los 600 mm. Es interesante mencionar que en las zonas con baja precipitación (menor a 600 mm) y en estado silvestre, la sábila se desarrolla con

lentitud, además de ser susceptible a las bajas temperatura (menores a 5°C) las cuales dañan su parte aérea, la cual se recupera nuevamente en un lapso de dos años.

5.6.2 Suelo

El tipo de suelo ideal para el cultivo de Aloe es el suelo profundo con buen drenaje, de textura media, preferiblemente franco con tendencia arenosa. Sin embargo se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, incluso en aquellos con alto porcentaje de pedregosidad.

Se desarrolla en suelos con amplio rango de pH, desde los ácidos hasta los altamente alcalinos. En zonas donde predominan suelos con pH alcalino se han tenido buenos resultados a escala comercial, además de manifestar resistencia a la salinidad (Santos, 1995).

5.7 Enfermedades comunes en la planta de Aloe

Las plantas de (*Aloe Barbadensis*) afectadas por las enfermedades denominadas a continuación; tienen en cuenta el diagnóstico realizado con el acompañamiento de la Dirección Técnica de Sanidad Vegetal del ICA. Molina-Vargas. F., (2015).

5.7.1 Pudrición seca de la raíz

Esta enfermedad se caracteriza por la aparición general de síntomas de marchitamiento, acompañados de un cambio de color de los tejidos foliares, pasando de verde a un marrón amarillento, con un notable entorchamiento generalizado en el tercio superior de las hojas. Por entorchamiento se entiende el doblamiento longitudinal de los bordes de las hojas hacia el interior de la planta.

5.7.2 Pudrición húmeda de la raíz

Esta enfermedad presenta una sintomatología muy similar a la Pudrición seca de la raíz, siendo muy fácil confundirlas entre ellas. En este caso, los síntomas se caracterizan por presentar una coloración marrón rojiza, en las hojas más viejas, las cuales toman una postura vertical y cerrada.

5.7.3 Pudrición fétida

Los síntomas iniciales de esta enfermedad se observan en las hojas externas las cuales se muestran flácidas. La anomalía obedece a la presencia de unas manchas irregulares de color amarillento y de consistencia acuosa, hacia la base de las hojas. En la medida en que el síntoma avanza hacia la parte superior de la hoja, se observa que el borde superior de la mancha es de un color verde más oscuro.

5.7.4 Peca roja

Esta enfermedad se caracteriza porque en la parte superior de las hojas externas (más viejas), se presentan unos puntos rojizos o cafés, con una coloración rojiza alrededor de ellos. Las hojas siguen siendo turgentes, mostrando los síntomas en el tercio superior o en la mitad superior de la hoja.

5.7.5 Punta de ceniza

Los síntomas de esta enfermedad hacen referencia a una quemazón presente en los ápices de las hojas externas (hojas más viejas). En casos extremos (avanzados) parecen ceniza de cigarrillo, nombre que también podría definir la enfermedad.

5.8 Fertilización orgánica

La agricultura orgánica es una herramienta que permite abrir oportunidades en el mercado por la continua demanda de alimentos para la salud humana. Este mercado compromete a quienes se desempeñan en el sector agrícola a lograr la producción a un menor costo, mayor competencia dentro del mercado y mejor calidad de los productos formando parte de las nuevas tecnologías, (Vásquez, 2000).

La base principal de la fertilización orgánica es la composta resultado de la degradación de una mezcla determinada de materiales orgánicos, por la acción de microorganismos que tienen la finalidad de potenciar la fertilidad natural del suelo. El objetivo de su elaboración es la reducción de compuestos orgánicos complejos para obtener de ellos compuestos sencillos particularmente inorgánicos, que sean asimilables progresivamente por la planta. Legall et al (2001).

La fertilización orgánica se basa en la utilización de insumos naturales, materia orgánica y microorganismos como hongos, bacterias) para mejorar la fijación de nutrientes (Fósforo, Nitrógeno) en la rizósfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, facilitar el control biológico, biodegradar sustancias, reciclar nutrientes, favorecer la simbiosis micorrizal y desarrollar procesos de bioremediación en suelos contaminados. Jiménez y Malagon et al., (2016).

5.9 Estudios relacionados

Un estudio realizado por Pedroza et al., (2004). Sobre el análisis de crecimiento y desarrollo de *Aloe Barbadensis*, mediante diferentes prácticas de manejo, dio como resultado una mayor tasa de crecimiento 0.00237 (m) de la hoja cuando el cultivo se regó cada 15 días, dicha tendencia fue más marcada en la segunda etapa de desarrollo de crecimiento, después de pasado el efecto de las heladas, durante el cual varias hojas, sobre todo las más externas fueron dañadas por el frío.

Los intervalos de riego de 30 y 45 días, fueron más moderadas en sus tasas de incremento de longitud de hoja con valores de 0.00196 (m) y 0.00168 (m), respectivamente. Se observó una tendencia de disminución en la intensidad de crecimiento de la hoja relacionada con la disponibilidad de agua, sin haber diferencia entre los intervalos de 30 o 45 días entre riegos. Lo anterior está relacionado con la importancia que juegan las relaciones hídricas con el desarrollo y crecimiento de las plantas Kramer (1974) y Donahueet.al. (1981), citados por Flores (1988).

Cuadro 1. *Tasas relativas de incremento en la hoja de sábila bajo diferentes frecuencias de riego.*

| Intervalos de riego en días | Tasas relativas de incremento |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 15 | 0.00237 a |
| 30 | 0.00196 b |
| 45 | 0.00168 b |

Recuperado de: A. Pedroza; J. Cruz y A. Samaniego. (2004)

Los sistemas de plantación y las dosis de estiércol no indujeron diferencias estadísticas en el número de hijuelos y las tasas de incremento del grosor y ancho de hoja. El mejor ancho de hoja (5.61 cm) se obtuvo en la siembra en surco y suelo sin estiércol ($P \leq 0.05$), respecto a cuándo se aplicó estiércol en las dosis de 60 y 120 ton/ha, con valores de 5.30 y 5.31 cm respectivamente, no obstante, dicho comportamiento no se presentó cuando el *A. Barbadensis* se plantó en cama.

Tal parece que la conservación de la humedad edáfica por efecto del sistema de siembra en cama, amortiguó el impacto negativo inmediato del estiércol aplicado, permitiendo una longitud y ancho de hoja más grandes que la plantación en surco en donde se aplicó estiércol. Por lo tanto, los resultados son oportunos con lo señalado por Santos (1995), quien indica que, entre diferentes sistemas de plantación, el de surco permitió un mejor desarrollo de la planta.

Cuadro 2. Efecto del sistema de plantación y dosis de estiércol bovino, en el mismo ancho de la hoja.

| Dosis de estiércol (Ton/Ha) | Sistema de plantación | |
|-----------------------------|-----------------------|--------|
| | Surco | Cama |
| | Ancho de la hoja (cm) | |
| 0 | 5.61 a | 5.37 a |
| 60 | 5.30 a | 5.46 a |
| 120 | 5.31 a | 5.33 a |

Recuperado de: A. Pedroza; J. Cruz y A. Samaniego. (2004)

En otro estudio desarrollado por Sandoval y Duran (2005) se demostró que el uso de acolchado permite aumentar la temperatura del medio ambiente cercano a la planta hasta 35°C lo que acelera el crecimiento, obteniendo así una mayor producción, también se consigue un mejor aprovechamiento del agua de riego, al ser impermeable tanto al vapor de agua como al propio líquido acuoso, en definitiva, se podrían evitar más fácilmente las fuertes variaciones de humedad en el suelo. Por otra parte, si la planta cuenta con suficiente humedad producirá una hoja nueva cada 15 días, lo cual significa que tendrá seis hojas de cosecha cada trimestre. Sin embargo, cuando la planta sufre por falta de agua, la producción de hoja disminuye a la mitad y adquiere un peso menor. Se dice que la fertilización, junto con el manejo del riego es una de las variables agronómicas con mayor influencia en la producción, tanto en calidad como en cantidad. P. Hernández et al., (2007) realizó un estudio sobre el crecimiento de hijuelos en la fase de vivero. Los cuales fueron cultivados bajo un porcentaje total y parcial (100 y 20 %) de luz

solar y se abonaron con formula completa (N.P.K), humus de lombriz (10%) o sin abonos, el diseño fue totalmente al azar y arrojó como resultado un efecto significativo ($P < 0,05$) en el crecimiento de la longitud en las pencas de las plantas cultivadas bajo 20% de incidencia solar que por su parte recibieron abonamiento, como se muestra a continuación:

Cuadro 3. Efecto de la intensidad de luz solar y abonamiento sobre número y longitud de pencas y raíces de sábila (*Aloe barbadensis*) cultivados en la fase de vivero por 90 días.

| Incremento del número y longitud de pencas | | | | |
|--|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Intensidad de luz solar | Número | Δ Número | Longitud | Δ Longitud |
| 20% | 8,51a \pm 0.21 | 4,86a \pm 0.24 | 30.93a \pm 0.39 | 27.07a \pm 1.07 |
| 100% | 8,22a \pm 0.21 | 4,13b \pm 0.20 | 30.93a \pm 0.39 | 8,66b \pm 0.65 |
| Abonamiento | | | | |
| Control | 8.20a \pm 0.28 | 4.27a \pm 0.27 | 25.05b \pm 1.23 | 11.55b \pm 1.35 |
| N-P-K (15-15-15) | 8.37a \pm 0.26 | 4.43a \pm 0.26 | 27.35a \pm 0.69 | 14.13a \pm 0.70 |
| Humus (10% p/p) | 8.53a \pm 0.23 | 4.79a \pm 0.31 | 27.07a \pm 1.07 | 13.75a \pm 1.14 |

Recuperado de: P. Hernández, G. De la Ossa, Z. Vilorio y B. Bracho (2007)

Entre tanto, un estudio realizado por Páez, A (2000). Indujo que la sombra parcial (30%) produce un incremento del número de hojas además de su longitud. La comparación de fuentes orgánicas e inorgánicas determinó que los abonos orgánicos produjeron un mayor desarrollo y rendimiento, pero similar al fertilizante inorgánico con mayor contenido de minerales (N.P.K). El resultado final de esta investigación indica que el *Aloe Barbadensis* responde significativamente a altas dosis de abonamiento con un incremento en su desarrollo, en el caso de las plantas de vivero se requiere precisar las dosis apropiadas de abonamiento.

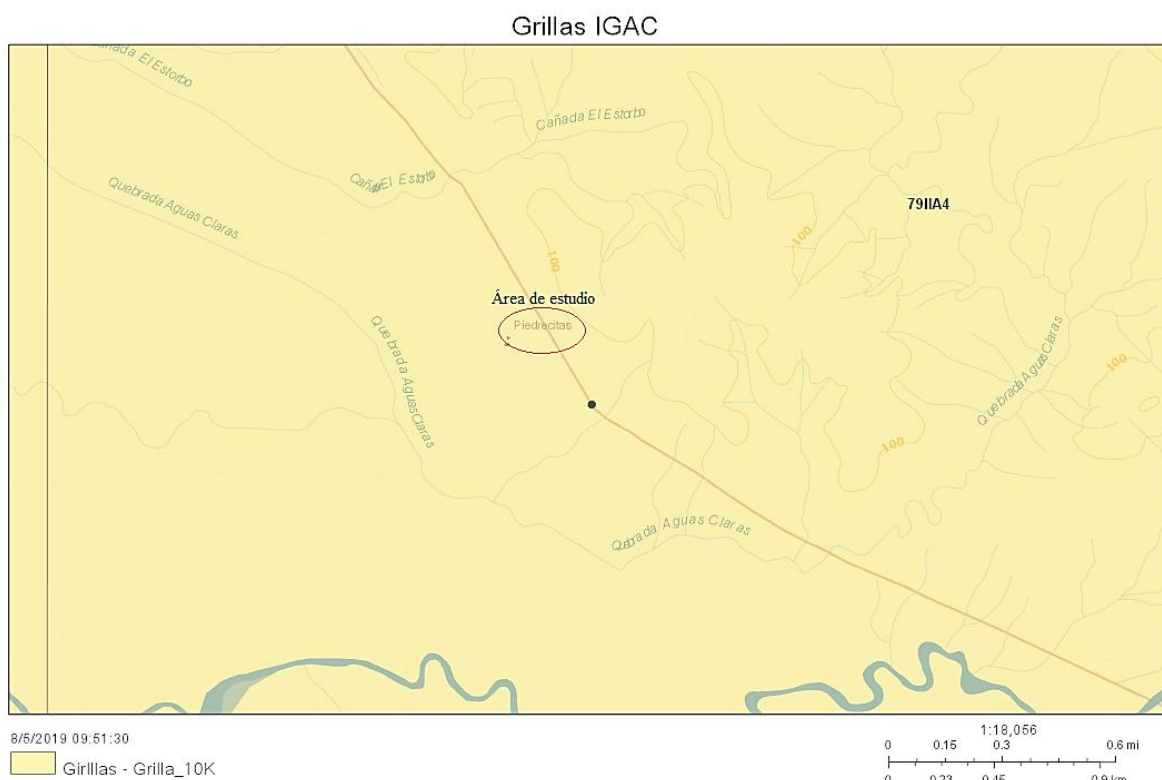
6. METODOLOGÍA

6.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la vereda Piedrecitas, ubicada en el municipio de Turbo Antioquia, su temperatura promedio es de 26.4 ° C, con una precipitación media anual de 2426 mm, humedad relativa promedio del 82% y una altura sobre el nivel del mar de 8 metros.

La finca donde se realizó el estudio está localizada a 14 kilómetros de Turbo en la vía que conduce al municipio de Necoclí.

Figura No. 1 Ubicación del área de estudio



Fuente: <https://geoportal.igac.gov.co/es/contenido/consulta-de-planchas>

El trabajo se realizó mediante el uso de investigación cualitativa para lograr describir el proceso de adaptación de las plantas y de investigación cuantitativa para establecer el efecto de los tratamientos a utilizar, para lo cual se plantean las siguientes fases:

6.2 Fase 1. Adquisición y transporte de plantas

Las plantas de *Aloe (B)* fueron traídas del municipio de barrancas la guajira, lugar donde se encuentran cultivos de ella bajo condiciones agroambientales de mayor temperatura, menor humedad y pluviosidad que las condiciones del municipio de Turbo, para lo cual se realizó un viaje de 26 horas en carretera de 400 plantas adultas (18 meses) con las cuales se desarrolló la investigación.

6.3 Fase 2. Preparación del terreno y siembra

Para preparar el terreno se realizó la limpia y posterior aireación mediante el empleo de rastrillo. Posteriormente se realizó el trazado utilizando pita y marcando los sitios de siembra a 0,6 metro entre planta y 1,5 metros entre surcos. Con el uso de azadón, se realizó la elaboración de camellones con una altura aproximada de 30 centímetros y se forraron con plástico de polietileno negro. Se realizó el ahoyado usando un palín de jardinería y se sembraron las plantas adultas en los respectivos hoyos estableciendo 100 plantas en total, bajo los diferentes tratamientos: Testigo (T), Bovinaza (B), Cascarilla de arroz (C) y Aserrín descompuesto (A), y en cada uno de los sistemas de plantación: con camellón (CC) 33 plantas y camellón forrado con plástico (CP) 33 plantas y sin camellón (SC) 34 plantas.

6.4 Fase 3. Toma de datos

Los datos correspondientes a la adaptación de plantas se realizaron describiendo de manera cualitativa, los cambios que se presentaron en cada tratamiento y en cada nivel de siembra, en relación con el color de las hojas, situación de marchitez y todos los cambios evidentes en las plantas de *Aloe (B)*.

Se realizaron (10) muestreos cada 15 días en cada tratamiento: T (testigo), C (cascarilla), B (bobinaza) y A (aserrín). Se tomaron datos de producción, mediante la evaluación del ancho de la hoja, largo de la hoja y grueso de la misma, para lo cual se empleó metro y calibrador.

Así mismo, se evaluaron los sistemas de plantación: Sin camellón (SC), con camellón (CC) y camellón con plástico (CP).

A partir de los datos recolectados en campo, se obtuvo información de las siguientes variables:

- Numero de hojas nuevas.
- Longitud de hoja, con uso de metro y fue el promedio de las hojas más grandes de cada roseta de la planta.
- Ancho de hoja, en la parte media de la base al ápice, al igual que el grosor.
- Número de hijuelos por planta.

En el caso de la medición de la reproducción, se contaron los rebrotes que presentó cada planta del experimento en cada uno de los tratamientos.

6.5 Fase 4. Procesamiento de la información

Los datos numéricos de la investigación fueron procesados mediante el uso del método estadístico de bloques simples al azar para lo cual se realizó un análisis de varianza, la prueba-F en la tabla ANOVA de 2 factores. Se determinó si había diferencias significativas entre las medias. Cuando las hubo, se aplicó una prueba de Tukey para identificar donde se presentaron dichas diferencias. Para despejar la preocupación por presencia de valores atípicos, se eligió la prueba de Kruskal-Wallis la cual comparó las medianas en lugar de las medias; lo cual se realizó con el programa estadístico Staph Graphic plus versión VIII.

7. RESULTADOS

7.1 Interacción entre los tratamientos y las condiciones de siembra

Las tasas de producción y reproducción de las plantas no presentaron diferencias estadísticamente significativas (P -valor $< 0,05$), entre los tratamientos y las condiciones de siembra, a excepción del número de rebrotes por planta, donde se evidencia una interacción menor a $0,05$ como se puede apreciar en las (Tabla 1). Cabe mencionar que se mantuvo el mismo comportamiento en todos los tratamientos y condiciones de siembra, sin haber mayor diferencia entre las variables evaluadas.

Tabla 1. *Interacción entre los tratamientos y las condiciones de siembra*

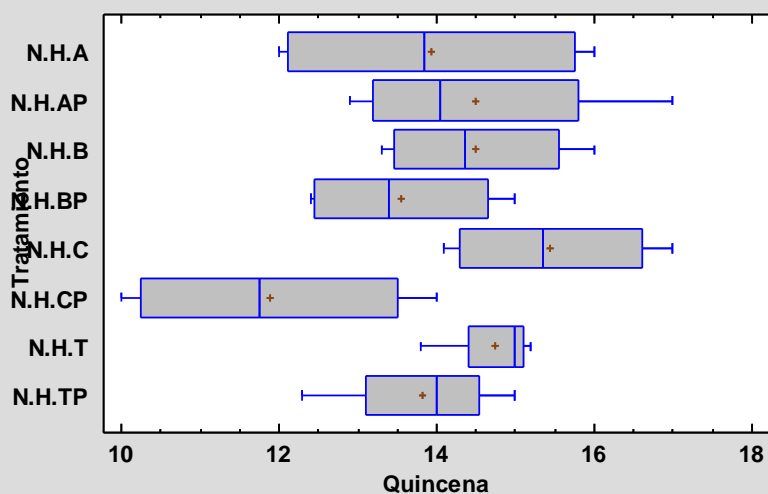
| Propiedad | Producción de <i>Aloe Barbadensis</i> al ser sembrada bajo diferentes condiciones y tratamientos. | | |
|--|---|--|-----------------------|
| | TT (Tipo de tratamiento) | CS (Condición de siembra) | TT * CS (interacción) |
| No. De hojas | N.H.T -N.H.A N.H.B- N.H.C Valor F= 0,89 P-valor = 0,44 | N.H.CC-N.H.CP-N.H.SC Valor F= 2,53 P-valor = 0,24 | P-valor =0,10 |
| Incremento en la longitud de hoja | L.H.T- L.H.A L.H.B- L.H.C Valor F= 0,02 P-valor = 0,98 | L.H.CC-L.H.CP-L.H.SC Valor F= 1,26 P-valor = 0,29 | P-valor =0,28 |
| Incremento en el ancho de hoja | A.H.T- A.H.A A.H.B- A.H.C Valor F= 0,23 P-valor = 0,80 | A.H.CC-A.H.CP- A.H.SC Valor F= 1,60 P-valor = 0,15 | P-valor =0,12 |
| Grosor de hoja | G.H.T- G.H.A G.H.B- G.H.C Valor F= 0,28 P-valor = 0,76 | G.H.CC-G.H.CP-G.H.SC Valor F= 1,69 P-valor = 0,12 | P-valor =0,09 |

| | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Número de rebrotes por planta | N.HI.T -N.HI.A N.HI.B- N.HI.C | N.HI.CC-N.HI.CP-N.HI.SC | P-valor = 0,00 |
| | Valor F= 15 P-valor = 0,00 | Valor F= 23,52 P-valor = 0,00 | |

7.2 Número de hojas por tratamiento

Al analizar los datos estadísticos de los niveles de producción en camellón forrado con plástico y camellón sin forrar con plástico bajo los diferentes tratamientos se encontró que el parámetro varío entre las 12 y las 17 hojas para el caso de los tratamientos que no estuvieron forrados con plástico (N.H.T, N.H.C, N.H.B y N.H.A) y entre los 10 y 17 hojas para los tratamientos que estuvieron forrados con plástico (N.H.TP, N.H.CP, N.H.BP y N.H.AP), lo cual es apreciable en la (figura 2), sin embargo, no fueron presentadas diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos o en los métodos de siembra como se aprecia en la (tabla 1).

Figura 2. Comportamiento del Número de hojas por tratamiento



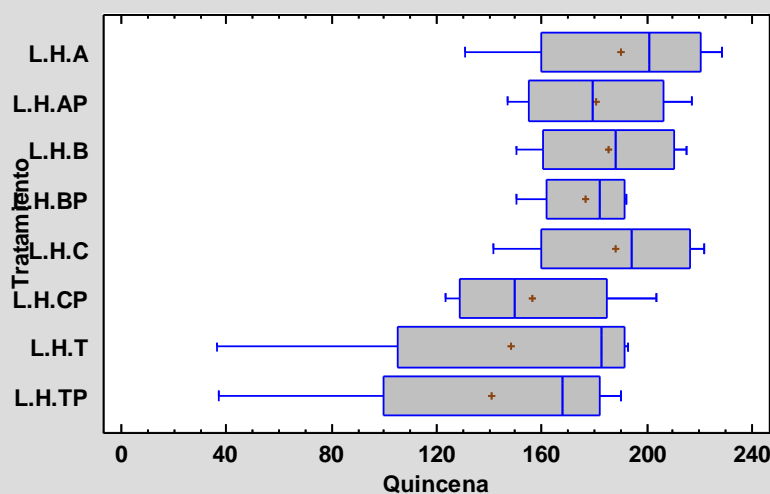
Al respecto, Sandoval (2005) señala que el uso de acolchado (camellón) permite conseguir un mejor aprovechamiento del agua, evitando más fácilmente las fuertes variaciones de humedad, permitiendo un aumento de la capacidad de retención y una mejor estructura.

El beneficio mayor de este tipo de práctica, es que todo redonda en una mayor calidad y cantidad de hojas, lo cual es apreciable en este estudio.

7.3 Longitud de hojas por tratamiento

La tasa relativa de incremento en longitud de hojas de *Aloe (B)*, no presentó una variación estadísticamente significativa en ninguna de las condiciones de siembra (camellón forrado, camellón sin forrar), las plantas que fueron sembradas con camellón forrado con plástico tuvieron valores de longitud que están entre los 40 y los 220 mm (L.H.TP-L.H.AP), y las que fueron sembradas bajo las condiciones con camellón sin forrar muestran valores que van de 40 a 230 mm (L.H.T-L.H.A). Lo que quiere decir que no hubo efecto de tratamiento en la longitud de hoja, aunque si en términos de tasa de incremento la cual fue mayor cuando se sembró en camellón sin forrar como se aprecia en la (figura 3). Según lo reportado por Pedroza. S (1998). En los últimos años, se han investigado otras formas diferentes de sistemas de plantación y se ha sugerido la plantación en camellón, ya que este sistema ha permitido mayores y mejores rendimientos de producción.

Figura 3. Análisis de la tasa de crecimiento en la longitud de hojas de *Aloe*

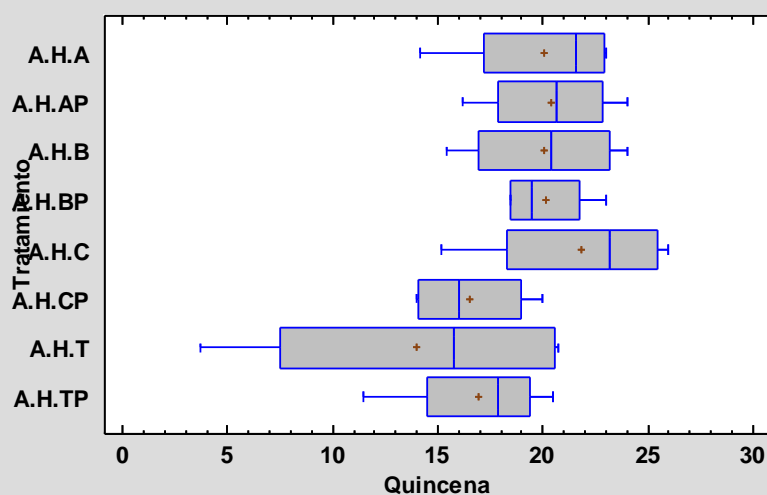


7.4 Ancho de hojas por tratamiento

Las plantas sembradas en camellón con plástico que se les aplicó los diferentes tratamientos registran valores de ancho de hoja que están entre los 11 y 24 cm (A.H.TP-A.H.AP), respecto a los tratamientos en los que se utilizó camellón sin plástico cuyos valores son de 3 a 26 cm (A.H.T-A.H.C), este último mostro mejores resultados en comparación con las plantas que fueron sembradas bajo la condición con camellón con plástico, sin que existiera una diferencia estadísticamente significativa según el ANOVA para los tratamientos y los sistemas de siembra.

Duran (2000) manifiesta que un sistema en camellón, propicia un humedecimiento por "trasporo", donde el agua sube a la superficie por capilaridad, manteniendo por mayor tiempo y en forma más uniforme la humedad edáfica, lo cual tiende a favorecer el buen desarrollo de la planta. (Figura 4).

Figura 4. Tasa relativa de incremento en el ancho de hojas de Aloe

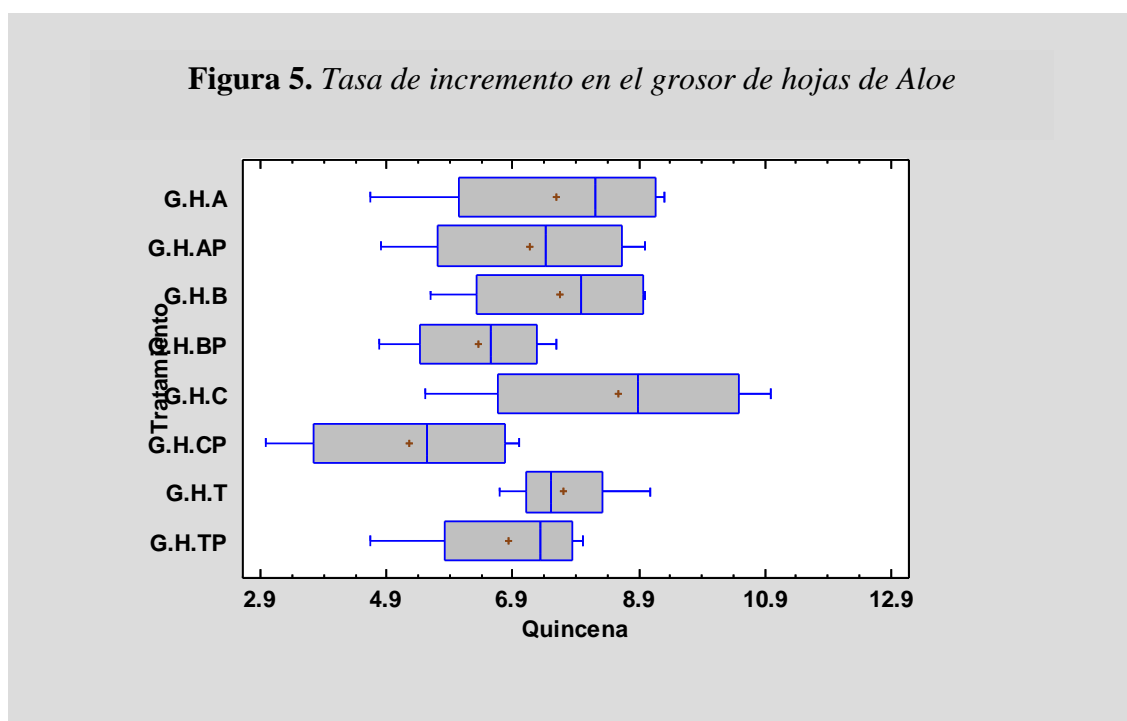


7.5 Grosor de hojas por tratamiento

Al analizar los datos estadísticos de los niveles de incremento en el grosor de hojas se puede observar que los valores tienden a variar de 2.9 a 8.9 cm (G.H.CP-GH.AP), en los tratamientos con camellón forrado con plástico, así mismo se observa que para los tratamientos con camellón

sin forrar con plástico existe un aumento de 4.8 a 10.9 cm (G.H.A-GH.C) en la tasa de incremento en el grosor de la hoja, lo que demuestra una ligera variación entre ambas condiciones, sin que se presente una diferencia estadísticamente significativa al realizar el ANOVA en el grosor de las hojas de la planta.

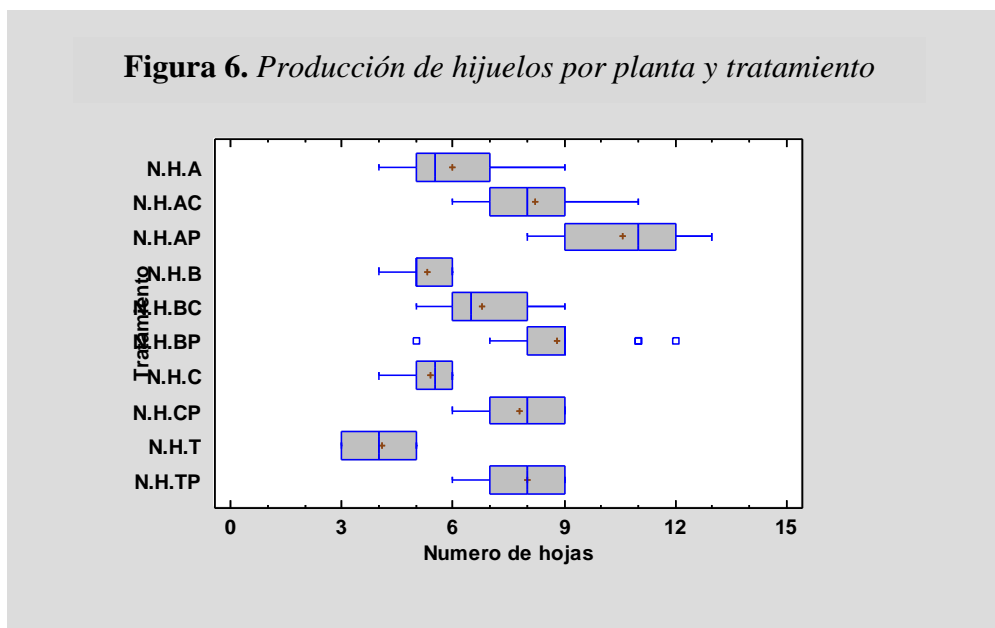
De acuerdo con Pedroza y Duran (1998) las plantas sembradas bajo la condición con camellón, proporcionan en forma más uniforme la humedad edáfica, lo cual tiende a favorecer el buen desarrollo de la planta, que se refleja en un mayor vigor y sanidad, así como un mayor grosor de las pencas. (Figura 5).



7.6 Número de hijuelos por planta

Los datos presentan una diferencia estadísticamente significativa entre el número de hijuelos por planta bajo los diferentes tratamientos y en cada una de las condiciones de siembra. Los tratamientos aserrín (A) y cascarilla (C) mostraron un aumento en el número de rebrotes cuando se aplicaron bajo la condición con camellón (CC), no obstante, para los tratamientos sembrados bajo la condición con plástico (CP) el parámetro varió en cada uno de los tratamientos, por su

parte, los tratamientos utilizados bajo la condición de siembra sin camellón (SC) se comporta de manera similar en cada uno de los tratamientos.



Los datos al ser sometidos a un ANOVA, mostraron diferencia estadísticamente significativa entre los tipos de siembra y entre los tratamientos, al aplicar la prueba de Tukey se encuentra que las diferencias se encuentran para el caso de los tratamientos del camellón con plástico entre el tratamiento con aserrín (A) y el Testigo (T), cascarilla de arroz (C) y Aserrín (A), Bobinaza (B) con Aserrín (A) y entre el tratamiento testigo y bobinaza, cascarilla y aserrín, esto teniendo en cuenta que la diferencia honestamente significativa se encontró en 1,84, lo que se muestra en la (tabla 1).

Tabla 2. Diferencias significativas entre condición de siembra

| | N.HI.TP | N.HI.CP | N.HI.BP | N.HI.AP | N.HI.BP | N.HI.T |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| N.HI.TP | | -0,2** | 1* | 2,6* | 0,6* | -3,9* |
| N.HI.CP | | | 1,2* | 2,8* | 0,8* | -3,7* |
| N.HI.BP | | | | 1,6* | -0,4** | -4,9* |
| N.HI.AP | | | | | -2** | -6,5* |
| N.HI.BP | | | | | | -4,5* |
| N.HI.T | | | | | | |

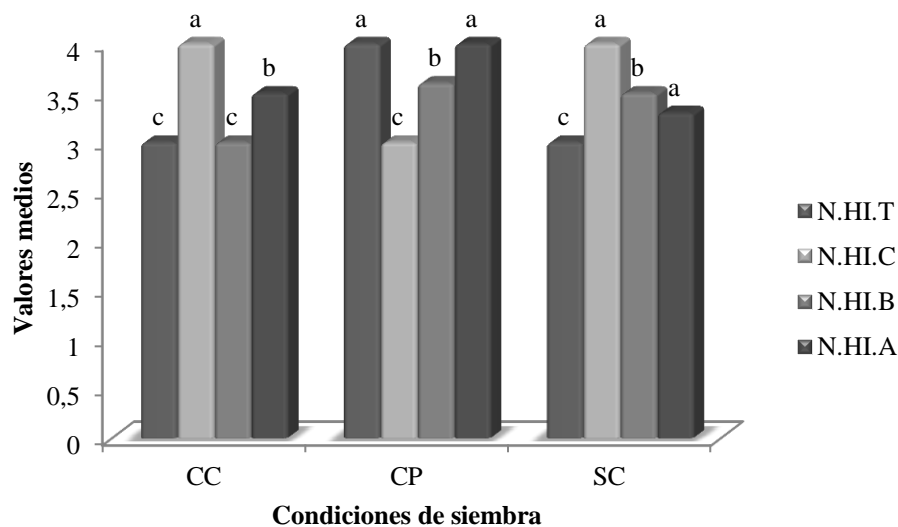
De otro lado, las diferencias significativas entre los tratamientos se presentaron entre Aserrín (A) y el testigo (T); Aserrín con camellón y Testigo, cascarilla de arroz, bobinaza y entre el tratamiento bobinaza en camellón comparado con el testigo, bobinaza sin cubrir con plástico como se aprecia en la (tabla 3)

Tabla 3. *Diferencias significativas entre tratamientos*

| | N.HI.T | N.HI.C | N.HI.B | N.HI.A | N.HI.AC | N.HI.BC |
|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| N.HI.T | | 1,3* | 1,2* | 1,9* | 4,1* | 2,7* |
| N.HI.C | | | 0,6* | 0,6* | 2,8* | 1,40* |
| N.HI.B | | | | 0,7* | 2,9* | 1,5* |
| N.HI.A | | | | | 2,2* | 0,8* |
| N.HI.AC | | | | | | -1,40* |
| N.HI.BC | | | | | | |

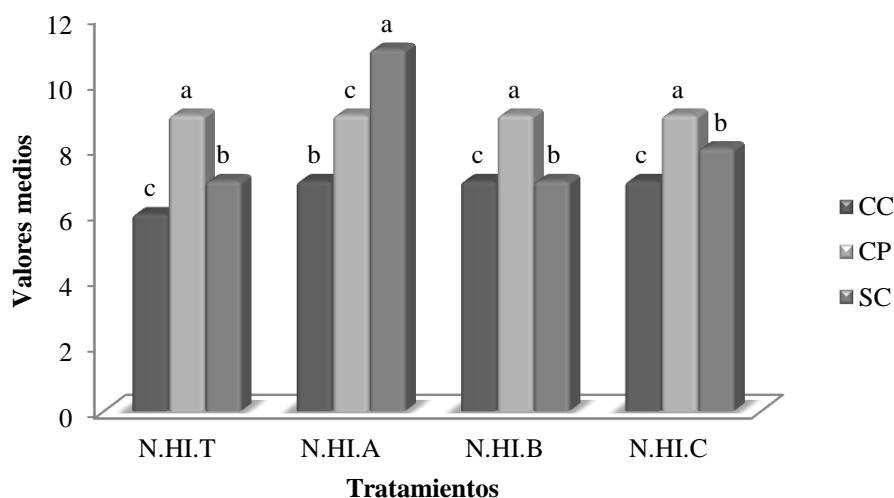
La interacción entre los tratamientos y las condiciones de siembra que se presentan en las (figuras 7 y 8). Indican una diferencia entre los valores medios entre tratamientos (T, C, B, A) en cada tipo de condición (CC, CP, SC), debido a que se observó una interacción significativa entre los tipos de tratamientos y las condiciones de siembra.

Figura 7. *Diferencia entre los valores medios entre condiciones de siembra*



Cuando la condición de siembra es del tipo “con camellón” (CC), el número de hijuelos por planta fue incrementado cuando se adicionó cascarilla (C) y aserrín (A), pues sus valores medios fueron significativamente mayores a los observados en el tratamiento testigo (T). Por otra parte, cuando la condición de siembra es del tipo “camellón con plástico” (CP), el número de hijuelos fue disminuido al adicionar cascarilla (C) o bovinaza (B) debido a que sus valores medios fueron significativamente menores a aquellos observados en el tratamiento aserrín (A). Finalmente, cuando la condición de siembra fue “sin camellón” (SC), el número de hijuelos fue incrementado al adicionar cascarilla (C), bovinaza (B) y aserrín (A), pues sus valores medios fueron significativamente mayores a aquellos observados en el tratamiento testigo (T).

Figura 8. Diferencia entre los valores medios por tratamiento



Cuando se utilizó el tratamiento testigo (N.HI. T) disminuyó el número de hijuelos por planta al ser sembrada bajo las condiciones con camellón (CC) y sin camellón (SC), ya que los valores medios fueron más bajos a los observados en la condición camellón con plástico (CP). Por su parte, cuando el tipo de tratamiento es aserrín (N.HI. A), el número de rebrotes es mucho mayor en comparación con los de más tratamientos, pues sus valores medios son significativamente mayores cuando se plantó bajo las condiciones sin camellón (SC) y camellón con plástico (CP), y disminuye cuando se utilizó la condición con camellón (CC). Por otra parte, los tratamientos bovinaza (N.HI. B) y cascarilla (N.HI.C) tuvieron valores muy similares en el número de

hijuelos, debido a que fueron significativamente menores a los demás tratamientos, cuando la condición de siembra fue con camellón (CC) cuyos valores promedio se ven disminuidos en comparación con la condición con camellón con plástico (CP) que presenta un mayor incremento de hijuelos por planta.

Producción de hijuelos por planta

Luego de analizar los valores medios entre tratamientos, en cada condición de siembra se determinó el porcentaje de hijuelos aumentado en plantas sembradas bajo la condición camellón con plástico (CP) cuyos valores fueron: 10.6, 8.6 y 8 cuando se utilizaron los tratamientos aserrín (A), cascarilla (C) y bovinaza (B), seguido de la condición sin camellón (SC) que presenta un porcentaje de: 9, 8.2 y 7.5 cuando se aplicaron los tratamientos cascarilla (C), aserrín (A) y testigo (T). El porcentaje más bajo lo registra la condición de siembra con camellón (CC) con un promedio de 5.4 y 4.3 bajo los tratamientos bovinaza (B) y testigo (T).

Algunos autores afirman que el uso de tratamientos orgánicos como la cascarilla de arroz y el aserrín estimulan el brote y vigorizan el desarrollo de las hojas, mejorando la estructuración y expansión de los hijuelos del *aloe*, siendo además importante para vigorizar sus raíces, así mismo fortifica la estructura celular de las plantas, confiriéndoles mayor resistencia frente a sequías e intrusiones de fitopatógenos. Ledesma (2018).

Sandoval y Durán (2005) demostraron un mejor desarrollo en el crecimiento y desarrollo de la sábila con lámina plástica sobre camellones, ya que proporcionó una mayor producción de hijuelos, en comparación a cuando no se usó acolchado en camellones.

Corpoica (2009) reporta que, al evaluar diferentes fuentes de abonos orgánicos, las variables peso de hojas cosechadas y producción de hijuelos presentaron al tratamiento bovinaza con diferencia significativa sobre los otros tratamientos orgánicos en dos cortes de pencas efectuados.

Sin embargo, en el presente estudio estas diferencias no fueron observadas en las variables, número de hojas, longitud, ancho y grosor. Lo que puede indicar que hubo una afectación por los cambios que presentaron las plantas durante la etapa de adaptación, esto es un indicativo de que,

si bien es cierto que algunos caracteres de crecimiento de la planta no son afectados por algunas prácticas agrícolas o la misma disponibilidad hídrica, la capacidad de adaptación puede verse afectada, esto teniendo en cuenta que las plantas empleadas para este estudio fueron traídas desde el municipio de barrancas, la guajira, lugar donde se encuentran cultivos de *aloe barbadensis* bajo condiciones agroambientales diferentes a las del municipio de Turbo, por esta razón, los resultados presentaron estas diferencias no significativas.

7.7 Seguimiento del cultivo de *Aloe Barbadensis*

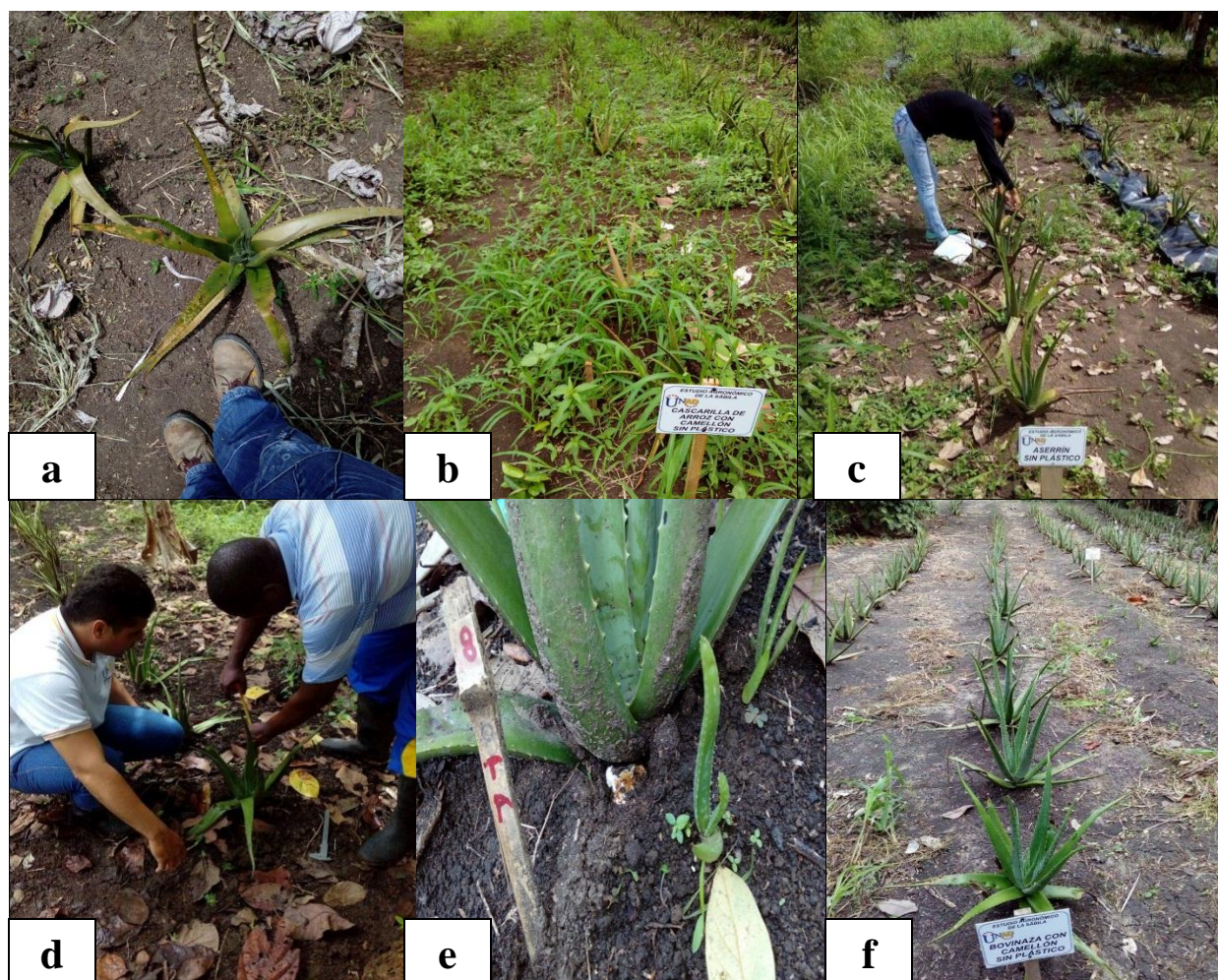


Figura 8. Seguimiento del cultivo de *Aloe Barbadensis*

En la parte de adaptación los cambios que se presentaron en las plantas en cada tratamiento y en cada nivel de siembra estuvieron relacionados con el color de las hojas, situación de marchitez y enfermedades causadas por hongos y bacterias que generalmente se encuentran en el suelo. Figura (a).

Para minimizar la interferencia de las malezas en el cultivo; se realizó poda tradicional mediante el uso de machete, manejando con cuidado, para evitar causar daño a las pencas o al sistema radicular. Figura (b)

Durante la primera semana de siembra de las plantas se observó un amarillamiento por estrés hídrico, debido a que la temporada de siembra correspondió a meses secos, sin embargo, fue aplicado riego cada 3 días y el aspecto de las plantas a los 15 días de siembra cambio hasta lograr un color verde característico. Figura (c).

Después del primer bimestre, luego de que las plantas superaron la etapa de adaptación, empezaron a nacer los primeros rebrotes, para determinar la producción se marcó con estacas las plantas con hijuelos. Figura (e).

El sistema de plantación en camellón sin forrar favoreció la longitud, ancho y grueso de la penca respecto a cuándo se utilizó acolchado plástico sin diferencia de entre los tratamientos. Figura (f).

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que por lo menos uno de los tratamientos es mejor que los demás, teniendo en cuenta el número de hijuelos por planta, donde se puede evidenciar que cuando se utilizó el tratamiento aserrín (A) bajo la condición camellón con plástico (CP) se obtuvo el mejor porcentaje de hijuelos ganados (10.6).

La tasa relativa de incremento en la longitud de hojas de *Aloe* (B), no presentó una variación estadísticamente significativa en ninguna de las condiciones de siembra (camellón forrado, camellón sin forrar).

El tipo de condición camellón con plástico (CP) es ideal para producir una mayor cantidad de hijuelos por planta, lo cual, puede estar relacionado con esta técnica de siembra ya que se pudo comprobar que su uso genera una mejor producción de hijuelos con respecto a las demás condiciones

Los tratamientos aserrín (A) y cascarilla (C) mostraron un aumento en el número de rebrotes cuando se aplicaron bajo la condición con camellón (CC), no obstante, los tratamientos sembrados bajo la condición de siembra sin camellón (SC) mantuvieron el mismo comportamiento en cada uno de los tratamientos.

El factor tipo de tratamiento y condición de siembra no presentó diferencias estadísticamente significativas para las variables, número de hojas, longitud, ancho y grosor. Esta falta de efectos observados, puede estar relacionado con la forma de adaptación de las plantas y las condiciones agroecológicas del sitio de estudio. Lo cual puede producir que no se establezca una óptima correlación entre el tipo de siembra y los métodos utilizados.

9. RECOMENDACIONES

Las plantas sembradas en camellón forrado con plástico presentan mejor calidad de hijuelos, por lo tanto, se recomienda que teniendo en cuenta las condiciones ambientales de la zona de estudio, esta es la mejor manera de siembra y cultivo.

Realizar estudios para definir qué tipo de abonos orgánicos presentan mejores resultados para obtener una mayor producción de hojas, mayor longitud y mejor diámetro.

Si se quiere producir una mayor cantidad de hijuelos por planta, se recomienda implementar el uso del tratamiento cascarilla en camellón (CC), ya que este sistema ha permitido mayores y mejores rendimientos en la producción de rebrotes de *Aloe (B)*.

Se recomienda utilizar el cultivo de *aloe* como una alternativa de producción para las familias de escasos recursos que se encuentran dentro del corredor seco de nuestro país, debido a que diversifica la producción de los agricultores en sus terrenos y se convierte en una fuente de ingresos.

Se determinó que bajo la condición camellón con plástico (CP), utilizando los tratamientos cascarilla y aserrín también se obtiene un mayor incremento en el número de rebrotes por planta.

Realizar estudios para conocer cuáles son las mejores técnicas de siembra para implementar cultivos de *aloe* que permitan al agricultor tener nuevas tecnologías de producción para obtención de hojas de sábila.

10. REFERENCIAS

- Ávila, L. M.; Díaz, J.A. Sondeo del Mercado mundial de sábila (Aloe vera) (Colombia), 2002.
- Albornoz, A. & Imery, J. (2003). Evaluación citogenética de ocho poblaciones de Aloe vera L. de la Península de Araya-Venezuela. *Ciencia*, 11(1), pp. 5-13.
- Álvarez, M. G. 1987. Estudio de la factibilidad técnica y financiera del cultivo de la sábila (Aloe vera L.) en la zona centro de Tamaulipas. Tesis de Maestro en Ciencias. Fac. Med. Vet. y Zoot. UAT. Cd. Victoria, Tamps., Méx. p.p. 143.
- Añez, B., Y J. Vásquez. (2002). Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento y rendimiento de la zábila (Aloe barbadensis M.). I.I.A.P., Fac. de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A., Mérida, Venezuela. 15 p.
- Bollo T., E. 2005. Humus de lombriz y su aplicación, lumbricultura de pachama S.A. Viña del mar, Chile. <http://64.233.179.104/search?q=cache:m4TD9RJ1yJUU:www.ofertasagricolas.cl/articulos/articulo/161+humus+de+lombriz+utilizado+en+semilleros&hl=es&gl=ve&ct=clnk&cd=1>
- Boudreau, M. D. and F. A. Beland (2006). "An evaluation of the biological and toxicological properties of Aloe barbadensis (miller), Aloe vera." *J EnvironSciHealth C EnvironCarcinogEcotoxicolRev* 24(1): 103-54.
- Burbano, H. 1981. El diagnóstico de la fertilización del suelo y la recomendación de fertilizantes. Curso de actualización de suelos con énfasis en las condiciones de Nariño. Pasto, Colombia. Sociedad Colombiana de las ciencias del suelo. Pg. 39.
- Caracterización del gremio sabilero. 2007: disponible a través de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Sabila/Documentos/004%20->

[%20Documentos%20Competitividad%20Cadena/D.C.%202007%20Febrero%20-%20Caracterizacion%20del%20Gremio%20Sabilero.pdf](#)

Cactus Center Club, (1998). Aloe vera. Documento tomado del Internet. Pág. 7.

Conaza 1992. Aspectos técnicos y socioeconómicos de la sábila (Mimeografiado) Saltillo, Coah. México.

Domínguez, R., Arzate, I., Chanona, J., Welti, J., Alvarado, J., Calderón, G., Garibay, V. & Gutiérrez, G. (2012). El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista mexicana de Ingeniería Química*, 11(1), pp. 22-43.

Gómez-Lorence, L. Vivas-Enriquez y E. Santamaría-César. Prácticas de cultivo y algunos factores edafológicos que podrían influir sobre la calidad del gel de sábila. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. A.P. 8 Bermejillo, Durango. México. 2001.

Flores C., S. C. 1988. Evaluación de la influencia de fuentes químicas orgánicas de fósforo y niveles de humedad, para tres genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris*L.), en suelos de diferentes rangos de humedad aprovechable. Tesis Profesional. UACH. Depto. de Zonas Áridas. Chapingo, Méx. 131 p.

Furones, M. J., R. F. Morón, et al. (1996). "Acción analgésica de un extracto acuoso liofilizado de Aloe vera L. en ratones." *Rev cubana PlantMed* 1(2): 15-17.

García, H. Flora medicinal de Colombia (Colombia), 171-173. 1992.

Granados, S. y Castañeda, A. 1998. Sábila planta agroindustrial del desierto U. A. de Chapingo, México.

Héctor Raúl Véliz Pinto. Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila; Guastatoya, el progreso. Tesis de grado. Zacapa, 2014.

Hurtado Roa, Jesús María. 2008. De parecidos coincidencias y casualidades. Cali – Valle, 2 p.

Henry Eduardo Jiménez Castellanos. Sintomatología de las principales enfermedades de sábila, en los municipios de Ricaurte y agua de dios (Cundinamarca) Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial - Girardot / Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Primera edición, diciembre de 2015 Bogotá, Colombia. Recuperado de: [file:///C:/Users/saltecinc/Downloads/Cartilla%20Girardot%20%20SENA%20\[2015\]%20DIGITAL.pdf](file:///C:/Users/saltecinc/Downloads/Cartilla%20Girardot%20%20SENA%20[2015]%20DIGITAL.pdf)

Jiménez Castellanos Henry, Malagon Sánchez Lady. (2016). ALOE VERA Investigación fitopatológica del cultivo.

José de la Cruz Campa. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. 1994.

J. Barba Quesada (2007) [Repositorio Universidad de Guayaquil: Disponible a través de: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/901/1/987.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/901/1/987.pdf)

Luz Amparo Lozano Urbina; Carlos Muvdi Nova; Luz Dary Mejía Uribe. Estabilización del gel de aloe barbadensis miller y disminución de su concentración por adsorción en columna con carbón activado. (2011).

Mapa de turbo, tomado de: http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Imagenes/mapa_turbo.jpg

MINAGRICULTURA (2010). Cadena Nacional Productiva Sábila Colombia. Caracterización del gremio sabillero Colombiano. 3a Edición. Ministerio de Agricultura. Recuperado de: <http://sites.google.com/site/cadenaproductivasabilacolombia>

- Molina-Vargas, L.F. (2015). Síntomas asociados a enfermedades del cultivo desábila (*Aloe vera*) en Colombia. Memorias conferencia 19 de junio de 2015, Popayán (Cauca). Dirección Técnica de Sanidad Vegetal (ICA). Bogotá, Colombia.
- Moreno, A., López, M.Y., Y Jiménez, L. (2012). *Aloe vera* (sábila): Cultivo y utilización. Ediciones Mundi-Prensa.
- Ing. Marco Álvaro V, Jorge Arturo Solano. Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional – VIFINEX. Producción de sustratos para vivero. Costa rica 2002. <http://www.cropprotection.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf>
- Pedroza Sandoval; J. Cruz García y A. Samaniego Gaxiola. (2004). Análisis de crecimiento y desarrollo de la sábila (*aloe barbadensis* miller) en diferentes prácticas de manejo.
- Pedroza S., A. 1995. a. Interacción patógeno-hospedante ambiente y técnicas de evaluación de la enfermedad: Memorias del Evento Regional de Aprobación en Manejo Fitosanitario del algodón. UAAAN-UL, SAGAR-DGSV. Torreón, Coah. México. 174 pp.
- Pedroza, S.,A., Trejo, C.,R.; Santamaría C.,E.; Román L.,A. y Rodríguez S.,J. 1998. Manejo Integrado de la Sábila (*Aloe barbadensis* M): Técnicas de alta productividad y uso eficiente del agua. Informe I Memorias de la Primera Reunión de Investigación SIVILLA-DURANGO-COCYTED, Durango, Dgo. México. p. 182-187.
- Pedroza Sandoval, A., Durán Berdejo, S. 2005. «Efecto del acolchado plástico, fertilización nitrogenada y composta orgánica en el crecimiento y desarrollo de sábila *Aloe barbadensis* Miller con riego por goteo automatizado». Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas. Vol. IV, núm. 1, pág. 1-7.
- Piña Zambrano, H. J. 2004. «El conglomerado zábila (*aloe vera*) en el Estado Falcón, Venezuela». Cuadernos de Desarrollo Rural, núm. 53, pág. 3757.

Páez, A., G.M Gebre, M.E. González y T.J. Tschaplinski. 2000. Growth, soluble carbohydrates, and aloin concentration of Aloe vera plants exposed to three irradiance levels Environ Exp. Bot. 44:133-139.

Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2007, Supl. 1: 44-50

P. Hernández, G. De la Ossa, Z. Vilorio y B. Bracho. Influencia de la luz solar y abonamiento sobre el crecimiento de sábila (*Aloe barbadensis* Miller). f.) en la fase de vivero. 2007, 24 Supl. 1: 44-50.

P. Sánchez, et al. Sábila (*Aloe Vera*) y salud. Guía práctica sobre los usos terapéuticos y las maravillosas propiedades curativas de la sábila.

Raspeño, N. y Cuniolo, M. (1996). Compost lombrices. Lombricultura. Revista Procampo. Madrid, España. 27 p.

Rodríguez, S. 2004. World Aloe cultivation, production and market. IASC.

Rodríguez Cuartas Hernán [Ing. Agr.] Especialista en Gerencia de Proyectos. Ponencia investigación para el impulso del cultivo de la Penca.

Sábila Orgánica en Colombia. Presentada en el ATENEO, y recomendada al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para contar con bases para un Plan Nacional de Desarrollo del cultivo en Colombia.

Sábila Soberanía Alimentaria y Ambiental [Más de mil usos en nutrición, salud, belleza y diversidad] (c) 2015 VARIOS AUTORES. Recuperado de: <http://docplayer.es/10116464-Sabila-soberania-alimentaria-y-ambiental-mas-de-mil-usos-en-nutricion-salud-belleza-y-diversidad-soberania-alimentaria-y-ambiental-i-sabila.html>

- Sánchez Neira, Pedro. Algunas orientaciones a seguir para la siembra de la Sábila Aloe vera L (B) con manejo orgánico destinado a la producción de Gel en Colombia. Protocolo sugerido. Ortega, Tolima. Octubre 12, 2012. Pp 1-28. 4.
- Sánchez-Robles, J.R. 2002. La sábila, una planta milenaria de la salud. Claridades Agropecuarias. 106: 22- 37.
- Santos, L.E. 1995. Aprovechamiento actual de la sábila (Aloe barbadensis Mi/ler) y aplicación del análisis dimensional en fa evaluación de algunas características morfológicas. Tesis Profesional. UACH. Depto. de Zonas Áridas. Chapingo, Méx. 120 p.
- Velasco Cruz Jorge, Siembra en Camellones: Las Ventajas de un Sistema Innovador Pero Poco Usado En Chile. Disponible en: <http://www.redagricola.com/cl/las-ventajas-de-un-sistema-innovador-pero-poco-usado-en/>
- Vivas, E. M. I. 1996. Prácticas del cultivo de sábila Aloe barbadensis Miller y algunos factores edafológicos que podrían influir sobre la calidad del gel. Tesis Profesional. UACH. Depto. de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. 62 p.
- Vega, A., Ampuero, N., Diaz, L. & Lemus, R. (2005). El Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) como componente de alimentos funcionales, 32(3), p. 208-214. doi: Recovered from: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182005000300005>
- Washington Daniel Ledesma Alvarado (2018) “Efectos de la fertilización con Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el comportamiento agronómico de la sábila (*Aloe vera*) en la zona de Babahoyo”. Los Ríos – Ecuador.