

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE
ALOE VERA (*Aloe Barbadensis Miller*) A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA
EN UN SUELO DE SANTANDER DE QUILICHAO CAUCA.**

**VÍCTOR ANDRÉS SAMBONI RUIZ
OSCAR ANDRÉS CHIRÁN IRUA**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

2024

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE
ALOE VERA (*Aloe Barbadensis Miller*) A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA
EN UN SUELO DE SANTANDER DE QUILICHAO CAUCA.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola

**VÍCTOR ANDRÉS SAMBONI RUIZ
OSCAR ANDRÉS CHIRÁN IRUA**

**DIRECTORA
MARTHA CONSTANZA DAZA TORRES
INGENIERA AGRÍCOLA M Sc Ph.D.**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

2024

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	OBJETIVOS	14
2.1.	OBJETIVO GENERAL	14
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3.	MARCO TEÓRICO.....	15
3.1.	CULTIVO DE ALOE VERA	15
3.2.	CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA DE LA PLANTA.....	17
3.2.1	Raíz	17
3.2.2	Tallo	17
3.2.3	Hojas	17
3.2.4	Flores.....	17
3.2.5	Fruto.....	18
3.2.6	Semilla	18
3.3.	GEL DE ALOE VERA	18
3.4.	SUELO Y CLIMA.....	19
3.5.	PREPARACIÓN DEL SUELO	19
3.6.	DENSIDAD DE SIEMBRA DEL ALOE VERA	20
3.7.	EXPERIENCIAS RELACIONADAS CON LAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN ALOE VERA	22
3.8.	MANEJO AGRONÓMICO DEL ALOE VERA.....	24
3.9.	IMPORTANCIA DE LA COMPETENCIA ENTRE PLANTAS	25
3.10.	DENSIDAD DE SIEMBRA ÓPTIMA SEGÚN EL SISTEMA DE CULTIVO.....	26
3.11.	EXPOSICIÓN DE CULTIVO A LUMINOSIDAD SOLAR.....	27
3.12.	CARACTERÍSTICAS DE POSTCOSECHA IDEALES EN CULTIVO DE ALOE VERA.....	27
4.	METODOLOGÍA.....	29
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	30
4.2.	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	31
4.3.	MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	32
4.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL	32
4.4.1.	Selección de Terreno.....	33

4.4.2.	Toma de Muestras y Análisis de Suelo	33
4.4.3.	Preparación del terreno.....	34
4.4.4.	Diseño de Surcos y Trazado del Terreno	35
4.4.5.	Aplicación de Enmiendas y Correctivos	36
4.4.6.	Siembra.....	36
4.4.7.	Fertilización.....	38
4.4.8.	Aplicación de Riego	41
4.4.9.	Poda de Formación y Deshoje.....	41
4.4.10.	Control de Arvenses	43
4.4.11.	Control de Plagas y Enfermedades.....	43
4.4.12.	Deshije y Corte de Floración.....	44
4.4.13.	Aporque.....	45
4.4.14.	Corte y Cosecha	45
5.	VARIABLES EXPLORATORIAS Y VARIABLES DE RESPUESTA.....	47
6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	53
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
7.1.	TEST DE TUKEY PARA EL ANCHO DE HOJA	59
7.2.	TEST DE TUKEY PARA EL GROSOR DE HOJA	63
7.3.	TEST DE TUKEY PARA EL TAMAÑO DE HOJA.....	65
7.4.	TEST DE TUKEY PARA EL PESO DE HOJA.....	67
7.5.	TEST DE TUKEY PARA LA RELACIÓN PESO / TAMAÑO.....	70
7.6.	TEST DE TUKEY PARA LOS GRADOS BRUX	73
8.	CONCLUSIONES.....	79
9.	RECOMENDACIONES.....	80
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	81
11.	ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación botánica de la planta de sábila.....	15
Tabla 2. Antecedentes relacionados con el estudio de las diferentes densidades de siembra establecidas en cultivos de aloe vera sábila.	22
Tabla 3. Características de postcosecha del Aloe Vera.	28
Tabla 4. Características generales refractómetro digital Atago.	31
Tabla 5. Descripción de las densidades de estudio.	32
Tabla 6. Variables Exploratorias medidas en el estudio.	47
Tabla 7. Variables de Respuesta medidas en el estudio.....	48
Tabla 8. Indicadores de calidad de hoja de aloe vera.....	48
Tabla 9. Relación de plantas de aloe vera en diferentes densidades de estudio.	51
Tabla 10. Resumen de resultados de las variables de respuesta en el estudio.	55
Tabla 11. Porcentaje de incidencia en las variables exploratorias.	57
Tabla 12. Promedios de las variables de respuesta del estudio.....	58
Tabla 13. Promedios del ancho de base de la hoja.....	59
Tabla 14. Resumen Análisis de Varianza Ancho de Hoja	60
Tabla 15. Tabla de valores críticos de Tukey (valores q)	61
Tabla 16. Aplicación del test de Tukey para el ancho de la base de la hoja de aloe vera.....	62
Tabla 17. Promedios del grosor de la hoja.....	63
Tabla 18. Resumen Análisis de Varianza Grosor de Hoja.....	64
Tabla 19. Aplicación del Test de Tukey para grosor de la base de la hoja.....	65
Tabla 20. Promedios del tamaño de la hoja.	66
Tabla 21. Resumen Análisis de varianza tamaño de hoja.....	66
Tabla 22. Aplicación del Test de Tukey para tamaño de la hoja.....	67
Tabla 23. Promedios del peso de la hoja.....	68
Tabla 24. Resumen Análisis de Varianza Peso de Hoja.	68
Tabla 25. Aplicación del Test de Tukey para peso de la hoja	69
Tabla 26. Promedios del tamaño de la hoja.	70
Tabla 27. Resumen Análisis de Varianza Relación Peso / Tamaño de hoja.....	71
Tabla 28. Aplicación del Test de Tukey para la relación Peso / Tamaño de la hoja	72
Tabla 29. Promedios de grados Brix de la hoja	73
Tabla 30. Resumen Análisis de Varianza Grados Brix de Hoja.	74
Tabla 31. Aplicación del Test de Tukey para los grados Brix de la hoja	75
Tabla 32. Tabla resumen resultados Test de Tukey para las variables de respuesta.	76
Tabla 33. Tabla resumen discusión de Resultados	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de número de plantas o densidad de un cultivo	20
Ecuación 2. Cálculo del porcentaje de muestreo	52
Ecuación 3. Cálculo del omparador de Tukey	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología usada en el estudio.	29
Figura 2. Localización de la zona de estudio.	30
Figura 3. Refractómetro digital marca Atago	31
Figura 4. Terreno apto para establecimiento de cultivo de aloe vera.	33
Figura 5. Adecuación y preparación de terreno para siembra de aloe.	35
Figura 6. Diseño de surcos para el cultivo	Figura 7. Trazado a curvas de nivel
Figura 8. Selección de lotes para semilla	Figura 9. Características de hijuelos
Figura 10. Distribución de hijuelo en campo s y siembra en sitio definitivo.	38
Figura 11. Panorámica de cultivo de aloe vera, sano y con plan de fertilización establecido.	40
Figura 12. Cultivo de aloe vera recién cosechado.	40
Figura 13. Poda de formación, control de arvenses y flores.	42
Figura 14. Personal realizando labor cultural de limpieza y poda de cultivo	43
Figura 15. Retirado de hijuelos y floración.	Figura 16. Cultivo con presencia de floración.
Figura 17. Planta apta para cosecha.	Figura 18. Despacho de cosecha en camión....
Figura 19. Organización de hojas cosechadas en el centro de acopio	46
Figura 20. Número de plantas en cada densidad de estudio	52
Figura 21. Gráfica de resultados de las variables de respuesta.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Tabla: Clasificación de la hoja de aloe vera para procesamiento industrial por coloración.	87
ANEXO 2. Formato: Toma de datos en campo para trabajo de grado D0.	88
ANEXO 3. Formato: Toma de datos en campo para trabajo de grado D2.	89
ANEXO 4. Formato: Toma de datos en campo para trabajo de grado D2.	90
ANEXO 5. Formato: Toma de datos en campo para trabajo de grado D4.	91
ANEXO 6. Formato: Toma de datos de campo para trabajo de grado diligenciado en Excel. ...	92
ANEXO 7. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D0 o Testigo.	93
ANEXO 8. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D1.	94
ANEXO 9. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D2.	95
ANEXO 10. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D3.	96
ANEXO 11. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D4.	97

DEDICATORIA

A Dios especialmente por darnos la fuerza necesaria para culminar esta meta tan importante en nuestras vidas.

A mi hijo Andrés David por ser el combustible de amor puro para luchar cada día.

A mi esposa Jenny Alexandra por apoyarme día a día, por su amor incondicional, por su confianza, por no soltar mi mano en todo este camino.

A Nuestros padres, Natividad, Esteban, y Mercedes María por todo su amor, quienes estuvieron todos los días brindándonos su apoyo. Por estar presentes en cada paso que damos en la búsqueda de ser mejores personas y profesionales, han sido nuestros guías y un ejemplo de vida.

A la docente Martha Constanza quien brindó todo su conocimiento, tiempo y paciencia para que lográramos ser profesionales de éxito. Esperamos que nunca pierda esa pasión por lo que hace, enseñar, esto la hace grande.

A Sonia Patricia Chirán quien, con sus consejos, su entrega, su apoyo ético, moral y económico me ayudó a continuar y culminar mi carrera profesional.

A nuestros docentes, amigos, familiares y compañeros que, gracias a su impulso vital, ánimo y fortaleza hoy podemos recoger el fruto de todos nuestros esfuerzos.

A todas aquellas personas que nos ayudaron e impulsaron para seguir adelante con el desarrollo de la tesis de grado.

AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, le agradecemos a **Dios** por darnos la fortaleza de seguir, a nuestros padres y familiares que siempre nos han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos nuestros objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño nos han impulsado siempre a perseguir nuestras metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.*

Le agradecemos muy profundamente a nuestra directora Martha Constanza Daza Torres, por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiésemos podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaremos grabados para siempre en la memoria en nuestro futuro profesional.

A todos nuestros docentes que han sido parte de nuestro camino universitario, y a todos ellos les queremos agradecer por transmitirnos los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

A Ineldo Ijají y Deisy Álvarez por permitir desarrollar este proyecto en su cultivo de aloe vera y brindarnos toda su ayuda y conocimiento.

Por último, agradecer a la Universidad del Valle que nos ha exigido tanto, pero al mismo tiempo nos ha permitido obtener nuestro tan anhelado título. Agradecemos a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es realizar una investigación encaminada a la evaluación de las características agronómicas del aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) en un suelo de Santander de Quilichao Cauca, en dónde se analizó cinco diferentes densidades de siembra D0, D1, D2, D3 y D4 respectivamente, siendo D0 la densidad testigo, el método de investigación consistió en definir un área de estudio de 100 m^2 para cada densidad, se realizó el montaje experimental y se realizó las labores culturales y de manejo agronómico en el cultivo, se definió las variables exploratorias y de respuesta las cuales se enfocaron en la validación de los indicadores de calidad de la hoja para uso agroindustrial de extracción de gel con distintos fines.

Posterior, se realizó un análisis estadístico el cual consistió en la verificación de la distribución normal de los datos, y de la homogeneidad de varianzas, se realizaron pruebas de comparación múltiple de medias por el método Anova - Test de Tukey con un nivel de confianza del 95%. En dónde se pudo realizar análisis de correlación entre variables, teniendo en cuenta los promedios ponderados, grados de libertad de las muestras y la tabla de valores críticos de Tukey. Una vez realizado el análisis estadístico se logró concluir que para los suelos de Santander de Quilichao Cauca se pueden establecer las densidades D2 y D4, debido a que estas densidades arrojaron mayores indicadores de producción, calidad de hoja para uso agroindustrial y mayor rendimiento económico de acuerdo a proyecciones realizadas.

Palabras clave: Densidad de siembra, aloe vera, gel, características agronómicas.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las plantas aromáticas desempeñan un papel fundamental en la economía de una región, país o continente. Un ejemplo de lo anterior es el Aloe Vera (*Aloe barbadensis* Miller), ya que participa en varios sectores económicos como la industria alimentaria, cosmética, farmacéutica, bebidas y suplementos dietéticos entre otras, teniendo una mayor influencia en los aspectos relacionados a la salud.

La planta de aloe vera tiene una larga e ilustre historia que se remonta a los tiempos bíblicos. El aloe vera se ha utilizado con fines relacionados con la salud durante casi 4.000 años. Se ha mencionado a lo largo de la historia y se le ha otorgado una alta clasificación como planta herbal para todo uso. El gel de aloe extraído de la planta contiene más de 75 nutrientes y 200 compuestos activos que incluyen 20 minerales, 18 aminoácidos y 12 vitaminas (Domínguez et al, 2012). La hoja de una planta de Aloe Vera es un excelente botiquín de "primeros auxilios" para desinfectar heridas leves por cortaduras o picaduras de insectos.

Las primeras referencias del aloe vera se encuentran en los Papiros de Ebers y existen numerosos documentos históricos de los egipcios, griegos, romanos, tunecinos, indios y chinos, entre otros que hablan de su empleo para uso medicinal y cosmético. Su nombre viene del griego “aloê”; y en árabe se llama “alloeh”, que significa: “la sustancia amarga brillante”; la palabra vera viene del latín y significa: “verdad”, así como el sanscrito aloe vera su significado se refiere a diosa (Bourdreau et al., 2006). La primera clasificación de los aloes de la isla Barbados fue hecha por el botánico Miller (Grindlay y Reynold, 1986), quien reporta que el *Aloe Barbadensis* Miller es originario de la isla Barbados y fue introducida al mundo como producto del comercio marítimo

en el Caribe. El nombre correcto aceptado actualmente es Aloe vera (L.) Burm. F. (Vinson et al., 2005).

La sábila (*Aloe Barbadensis* Mill. O Aloe vera (L.) Burm) fue introducida por los españoles en América en los tiempos de su descubrimiento debido a que se utilizaba como medicina para la tripulación. En Venezuela, las plantas fueron introducidas directamente a la región peninsular y costera del estado Falcón. Las plantaciones comerciales de importancia datan de 1870 y, en mayor escala, a partir de 1920. A partir de la década de 1930, el cultivo se extendió a otras poblaciones del estado de Falcón y de allí a los estados de Lara y Zulia. A los estados de Sucre y Anzoátegui se presume llegó vía marítima en función del intercambio comercial con las islas del Caribe. Desde ese tiempo la sábila ha sido explotada de manera artesanal en plantaciones de pequeña escala y con procesamiento agroindustrial rudimentario de donde se extrae fundamentalmente el acíbar y el gel de las hojas como principales productos comercializables (Piña y Morales, 2010).

En la actualidad, grandes empresas colombianas como; Grupo éxito, Postobón, Quala, Levapan y Alival, luchan por el negocio de bebidas con aloe vera, debido a que el sector de bebidas viene creciendo vertiginosamente en los últimos años, en especial, el negocio de bebidas con aloe vera, el cual hace que pequeños y grandes protagonistas de este mercado estén buscando por obtener una porción importante de la demanda.

El aloe vera ha sido consumido por millones de personas sin incidentes y se ha utilizado en productos cosméticos más que cualquier otra planta, ya que tiene propiedades emolientes y cicatrizantes. El gel sin tratar también es un agente terapéutico y está disponible en el mercado en varios productos concentrados, diluidos y modificados. Se han escrito varias reseñas sobre los usos

del gel en los últimos años y se ha realizado un esfuerzo considerable para la determinación de sus componentes activos para que puedan usarse con precisión en las formulaciones (Vega et al, 2005).

En el Valle del Cauca y Cauca la producción de sábila está empezando a tener una influencia en la economía de la región y está recibiendo atención de diferentes inversores regionales, nacionales e internacionales, además de apoyo gubernamental. A pesar de esto, aún se presentan vacíos en el conocimiento relacionado con las condiciones de siembra y manejo.

Henderson et al (2000), citado por Añez y Vásquez (2005), puntualizaron que, para el manejo adecuado de cualquier cultivo del cual no se cuente con información suficiente, una comprensión cabal del espacio óptimo entre hileras y la respuesta de las plantas a las densidades de siembra, son esenciales para la obtención de rendimientos máximos de sábila. Las distancias óptimas entre hileras para producción máxima de aloe vera, no son muy bien conocidas en la región, y no están apoyadas en investigaciones conclusivas.

Una densidad óptima de siembra del cultivo de aloe vera debe orientarse a obtener un rendimiento objetivo de cosecha por unidad de superficie, medida en ton/ha. Se busca obtener hojas de buena longitud, peso, grosor, anchura, % de sólidos disueltos y apariencia física que cumplan los requisitos de la agroindustria nacional. Ese rendimiento podría determinar un valor orientativo de la densidad requerida para alcanzarlo. Es decir, se debe establecer el rendimiento máximo que se busca alcanzar si se dieran condiciones ambientales favorables en relación al rendimiento mínimo que quisiera superar ante condiciones ambientales desfavorables.

En esta situación, es deseable hacer uso de herramientas como el diseño de "distancias consecutivas", el cual permite probar en una pequeña parcela, un gran número de distancias entre hileras, sin mucho esfuerzo y sin menoscabo de la validez de los resultados obtenidos. El diseño posibilita aumentar las distancias constante y consecutivamente, desde un límite "mínimo" hasta uno "máximo" fijados a priori, tratando que esos límites sean siempre menor y mayor, respectivamente, que aquellos que habría de esperarse, de la expresión de las características morfológicas y la ontogenia de la especie sometida a prueba. Si esa premisa se cumple, es lógico suponer que dentro de los extremos mínimo y máximo debe localizarse la distancia óptima para rendimiento máximo del cultivo probado, bajo las condiciones de clima y suelo del sitio del estudio.

Por lo anterior, este trabajo de grado consistió en la evaluación de algunas características agronómicas del cultivo de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) a diferentes densidades de siembra en un suelo de Santander de Quilichao, Cauca, en los que se medirán variables de respuesta al manejo cultural y agronómico del cultivo, con lo que se desea encontrar la densidad con el mayor índice de productividad, reflejado en kg/planta en cada cosecha.

En este sentido, esta investigación relacionó la producción de aloe vera con la densidad de siembra, que brindó mejores índices productivos en campo para generar conocimiento que pueda ser usado por cultivadores de sábila para mejorar el rendimiento productivo y su desarrollo económico, aportando así al crecimiento de la región y el país.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Evaluar características agronómicas del cultivo de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) cultivada a diferentes densidades de siembra en un suelo de Santander de Quilichao Cauca.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Identificar las densidades de siembra que están directamente relacionados con las características agronómicas en el cultivo de aloe vera mediante el uso de indicadores de calidad.
- ❖ Comparar las diferentes densidades de siembra utilizadas en el estudio que brinden las mejores características agronómicas de la hoja de aloe vera.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. CULTIVO DE ALOE VERA

El aloe vera, es una planta con alrededor de 360 especies, pertenece a la familia de las liliáceas, también conocido bajo el nombre de sábila, tiene crecimiento herbáceo y vive durante varios periodos de tiempo. Es una planta suculenta y de tallo robusto que alcanza una altura de hasta un metro. Sus colores varían entre blanco, verde, rojo, naranja y amarillo y se caracteriza por sus gruesas y grandes hojas que se extienden como rosetones. Es en las hojas donde se encuentra el contenido mucilaginoso que da el valor comercial más importante al cultivo denominado gel de aloe vera, muy apetecido en el mercado gracias a sus propiedades medicinales, terapéuticas, cosméticas y nutricionales (Reynolds et al., 1999). En la Tabla 1 se muestra la clasificación botánica de la planta de aloe vera.

Tabla 1. Clasificación botánica de la planta de sábila.

Reino:	Vegetal
Tipo:	Fanerógama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Lilifloras
Familia:	Liliáceas
Subfamilia:	Liliodeas o Asfodeloideas
Género:	Aloe
Especie:	Vera Barbadensis Miller
Nombre científico:	Aloe Vera L.

Fuente: Domínguez et al., 2012.

Las hojas gruesas, cónicas, verdes y espinosas de esta planta crecen de un tallo corto cerca del nivel del suelo. El aloe está estrechamente relacionado con miembros de las Liliáceas, como las

cebollas, los puerros, el ajo, los tulipanes, los nabos y los espárragos, Aunque el aloe es originario de África y España, la planta ahora también se cultiva en las regiones cálidas y secas de Asia, Europa y América (Manvitha y Bidya, 2014).

La planta de aloe sobrevive más de siete años sin agua. Toma el agua que necesita para sobrevivir y crecer del rocío acumulado en la superficie de sus hojas. Repele insectos, roedores y serpientes atacantes gracias a la aloína amarga (la parte amarilla de la savia) justo debajo de la corteza. Es una planta perenne que crece hasta una altura de 1 a 1.5 metros de altura. Sus hojas son largas y gruesas, jugosas con un filotaxia en forma de rueda. Los dos lados de las hojas tienen una estructura espinosa con una punta con espina. La sustancia interna de las hojas es gelatinosa, con mal olor y sabor amargo. (Manvitha y Bidya, 2014).

La maduración completa de las hojas ocurre a los 3 años de su siembra. Cada planta suele tener entre 12 a 16 hojas que, cuando maduran, pueden pesar hasta 3 libras. Los brotes deben eliminarse de las plantas madre al menos dos veces al año para fomentar el crecimiento de hojas más grandes en las plantas madre. El rango de las hojas oscila entre 25 - 30 cm, mientras que el ancho oscila entre 3 - 5 cm. Normalmente florece durante el mes de octubre a enero y la larga inflorescencia tiene un gran número de pequeñas flores rosadas a su alrededor. Normalmente no se propaga a través de semillas. La propagación vegetativa es más fácil y conveniente (Manvitha y Bidya, 2014).

3.2. CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA DE LA PLANTA

3.2.1 Raíz

Presenta raíz de rizoma, bulbo o carnosas, y así como también algunas veces tuberosas es de 4 a 10 cm de largo y 4 a 5 cm de radio, creando un rizoma que puede ser fraccionado para propagar la planta, cortando el rizoma origina una nueva planta. La rizosfera se centraliza a una profundidad de 12 a 20 cm (Silvia Asencio et al., 2010).

3.2.2 Tallo

Su tallo es herbáceo, es corto y grueso, alrededor de él van creciendo las hojas en forma de rosetón hasta alcanzar la altura de un metro. Puede vivir hasta dos años de edad. (Van Uden, y Duarte. 2007).

3.2.3 Hojas

Las hojas son simples, triangulares, suculentas, gruesas con punta micro, lanceoladas angostas, 30 a 60 cm de largo y 5 a 12 cm de ancho en la base y 0,8 a 3 cm de espesor (Añez y Vásquez, 2005).

3.2.4 Flores

Las flores son largas en forma de tubo y de color rojizo-anaranjado. La inflorescencia está sobre un eje cilíndrico, escamoso, que lleva flores anaranjadas, amarillas, en corimbos espigados. El cáliz es tubuloso, casi cilíndrico, de seis divisiones verdosas en el limbo, mientras que el resto es rojizo anaranjado. Los estambres salen fuera del cáliz. Sus flores son de color amarillenta, los estambres con extensos filamentos que empiezan el fondo de la flor, debajo del pistilo. (Van Uden, y Duarte. 2007).

3.2.5 Fruto

Su fruto es seco, con una cubierta de paredes dehiscentes, lo que quiere decir que las anteras de la flor y el pericarpio del fruto se aparta para dar salida, primero al polen y seguido a las semillas. (Van Uden, y Duarte. 2007).

3.2.6 Semilla

Pueden ser pocas o en gran cantidad, poseen el tegumento membranoso, son endospermicas y con un embrión recto rara vez encorvado. Sus semillas son elipsoidales y aplanadas; no son fértiles, por lo que no se puede usar para propagar la planta (Van Uden, y Duarte. 2007).

3.3. GEL DE ALOE VERA

Faria, (2002) define al gel de aloe vera como una sustancia clara y gelatinosa de color blanco amarillento que procede de las células mucilaginosas del parénquima central de la hoja. Para la obtención del gel de áloe, las hojas frescas una vez recolectadas, se cortan en segmentos y se elimina la corteza que contiene los componentes fenólicos amarillos, lo cual deja libre la pulpa gelatinosa transparente que contiene el gel. El gel está constituido principalmente de agua, mucilagos, carbohidratos, ácidos y sales orgánicas, enzimas, saponinas, taninos, heteróxidos, antracénicos, esteroides, triacilglicéridos, aminoácidos, vitaminas y diversos minerales (Reynolds. 2004).

Se obtiene al triturar las hojas de variedades cultivadas de Aloe Barbadensis sin eliminar la pulpa. Los polisacáridos son sus principales constituyentes, y no contiene derivados antraquinónicos de acción laxante. Al tratar por métodos físicos, el gel de aloe vera se obtiene el jugo o zumo de aloe,

que debe ser convenientemente conservado y estabilizado, ya que es sensible a la luz y al calor y puede deteriorarse rápidamente (Gómez et al., 2001).

3.4. SUELO Y CLIMA

Se encuentra que el aloe vera crece en condiciones cálidas, húmedas y de mucha lluvia. Se cultiva en todo tipo de suelos, pero los suelos bien drenados con alto contenido de materia orgánica son los más adecuados crece bien en brillante luz de sol. Las condiciones de sombra dan como resultado la infestación de enfermedades. Es muy sensible al estancamiento de agua. Por lo tanto, se deben seleccionar tierras altas bien drenadas para su cultivo. La planta crece mejor cuando recibe un exceso de 50 cm de lluvia al año, en suelos alcalinos ricos en nitrógeno. Lo ideal es que el nitrógeno del suelo se mantenga entre 0,40% y 0,50%, mientras que en la mayoría de las especies de aloe normalmente crecen en suelos arenosos (Mancitha y Bidya, 2014).

3.5. PREPARACIÓN DEL SUELO

Para la preparación del suelo, se llevó a cabo las siguientes labores, limpieza del área de donde se va sembrar debido al crecimiento continuo de arvenses, de tal manera que se las incorpora al suelo con una profundidad de 20 a 30 cm de profundidad con arado de discos con el propósito de fragmentar, desintegrar y aflojar el suelo. Se propone realizar la acción de rastrillo de 1 a 2 veces en forma perpendicular o transversal. Lo plano del terreno es fundamental para una buena distribución de riego, favoreciendo al drenaje y eliminando la humedad (Sánchez, 2007).

Uno de los factores a tener en cuenta para la preparación de suelos son las características físicas y la pendiente del terreno, porque de estos aspectos se determina que maquinaria agrícola se va a utilizar y cuáles son las herramientas adecuadas para realizar la preparación y no dañar la estructura del suelo (Jiménez, 2015).

Las plantas de aloe vera necesitan un suelo con buena estructura, por lo que se efectúa un buen mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas y biológicas adecuadas, además de prevenir la erosión del terreno, dado que se puede utilizar un sistema donde se logre crear un medio adecuado que asegure un enraizamiento y contribuya al desarrollo de las plantas.

3.6. DENSIDAD DE SIEMBRA DEL ALOE VERA

La densidad de siembra se define como el número de plantas por unidad de área de terreno y tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo. La densidad de siembra está relacionada con los efectos que produce en la planta la competencia de otras plantas de la misma o de otra especie, y, además, con una mayor o menor eficiencia de captación de la radiación solar (Fageria, 1992)

Carvo y Vidal en su hoja divulgadora número 21 de marcado de plantaciones usaron la *ecuación 1* para calcular el número de plantas que caben en una determinada área de terreno, conociendo la superficie de este.

Ecuación 1. Cálculo de número de plantas o densidad de un cultivo

$$n = \frac{S}{m^2}$$

Dónde;

n = Número de plantas o densidad

S = Superficie del terreno, en metros cuadrados

m^2 = Distancia entre plantas, en (m), por distancia entre surcos, en (m)

En el cultivo del aloe vera la densidad de siembra se define como la cantidad de hijuelos o esquejes sembrados en un área determinada, y está relacionado con las características del terreno seleccionado para su establecimiento, ligado a la topografía, pendiente y altura sobre el nivel del mar en el que este se encuentre. Estos factores contribuyen a que la distancia de siembra, que hace referencia a la longitud de separación espacial entre surcos o calles y las plantas, aumente o disminuya.

La información que se conoce en la literatura referente a la densidad de población en plantaciones de aloe vera o sábila es muy variada. En Colombia, por ejemplo, pueden encontrarse recomendaciones que varían desde 5.000 hasta 50.000 plantas/ha, dependiendo de las condiciones de fertilidad del suelo donde se desea desarrollar la plantación y del tipo de producto que se desee adquirir de la plantación (gel de aloe vera o acíbar). En tal sentido, Agrodata (1999) –citado por la Secretaría de Desarrollo Agrícola del Estado Falcón, Venezuela (1995) – recomienda que la densidad de población y material de propagación en suelos de buena fertilidad debe ser de 10.000 plantas/ha, en suelos de mediana fertilidad de 20.000 plantas/ha y suelos de baja fertilidad de 40.000 plantas/ha. Entre los factores más importantes que determinan la densidad de siembra óptima para un cultivo se encuentran: la longitud del período de crecimiento, las características de la planta, el nivel de recursos disponible para el crecimiento y el arreglo espacial (Willey, 1994).

La respuesta de un cultivo a la densidad de siembra depende de varios factores como: la variedad, el desarrollo foliar, el sistema de cultivo al sol o a la sombra, la localidad y la altitud, el mercado objetivo, uso del producto terminado, entre otros (Bartholo,1998; Rena et al., 1998; Gallo et al., 1999; Androcioli, 2002, Citado por Arcila, 2007).

3.7. EXPERIENCIAS RELACIONADAS CON LAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN ALOE VERA

En la Tabla 2 se hace un resumen de los enfoques y resultados más importantes obtenidos en diferentes investigaciones en el mundo, que buscan obtener información de la sábila variando parámetros de separación entre plantas y entre surcos para distintas densidades de siembra.

Tabla 2. Antecedentes relacionados con el estudio de las diferentes densidades de siembra establecidas en cultivos de aloe vera sábila.

AUTOR	PARÁMETROS EVALUADOS	DISTANCIA DE SIEMBRA		NUMERO DE PLANTAS/Ha	RESULTADOS RELEVANTES
Añez et al, 2005 (Venezuela)	*Densidad de Siembra	D. Plantas (m)	D. Surcos (m)		El número de hojas por planta y las dimensiones de las hojas (largo, ancho y grosor) no respondieron a las distancias de plantación entre hileras.
		0,40 m	0,40 m	62500	
	*Crecimiento	0,40 m	0,48 m	62501	
		0,40 m	0,56 m	62502	
	*Rendimiento	0,40 m	0,64 m	62503	El número de hijos por planta aumentó con el incremento de las distancias entre hileras empleadas.
		0,40 m	0,72 m	62504	
	*Distancia	0,40 m	0,80 m	62505	
		0,40 m	0,88 m	62506	
	Nota. Densidades de siembra para	0,40 m	0,96 m	62507	La producción por hoja de gel y acíbar
		0,40 m	1,04 m	62508	
		0,40 m	1,12 m	62509	

	producción de Aloe Vera con fines industriales de Acíbar.	0,40 m	1,20 m	62510	no fue afectada por las distancias entre hileras.
		0,40 m	1,28 m	62511	
		0,40 m	1,36 m	62512	
		0,40 m	1,44 m	62513	En términos generales el rendimiento de gel y acíbar aumentaron al disminuir las distancias de plantación entre hileras.
		0,40 m	1,52 m	62514	
		0,40 m	1,60 m	62515	
		Distancias de plantación entre hileras, las cuales fueron aumentadas a intervalos constantes de 0,08 m, desde un espacio menor de 0,40 m hasta uno mayor de 1,60 m. Las distancias entre plantas fueron de 0,40 m para todos los tratamientos. Se usó el diseño de distancias consecutivas con cuatro repeticiones.			

*Continuación **Tabla 2...** Antecedentes relacionados con el estudio de las diferentes densidades de siembra establecidas en cultivos de aloe vera sábila.*

Contreras, 1990 (Venezuela)	*Densidad de Siembra	D. Plantas (m)	D. Surcos (m)	Número de plantas /Ha	La densidad óptima podría ser de 18.182 plantas. ha-1 (1,0 m entre hileras y 0,55 m entre plantas) porque una densidad mayor, parece afectar el crecimiento general de las plantas y dificultar las labores de recolección de las pencas.
		1	1	10000	
	*Rendimiento				
	*Distancia				
Nota. Densidades de siembra para producción de Aloe Vera con fines industriales de Acíbar.					
Calzada y Pedroza, 2005 (México)	*Densidad de Siembra.	D. Plantas (m)	D. Surcos (m)	Número de plantas /Ha	El sistema de plantación en cama favorece el mayor contenido de agua en el gel, en comparación a cuando la sábila se plantó en surco; en tanto que la frecuencia de riego y la dosis de materia orgánica, no influyeron en esta variable.
		0,8	0,8	15000	
	*Rendimiento.	Nota. Densidades de siembra para producción de Aloe Vera con fines industriales de Acíbar.			
	*Distancia.				
	*Sistema de Plantación.				
Rajeswary, 2012 (India)	*Manejo Agronómico.	D. Plantas (m)	D. Surcos (m)	Número de plantas /Ha	Requerimiento entre 28000 y 34000 hijuelos
		0.6 m	0.6 m	28000	

		Nota. Densidades de siembra para producción de Aloe Vera con fines industriales de Acíbar.			para cultivar una Hectárea.
					Cultivo en cosecha a los 18 meses con una producción de 12 toneladas en peso fresco por cosecha.
Pedroza, 2008 (México)	*Manejo Agronómico.	D. Plantas (m)	D. Surcos (m)	Número de plantas /Ha	Rendimientos desde 50 a 120 toneladas de hoja cosechada.
		1 m	1 m	10000	
	Nota. Densidades de siembra para producción de Aloe Vera con fines industriales de Acíbar.				Se identificó que la mejor densidad es de 10.000 plantas Hectárea en un sistema de plantación en cama, con respecto al sistema de plantación en surco, bajo condiciones de riego ya sea de agua por gravedad o riego por goteo, preferiblemente este último en caso de baja disponibilidad hídrica.

Fuente: Elaboración propia

3.8. MANEJO AGRONOMICO DEL ALOE VERA

En el cultivo de aloe vera hay poca información, lo que ha llevado a manejo agronómico inadecuado. Algunos de los organismos causantes de las enfermedades son hongos, que ocasionan daños a la raíz, tallo y hojas. Además, las bacterias de los géneros *Erwinia*, *Pectobacterium* y *Dickeya* son causantes de otras enfermedades en aloe. En una revisión actual se encontró que las principales enfermedades causadas por hongos y bacterias son la pudrición de la raíz, la mancha roja y la putrefacción blanda (Rubioet al, 2018).

Dentro de las labores más importantes para el cultivo de aloe vera son las podas. Una buena poda de órganos afectados da a la planta un estímulo para realizar mejor todas sus funciones fisiológicas. La poda se realiza a mano, con uso de guantes y camisa de manga larga para que la persona que va a realizar la labor pueda evitar algún tipo de daño. En consecuencia, se retira todo el material residuo de la poda que puede utilizarse para compost, útil para la fertilización (Carrascal, 2020).

Una adecuada poda en el cultivo de aloe vera mantiene las plantas en su mayor producción sin gastos energéticos significativos. Esto garantiza una mayor producción de gel, gracias a que la planta puede dar todo su potencial agronómico para la producción de gel de buena calidad por unidad de área (Carrascal, 2020).

3.9. IMPORTANCIA DE LA COMPETENCIA ENTRE PLANTAS

La competencia entre las plantas puede mirarse como las afectaciones causadas por la proximidad entre plantas vecinas. Estas afectaciones están relacionadas con la disminución de la disponibilidad de luz, agua o nutrientes para la planta individual, cuando su fronda o el área radical se traslapa con la de otro individuo. Por consiguiente, el grado de aglomeración en un área tiene un efecto importante en la cantidad de traslape entre los individuos y en el crecimiento promedio de estos (Park et al., 2003, citado por Arcila 2007).

La competencia puede ocurrir dentro de la misma especie (intraespecífica) o entre individuos de diferentes especies (interespecífica) y es altamente dependiente de la densidad de siembra. Diferencias en la forma de crecimiento como: organización del tallo y ramificaciones, forma de las hojas, tasa de desarrollo, patrón diario de toma de agua y nutrientes del suelo y la actividad

fotosintética, influyen en la magnitud de la competencia (Azam – Ali y Squire, 2002 citado por Arcila 2007).

3.10. DENSIDAD DE SIEMBRA OPTIMA SEGÚN EL SISTEMA DE CULTIVO

Aunque la sábila produce semillas, estas no se emplean para la siembra por la dificultad que presentan para la germinación y alargamiento del ciclo vegetativo de la planta y por la inseguridad en la producción. La propagación se hace por vía asexual, empleando para ello los hijuelos provenientes de los estolones. Se recomienda la siembra de los hijuelos con una longitud de 25 – 35 cm y 4 a 5 pencas formadas, los cuales permiten que al cabo de 8 a 10 meses luego del trasplante se pueda realizar la primera cosecha, esto conlleva a que el periodo de cosecha disminuya en la medida en que la semilla aumenta de tamaño o edad (Romero et al., 2010).

La propagación del cultivo de aloe vera se debe realizar teniendo en cuenta la selección de las plantas más vigorosas y libres de plagas y enfermedades como peca negra y peca roja. La mayor parte de literatura acerca del aloe vera establece una distancia de un metro entre plantas y un metro entre surcos, lo que equivale a 10.000 plantas/ha (Carrascal, 2020). Sin embargo, en el valle del cauca y cauca se cuentan con recursos naturales como los suelos, luminosidad solar, topografía y disponibilidad de agua para riego que permiten aumentar las densidades de siembra de plantas por unidad de área y por ende mayores producciones.

3.11. EXPOSICIÓN DE CULTIVO A LUMINOSIDAD SOLAR

La succulencia de las hojas de aloe vera es un tipo de adaptación basada en un tejido especializado (hidoparénquima o pulpa), donde se almacena agua dentro de las células con paredes delgadas. El mucilago o gel contenido en este tejido mantiene el estado hídrico de la planta, debido a la poca variación de su potencial de agua, aún en condiciones de sequía. Esta planta presenta Metabolismo Ácido de las Crasuláceas (MAC), por lo cual abre sus estomas durante la noche para convertir el dióxido de carbono atmosférico en ácido málico que luego es utilizado para realizar la fotosíntesis en el día, cuando tiene sus estomas cerradas para evitar la pérdida de humedad. La combinación de actividad MAC y acumulación de grandes cantidades de mucopolisacáridos en las hojas son mecanismos de resistencia a la sequía y posiblemente ayudan a la rehidratación de otras células foliares con un potencial de agua menor (Geydan et al., 2005).

3.12. CARACTERÍSTICAS DE POSTCOSECHA IDEALES EN CULTIVO DE ALOE VERA.

En el mercado del aloe vera se han establecido unos estándares de calidad de hoja para procesamiento industrial que garantizan calidad e inocuidad del producto final. En la Tabla 3 se mencionan características de postcosecha que las hojas de aloe vera deben cumplir para que se puedan obtener todas las bondades contenidas en su gel. Se recomienda verificar el Anexo 1 adjunto para mayor entendimiento de la característica de color de la hoja de aloe vera.

Tabla 3. Características de postcosecha del Aloe Vera.

CARACTERÍSTICA	VALOR DE REFERENCIA	UNIDAD DE MEDIDA
GRADOS BRIX	≥ 0.7	%
COLOR	Primera	1A,1B,1C,1D
	Segunda	2A,2B,2C,2D
	Tercera	3A,3B,3C,3D
	No apta o rechazo	4A,4B,4C,4D
PESO	≥ 600	gr
TAMAÑO	40	cm
RELACIÓN PESO/TAMAÑO	12	gr/cm
ANCHO DE LA BASE	15	cm
GROSOR BASE DE LA HOJA	≥ 1.5	cm
RESIDUOS DE PESTICIDAS	≤ 0.02	ppm
ENFERMEDADES FUNGICAS	AUSENCIA	UFC
ENFERMEDADES BACTERIANAS	AUSENCIA	UFC
DAÑOS MECÁNICOS HOJA DE ALOE	3	%
DAÑOS MECÁNICOS PUNTA DE HOJA	3	%
MADUREZ	2.5 a 3	Años

Fuente: Navarro et al., 2013.

El aloe vera puede ser comercializado como gel extraído directamente de la hoja de la penca (llamado jugo o zumo), en polvo, en extracto o como concentrado. De este producto también se distribuyen las enzimas, aceites esenciales, ácidos, compuestos fenólicos, aminoácidos, taninos y demás ingredientes activos obtenidos industrialmente por medio de procesos que requieren de una tecnología bastante avanzada. Tofiño Rivera et al. (2017), resaltan la importancia del sector, la demanda y el crecimiento del consumo local de las plantas medicinales y aromáticas. Es decir, entre mayor calidad tenga la hoja para procesamiento agroindustrial, de mejor manera serán aprovechados todos los productos y subproductos derivados de aloe vera.

4. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este estudio se planteó una metodología la cual se muestra en la Figura 1, esta indica de manera ordenada cada acción, actividad, variables e índices de calidad analizados hasta llegar al análisis de Anova – Test de Tukey, el cual arrojó los resultados estadísticos que al final permitió concluir sobre este proyecto.

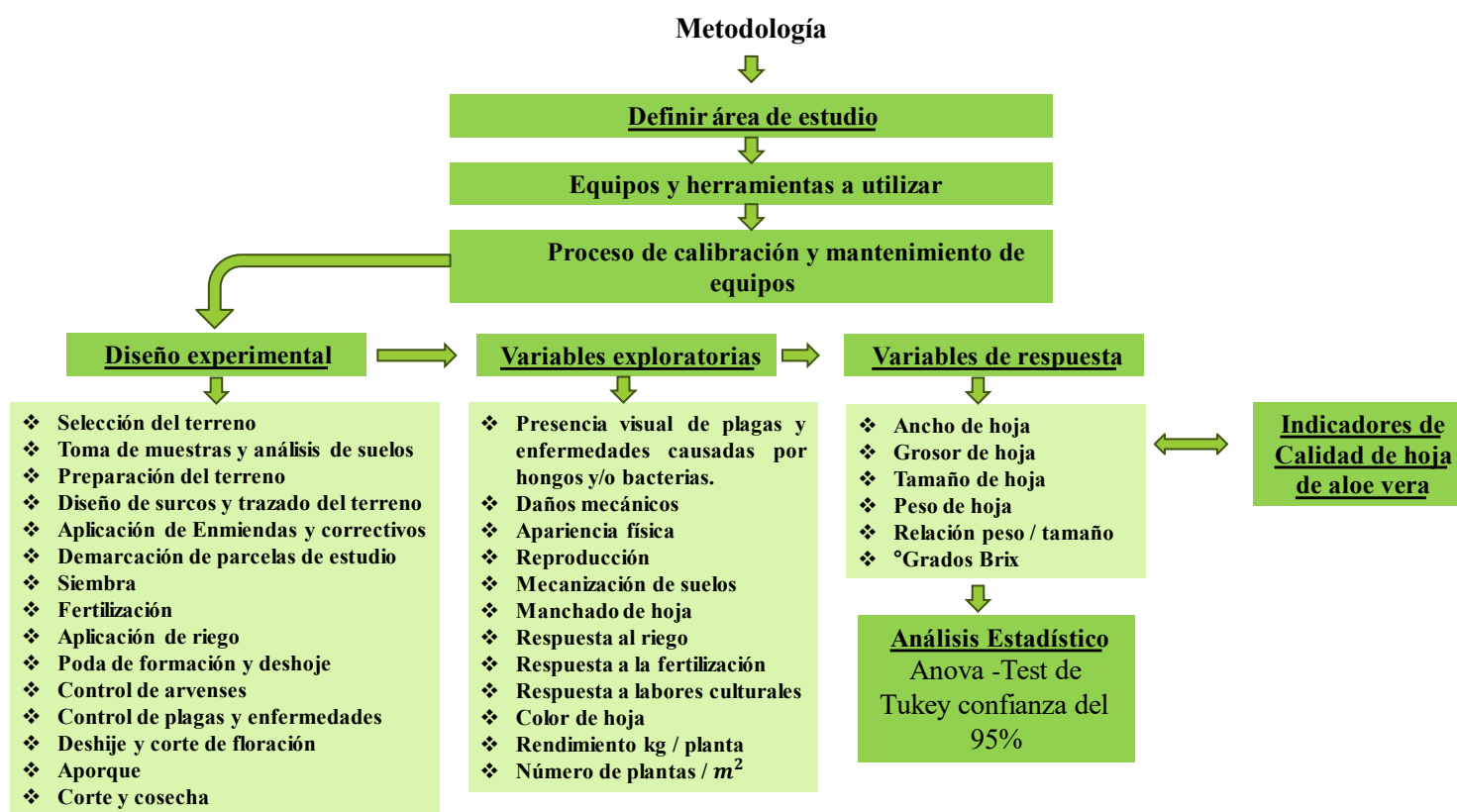


Figura 1. Metodología usada en el estudio.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la Figura 2 se muestra la localización del área de estudio la cual se encuentra ubicada en el municipio de Santander de Quilichao al sur del departamento del Cauca, en el predio “Rey David” parte de la hacienda Santa Clara, ubicada la Vereda Tres Quebradas, Corregimiento el Turco; las coordenadas geográficas son 2°, 53’, 02.73” de latitud norte y 76°, 29’, 32.00” de longitud oeste, con una temperatura promedio de 25°C, una precipitación promedio anual de 1.970 mm y una altura de 1.492 msnm. El predio posee un área cultivable aproximadamente de 5.573 hectáreas de las cuales 2,48 hectáreas se encuentran sembradas en aloe vera. El área de estudio limita al norte con los Municipios de Villarrica y Jamundí, al Occidente con el Municipio de Buenos Aires y Timba, al Oriente con los Municipios de Caloto y Jambaló y al Sur con el Municipio de Caldono y Mondomo Cauca.

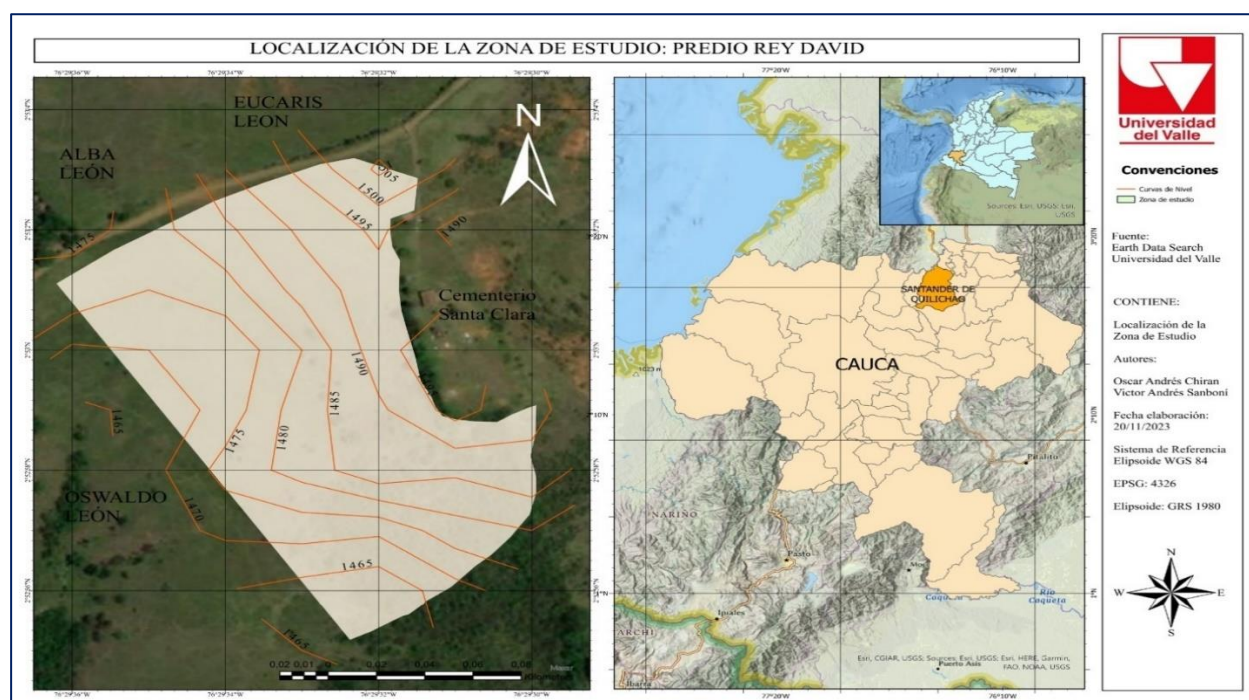


Figura 2. Localización de la zona de estudio.

4.2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

Los equipos que se utilizó en la “Evaluación de las características agronómicas del cultivo de aloe vera (*Aloe Barbadensis Miller*) a diferentes densidades de siembra” fueron balanza digital para control de la ganancia o variación de peso en las hojas con escala de medición en gramos, con una capacidad de 3000 gramos, cinta métrica de 5 m de largo con escala en cm y mm para medir las distancias entre calles o surcos y entre plantas, adicional medir el largo, ancho de las hojas y grosor de las hojas, ficha técnica sobre clasificación de la hoja de aloe vera para procesamiento, refractómetro digital marca Atago, el cual se describe en la Tabla 4 y se muestra en la Figura 3 para medición de ganancia o variación de sólidos Grados Brix disueltos en las hojas.

Tabla 4. Características generales refractómetro digital Atago.

REFRACTOMETRO DIGITAL ATAGO	
Modelo PAL-1	
Número de Catálogo 3810	
Rango de Medida	
Brix 0.0 a 53.0 %	
Temperatura 9.0 a 99.9°C	
Resolución Brix 0.1%	
Temperatura 0.1°C	
Exactitud de Medida Brix ± 0.2 %	
Temperatura $\pm 1^\circ\text{C}$	
Temperatura Ambiente 10 a 40°C	
Temperatura de la Muestra 10 a 100°C (Compensación Automática de Temperatura)	
Volumen de la Muestra 0.3ml	
Tiempo de Medición 3 segundos	
Fuente de Poder 2 Baterías tipo AAA	
Clase de protección internacional IP65	
Protección al polvo y chorros de agua	
Dimensiones y Peso 55(v) $\times$ 31(D) $\times$ 109(H)mm, 100g (unidad principal solamente)	

Figura 3: Refractómetro digital Marca Atago.

Fuente: Servimportex 2019.

4.3. MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

La balanza para medición del peso de las hojas de aloe vera usada con un error de ± 0.2 gramos y capacidad de 3000 gr. El refractómetro marca Atago con un error de ± 0.2 % grados Brix y se calibró antes de las determinaciones diarias con agua destilada, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La cinta métrica de 5 m se limpió en cada medición se aseguró que las líneas de medición fueran claras y bien definidas, se usó equipos nuevos para las mediciones.

4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento consistió en definir un área de 100 m² de terreno con medidas de (10 m de largo x 10 m de ancho) en el lote de estudio ubicado en Santander de Quilichao Cauca, predio Rey David parte de la hacienda Santa Clara, de manera que se hizo este mismo procedimiento para las otras cuatro densidades. En la Tabla 5 se relacionan las diferentes densidades a estudiar, se obtuvo una densidad testigo que consistió en la densidad de siembra de plantas con medición de 1m entre calles por 1m entra plantas, que es la densidad más usada en Colombia. Carrascal, F. (2020). Esta se denominó D0 o testigo, esta fue la base de comparación para las densidades a evaluar las cuales fueron denominadas con la nomenclatura D1, D2, D3, D4 respectivamente. Se registró los datos en formatos de campo en dónde se anotó todas las evaluaciones Anexos (1, 2, 3, 4 y 5).

Tabla 5. Descripción de las densidades de estudio.

NOMENCLATURA UTILIZADA	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA ENTRE CALLES (m)	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (m)	ÁREA ESTUDIO m ²
D0	TESTIGO	1	1	100
D1	DENSIDAD 1	1.10	0.50	100
D2	DENSIDAD 2	1.10	0.40	100
D3	DENSIDAD 3	1.15	0.52	100
D4	DENSIDAD 4	1.15	0.40	100

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.1. Selección de Terreno

En la Figura 4 se muestra el terreno que se seleccionó para este estudio el cual se denomina predio Rey David el cual se escogió por tener varios factores importantes para el establecimiento de aloe vera como lo es la facilidad de vías de acceso, la topografía, facilidad de agua para riego, la luminosidad solar y el tipo de suelo que no presenta encharcamientos. En cuanto a la fuente hídrica cuenta con nacimientos de agua en caso de ser necesario para riego, canal de agua en la parte baja y sistema de riego veredal de 4" que atraviesa el lote con concesión de 1" ½ de agua para riego y debido a su topografía cuenta con caídas para el drenado natural del terreno, bien sea por exceso de agua de lluvias y/o riego.



Figura 4. Terreno apto para establecimiento de cultivo de aloe vera.

4.4.2. Toma de Muestras y Análisis de Suelo

En efecto se tomaron 6 submuestras por cada área de estudio y/o parcela de 100 m² con medidas de 10 m de largo por 10 m de ancho, es decir, 30 submuestras en total, para cada submuestra se sacó una porción de suelo para análisis hasta completar las 6 muestras por sitio, en cada sitio de estudio se hizo lo mismo, luego se homogenizó las muestras se tomó 2 kg de muestra de suelo y

se envió al laboratorio del CIAT para realizar análisis físico y químico de suelos. Las herramientas y utensilios para la toma de muestra fueron palín, machete, pala, balde y bolsas plásticas rotuladas con el nombre del predio, vereda, municipio, tipo de cultivo, se tomó muestras a una profundidad de 35 a 40 cm y se sacó una tira del centro del palín haciendo un corte de los bordes con la ayuda del machete y luego se tomó del balde o recipiente lo correspondiente a 2 kg para enviar a laboratorio.

Los resultados de laboratorio químicos arrojaron que el predio tiene un pH de 6,7, deficiencia de fósforo, alto en contenido de materia orgánica, medio contenido de bases de calcio, magnesio y potasio, medio contenido de azufre y aluminio y como resultado físico de textura arrojó que el predio tiene un suelo de textura franca con una fracción de arena 35,51%, limos 41,05% y arcillas 23,45% respectivamente. Al verificar en el triángulo de texturas de suelos, este suelo nos permitió desarrollar el cultivo sin ningún inconveniente debido a que es un suelo apto para este tipo de cultivo gracias a su fácil drenado, las deficiencias de fósforo y los otros elementos fueron suplidas en la fertilización con elementos orgánico minerales ricos en este nutriente, al igual que con la aplicación de roca fosfórica en la preparación del terreno.

4.4.3. Preparación del terreno

El terreno se preparó previamente iniciando con la destrucción de malezas, troncos y cepas, en la Figura 5 se muestra la forma en la que se realizó la adecuación y preparación del suelo, la cual se realizó con el uso de arado de discos a 30 cm de profundidad con el fin de soltar el suelo y dejarlo en condiciones adecuadas para la siembra, se usó rastra de 12 discos en una parte del lote y arado con buey en otra parte del lote en dónde se presentaban mayores pendientes en el terreno. Con

estas labores de preparación de terreno se buscó des compactar el suelo y permitir el paso del agua, facilitar la penetración de raíces, el drenado de aguas lluvias y de riego con el fin de prevenir y evitar encharcamiento que pueda causar enfermedades a la plantación por excesos de humedad. Posteriormente, se realizó rastrillado con buey para desmenuzar los trozos de suelo gruesos que faciliten el sembrado y desarrollo de raíces.



Figura 5. *Adecuación y preparación de terreno para siembra de aloe.*

4.4.4. Diseño de Surcos y Trazado del Terreno

El diseño de surcos fue dado por la topografía y forma del terreno, es decir, se midió con cinta métrica y se trazó con cuerdas cada surco se tomó una medida de guía según la distancia y se sembró a curvas de nivel tal como se muestra en la Figura 6, se midió con cinta métrica los 10 m de largo y los 10 m de ancho para cada densidad de estudio, se demarcó con estacas el área y se procedió a marcar la distancia entre surcos y entre plantas correspondiente para cada densidad D0, D1, D2, D3, D4 y D5 respectivamente como se evidencia en la Figura 7.



Figura 6. Diseño de surcos para el cultivo



Figura 7. Trazado a curvas de nivel

4.4.5. Aplicación de Enmiendas y Correctivos

De acuerdo al análisis del suelo, se debió aplicar Fosforita 28P el cual tiene contenido de 28% de Fósforo + Potasio 1.16%. S el cual contiene elementos menores de lenta absorción, esta enmienda es elaborada a partir de roca fosfórica molida y se aplicó a razón de 500 kg/ha. Se aplicó antes de la siembra al voleo y se incorporó con el rastrillo en la preparación del terreno, esto con el fin de proporcionar la cantidad de fósforo que el suelo requiere para mayor desarrollo de raíces, macollamiento de la planta y rendimiento del cultivo en su crecimiento.

4.4.6. Siembra

Los colinos de aloe vera se adquirieron de plantación libre de plagas y enfermedades, con altos índices de productividad, cultivo sano y vigoroso tal como se puede observar en la Figura 8. El predio denominado “El mirador” proveedor del material vegetal se ubica en la vereda las Brisas en el municipio de Dagua (Valle del Cauca).

El material vegetativo de siembra de esta plantación fue adquirido en vivero certificado por el ICA y vivero de material vegetal para propagación. Se adquirieron 38000 colinos de aloe vera para la siembra de toda el área de terreno, para este estudio se adquirió 3000 plantas con característica como en la Figura 9, se buscó que fueran lo más homogéneo posible en peso y tamaño para facilitar las mediciones en campo, con raíces formadas en crecimiento, con una medida de largo como mínimo de 30 cm, peso entre 700 gr y 800 gr, con mínimo de 6 hojas formadas, a cada colino se le realizó una limpieza manual de la parte radicular, se quitó el capacho o suciedad de la zona radicular, se liberaron los nodos o puntos radiculares para facilitar el enraizamiento.

Para que los colinos quedaran aptos para la siembra se desinfectó con hipoclorito de sodio a razón de 1 litro de hipoclorito de sodio por 200 litros de agua, se sumergieron durante una media hora y se colocó a reposar en sombra, luego fueron llevados a los lotes y regados en cada sitio para su posterior siembra, de acuerdo al lote de estudio y la densidad en cada parcela tal como se muestra en la Figura 10. El área de todo el terreno predio denominado Rey David cuenta con una extensión de 2,48 has y 46.000 plantas de aloe vera establecidas.



Figura 8. Selección de lotes para semilla



Figura 9. Características de hijuelos



Figura 10. Distribución de hijuelo en campo s y siembra en sitio definitivo.

4.4.7. Fertilización.

En la Figura 11 se evidencia un cultivo sano y vigoroso que demuestra que al cultivo se le empleó un plan de manejo de fertilización según etapa de desarrollo. Las cosechas se realizaron con un intervalo de 60 días, por tal motivo se realizó 2 fertilizaciones entre cosecha y cosecha cada 21 días con dos formulaciones especialmente, una para después de la cosecha y otra para antes de la cosecha, cada fertilización contuvo nutrientes según la necesidad de la planta. Es decir, para después de la cosecha como se evidencia en la Figura 12 se requirió nutrientes para macollamiento de las plantas y buen desarrollo de las hojas para obtener tamaño y peso, y en la segunda fertilización antes de la cosecha la hoja ya desarrollada requirió de nutrientes necesarios para la ganancia de sólidos disueltos en el gel, turgencia del gel, resistencia de la cáscara a la manipulación y la dureza del gel para procesamiento industrial.

La cantidad de fertilizante que se aplicó para después de la cosecha era en su mayor proporción a base de nitrógeno suministrado por el sulfato de amonio y en la segunda fertilización antes de la cosecha se proporcionó en mayor proporción sulfato de potasio para suplir la demanda de potasio importantes para la ganancia de sólidos disueltos. Estos se aplicaron 1 día después del riesgo o 1 día después de un día de lluvias largo, aprovechando que el suelo se encontraba a capacidad de campo, (con presencia de humedad, no inundado) con esto los nutrientes aplicados de manera foliar (aplicación a la hoja) y edáfica (al suelo, sobre el tallo y alrededor de la zona de raíces) se mueven con mayor facilidad en la zona radicular y son asimilados de forma más rápida y efectiva por la planta.

Las formulaciones de fertilizantes usadas para después de la cosecha o etapa de macollamiento fueron (*12 kilogramos de sulfato de amonio($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) * 10 kilogramos de fertilizante DAP (Fosfato Di Amoniacado ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ Fórmula N-P-K: 18-46-0). *4 kilogramos de sulfato de Potasio (K_2SO_4) *200 gramos de fertilizante Klip Boro o Fill B, * 500 gramos de sulfato de magnesio. ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) *300 gramos de Sulfato de Zinc (Zn) * 2 papeletas de Marax o ácido Giberélico. Se diluyó y mezcló en 1000 litros de agua y se aplicó a razón de 200 ml por planta.

Las formulaciones de fertilizantes usadas para antes de la cosecha ganancia de sólidos y endurecimiento y resistencia de hoja fueron (*10 kilogramos de sulfato de Potasio (K_2SO_4) * 10 kilogramos de fertilizante DAP (Fosfato Di Amoniacado ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ Fórmula N-P-K: 18-46-0). * 500 gramos de fertilizante Klip Boro o Fill B, * 500 gramos de sulfato de magnesio. ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) * 300 gramos de Sulfato de Zinc (Zn). 3 kilogramos de sulfato de Potasio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) *1 litro de calcio Boro. Se diluyó y mezcló en 1000 litros de agua y se aplicó a razón de 200 ml por planta.



Figura 11. Panorámica de cultivo de aloe vera, sano y con plan de fertilización establecido.



Figura 12. Cultivo de aloe vera recién cosechado.

Se realizó la aplicación foliar de fertilizantes que consistió en aplicar nutrientes orgánico minerales en las cantidades necesarias para mejorar las hojas de la planta disueltos en agua y se aplicó 200 ml por planta, se aplicó en la zona de cogollos hasta que se notó que por el tallo empezó a caer fertilizante hacia la zona de raíces, En promedio se aplicó 20 litros en 100 plantas en bomba de espalda para este estudio. Se aplicó fertilizaciones como mínimo 21 días o 28 días antes de la cosecha.

La cantidad de plantas a fertilizar puede variar ya que depende del cálculo de dosificación manual y la calibración de la bomba de espalda puede ser 5 plantas menos o 5 plantas más en promedio fertilizadas con 20 litros de fertilizante disuelto.

4.4.8. Aplicación de Riego

El riego se aplicó de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona y a los requerimientos del cultivo y de acuerdo a la medición de la lámina caída medida en mm en las precipitaciones medido con un pluviómetro existente en la finca, si la lámina de agua de lluvia caída cumplía con los requerimientos del aloe no se aplicó riego, si la lámina de agua caída cumplía con la mitad del requerimiento se aplicó la mitad del requerimiento y si no hubo lluvias se aplicó riego para mantener el suelo a capacidad de campo. El cultivo contó con reservorio de agua para riego, Se le instaló una manguera de 2" que a su vez ramificada a 1" con aspersores de la marca Netafim referencia Meganet con caudal de 450 litros/hora con ángulo de 24° de trayectoria del agua.

4.4.9. Poda de Formación y Deshoje

En la Figura 13 se muestra la poda de formación que se le realizó al cultivo desde los dos meses después de la siembra y cada dos meses se desarrolló de manera repetitiva, hasta que se evidenció uniformidad del lote en la plantación para cosecha. la poda consistió en retirar las hojas más externas de la planta, de 3 a 4 hojas asemejando a una cosecha para estimular el desarrollo. Estas hojas sin importar su condición, ya fueran sanas, de buen color, manchadas, rojas, amarillas o secas, fueron retiradas de la planta. La actividad de deshoje se realizó después de la cosecha, y

consistió en retirar de la planta madre cosechada las hojas que se encontraban muy maduras, rojas y/o amarillas, enfermas, secas o dañadas.



Figura 13. Poda de formación, control de arvenses y flores.

Las hojas podadas fueron dejadas en el centro de las calles con la intención de no dejar el suelo descubierto, mantener la humedad, incorporar la materia orgánica una vez descompuesta y mejorar las condiciones físicas del terreno. Para el desarrollo de esta actividad se contrató personal femenino ya que, debido a su delicadeza y trabajo más preciso, cuidan las plantas y se minimizan los daños por afectaciones mecánicas Figura 14.



Figura 14. Personal realizando labor cultural de limpieza y poda de cultivo

4.4.10. Control de Arvenses

El control de arvenses se realizó mensualmente de manera manual, o con el uso de herramientas, como azadón, machete y guadaña, sin el uso herbicidas y pre emergentes. Se realizó periódicamente para evitar que las arvenses sobrepasen las hojas de aloe y se manchen en la base de la hoja o se genere microclima para la proliferación de plagas y enfermedades.

4.4.11. Control de Plagas y Enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se realizó las labores culturales en los tiempos estipulados y de la manera adecuada, esto permitió prevenir plagas y enfermedades ya que son factores externos los que mayor mente ocasionan que los cultivos sean atacados por plagas y enfermedades,

como lo es el caso de excesos de humedad, no realizar deshoje, controlar las arvenses y no fertilizar a tiempo.

4.4.12. Deshije y Corte de Floración

En la Figura 15 se muestra el deshije realizado el cual consistió en retirar todos los hijuelos de la zona radicular y del tallo, de esta manera se realizó un aporque de suelo cerca al tallo para fortalecer la zona radicular y evitar volcamientos por peso de la planta. Se realizó para evitar competencias por nutrientes y debilitamiento de la planta madre se realizó esta labor cada dos meses, en el mismo tiempo que se hizo el control de las arvenses. Debido a la fertilización la aparición de floración es frecuente tal como se evidencia en la Figura 16, por tal motivo se retiró la floración continuamente, ya que la aparición y desarrollo de las mismas retrasan el desarrollo y llenado de la hoja en cuanto contenido de gel y ganancia de sólidos. El tallo floral se cortó con el uso de cuchillo por la base del mismo evitando halar la flor para evitar daño en el cogollo de la planta, se realizó un recorrido mensual para el retirado de la floración del área de estudio y cultivo.



Figura 15. Retirado de hijuelos y floración.



Figura 16. Cultivo con presencia de floración.

4.4.13. Aporque

Esta labor consistió en acercar suelo a la base del tallo de la planta desde el centro de las calles o surcos y se hizo con la intención de aumentar la capacidad de anclaje de la planta, se realizó con mucho cuidado de no afectar el sistema radicular de la planta. Generalmente se realizó después del deshoje, limpia, corte de floración y deshije. Este aporque se hizo con el fin de dar más soporte y anclaje a la planta, mejorar el sistema radicular, favorecer la humedad de raíces y con esto a la absorción de nutrientes, evitar volcamientos por vientos fuertes y alto peso de la planta.

4.4.14. Corte y Cosecha

La cosecha se realizó cada 60 días, en la Figura 17 se muestra la selección de la planta para cosecha, se seleccionó los lotes que tuvieran hojas aptas para cosecha cortó las 4 o 5 hojas más externas de cada planta las cuales están completamente maduras, se organizaron en estopas o costales, se llevaron directamente al camión de transporte Figura 18 y se organizaron en el centro de acopio entrelazadas como se muestra en la Figura 19 para evitar daños.

La cosecha se realizó haciendo un corte con cuchillo de punta fina y afilada en el borde de la hoja, apuntando hacia afuera para no dañar las hojas venideras para las posteriores cosechas. se revisó que como mínimo en la planta quedaran 19 hojas reales sin incluir la hoja más tierna o cogollo, esto con el fin de no afectar el desarrollo de las hojas, previo a la cosecha se realizó las mediciones necesarias para establecer si las hojas estaban aptas o no para procesamiento agroindustrial. Para este estudio se tomó 30 hojas de aloe vera aleatoriamente para realizar la medición de las variables de respuesta y variables exploratorias y se anotó en los formatos, diseñados para tal fin (Anexo 1, 2, 3, 4 y 5).



Figura 17. Planta apta para cosecha.



Figura 18. Despacho de cosecha en camión



Figura 19. Organización de hojas cosechadas en el centro de acopio

Las hojas seleccionadas una vez cosechadas se llevaron al centro de acopio con la intención de permitir a la hoja aclimatarse, airear, cicatrizar y escurrir el acíbar de la hoja, hasta la espera de la llegada del vehículo para organizar en carrocería para llevar al sitio definitivo de procesamiento agroindustrial.

5. VARIABLES EXPLORATORIAS Y VARIABLES DE RESPUESTA

Se analizaron todas las variables exploratorias del estudio y las variables de respuesta como la apariencia física, color, grosor, relación peso/tamaño, ganancia de grados Brix y presencia de daños ocasionados por plagas y enfermedades a cada una de las hojas. En la Tabla 6 se indica cada una de estas variables exploratorias evaluadas y revisadas y en la tabla 7 se muestran las variables de respuesta medidas en el estudio, los cuales se registraron en la planilla de recolección de datos de campo. La cosecha de la hoja para evaluación de calidad y rendimiento se determinó en un intervalo de 60 días, después de los primeros 24 meses, en la Figura 19 se muestra un lote de aloe vera cosechado al cual se les realizó un análisis previo a las hojas de 1 a 5 días antes de la cosecha. Para este análisis se cosechó 30 hojas de manera aleatoria a cada lote de estudio, se evaluó cada hoja y se realizaron mediciones de tamaño, peso y grosor de la hoja.

Tabla 6. Variables Exploratorias medidas en el estudio.

VARIABLES EXPLORATORIAS	MÉTODO DE DETERMINACIÓN	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MUESTREO	TÉCNICA MUESTRAL
Incidencia de plagas y enfermedades	Muestreo - visual	55 días	Planta	Aleatorio estratificado
Daños mecánicos	Visual	55 días	Planta	Aleatorio estratificado
Apariencia física	Visual	55 días	Planta	Aleatorio estratificado
Reproducción de	Conteo -visual	55 días	Planta	Aleatorio simple
Mecanización de	Muestreo - visual	55 días	Planta	Aleatorio estratificado
Manchado de hoja	Visual	55 días	Planta	Aleatorio simple
Respuesta al riego	Muestreo, visual, tamaño y peso	Semanal	Planta y Hoja	Aleatorio estratificado
Respuesta a la fertilización	Muestreo, visual, tamaño y peso	55 días	Planta y Hoja	Aleatorio simple
Respuesta a labores	Muestreo - visual	15 días	Planta	Aleatorio simple
Color de hoja	Muestreo - visual	55 días	Planta	Aleatorio estratificado
Rendimiento / kg Planta	Pesaje	60 días – En Cosecha	Planta	Aleatorio estratificado
Número de plantas	Conteo	En la Siembra	Planta y Área	Aleatorio simple

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Variables de Respuesta medidas en el estudio.

VARIABLES DE RESPUESTA	MÉTODO DE DETERMINACIÓN	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MUESTREO	TÉCNICA MUESTRAL
Ancho	Medición	55 días	Hoja	Aleatorio estratificado dónde se muestra la base con gel aprovechable.
Grosor	Medición	55 días	Hoja	Aleatorio estratificado desde dónde se muestra la gel aprovechable.
Tamaño	Medición	55 días	Hoja	Aleatorio estratificado desde la base de hoja hasta dónde la hoja tenga 2 cm de ancho.
Peso	Pesaje	55 días	Hoja	Aleatorio Estratificado, 3 a 4 hojas más externas de la planta.
Relación peso / tamaño	Cálculo matemático	55 días	Planta y Hoja	Aleatorio Simple, división aritmética simple.
°Grados Brix (sólidos totales suspendidos)	Medición	55 días	Hoja	Aleatorio estratificado zona media y central de la hoja donde se encuentra la gel aprovechable.

Fuente: Elaboración Propia.

Macías et al. (2007) definió los indicadores de calidad del aloe vera como todos los parámetros que se pueden medir en el cultivo y sirven de referencia para determinar la calidad de hoja en cada cosecha, en la Tabla 8 se describen dichos parámetros y las unidades en que se expresan estas medidas.

Tabla 8. Indicadores de calidad de hoja de aloe vera.

INDICADORES DE CALIDAD	DESCRIPCIÓN DE PARÁMETRO	UNIDADES
Longitud de la hoja	Esta medición se realizó con una regla graduada en centímetros y milímetros. Se midió la longitud, desde la parte basal de la hoja hasta la punta, sitio dónde la hoja tenga un anchor de 2 cm.	cm
Ancho basal de la hoja	Se midió el ancho de la base de la hoja con la regla en forma perpendicular al eje axial de la hoja.	cm
Grosor basal de la hoja	Se midió el grosor en la base, en la parte media de la hoja con una cinta métrica o regla con las líneas de medición bien definidas y demarcadas.	cm

Peso de la hoja	Se utilizó una báscula para pesar la hoja de aloe. Se toma el dato una vez la hoja ha sido recortada en la punta.	g
Sólidos solubles totales	Se tomó una muestra y se extrajo el jugo para observar la concentración de sólidos solubles totales con el uso de un refractómetro, resultando (Brix). Se midió previa calibración del equipo, se toma el gel sin presencia de espuma y de la parte central de la hoja para mejorar la toma de la medición.	Brix
Rendimiento por planta	Se usó una báscula para pesar las hojas de aloe cosechadas por cada sitio de muestreo y cada planta (kg).	kg

Fuente: *Elaboración Propia.*

En el experimento se midieron variables de respuesta del cultivo de aloe vera como lo fue la relación peso/tamaño (g/cm), lo que determinó: hoja apta para ser procesada por la maquina fileteadora (valor mínimo: 12 g/cm), grados Brix (%), color de hoja (según ficha técnica, ver anexo 1), ancho de la base (cm), tamaño de la hoja (cm), grosor (cm), peso en (gr), daños mecánicos, presencia visual de enfermedades fúngicas y bacterianas, clasificación de hoja para procesamiento agroindustrial (hoja 1ra, 2da, 3ra, no apta o rechazo).

En esta evaluación se midieron las variables exploratorias de la hoja de aloe vera en relación a: apariencia física (APF), al riego (RAR), a fertilización (RAF), a labores culturales (RLC), a plagas (RAP), a enfermedades (RAE), a reproducción (RRP), mecanización de suelo (RMS) y a manchado de la hoja (RMH).

En el formato se registraron las variables de respuesta de la hoja de aloe vera, tanto positivas como negativas, cuando se tuvo una respuesta positiva por ejemplo a la apariencia física significa que la hoja tiene buenas propiedades de color, sin manchas, sin enfermedades, de la misma manera para las demás variables como es el riego (es positiva cuando no se ve afectada por el riego, siendo además fundamental para el crecimiento de la planta) la respuesta es positiva a fertilización cuando la hoja tiene efectos aprovechables y tiene buen contenido de gel. De la misma manera para RAP y RAE, su respuesta es positiva cuando la hoja está libre de plagas y enfermedades.

En la Tabla 9 se muestra la cantidad de plantas en cada área estudiada de 10 m² teniendo en cuenta la separación entre calles y surcos. En el testigo (T0) con distancia usada de 1m entre calles y 1 m entre plantas se sembraron 100 plantas, para la Densidad uno (D1) con distancia usada de 1,10 m entre calles y 0,50 m entre plantas se plantaron 182 plantas, para la densidad dos (D2) con distancia usada de 1,10 m entre calles y 0,40 m entre plantas 227 plantas, para la densidad tres (D3) con distancia usada de 1,15 m entre calles y 0,50 m entre plantas 174 plantas y para la densidad cuatro (D4) con distancia usada de 1,15m entre calles y 0,40 m entre plantas 217 plantas en una área de estudio de 10 m de ancho x 10 m de largo, en la Tabla 9 se muestra la relación de plantas por unidad de superficie de acuerdo a la distancia empleada, se usó la ecuación 1 para llevar a cabo los cálculos matemáticos.

Tabla 9. Relación de plantas de aloe vera en diferentes densidades de estudio.

DENSIDADES	Distancia entre calles (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Área (M ²)	Número de plantas en estudio. Área (10m ²)	Número de plantas (hojas) totales en muestreo	% De muestreo	Número de plantas totales en 1 ha.
D0 TESTIGO	100	100	1	100	30	30	10000
D1	110	50	0.55	182	30	16.5	18182
D2	110	40	0.44	227	30	13.2	22727
D3	115	50	0.575	174	30	17.25	17391
D4	115	40	0.46	217	30	13.8	21739

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo a la densidad testigo como referencia de las demás densidades de siembra, y de acuerdo a Carrascal 2020 y Romero et al., 2010. Mencionan que la densidad para un suelo fértil en los cultivos de aloe vera está a una distancia de 1m* 1m entre plantas y 1m* 1m entre surcos, por lo tanto, es tomada como densidad testigo o de referencia (T0). Además, es una de las densidades más conocidas y empleadas en Colombia.

Para calcular el área en m² ocupada por una planta se multiplicó la distancia entre calles por la distancia entre plantas y nos arrojó el área superficial ocupada por una planta. Luego, se dividió el valor del área superficial de una hectárea 10.000 m² entre el área superficial ocupada por una planta y nos arrojó la cantidad de plantas que se puede cultivar de acuerdo al distanciamiento usado en el estudio Carbo y Vidal (s.f).

Se definió que se realizaría el análisis a 30 hojas maduras escogidas de manera aleatoria en las parcelas de estudio y con la cantidad de plantas de estudio se calculó el porcentaje de muestreo que se realizaría a cada área, para esto se dividió 30 entre el número de hojas de la parcelay se multiplicó por cien. Con la fórmula dada en la *Ecuación 2* Se calculó el porcentaje de muestreo. En la figura 20 se detalla la cantidad de plantas por cada sitio de estudio.

Ecuación 2. Cálculo del porcentaje de muestreo

$$\% \text{ Muestreo} = \frac{\# \text{ de plantas totales en muestreo}}{\# \text{ de plantas totales de estudio}} * 100$$

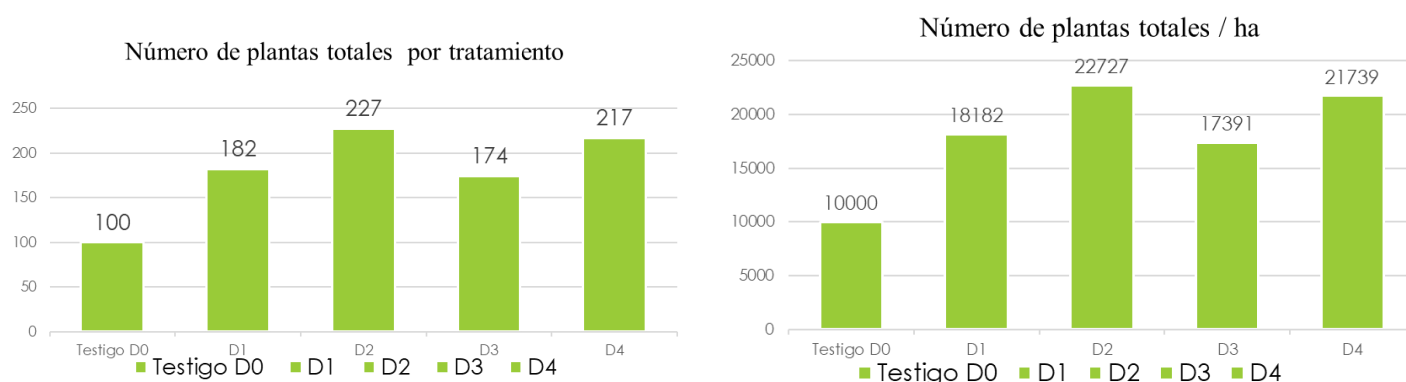


Figura 20. Número de plantas en cada densidad de estudio

En la figura 20 se evidencia que en los distintos tratamientos la densidad D2 y D4 son los estudios que más plantas tienen, D1 y D3 se encuentran parecidos y D0 o testigo es la que menor plantas tiene, 127 plantas menos que la densidad D2. La Figura 19 también nos muestra las distintas cantidades de plantas usando las densidades de siembra usados en este estudio si se escalan a un área de terreno de 1 hectárea o 10.000 m².

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se analizó la prueba Anova o análisis de varianza es un método estadístico que permite descubrir si los resultados de una prueba son significativos, es decir, permiten determinar si es necesario rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alterna. Esta tiene un nivel de Confianza del 95% y de Significancia del 5%. Para el análisis de esta prueba se partió de una pregunta, de si existe una diferencia estadística significativa del promedio de cada variable analizada en el estudio entre los grupos de densidades, teniendo los siguientes criterios para cada una de las hipótesis:

Hipótesis Nula: No hay diferencia significativa en las variables de respuesta, se acepta que el promedio de las variables en los grupos es igual.

Hipótesis Alterna: Existe una diferencia significativa en los promedios de las variables de respuesta entre al menos dos de los tratamientos o densidades estudiadas.

El análisis estadístico consistió en la verificación de la distribución normal de los datos, y de la homogeneidad de varianzas. También se realizó un análisis de varianza y se realizaron pruebas de comparación múltiple de medias por el Anova - Test de Tukey con un nivel de confianza del 95%. En dónde se pudo realizar análisis de correlación entre variables, teniendo en cuenta los promedios ponderados, grados de libertad de las muestras y la tabla de valores críticos de Tukey. Se utilizó la *Ecuación 3* para calcular el comparador de Tukey.

Ecuación 3. Cálculo del Comparador de Tukey

$$w = q \times \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

Dónde;

w = Comparador de Tukey o número HSD (Diferencia Honestamente Significativa)

q = Es un valor que se obtiene de una tabla (Tabla de Tukey)

CME = Error estándar de la media y es igual al cuadrado medio del error (ANDEVA)

r = Número de repeticiones o experimentos

En consecuencia, se tomaron los datos de la tabla de significancia relativa al 5%. Se utilizó el mismo comparador para todos los pares de promedios que se comparan. Esta fórmula se usó ya que solamente es válida para el caso de experimentos con igual número de repeticiones (balanceado). Es decir, se realizaron 6 cosechas de hoja en cada lote de estudio.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para analizar los resultados de las diferentes densidades de siembra, de acuerdo a la evaluación de las variables de respuesta y exploratorias se optó por analizar minuciosamente los resultados estadísticos de cada cosecha, tanto de su promedio total en cuanto al ancho de base de la hoja, el grosor, tamaño, relación peso tamaño, grados Brix, el porcentaje de las hojas de primera clase, segunda clase, tercera clase, hojas de rechazo, y el porcentaje sobre enfermedades fúngicas, bacterianas, daños mecánicos (los daños mecánicos consistieron al daño de la hoja en las labores culturales o de mecanización) y por último se realizaron los cálculos para los porcentajes de las hojas en cuanto a las variables de respuesta, las cuales fueron las hojas aptas para el procesamiento agroindustrial.

En la Tabla 10 se muestra el resumen de resultados de los promedios de las variables de respuesta obtenidas en las mediciones del estudio, ancho, grosor, tamaño, peso, relación peso / tamaño y

grados Brix y en la Tabla 10 el porcentaje de incidencia de las variables exploratorias en base a las 30 hojas seleccionadas para evaluación. Es decir, ejemplo, en la densidad D1 el 3,33% de las hojas fue afectada por hongos, el 8,33 % por bacterias, el 33,33% tuvo daños mecánicos y el 2,78% de las hojas fue rechazado, por el contrario, se puede decir que en la Densidad 1 o D1 el 93% no se vio afectada por hongos, el 91,67% no se vio afectada por bacterias, el 66.67 no sufrió daños mecánicos y el 27,22% fue hoja de excelente calidad y de la misma manera se interpreta la Tabla 11, datos que fueron calculados de la siguiente manera, se tomó el número de hojas afectadas o no afectadas por la variable se dividió entre el número de hojas estudiadas en el muestreo, es decir (30 hojas) y se multiplicó por cien, ver Anexo 6. En la figura 21 se muestran las gráficas de los resultados de las variables de respuesta del estudio.

Tabla 10. Resumen de resultados de las variables de respuesta en el estudio.

RESUMEN DE RESULTADOS GENERALES PROMEDIOS - COMPARATIVOS						
DENSIDADES DE ESTUDIO	ANCHO DE LA BASE (cm)	GROSOR BASE DE LA HOJA (cm)	TAMAÑO (cm)	PESO (g)	RELACIÓN PESO/TAMAÑO (g/cm)	GRADOS BRIX %
DENSIDAD 0 TESTIGO	12,80	2,41	48,03	704,88	14,66	0,74
DENSIDAD 1	12,45	2,39	47,63	682,30	14,31	0,73
DENSIDAD 2	12,56	2,38	47,80	693,91	14,51	0,72
DENSIDAD 3	12,67	2,39	47,94	682,58	14,21	0,71
DENSIDAD 4	12,61	2,37	47,73	675,48	14,13	0,72
Promedio Densidades	12,57	2,38	47,77	683,57	14,29	0,72

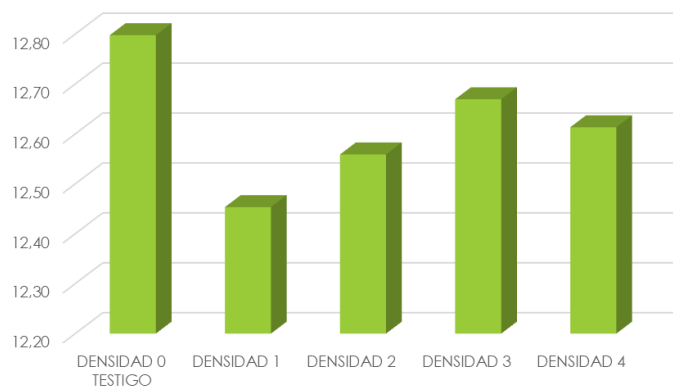
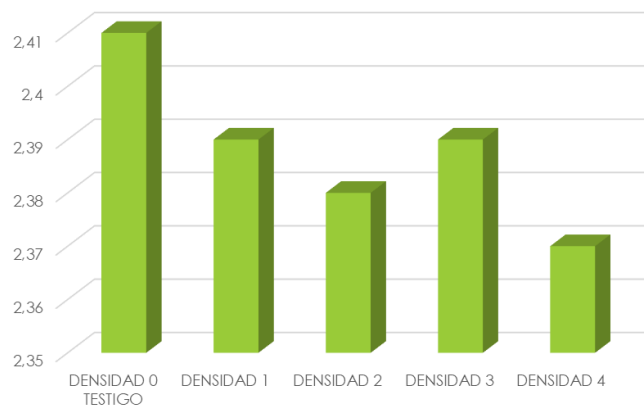
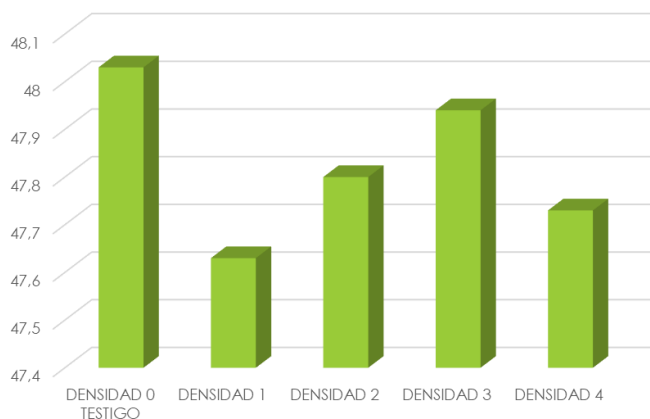
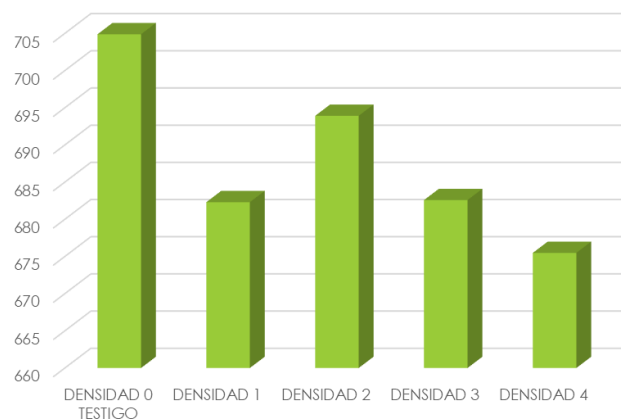
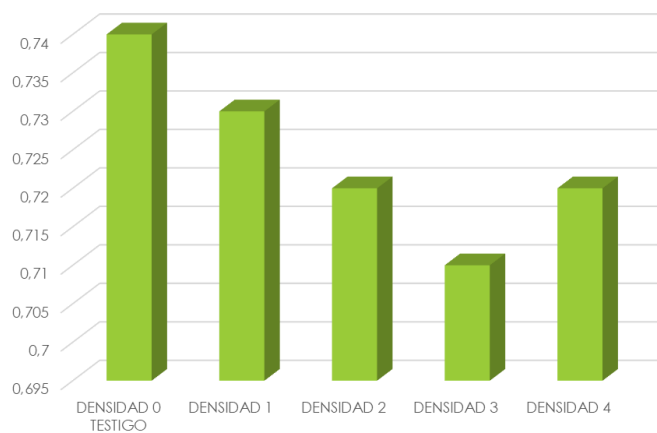
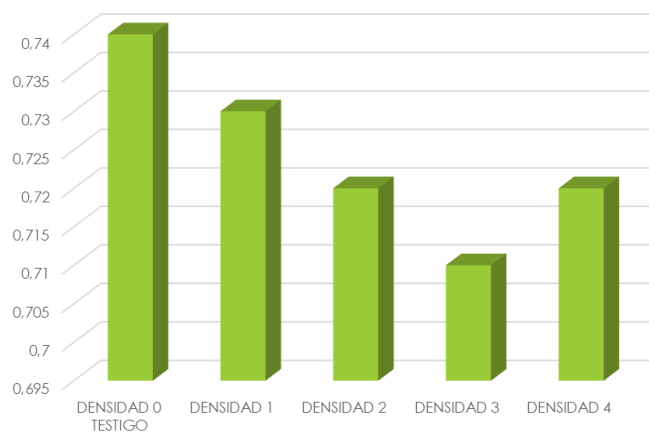
Ancho de la base de la hoja (cm)**Grosor base de la hoja (cm)****Tamaño de la hoja (cm)****Peso de la hoja (gr)****Relación peso / tamaño (g/cm)****° Grados Brix)****Figura 21. Gráfica de resultados de las variables de respuesta.**

Tabla 11. Porcentaje de incidencia en las variables exploratorias.

DENSIDADES DE ESTUDIO	PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES FUNGICAS		PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES BACTERIANAS		DAÑOS MECÁNICOS		CLASIFICACIÓN HOJA PARA PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL			
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	1°ra	2°da	3°ra	No apta o rechazo
DENSIDAD 0 TESTIGO	3,33%	96,67%	9,44%	90,56%	6,67%	93,33%	59,44%	33,33%	6,67%	0,56%
DENSIDAD 1	7,00%	93,00%	8,33%	91,67%	33,33%	66,67%	65,56%	27,22%	4,44%	2,78%
DENSIDAD 2	2,22%	97,78%	2,78%	97,22%	18,89%	81,11%	80,00%	17,22%	2,22%	0,56%
DENSIDAD 3	6,67%	93,33%	5,00%	95,00%	30,00%	70,00%	68,89%	23,33%	5,56%	2,22%
DENSIDAD 4	6,67%	93,33%	6,69%	93,31%	27,22%	72,78%	58,89%	29,00%	9,33%	2,78%
Promedio Densidades	5,64%	94,36%	5,70%	94,30%	27,36%	72,64%	68,33%	24,19%	5,39%	2,50%

Fuente: Elaboración Propia

Continuación... **Tabla 11.** de porcentaje de incidencia en las variables exploratorias.

DENSIDADES DE ESTUDIO	VARIABLES DE RESPUESTA DE LA HOJA DE ALOE VERA EN RELACION A: APARIENCIA FISICA (APF), AL RIEGO (RAR), A FERTILIZACIÓN (RAF), A LABORES CULTURALES (RLC), A PLAGAS (RAP), A ENFERMEDADES (RAE), A REPRODUCCIÓN (RRP), MECANIZACIÓN DE SUELO (RMS) Y MANCHADO DE HOJA (RMH).								
	APF	RAR	RAF	RLC	RAP	RAE	RRP	RMS	RMH
DENSIDAD 0 TESTIGO	66%	100%	99%	94%	97%	94%	97%	98%	67%
DENSIDAD 1	64%	100%	100%	64%	93%	89%	100%	71%	69%
DENSIDAD 2	82%	100%	99%	85%	99%	97%	99%	87%	82%
DENSIDAD 3	69%	100%	99%	69%	96%	93%	99%	70%	70%
DENSIDAD 4	58%	100%	100%	74%	99%	87%	99%	72%	66%
Promedio Densidades	68%	100%	100%	73%	97%	92%	99%	75%	72%

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, se organizó en tablas de Excel los datos de las variables de respuesta obtenidas como el ancho, grosor de base, tamaño, peso, relación peso/tamaño y grados Brix de tal manera que se representó estos valores promedios en Anova para determinar la interpretación del test de Tukey, en la Tabla 12 se resumen los promedios de las variables de respuesta con su respectivo margen de error.

Tabla 12. Promedios de las variables de respuesta del estudio.

Variable/ Densidad	Ancho de la base (cm)	Grosor de la base (cm)	Tamaño (cm)	Peso (g)	Relación Peso/Tamaño (g/cm)	Grados °Brix
Densidad 0 Testigo	12.80 ± 0.03	2.41 ± 0.0006	48.03 ± 0.1	705.8 ± 97.88	14.66 ± 0.06	0.74 ± 0.0003
Densidad 1	12.45 ± 0.04	2.39 ± 0.0005	47.63 ± 0.26	682.3 ± 322.46	14.31 ± 0.13	0.73 ± 0.0004
Densidad 2	12.56 ± 0.03	2.38 ± 0.0010	47.80 ± 0.12	693.9 ± 101.95	14.51 ± 0.07	0.72 ± 0.0002
Densidad 3	12.67 ± 0.004	2.39 ± 0.0004	47.94 ± 0.08	682 ± 65.80	14.21 ± 0.02	0.71 ± 0.0003
Densidad 4	12.61 ± 0.01	2.37 ± 0.0004	47.73 ± 0.18	675.5 ± 142.85	14.13 ± 0.02	0.72 ± 0.0003

Fuente: Elaboración Propia

Las dimensiones de la hoja de aloe vera de las diferentes densidades como ancho de la base, grosor de la base, tamaño, relación peso / tamaño y grados Brix, recolectadas en los mismos periodos de tiempo no presentaron diferencias significativas, ya que en todos los casos se cogieron 30 hojas parcialmente, de cada densidad de estudio cultivadas a diferentes condiciones climáticas y de acuerdo con estos resultados Navarro, 2013 tampoco encontró diferencias en el ancho, grosor, tamaño y grados Brix de la hoja. Sin embargo, si se encontró una diferencia significativa en cuanto a su peso ya que en la densidad testigo su valor difiere de las demás densidades ($705,8 \pm 97.88$) siendo el valor más alto; mientras que en la densidad 4 es el valor más bajo ($675,5 \pm 142.85$) esta variabilidad probablemente se debe a las distancias entre plantas y entre surcos, ya que a mayor distancia entre plantas mayores probabilidades de desarrollo foliar Arcila, 2007.

7.1. TEST DE TUKEY PARA EL ANCHO DE HOJA

Se organizó los datos obtenidos en las cosechas relacionados con el ancho de la base de la hoja en los distintos estudios D0, D1, D2, D3 y D4 y se plasmaron en la Tabla 13 para calcular los promedios respectivos.

Tabla 13. Promedios del ancho de base de la hoja.

RESULTADOS DE LAS DIFERENTES DENSIDADES (PROMEDIOS - ANCHO)					
Densidad/ Cosecha	Ancho de base (cm) D0	Ancho de base (cm) D1	Ancho de base (cm) D2	Ancho de base (cm) D3	Ancho de base (cm) D4
Cosecha 1	12.89	12.42	12.38	12.68	12.66
Cosecha 2	12.55	12.28	12.41	12.56	12.73
Cosecha 3	12.63	12.26	12.44	12.74	12.59
Cosecha 4	12.86	12.39	12.69	12.69	12.54
Cosecha 5	12.79	12.73	12.72	12.68	12.71
Cosecha 6	13.07	12.64	12.72	12.67	12.45
Promedios	12.80	12.45	12.56	12.67	12.61

Fuente: Elaboración Propia.

Para determinar la varianza, se seleccionó la opción datos, análisis de datos y análisis de varianza de un factor, se añadió los datos a esta opción y luego se obtuvo el resumen en una hoja de cálculo. Con estos resultados se determinó el valor en la tabla de comparaciones múltiples del Test de Tukey. En la Tabla 14 se muestra el resumen del análisis de varianza del ancho de la hoja y en la Tabla 15 se relacionan las comparaciones múltiples del Test de Tukey (*valores q*).

A continuación, se relaciona la nomenclatura arrojada en el análisis estadístico de Test de Tukey realizado en el programa Excel y la nomenclatura usada en este estudio para una mejor comprensión del análisis. Es decir, (x1 = D0, x2 = D1, x3 = D2, x4 = D3, x5 = D4) respectivamente.

Tabla 14. Resumen Análisis de Varianza Ancho de Hoja

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	6	76.79	12.80	0.034
Columna 2	6	74.72	12.45	0.037
Columna 3	6	75.35	12.56	0.027
Columna 4	6	76.02	12.67	0.004
Columna 5	6	75.68	12.61	0.012

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.394	4	0.0984	4.31	0.0086	2.76
Dentro de los grupos	0.570	25	0.0228			
Total	0.964	29				

Fuente: Elaboración Propia

Usando el valor de la tabla de valores críticos de Tukey se tomó el valor $q = 4.102$ en la tabla de significancia del 5%, Este valor se tomó con respecto a los grados de libertad 4 que al sumar 1 resulto un valor de 5, por lo tanto, se tomó el valor de la columna 5 o grupo 5. Los grados de libertad dentro de los grupos son 25, y se tomó el valor más próximo 30 por lo tanto el valor de q es 4.102, este valor es significativamente igual para las demás variables como grosor, tamaño, peso, relación peso/tamaño y grados Brix de aloe vera.

Tabla 15. Tabla de valores críticos de Tukey (valores q)

gl	error	α	número de grupos														
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	.05		17.97	36.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.6	52.0	53.2	54.3	55.4	
	.01		90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253	260	266	272	277	
2	.05		6.085	8.331	9.798	10.880	11.732	12.436	13.026	13.539	13.989	14.392	14.746	15.071	15.370	15.646	
	.01		14.04	19.02	22.29	24.720	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59	33.44	34.11	34.82	35.39	
3	.05		4.501	5.910	6.825	7.502	8.037	8.478	8.853	9.177	9.462	9.714	9.941	10.149	10.340	10.516	
	.01		8.261	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13	17.51	17.86	18.19	18.51	
4	.05		3.927	5.040	5.757	6.287	6.707	7.053	7.347	7.602	7.826	8.026	8.208	8.371	8.522	8.662	
	.01		6.512	8.120	9.173	9.958	10.584	11.097	11.542	11.928	12.268	12.579	12.837	13.082	13.314	13.527	
5	.05		3.635	4.602	5.218	5.673	6.033	6.330	6.582	6.802	6.995	7.167	7.322	7.464	7.594	7.715	
	.01		5.702	6.976	7.804	8.421	8.913	9.321	9.669	9.972	10.242	10.487	10.694	10.892	11.074	11.242	
6	.05		3.461	4.339	4.896	5.305	5.628	5.895	6.122	6.319	6.493	6.648	6.788	6.915	7.033	7.142	
	.01		5.243	6.331	7.033	7.556	7.973	8.318	8.613	8.869	9.097	9.307	9.481	9.650	9.805	9.948	
7	.05		3.344	4.165	4.681	5.060	5.359	5.606	5.815	5.998	6.158	6.301	6.431	6.549	6.657	6.757	
	.01		4.949	5.919	6.543	7.005	7.373	7.679	7.939	8.166	8.368	8.552	8.707	8.856	8.994	9.121	
8	.05		3.261	4.041	4.529	4.886	5.167	5.399	5.597	5.767	5.918	6.053	6.175	6.286	6.388	6.482	
	.01		4.746	5.635	6.204	6.625	6.960	7.237	7.474	7.681	7.863	8.030	8.172	8.308	8.432	8.548	
9	.05		3.199	3.949	4.415	4.756	5.024	5.244	5.432	5.595	5.739	5.866	5.983	6.088	6.185	6.275	
	.01		4.596	5.428	5.957	6.348	6.658	6.915	7.134	7.325	7.495	7.648	7.781	7.906	8.021	8.129	
10	.05		3.151	3.877	4.327	4.654	4.912	5.124	5.305	5.461	5.599	5.721	5.833	5.934	6.027	6.114	
	.01		4.482	5.270	5.769	6.136	6.428	6.669	6.875	7.055	7.213	7.357	7.482	7.599	7.708	7.809	
11	.05		3.113	3.820	4.256	4.574	4.823	5.028	5.202	5.353	5.487	5.605	5.713	5.811	5.901	5.984	
	.01		4.392	5.146	5.621	5.970	6.247	6.476	6.672	6.842	6.992	7.129	7.247	7.359	7.461	7.557	
12	.05		3.082	3.773	4.199	4.508	4.751	4.950	5.119	5.265	5.395	5.510	5.614	5.710	5.797	5.877	
	.01		4.320	5.046	5.502	5.836	6.101	6.321	6.507	6.670	6.814	6.944	7.057	7.164	7.262	7.354	
13	.05		3.055	3.735	4.151	4.453	4.690	4.885	5.049	5.192	5.318	5.431	5.532	5.625	5.710	5.789	
	.01		4.260	4.964	5.404	5.727	5.981	6.192	6.372	6.528	6.667	6.791	6.901	7.004	7.098	7.185	
14	.05		3.033	3.702	4.111	4.407	4.639	4.829	4.990	5.131	5.254	5.363	5.463	5.553	5.637	5.713	
	.01		4.210	4.895	5.322	5.634	5.881	6.085	6.258	6.409	6.543	6.664	6.770	6.869	6.960	7.044	
15	.05		3.014	3.674	4.076	4.367	4.595	4.782	4.940	5.077	5.198	5.306	5.403	5.492	5.574	5.649	
	.01		4.168	4.836	5.252	5.556	5.796	5.994	6.162	6.309	6.439	6.555	6.658	6.754	6.843	6.925	
16	.05		2.998	3.649	4.046	4.333	4.557	4.741	4.897	5.031	5.150	5.256	5.351	5.439	5.519	5.593	
	.01		4.131	4.786	5.192	5.489	5.722	5.915	6.079	6.222	6.348	6.462	6.563	6.655	6.742	6.821	
17	.05		2.984	3.628	4.020	4.303	4.524	4.705	4.858	4.991	5.108	5.212	5.306	5.392	5.471	5.544	
	.01		4.099	4.742	5.140	5.430	5.659	5.847	6.007	6.147	6.270	6.381	6.480	6.570	6.654	6.732	
18	.05		2.971	3.609	3.997	4.277	4.495	4.673	4.824	4.956	5.071	5.173	5.266	5.351	5.428	5.500	
	.01		4.071	4.703	5.094	5.379	5.603	5.788	5.944	6.081	6.201	6.310	6.406	6.494	6.577	6.653	
19	.05		2.960	3.593	3.977	4.253	4.469	4.645	4.794	4.924	5.038	5.139	5.230	5.314	5.391	5.462	
	.01		4.046	4.670	5.054	5.334	5.554	5.735	5.889	6.022	6.141	6.247	6.341	6.428	6.508	6.583	
20	.05		2.950	3.578	3.958	4.232	4.445	4.620	4.768	4.896	5.008	5.108	5.199	5.281	5.357	5.427	
	.01		4.024	4.639	5.018	5.294	5.510	5.688	5.839	5.970	6.087	6.190	6.284	6.368	6.447	6.521	
24	.05		2.919	3.532	3.901	4.166	4.373	4.541	4.684	4.807	4.915	5.011	5.099	5.178	5.251	5.318	
	.01		3.956	4.546	4.907	5.168	5.374	5.542	5.685	5.809	5.919	6.017	6.105	6.186	6.259	6.328	
30	.05		2.888	3.486	3.845	4.102	4.302	4.464	4.602	4.720	4.824	4.917	5.000	5.077	5.146	5.211	
	.01		3.889	4.455	4.799	5.048	5.242	5.401	5.536	5.653	5.756	5.848	5.931	6.007	6.077	6.141	
40	.05		2.858	3.442	3.791	4.039	4.232	4.389	4.521	4.635	4.735	4.824	4.904	4.976	5.043	5.105	
	.01		3.825	4.367	4.696	4.931	5.114	5.265	5.392	5.502	5.599	5.685	5.763	5.835	5.900	5.960	
60	.05		2.829	3.399	3.737	3.977	4.163	4.314	4.441	4.550	4.646	4.731	4.808	4.878	4.942	5.001	
	.01		3.762	4.282	4.595	4.818	4.991	5.133	5.253	5.356	5.447	5.527	5.600	5.667	5.728	5.785	
80	.05		2.814	3.377	3.711	3.947	4.129	4.277	4.401	4.509	4.603	4.686	4.761	4.829	4.892	4.949	
	.01		3.732	4.241	4.545	4.763	4.932	5.069	5.183	5.283	5.371	5.450	5.521	5.585	5.644	5.699	
100	.05		2.806	3.364	3.695	3.929	4.109	4.255	4.378	4.484	4.577	4.659	4.733	4.800	4.862	4.918	
	.01		3.714	4.216	4.516	4.730	4.896	5.031	5.143	5.241	5.328	5.404	5.474	5.536	5.594	5.647	
120	.05		2.800	3.356	3.684	3.917	4.096	4.241	4.363	4.467	4.559	4.641	4.714	4.781	4.842	4.898	
	.01		3.702	4.200	4.497	4.709	4.872	5.005	5.118	5.214	5.299	5.374	5.442	5.504	5.561	5.613	
10 ³	.05		2.771	3.313	3.632	3.857	4.029	4.169	4.285	4.386	4.473	4.551	4.621	4.684	4.742	4.795	
	.01		3.638	4.116	4.399	4.599	4.753	4.879	4.984	5.074	5.153	5.223	5.287	5.344	5.397	5.445	
∞	.05		2.772	3.314	3.633	3.858	4.030	4.170	4.286	4.387	4.474	4.552	4.622	4.685	4.743	4.796	
	.01		3.643	4.120	4.403	4.603	4.757	4.882	4.987	5.078	5.157	5.227	5.291	5.348	5.401	5.449	

Fuente: <https://www.uv.es/~friasnav/TablaTukey.pdf>

Aplicando la ecuación 3 y reemplazando los valores de la tabla resumen de análisis de varianza en

la formula se obtuvo:

$$w = 4.102 \times \sqrt{\frac{0.0228}{6}}$$

Resultado = W = **0.2528**

q = **4.102** Valor Tabla de Tukey

CME = **0.0228** Error

r = **6** Número de repeticiones

Se determinó que en al menos una variable tenga diferencia para representar la hipótesis alterna donde se concluyó que la variable $X1 - X2$ tiene un valor de $0.34 \geq 0.25$ (valor crítico de la prueba) lo que significa que por lo menos hay una diferencia entre las medias. En la Tabla 16 se relaciona la aplicación del test de Tukey para el ancho de base.

Tabla 16. Aplicación del test de Tukey para el ancho de la base de la hoja de aloe vera.

	x1	x2	x3	x4	x5
ANCHO DE BASE (cm)	Ancho de base D0	Ancho de base D1	Ancho de base D2	Ancho de base D3	Ancho de base D4
Ancho de base D0		0.34	0.24	0.13	0.18
Ancho de base D1			-0.11	-0.22	-0.16
Ancho de base D2				-0.11	-0.05
Ancho de base D3					0.06
Ancho de base D4					

Fuente: Elaboración Propia

X1 - X2 Si hay diferencia	X2 - X3 No hay diferencia	X3 - X4 No hay diferencia
X1 - X3 No hay diferencia	X2 - X4 No hay diferencia	X3 - X5 No hay diferencia
X1 - X4 No hay diferencia	X2 - X5 No hay diferencia	X4 - X5 No hay diferencia.

En el análisis de comparaciones de Tukey se obtuvo un valor donde si hay diferencia, por lo tanto, si cumple la hipótesis alterna, como se observó en la densidad 1, en comparación con el valor crítico de la prueba.

7.2. TEST DE TUKEY PARA EL GROSOR DE HOJA

Se organizó los datos obtenidos en las diferentes cosechas, referentes al grosor de la base de las hojas en los distintos estudios D0, D1, D2, D3 y D4, y se plasmaron los promedios de grosor en la Tabla 17, luego, se calculó los promedios respectivos. En la Tabla 18 se relacionó el resumen del análisis de varianza para el grosor de la hoja y en la Tabla 19 se relacionan los datos de la Aplicación del Test de Tukey para grosor de la base de la hoja.

Tabla 17. Promedios del grosor de la hoja.

RESULTADOS DE LAS DIFERENTES DENSIDADES (PROMEDIOS - GROSOR)					
Cosecha/ Densidad	Grosor de base (cm) D0	Grosor de base (cm) D1	Grosor de base (cm) D2	Grosor de base (cm) D3	Grosor de base (cm) D4
Cosecha 1	2.42	2.38	2.35	2.36	2.37
Cosecha 2	2.38	2.36	2.38	2.37	2.39
Cosecha 3	2.39	2.39	2.35	2.39	2.36
Cosecha 4	2.40	2.41	2.37	2.40	2.40
Cosecha 5	2.40	2.42	2.42	2.40	2.35
Cosecha 6	2.45	2.39	2.42	2.41	2.36
Promedios	2.41	2.39	2.38	2.39	2.37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Resumen Análisis de Varianza Grosor de Hoja.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	6	14.45	2.41	0.0006
Columna 2	6	14.34	2.39	0.0005
Columna 3	6	14.29	2.38	0.0010
Columna 4	6	14.33	2.39	0.0004
Columna 5	6	14.23	2.37	0.0004

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0044	4	0.0011	1.96	0.132	2.76
Dentro de grupos	0.0141	25	0.0006			
Total	0.0185	29				

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la ecuación 3 y reemplazando los valores de la tabla resumen de análisis de varianza en la formula se obtuvo:

$$w = 4.102 \times \sqrt{\frac{0.0006}{6}}$$

Resultado = W = **0.040**

q = **4.102** Valor Tabla de Tukey

CME = **0.0006** Error

r = **6** Número de repeticiones.

Tabla 19. Aplicación del Test de Tukey para grosor de la base de la hoja

	x1	x2	x3	x4	x5
GROSOR DE BASE (cm)	Grosor D0	Grosor D1	Grosor D2	Grosor D3	Grosor D4
Grosor D0		0.02	0.03	0.02	0.037
Grosor D1			0.01	0.002	0.02
Grosor D2				-0.01	0.01
Grosor D3					0.02
Grosor D4					

Fuente: Elaboración Propia

X1 - X2 No hay diferencia

X2 - X3 No hay diferencia

X3 - X4 No hay diferencia

X1 - X3 No hay diferencia

X2 - X4 No hay diferencia

X3 - X5 No hay diferencia

X1 - X4 No hay diferencia

X2 - X5 No hay diferencia

X4 - X5 No hay diferencia

X1 - X5 No hay diferencia.

No hay ninguna diferencia, entre el valor critico de la prueba (0.040) y los valores obtenidos por la prueba de Tukey. La probabilidad es que los valores encontrados en cuanto al grosor de la hoja tienen un valor de 2.35 a 2.42 cm y sus promedios totales tienen un valor de 2.37 a 2.41 cm lo que significa que no difieren en gran medida estos valores.

7.3. TEST DE TUKEY PARA EL TAMAÑO DE HOJA

Se organizó los datos obtenidos en las cosechas de aloe, con los datos del tamaño, en los distintos estudios D0, D1, D2, D3 y D4, y se plasmaron en la Tabla 20 con el fin de calcular los promedios

respectivos. En la Tabla 21 se relaciona el resumen del análisis de varianza para el tamaño de la hoja. En la Tabla 22 se relacionan los datos de la Aplicación del Test de Tukey para el tamaño.

Tabla 20. Promedios del tamaño de la hoja.

RESULTADOS DE LAS DIFERENTES DENSIDADES (PROMEDIOS - TAMAÑO)					
Cosecha/ Densidad	Tamaño (cm) D0	Tamaño (cm) D1	Tamaño (cm) D2	Tamaño (cm) D3	Tamaño (cm) D4
Cosecha 1	47.83	47.90	47.60	48.47	48.20
Cosecha 2	47.70	46.83	47.67	47.92	48.27
Cosecha 3	48.07	47.13	47.35	47.62	47.40
Cosecha 4	47.83	48.03	47.93	47.87	47.37
Cosecha 5	48.22	47.97	47.93	47.93	47.80
Cosecha 6	48.55	47.90	48.33	47.82	47.33
Promedios	48.03	47.63	47.80	47.94	47.73

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Resumen Análisis de varianza tamaño de hoja.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	6	288.20	48.03	0.10
Columna 2	6	285.77	47.63	0.26
Columna 3	6	286.82	47.80	0.12
Columna 4	6	287.62	47.94	0.08
Columna 5	6	286.37	47.73	0.18

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.63	4	0.16	1.06	0.40	2.76
Dentro de los grupos	3.69	25	0.15			
Total	4.318740741	29				

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la ecuación 3 y reemplazando los valores de la tabla resumen de análisis de varianza en la formula se obtuvo:

$$w = 4.102 \times \sqrt{\frac{0.15}{6}}$$

Resultado = W = **0.64**

q = **4.102** Valor Tabla de Tukey

CME = **0.15** Error

r = **6** Número de repeticiones

Tabla 22. Aplicación del Test de Tukey para tamaño de la hoja

	x1	x2	x3	x4	x5
TAMAÑO (cm)	Tamaño D0	Tamaño D1	Tamaño D2	Tamaño D3	Tamaño D4
Tamaño D0		0.41	0.23	0.10	0.31
Tamaño D1			-0.18	-0.31	-0.10
Tamaño D2				-0.13	0.07
Tamaño D3					0.21
Tamaño D4					

Fuente: Elaboración Propia

No hay ninguna diferencia, entre el valor critico de la prueba (0.64) y los valores obtenidos por la prueba de Tukey. De igual manera no se observa alguna diferencia debido a que los valores del tamaño de la hoja tienen promedios totales que van desde un rango de 47.63 a 48.03 cm.

7.4. TEST DE TUKEY PARA EL PESO DE HOJA

Se organizó los datos obtenidos en las cosechas, con los datos del peso en los distintos estudios D0, D1, D2, D3 y D4, y se plasmaron en la Tabla 23 con el fin de calcular los promedios

respectivos. En la Tabla 23 se relaciona el resumen del análisis de varianza para el peso de la hoja y en la Tabla 24 se relacionan los datos de la Aplicación del Test de Tukey para el peso.

Tabla 23. Promedios del peso de la hoja

RESULTADOS DE LAS DIFERENTES DENSIDADES (PROMEDIOS - PESO)					
Cosecha/ Densidad	Peso (g) D0	Peso (g) D1	Peso (g) D2	Peso (g) D3	Peso (g) D4
Cosecha 1	718.40	700.43	698.93	692.07	687.13
Cosecha 2	710.53	687.30	697.60	691.33	692.17
Cosecha 3	691.63	656.57	693.77	676.83	665.43
Cosecha 4	696.27	701.80	678.27	683.70	663.13
Cosecha 5	702.97	679.90	707.47	671.57	676.30
Cosecha 6	709.50	667.80	687.40	679.97	668.70
Promedios	704.88	682.30	693.91	682.58	675.48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Resumen Análisis de Varianza Peso de Hoja.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3431.96	4	858.0	6.08	0.0015	2.76
Dentro de los grupos	3529.63	25	141.2			
Total	6961.59	29				

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la ecuación 2 y reemplazando los valores de la tabla resumen de análisis de varianza en la formula se obtuvo:

$$w = 4.102 \times \sqrt{\frac{0.15}{6}}$$

Resultado = W = **20.24**

q = **4.102** Valor Tabla de Tukey

CME = **146.19** Error

r = **6** Número de repeticiones

Tabla 25. Aplicación del Test de Tukey para peso de la hoja

	x1	x2	x3	x4	x5
PESO	Peso (g) D0	Peso (g) D1	Peso (g) D2	Peso (g) D3	Peso (g) D4
Peso (g) D0		22.58	10.98	22.31	29.41
Peso (g) D1			-11.61	-0.28	6.82
Peso (g) D2				11.33	18.43
Peso (g) D3					7.10
Peso (g) D4					

Fuente: Elaboración Propia

X1 - X2 Si hay diferencia

X2 - X3 No hay diferencia

X3 - X4 No hay diferencia

X1 - X3 No hay diferencia

X2 - X4 No hay diferencia

X3 - X5 No hay diferencia

X1 - X4 Si hay diferencia

X2 - X5 No hay diferencia

X4 - X5 No hay diferencia

X1 - X5 Si hay diferencia

En el análisis de comparaciones de Tukey se obtuvo más de un valor en donde si hay diferencia, donde si se cumple la hipótesis alterna, se observó que para la densidad 1, densidad 3 y densidad 4 hay diferencia de medias.

7.5. TEST DE TUKEY PARA LA RELACIÓN PESO / TAMAÑO

Se organizó los datos obtenidos en las cosechas, con los datos de la relación peso / tamaño de las hojas en los distintos estudios D0, D1, D2, D3 y D4 y se plasmaron en la Tabla 26 para calcular los promedios respectivos. En la Tabla 27 se relaciona el resumen del análisis de varianza para la relación peso / tamaño de la hoja. En la Tabla 28 se relacionan los datos de la Aplicación del Test de Tukey para la relación peso / tamaño

Tabla 26. Promedios del tamaño de la hoja.

RESULTADOS DE LAS DIFERENTES DENSIDADES (PROMEDIOS - PESO/TAMAÑO)					
Cosecha/ Densidad	Relación peso/tamaño (g/cm) D0	Relación peso/tamaño (g/cm) D1	Relación peso/tamaño (g/cm) D2	Relación peso/tamaño (g/cm) D3	Relación peso/tamaño (g/cm) D4
Cosecha 1	15.01	14.62	14.68	14.25	14.24
Cosecha 2	14.89	14.68	14.63	14.40	14.33
Cosecha 3	14.37	13.92	14.64	14.19	14.01
Cosecha 4	14.54	14.59	14.13	14.26	13.98
Cosecha 5	14.56	14.15	14.74	13.99	14.12
Cosecha 6	14.60	13.92	14.21	14.19	14.10
Promedios	14.66	14.31	14.51	14.21	14.13

Fuente: Elaboración Propia.

Se evidenció que los promedios de la relación peso tamaño fueron muy similares en cada uno de los estudios, esto indicó que los pesos y el tamaño de las hojas fue el ideal para el procesamiento agroindustrial.

Tabla 27. Resumen Análisis de Varianza Relación Peso / Tamaño de hoja.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	6	87.97	14.66	0.06
Columna 2	6	85.87	14.31	0.13
Columna 3	6	87.03	14.51	0.07
Columna 4	6	85.27	14.21	0.02
Columna 5	6	84.78	14.13	0.02

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.13	4	0.283	4.85	0.0049	2.76
Dentro de los grupos	1.46	25	0.058			
Total	2.60	29				

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la ecuación 3 y reemplazando los valores de la tabla resumen de análisis de varianza en la formula se obtuvo:

$$w = 4.102 \times \sqrt{\frac{0.058}{6}}$$

Resultado = W = **0.40**

q = **4.102** Valor Tabla de Tukey

CME = **0.058** Error

r = **6** Número de repeticiones

Tabla 28. Aplicación del Test de Tukey para la relación Peso / Tamaño de la hoja

	x1	x2	x3	x4	x5
RELACIÓN PESO/TAMAÑO (g/cm)	Relación peso/tamaño D0	Relación peso/tamaño D1	Relación peso/tamaño D2	Relación peso/tamaño D3	Relación peso/tamaño D4
Relación peso/tamaño D0		0.35	0.16	0.45	0.53
Relación peso/tamaño D1			-0.19	0.10	0.18
Relación peso/tamaño D2				0.29	0.38
Relación peso/tamaño D3					0.08
Relación peso/tamaño D4					

Fuente: Elaboración Propia

X1 - X2 Si hay diferencia

X2 - X3 No hay diferencia

X3 - X4 No hay diferencia

X1 - X3 No hay diferencia

X2 - X4 No hay diferencia

X3 - X5 No hay diferencia

X1 - X4 Si hay diferencia

X2 - X5 No hay diferencia

X4 - X5 No hay diferencia

X1 - X5 Si hay diferencia

En el análisis de comparaciones de Tukey se obtuvo más de un valor en donde si hay diferencia, por lo tanto, si se cumple la hipótesis alterna, se observó que para la densidad 3 y densidad 4 hay diferencia entre las medias.

7.6. TEST DE TUKEY PARA LOS GRADOS BRIX

Se organizó los datos obtenidos en las cosechas referentes a los grados Brix de las hojas en los distintos estudios D0, D1, D2, D3, D4, y se plasmaron en la Tabla 29 para calcular los promedios respectivos. En la Tabla 30 se relaciona el resumen del análisis de varianza para los grados Brix de la hoja y en la Tabla 31 se relacionan los datos de la Aplicación del Test de Tukey para los grados Brix.

Tabla 29. Promedios de grados Brix de la hoja

RESULTADOS DE LAS DIFERENTES DENSIDADES (PROMEDIOS - BRIX)					
Cosecha/ Densidad	Brix D0	Brix D1	Brix D2	Brix D3	Brix D4
Cosecha 1	0.75	0.76	0.71	0.74	0.72
Cosecha 2	0.77	0.72	0.72	0.73	0.70
Cosecha 3	0.74	0.72	0.73	0.70	0.74
Cosecha 4	0.72	0.73	0.72	0.70	0.73
Cosecha 5	0.73	0.71	0.70	0.71	0.70
Cosecha 6	0.75	0.72	0.71	0.71	0.73
Promedios	0.74	0.73	0.72	0.71	0.72

Fuente: Elaboración Propia

Los grados Brix arrojados en el estudio fueron similares, esto se debió a que a todos los lotes estudiados se les aplicó la misma cantidad de fertilizante y en el mismo intervalo de tiempo, todos estuvieron bajo las mismas condiciones climáticas, de viento, exposición solar y humedad relativa. Al igual, que se le realizaron todas las labores culturales de control de plagas, enfermedades, control de arvenses y demás actividades propias del cultivo tecnificado del aloe vera.

Tabla 30. Resumen Análisis de Varianza Grados Brix de Hoja.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	6	4.45	0.74	0.0003
Columna 2	6	4.36	0.73	0.0004
Columna 3	6	4.29	0.72	0.0002
Columna 4	6	4.283	0.71	0.0003
Columna 5	6	4.327	0.72	0.0003

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0031	4	0.0008	2.60	0.061	2.76
Dentro de los grupos	0.0074	25	0.0003			
Total	0.01043	29				

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la ecuación 3 y reemplazando los valores de la tabla resumen de análisis de varianza en la formula se obtuvo:

$$w = 4.102 \times \sqrt{\frac{0.0003}{6}}$$

Resultado = W = **0.029**

q = **4.102** Valor Tabla de Tukey

CME = **0.0003** Error

r = **6** Número de repeticiones

Tabla 31. Aplicación del Test de Tukey para los grados Brix de la hoja

	x1	x2	x3	x4	x5
GRADOS BRIX	Brix D0	Brix D1	Brix D2	Brix D3	Brix D4
Brix D0		0.015	0.027	0.028	0.021
Brix D1			0.012	0.013	0.006
Brix D2				0.001	-0.006
Brix D3					-0.007
Brix D4					

Fuente: Elaboración Propia

No hay ninguna diferencia, entre el valor crítico de la prueba (0.029) y los valores obtenidos por la prueba de Tukey. Donde se logró analizar que los resultados obtenidos por el refractómetro en cuanto a los grados Brix tienen promedios totales que van desde un rango de 7.1 a 7.4 Brix, no demostrando diferencias significativas. Cabe mencionar que los grados Brix tienen una gran importancia a la hora de saber la concentración de sólidos solubles que hay en el gel de la hoja de aloe teniendo como referencia un valor de 0.7 Brix el valor mínimo para procesamiento agroindustrial.

El análisis de todos estos datos estadísticos permitió observar sus diferencias significativas, varianza, medias o promedio de cada cosecha y de cada densidad, lo que permitió llevar a cabo un registro de datos mensual y bimensual en la mayoría de los casos. Los resultados que determinaron el crecimiento, el rendimiento, la producción, la estimación económica, la viabilidad de escoger la mejor densidad de siembra en los suelos de Santander de Quilichao Cauca. La Tabla 32 muestra de manera resumida los resultados obtenidos en el Test de Tukey para las variables de respuesta y en la Tabla 33 se muestra la discusión de resultados obtenidos en relación a los datos obtenidos en

la bibliografía consultada como referencia para el desarrollo de esta investigación.

Tabla 32. Tabla resumen resultados Test de Tukey para las variables de respuesta.

TEST DE TUKEY ANOVA	VALOR q TABLA TUKEY	CME ERROR	NUMERO r REPETICIONES	VALOR W COMPARADOR DE TUKEY	DIFERENCIAS	ENTRE
Ancho de la hoja	4.102	0.0228	6	0.2528	SI	D0 - D1
Grosor de la hoja	4.102	0.0006	6	0.0400	NO	NO APLICA
Tamaño de la hoja	4.102	0.1500	6	0.6400	NO	NO APLICA
Peso de la hoja	4.102	146.19	6	20.24	SI	D0 - D1 D0 - D3 D0 - D4
Relación peso / tamaño	4.102	0.058	6	0.40	SI	D0 - D3 D0 - D4
°Grados Brix	4.102	0.0003	6	0.029	NO	NO APLICA

Tabla 33. Tabla resumen Discusión de Resultados

AUTOR	PARÁMETROS EVALUADOS	RESULTADOS RELEVANTES	DISCUSIÓN DE RESULTADOS
Añez et al, 2005 (Venezuela)	*Densidad de Siembra	El número de hojas por planta y las dimensiones de las hojas (largo, ancho y grosor) no respondieron a las distancias de plantación entre hileras.	Las densidades D0, D1, D2, D3 Y D4 si respondieron a las densidades de plantación.
	*Crecimiento		
	*Rendimiento		
	*Distancia	El número de hijos por planta aumentó con el incremento de las distancias entre hileras empleadas.	Se evidenció que a mayor distancia mayor presencia de hijuelos.
	Nota. Densidades de siembra para producción de Aloe Vera con fines industriales de Acíbar.	La producción por hoja de gel y acíbar no fue afectada por las distancias entre hileras.	Las distancias si afectaron el contenido de gel y acíbar para procesamiento agroindustrial.
		En términos generales el rendimiento de gel y acíbar aumentaron al disminuir las distancias de plantación entre hileras.	Se logró obtener mayor cantidad de contenido de gel en las hojas a menor distancia, a pesar que en la Distancia D0 se obtuvo mayor peso en las hojas, debido a que se logró cosechar mayor cantidad de hojas y a su vez mayor cantidad de aloe vera.

Continuación Tabla 33.... Tabla resumen Discusión de Resultados

AUTOR	PARÁMETROS EVALUADOS	RESULTADOS RELEVANTES	DISCUSIÓN DE RESULTADOS
Contreras, 1990 (Venezuela)	*Densidad de Siembra	La densidad óptima podría ser de 18.182 plantas. ha-1 (1,0 m entre hileras y 0,55 m entre plantas) porque una densidad mayor, parece afectar el crecimiento general de las plantas y dificultar las labores de recolección de las pencas.	Este estudio es igual con la de D0 o testigo de esta investigación de 10000 plantas/ha. recomendada establecer 18.182 plantas y también concluyó que a mayor densidad afecta el crecimiento y el desarrollo de las labores culturales
	*Rendimiento		
	*Distancia		
	Nota. Densidades de siembra para producción de Aloe Vera con fines industriales de Acíbar.		
Calzada y Pedroza, 2005 (México)	*Densidad de Siembra.	El sistema de plantación en cama favorece el mayor contenido de agua en el gel, en comparación a cuando la sábila se plantó en surco; en tanto que la frecuencia de riego y la dosis de materia orgánica, no influyeron en esta variable.	En esta investigación difiere de lo encontrado en nuestro estudio por que la variable riego si es fundamental e indispensable para la producción de gel, y la densidad usada se asemeja a la densidad testigo por la forma de siembra
	*Rendimiento.		
	*Distancia.		
	*Sistema de Plantación.		

Los resultados obtenidos en esta investigación se asemejan a los estudios generales realizados en plantaciones desarrolladas con fines comerciales de extracción de gel y adicional corroboran los resultados del manejo agronómico en cuanto a las labores culturales y la importancia de realizarlas en determinado tiempo y determinada manera. De igual manera, se encontró que densidades mayores a las de este estudio son manejadas para la extracción industrial de acíbar los cuales tienen una destinación muy diferente y para la obtención de otros subproductos derivados con otros fines industriales.

Continuación Tabla 33.... Tabla resumen Discusión de Resultados.

AUTOR	PARÁMETROS EVALUADOS	RESULTADOS RELEVANTES	DISCUSIÓN DE RESULTADOS
Rajeswary, 2012 (India)	*Manejo Agronómico.	Requerimiento entre 28000 y 34000 hijuelos para cultivar una hectárea.	Este estudio coincide con nuestra conclusión que plantaciones con densidades mayores a 22000 plantas por hectárea ya se realizan con otros fines comerciales y en este caso de producción de acíbar y no gel para uso en cosmética, alimentos, farmacéutica, productos dietéticos y otros productos relacionados
		Cultivo en cosecha a los 18 meses con una producción de 12 toneladas en peso fresco por cosecha.	
Pedroza, 2008 (México)	*Manejo Agronómico.	Rendimientos desde 50 a 120 toneladas de hoja cosechada.	Este estudio demostró que la aplicación de el riego de las plantas es importante para la obtención de los componentes que se quieren extraer de la hoja de aloe vera. El establecimiento del cultivo para los suelos de Santander de Quilichao Cauca no es necesario el uso de camas ya que los suelos son de fácil drenado y esta práctica se hace cuando los suelos son pesados con mucho contenido de arcilla, presentan encharcamientos y por ende pudriciones y afectaciones al cultivo por enfermedades fungicas y bacterianas.
	Nota. Densidades de siembra para producción de Aloe Vera con fines industriales de Acíbar.	Se identificó que la mejor densidad es de 10.000 plantas Hectárea en un sistema de plantación en cama, con respecto al sistema de plantación en surco, bajo condiciones de riego ya sea de agua por gravedad o riego por goteo, preferiblemente este último en caso de baja disponibilidad hídrica.	

Existe poca información detallada relacionada con densidades de siembra y manejo agronómico del cultivo de aloe vera en Colombia, se espera que las instituciones académicas y gubernamentales logren evidenciar la importancia de estudiar más a fondo esta maravillosa planta. Esperamos que este trabajo de investigación al cual se le ha invertido, tiempo, dedicación y empeño sea una guía y un referente para la discusión de nuevos trabajos de investigación de futuros profesionales. Para más información sobre este estudio se dejan las direcciones institucionales de los autores. samboni.victor@correounivalle.edu.co , oscar.chiran@correounivalle.edu.co en Cali- Colombia.

8. CONCLUSIONES

1. **Objetivo general.** Para los suelos de Santander de Quilichao Cauca se pueden establecer las densidades D2 y D4 las cuales tienen una densidad por hectárea de 22.727 y 21.739 plantas respectivamente en sistema monocultivo y las densidades D1 y D3 en cultivo asociado con otras especies.
2. **Objetivo específico 1.** Las mediciones de las variables de ancho de las hojas, grosor, tamaño, peso, y relación peso tamaño y grados Brix no se vieron afectados por el aumento de las densidades de los diferentes estudios D0, D1, D2, D3 Y D4
3. **Objetivo específico 2.** Tanto los estudios de las densidades D2 y D4 se acercaron a las características de la testigo D0, con la salvedad que la D2 arrojó mejor calidad de las hojas y la D4 mayor cantidad de peso en toneladas en cada cosecha.
4. **Objetivo específico 2.** La densidad de estudio D0 o testigo arrojó mayor peso, tamaño, grosor de las hojas y mayor porcentaje de grados Brix, esto se debió al amplio espacio de desarrollo que tuvo, el área de la planta fue mayor y por ende tuvo mayor exposición a la luminosidad solar y poca competencia entre plantas.

9. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis de suelo más detallado relacionando con la microbiología del suelo del predio Rey David para reconocer posibles bacterias y microorganismos benéficos existentes que beneficie el desarrollo radicular del cultivo y por ende potencialicen la productividad del cultivo de aloe vera, ya que solo se tuvo en cuenta para este estudio los resultados físicos de textura y químicos de pH, materia orgánica y de elementos nutricionales contenidos en el suelo.

Trabajar en nuevos estudios con las mismas densidades tomadas en esta investigación y en diferentes zonas de Colombia, en áreas de terreno de mayor superficie que permitan validar a escala los resultados obtenidos en este estudio.

Evaluar si la densidad de siembra de aloe vera de este estudio D2 (1.10 m entre calles y 0.40 m entre plantas) muestra los mismos rendimientos productivos en otros suelos de Colombia.

Establecer plantaciones de aloe vera en terrenos con alta luminosidad solar y sin presencia de algún tipo de sombrío debido a que se evidenció que en las densidades de este estudio D0, D1, D2, D3 y D4, se logró obtener una ganancia de sólidos en intervalos de cosecha de 60 días.

Realizar nuevos estudios en campo relacionados con la producción de aloe vera en Colombia, relacionados con manejo agronómico, fisiología de la planta, densidades de siembra, requerimientos hídricos, enfocados a la producción de hoja para agroindustria del aloe vera debido a que la información encontrada es muy limitada o no se encuentra disponible.

10. BIBLIOGRAFÍA

Domínguez-Fernández, R.N., Arzate-Vázquez, I., Chanona-Pérez, J. J., Welte-Chanes, J. S., Alvarado-González, J. S., Calderón-Domínguez, G., Garibay-Febles, V., & Gutiérrez-López, G. F. (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), 23-43. Recuperado en 08 de diciembre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S166527382012000100003&lng=es&tlng=es.

Bourdreau, M. y Beland, F. (2006). An evaluation of the biological and toxicological properties of Aloe barbadensis (Miller) Aloe vera. *Journal of Environmental Science and Health, Part C* 24, 103-154

Grindlay, D y Reynolds, T. (1986). The Aloe vera phenomenon: A review of the properties and modern uses of the leaf parenchyma gel. *Journal of Ethnopharmacology* 16, 117-151.

Vinson, J. A., Al Kharh y Adreoli, L. (2005). Effect of Aloe vera preparations on the human bioavailability of vitamins C and E. *Phytomedicine* 12, 760-765.

Piña, H. y A. Morales. 2010. Aloe en Venezuela: de la cadena de valor al distrito industrial. *Problemas de desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía* 41 (160): 187 – 208.

Vega, G., Ampuero, C., Nevenka, N. & Lemus, M. (2005). El Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. *Revista chilena de nutrición*, 32(3), pp. 208-214.

Henderson, T. L., B. L. Johson, y A.A. Scheiter. 2000. Row spacing, plant population, and cultivar effects on grain Amaranth in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 92(2):329-336.

Añez, B. & Vásquez, J. (2005). Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento y rendimiento de la sábila (*Aloe barbadensis* M.). *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, ISSN 1690-9763, Vol. 22, N°. 1, 2005, págs. 1-12. 22.

Carbo, A & Vidal, O. (s.f.) [Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Madrid].

Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1978_21.pdf

Huaccho-Rojas, Juan, Balladares, Alfonso, Yanac-Tellería, Wendy, Rodríguez, Carolay Lidsey, Villar-López, Martha Revisión del efecto antiviral e inmunomodulador de plantas Medicinales a propósito de la pandemia COVID-19. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica* [en línea]. 2020, 39(6), 795-810 [fecha de Consulta 22 de noviembre de 2021]. ISSN: 0798-0264. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55965387021>.

Asocialoe. (2016), Objetivos del sector del aloe vera para 2016. Asociación Nacional de Empresarios del Aloe: <https://asocialoe.com/objetivos-del-sector-del-aloe-vera-2016/>. Agrodata, Secretaría de Desarrollo Agrícola. (1995). Paquete tecnología de la Sábila (*Aloe barbadensis* Miller). Estado Falcón.

EMR, 2022. Mercado global de aloe vera: por producto: extracto de gel de aloe vera, extracto de hoja entera de aloe vera, Mercado histórico y pronóstico (2018- 2028); Dinámica del mercado; Análisis de la cadena de valor; Panorama competitivo; Eventos y desarrollos de la industria.

Radio Nacional (2021) Podcast titulado “El Aloe Vera un mercado que se abre camino en Colombia”. Disponible en <https://www.radionacional.co/podcast/el-campo-en-la-radio/el-aloe-vera-un-mercado-que-se-abre-camino-en-colombia>.

Tofiño-Rivera AP, Ortega-Cuadros M, Melo-Ríos A, Mier-Giraldo HJ. 2017. Vigilancia tecnológica de plantas aromáticas: de la investigación a la consolidación de la Agrocadena colombiana. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria.18(2):353-377DOI: http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:636 Universidad Autónoma Chapingo.

Reynolds, T. y Dweck A. C. (1999). Aloe vera leaf gel: a review update. Journal Ethnopharmacology 68, 3-37.

Manvitha y Bidya (2014). Aloe vera: una planta maravillosa, su historia, cultivo y usos medicinales. Revista de Farmacognosia y Fitoquímica 2014; 2 (5): 85-88

Romero, M. MSc; Tofiño, A. PhD; Aarón, M. I.A (2010) Corpoica. SÁBILA. Generalidades sobre el manejo del cultivo de la sábila en la Guajira Colombiana.

Van Uden M Alfonso. Ing. Miguel A. Abril Ing. Enrique Duarte G. (2007). curso teórico-práctico del cultivo de la sábila (aloe barbadensis miller) y plantaciones alternativas (Lombricultura y Plantas aromáticas y medicinales). Santamarta, Colombia.

Silva Ascencio, H., Sagardía Q, S., Seguel Seguel , O., Torres, C., Tapia, C., Francka, N., & Cardemil Oliva, L. (2010). Efecto de la disponibilidad de agua en el crecimiento y Uso eficiente del agua para la producción de biomasa y gel en Aloe Vera (Aloe barbadensis M.). doi:10.1016 / j. indcrop.2009.08.001.

Reynolds, T. (2004). Aloes: The Genus Aloe. Medicinal and aromatic plants- industrial profiles Editorial CPR Press LLC, Boca Raton, Florida, Estados Unidos.

Gómez, F; Vivas, L; Santamaría, C. (2001). Prácticas de cultivo y algunos factores edafológicos que podrían influir sobre la calidad del gel de sábila (Aloe barbadensis Miller). Revista Chapingo, Serie zonas áridas, Durango, México.

Jiménez Castellano, H. E. (2015). Identificación de fitopatógenos asociados a las principales enfermedades del cultivo de sábila en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte (Cundinamarca). Revista Tecnología Y Productividad, 1(1), 35– 50. <https://doi.org/10.23850/24632465.244>

Fageria NK. (1992). Maximizing crops yield: Marcel Dekker, New York, Estados Unidos.

Frías Navarro D. (s.f.) Universidad de Valencia, España. Disponible en <https://www.uv.es/~friasnav/TablaTukey.pdf>.

Pedroza-Sandoval, A y Gómez-Lorence, F. (2008). La Sábila (*Aloe spp.*): Propiedades, Manejo Agronómico, Proceso Agroindustrial y de Mercado. Chapingo: Universidad Autonoma Chapingo, Durango, México.

Agrodata, Secretaría de Desarrollo Agrícola. (1999). Paquete tecnología de la Sábila (*Aloe barbadensis* Miller). Estado Falcón. Venezuela (1995).

Androcioni, F.A. (2002). Espacamentos e cuidados no manejo da lavoura. Londrina, Instituto Agronómico do Paraná, Paraná, Brasil. (Circular N° 121).

Arcila Pulgarín, J; Farfán; Moreno, A; Salazar, L; Hincapié, Edgar. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Caldas. Cenicafé. densidades de Siembra y productividad de los cafetales, Federación nacional de cafeteros de Colombia, Chinchiná, Caldas, Colombia. 309 p.

Contreras, S; J. 1990. El cultivo de la zábila en Venezuela. Aspectos agroeconómicos-terapéuticos. Acrive. Caracas, Venezuela.

Carrascal, F. (2020). Nuevas tecnologías para el cultivo del Aloe vera y su potencial agroindustrial en Colombia.

Calzada-Rivera, A; Pedroza-Sandoval, A. (2005). Evaluación físico-química del gel y jugo de la hoja de sábila (*A. barbadensis*) en diferentes prácticas de manejo. Revista Universidad de Chapingo, edición especial Reunión Nacional de Investigación en Recursos Bióticos de Zonas

Áridas. Vol 4 (2): 94-101. Bermejillo, Dego. CP. 35230: Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, Durango, México.

Geydan T, Melgarejo LM (2005) Metabolismo ácido de las crasuláceas. Acta Biológica Colombiana 10, 3-15.

Rajeswari, R; Umadevi, M; Rahale, C. S; Pushpa, R; Selvavenkadesh, S; Kumar, K.S. (2012). Aloe vera: the miracle plant its medicinal and traditional uses in india. J. Pharmacogn. Phytochem.

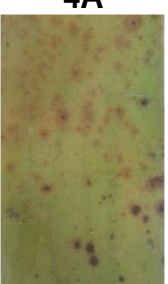
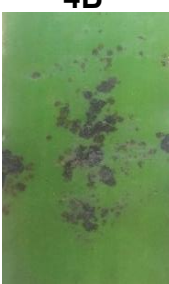
Willey, R.W. (1994). Plant population and crop yield. In: Rehcigl Jr. M. CRC handbook of agricultural productivity. Boca Raton, CRC Press. Florida. Estados Unidos.

Rubio, S., Osorio, E., Rodríguez, M., López, J, y Estrada, B. (2018) Principales enfermedades del cultivo de la sábila (Aloe vera). (Trabajo de investigación).

Navarro, D. (2013). Efectos de los tratamientos de gel de aloe vera, aplicados en pre – o post – recolección sobre la calidad de frutos de hueso y uva de mesa [Tesis Doctoral, Universidad Miguel Hernández de Elche, Escuela Politécnica Superior de Orihuela]. Repositorio institucional.
<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/1371/1/TESIS%20DIANA%20MARI%20NAVARRO%20MARTINEZ.pdf>

11. ANEXOS

ANEXO 1. Tabla: Clasificación de la hoja de aloe vera para procesamiento industrial por coloración.

COLOR HOJA PARA PROCESO DE PRIMERA	VALOR	1A	1B	1C	1D
	GRUPO 1				
COLOR HOJA PARA PROCESO DE SEGUNDA	VALOR	2A	2B	2C	2D
	GRUPO 2				
COLOR HOJA PARA PROCESO DE TERCERA	VALOR	3A	3B	3C	3D
	GRUPO 3				
APARIENCIA DE HOJA NO APTA O RECHAZO TOTAL	VALOR	4A	4B	4C	4D
	GRUPO 4				

Fuente: Elaboración propia de los autores

UNIVERSIDAD DEL VALLE, FACULTAD DE INGENIERIA, ESCUELA DE INGENIERIA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AGRICOLA

Estudiante: OSCAR ANDRES CHIRÁN IRIUA
Estudiante: VICTOR ANDRES SAMBONI RUIZ
NOMBRE DEL PREDIO: SANTA CLARA
NOMBRE PROPIETARIO: INELDO LOPEZ
IDENTIFICACIÓN: 1059904413
TELÉFONO: 3197520023
ENCARGADO ANALISIS: ANDRES SAMBONI - OSCAR CHIRAN
FECHA DE MUESTREO Y ANALISIS DE HOJA: 28-07-2022
DENSIDAD DE SIEMBRA ANALIZADA: $D_0 = 1m \times 1m$
FEST160

CODIGO 1923051 COSECHA
CODIGO 1432369
DEPARTAMENTO: CAUCA
MUNICIPIO: SANTANDER DE QUIUCHAO
VEREDA: TRES QUEBRADAS
EDAD CULTIVO:
N° de PLANTAS ESTUDIO: 100 NUMERO DE HOJAS MUESTRA:
NOMBRE LOTE: REY DAVID
FECHA CORTE: 29-Eno-22

[illegible]

ANEXO 3. Formato: Toma de datos en campo para trabajo de grado D2.

UNIVERSIDAD DEL VALLE, FACULTAD DE INGENIERIA, ESCUELA DE INGENIERIA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA AGRICOLA

ESTUDIO: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DEL ALOE VERA A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN SUELO DE SANTANDER DE QUILICHAO CAUCA

FORMATO: TOMA DE DATOS EN CAMPO PARA TRABAJO DE GRADO

Estudiante: OSCAR ANDRES CHIRÁN IRUA

Estudiante: VICTOR ANDRES SAMBONI RUIZ

NOMBRE DEL PREDIO: SANTA CLARA

NOMBRE PROPIETARIO: INELDO LOPEZ

IDENTIFICACIÓN: 1059904413

TELÉFONO: 3197520023

ENCARGADO ANALISIS: ANDRÉS SAMBONI - OSCAR CHIRAN

FECHA DE MUESTREO Y ANALISIS DE HOJA: 28-Enero-2022

DENSIDAD DE SIEMBRA ANALIZADA: D2= 7.1m x 0,4m

CODIGO 1923051

CODIGO 1432369

DEPARTAMENTO:

MUNICIPIO:

VEREDA:

EDAD CULTIVO:

N° DE PLANTAS ESTUDIO: 217

NOMBRE LOTE:

FECHA CORTE:

COSECHA

CAUCA

SANTANDER DE QUILICHAO

TRES QUEBRADAS

NUMERO DE HOJAS MUESTRA: 30

REY DAVID



Universidad
del Valle



N° HOJAS EN MUESTREO	ANCHO DE LA BASE (cm)	GROSOR BASE DE LA HOJA (cm)	TAMAÑO (cm)	PESO (g)	RELACIÓN PESO/TAMAÑO (g/cm)	GRADOS BRUX %	COLOR DE HOJA SEGÚN FICHA TECNICA	PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES FUNGICAS		PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES BACTERIANAS		DAÑOS MECÁNICOS		CLASIFICACIÓN HOJA PARA PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL				VARIABLES DE RESPUESTA DE LA HOJA DE ALOE VERA EN RELACION A: APARIENCIA FISICA (APF), AL RIEGO (RAR), A FERTILIZACIÓN (RAF), A LABORES CULTURALES (RLC), A PLAGAS (RAP), A ENFERMEDADES (RAE), A REPRODUCCIÓN (RRP), MECANIZACIÓN DE SUELO (RMS) Y MANCHADO DE HOJA (RMH).											
								SI	NO	SI	NO	SI	NO	1°ra	2°da	3°ra	No apta o rechazo	APF	RAR	RAF	RLC	RAP	RAE	RRP	RMS	RMH			
1	13	2,5	50	715	14,3	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	12,5	2,3	49	741	15,1	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3	13	2,5	48	759	15,8	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
4	12,5	2,5	50	723	14,5	0,6	7B		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5	12,4	2,2	46	697	15,2	0,7	2D		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	12	2,3	49	770	16,4	0,3	1C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
7	11,3	2,1	46	631	13,7	0,3	2C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
8	12	2,3	47	700	14,9	0,7	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
9	13	2,4	48	749	16,6	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
10	12,5	2,4	50	770	15,4	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
11	11,3	2,2	46	661	14,4	0,3	2C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
12	12	2,2	49	705	14,4	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
13	12,4	2,2	49	697	14,2	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
14	12,7	2,5	48	702	14,6	0,3	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
15	13	2,5	57	700	13,7	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
16	12,7	2,5	48	762	15,9	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
17	11,9	2,3	46	601	13,1	0,7	2C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
18	12,9	2,3	47	781	16,6	0,9	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
19	12,4	2,5	46	687	14,9	0,7	2B		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
20	11,6	2,2	47	754	16,5	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
21	12,4	2,3	46	597	13	0,7	2B		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
22	13,2	2,5	57	756	14,8	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
23	12,9	2,4	46	626	13,6	0,7	2A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
24	12,4	2,3	48	647	13,5	0,7	2A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
25	13,7	2,4	47	650	13,4	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
26	11,9	2,3	46	673	14,6	0,7	2C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
27	11,4	2,3	44	607	13,8	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
28	13	2,5	50	739	14,8	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
29	13,5	2,5	49	725	14,8	0,6	7B		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
30	12	2,1	43	613	14,3	0,8	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Promedios

ANEXO 4. Formato: Toma de datos en campo para trabajo de grado D2.

UNIVERSIDAD DEL VALLE, FACULTAD DE INGENIERIA, ESCUELA DE INGENIERIA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AGRICOLA

ESTUDIO: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DEL ALOE VERA A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN SUELO DE SANTANDER DE QUILICHAO CAUCA

FORMATO: TOMA DE DATOS EN CAMPO PARA TRABAJO DE GRADO

Estudiante: OSCAR ANDRES CHIRÁN IRUA

Estudiante: VICTOR ANDRES SAMBONI RUIZ

NOMBRE DEL PREDIO: SANTA CLARA

NOMBRE PROPIETARIO: INELDO LOPEZ

IDENTIFICACIÓN: 1059904413

TELÉFONO: 3197520023

ENCARGADO ANÁLISIS: ANDRES SAMBONI - OSCAR CHIRAN

FECHA DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE HOJA: 28-Enero-2022

DENSIDAD DE SIEMBRA ANALIZADA: D2 = 7.1m x 0.4m

CODIGO 1923051

CODIGO 1432369

DEPARTAMENTO:

MUNICIPIO:

VEREDA:

EDAD CULTIVO:

N° DE PLANTAS ESTUDIO: 217

NOMBRE LOTE:

FECHA CORTE: primera semana febrero/22

COSECHA

CAUCA

SANTANDER DE QUILICHAO

TRES QUEBRADAS

NUMERO DE HOJAS MUESTRA: 30

REY DAVID



N° HOJAS EN MUESTREO	ANCHO DE LA BASE (cm)	GROSOR BASE DE LA HOJA (cm)	TAMAÑO (cm)	PESO (g)	RELACIÓN PESO/TAMAÑO (g/cm)	GRADOS BRUX %	COLOR DE HOJA SEGÚN FICHA TECNICA	PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES FUNGICAS		PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES BACTERIANAS		DAÑOS MECÁNICOS		CLASIFICACIÓN HOJA PARA PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL				VARIABLES DE RESPUESTA DE LA HOJA DE ALOE VERA EN RELACION A: APARIENCIA FISICA (APF), AL RIEGO (RAR), A FERTILIZACIÓN (RAF), A LABORES CULTURALES (RLC), A PLAGAS (RAP), A ENFERMEDADES (RAE), A REPRODUCCIÓN (RRP), MECANIZACIÓN DE SUELO (RMS) Y MANCHADO DE HOJA (RMH).											
								SI	NO	SI	NO	SI	NO	1°ra	2°da	3°ra	No apta o rechazo	APF	RAR	RAF	RLC	RAP	RAE	RRP	RMS	RMH			
1	13	2,5	50	315	14,3	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	12,5	2,3	49	341	15,1	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3	13	2,5	48	359	15,8	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
4	12,5	2,5	50	323	14,5	0,6	7B		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5	12,4	2,2	46	697	15,2	0,7	2D		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	12	2,3	49	770	16,4	0,7	7C		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
7	11,3	2,1	46	631	13,7	0,7	7C		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
8	12	2,3	47	700	14,9	0,7	7C		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
9	13	2,4	48	344	16,6	0,8	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
10	12,5	2,4	50	770	15,4	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
11	11,3	2,3	46	661	14,4	0,7	7C		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
12	12	2,2	49	705	14,4	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
13	12,4	2,2	49	697	14,2	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
14	12,7	2,5	48	702	14,6	0,7	7C		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
15	13	2,5	51	700	13,7	0,8	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
16	12,7	2,5	48	762	15,9	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
17	11,9	2,3	46	601	13,7	0,7	7C		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
18	12,9	2,3	47	781	16,6	0,9	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
19	12,4	2,5	47	687	14,9	0,7	7B		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
20	11,6	2,2	47	754	16,1	0,8	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
21	12,4	2,3	46	597	13	0,7	7B		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
22	13,2	2,5	51	756	14,8	0,8	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
23	12,4	2,4	46	626	13,6	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
24	12,4	2,3	48	647	13,5	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
25	12,7	2,4	47	650	13,4	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
26	11,9	2,3	46	673	14,6	0,7	7C		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
27	11,4	2,3	44	607	13,8	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
28	13	2,5	50	734	14,8	0,7	7A		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
29	12,5	2,5	49	725	14,8	0,6	7B		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
30	12	2,1	43	613	14,3	0,8	7C		X		X		X	X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Promedios

ANEXO 5. Formato: Toma de datos en campo para trabajo de grado D4.

UNIVERSIDAD DEL VALLE, FACULTAD DE INGENIERIA, ESCUELA DE INGENIERIA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA AGRICOLA

ESTUDIO: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DEL ALOE VERA A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN SUELO DE SANTANDER DE QUILICHAO CAUCA

FORMATO: TOMA DE DATOS EN CAMPO PARA TRABAJO DE GRADO

Estudiante: OSCAR ANDRES CHIRÁN IRUA

CODIGO 1923051

COSECHA

Estudiante: VICTOR ANDRES SAMBONI RUIZ

CODIGO 1432369

NOMBRE DEL PREDIO: SANTA CLARA

DEPARTAMENTO:

CAUCA

NOMBRE PROPIETARIO: INELDO LOPEZ

MUNICIPIO:

SANTANDER DE QUILICHAO

IDENTIFICACIÓN: 1059904413

VEREDA:

TRES QUEBRADAS

TELÉFONO: 3197520023

EDAD CULTIVO:

ENCARGADO ANALISIS: ANDRES SAMBONI - OSCAR CHIRAN

N° DE PLANTAS ESTUDIO: 217

NUMERO DE HOJAS MUESTRA:

30

FECHA DE MUESTREO Y ANALISIS DE HOJA: 28- Enero-2022

NOMBRE LOTE:

REY DAVID

DENSIDAD DE SIEMBRA ANALIZADA: D4= 1,15mx 0,4m

FECHA CORTE:

Primera semana 2022 - febrero

Universidad
del Valle

N° HOJAS EN MUESTREO	ANCHO DE LA BASE (cm)	GROSOR BASE DE LA HOJA (cm)	TAMAÑO (cm)	PESO (g)	RELACIÓN PESO/TAMAÑO (g/cm)	GRADOS BRIX %	COLOR DE HOJA SEGÚN FICHA TECNICA	PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES FUNGICAS		PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES BACTERIANAS		DAÑOS MECÁNICOS		CLASIFICACIÓN HOJA PARA PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL				VARIABLES DE RESPUESTA DE LA HOJA DE ALOE VERA EN RELACION A APARIENCIA FISICA (APF), AL RIEGO (RAR), A FERTILIZACIÓN (RAF), LABORES CULTURALES (RLC), A PLAGAS (RAP), A ENFERMEDADES (RAE) A REPRODUCCIÓN (RRP), MECANIZACIÓN DE SUELO (RMS) Y MANCHADO DE HOJA (RMH).										
								SI	NO	SI	NO	SI	NO	1°ra	2°da	3°ra	No apta o rechazo	APF	RAR	RAF	RLC	RAP	RAE	RRP	RMS	RMH		
1	12	2,3	49	705	14,34	0,8	7B		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	13	2,2	50	316	14,3	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3	12,9	2,5	49	698	14,2	0,7	2A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
4	11,7	2,3	47	671	14,3	0,7	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5	12,3	2,3	46	612	13,3	0,8	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	12	2,3	50	680	13,6	0,7	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
7	12,8	2,5	50	707	14,1	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
8	13,8	2,5	52	812	15,6	0,7	3C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
9	12	2,4	48	604	12,6	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
10	13,5	2,5	50	783	15,7	0,6	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
11	13,5	2,5	49	759	15,5	0,7	2C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
12	12,5	2,5	47	654	13,9	0,7	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
13	12,3	2,4	46	600	12,7	0,7	2D		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
14	11,5	2	44	560	12,7	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
15	13,5	2,4	49	654	13,3	0,7	2D		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
16	12,7	2,2	48	634	13,2	0,7	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
17	12,8	2,3	46	601	13,1	0,8	2C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
18	13,4	2,5	50	748	14,4	0,7	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
19	12,8	2,4	48	689	14,3	0,8	2D		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
20	13,7	2,5	50	791	15,8	0,8	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
21	12,4	2,4	48	647	13,5	0,7	2D		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
22	13	2,5	50	720	14,4	0,7	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
23	12,8	2	46	679	14,6	0,7	3C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
24	12,6	2,3	46	627	13,4	0,7	2D		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
25	12,7	2,5	48	725	15,0	0,7	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
26	12,9	2,3	49	683	13,9	0,8	2C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
27	12	2,2	46	625	13,6	0,8	7C		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
28	13,7	2,4	49	780	15,9	0,7	7A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
29	12,9	2,4	47	716	15,2	0,6	7B		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
30	13,2	2,5	49	734	15	0,9	2A		X		X		X	X				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Promedios

ANEXO 6. Formato: Toma de datos de campo para trabajo de grado diligenciado en Excel.

UNIVERSIDAD DEL VALLE , FACULTAD DE INGENIERIA, ESCUELA DE INGENIERIA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA AGRICOLA																											
ESTUDIO: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL ALOE VERA A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN SUELO DE SANTANDER DE QUILICHAO CAUCA																											
FORMATO: TOMA DE DATOS EN CAMPO PARA TRABAJO DE GRADO																											
ESTUDIANTE:	OSCAR ANDRES CHIRÁN IRUA			CODIGO:	1923051	COSECHA:	6																				
ESTUDIANTE:	VICTOR ANDRES SAMBONI RUIZ			CODIGO:	1432369																						
NOMBRE DEL PREDIO:	SANTA CLARA			DEPARTAMENTO:	CAUCA																						
NOMBRE PROPIETARIO:	INELDO LOPEZ			MUNICIPIO:	SANTANDER DE QUILICHAO																						
IDENTIFICACIÓN:	1059904413			VEREDA:	TRES QUEBRADAS																						
TELEFONO:	3197520023			EDAD CULTIVO:	2,5 AÑOS																						
ENCARGADO ANALISIS:	ANDRES SAMBONI - OSCAR CHIRAN			N° DE PLANTAS ESTUDIO:	100 NUMERO DE HOJAS MUESTRA														30								
FECHA DE MUESTREO Y ANALISIS DE HOJA:	29-nov-22			NOMBRE LOTE:	REY DAVID																						
DENSIDAD DE SIEMBRA ANALIZADA:	(D4) 1,15m x 0,40 m			FECHA CORTE:	PRIMERA SEMANA DE DICIEMBRE 2022																						
 																											
N° HOJAS EN MUESTREO	ANCHO DE LA BASE (cm)	GROSOR BASE DE LA HOJA (cm)	TAMAÑO (cm)	PESO (g)	RELACIÓN PESO/TAMAÑO (g/cm)	GRADOS BRIX %	COLOR DE HOJA SEGÚN FICHA TECNICA	PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES FUNGICAS		PRESENCIA VISUAL DE ENFERMEDADES BACTERIANAS		DAÑOS MECÁNICOS		CLASIFICACIÓN HOJA PARA PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL				VARIABLES DE RESPUESTA DE LA HOJA DE ALOE VERA EN RELACION A: APARENCIA FISICA (APF), AL RIEGO (RAR), A FERTILIZACIÓN (RAF), A LABORES CULTURALES (RLC), A PLAGAS (RAP), A ENFERMEDADES (RAE), A REPRODUCCIÓN (RRP), MECANIZACIÓN DE SUELO (RMS) Y MANCHADO DE HOJA (RMH).									
								SI	NO	SI	NO	SI	NO	1°ra	2°da	3°ra	No apta o rechazo	APF	RAR	RAF	RLC	RAP	RAE	RRP	RMS	RMH	
1	11,9	2,3	46	615	13,37	0,6	2A	X			X		X		X		-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	
2	13,2	2,4	50	741	14,82	0,8	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3	12,4	2,3	46	697	15,15	0,7	1A		X		X		X	X			-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
4	13,1	2,5	48	680	14,17	0,7	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5	11,5	2,3	46	600	13,04	0,8	2C		X		X		X	X			-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	12,6	2,4	47	694	14,77	0,7	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
7	13,8	2,6	52	819	15,75	0,8	1A		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
8	13	2,4	49	727	14,84	0,7	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
9	12	2,3	45	609	13,53	0,7	1A		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
10	12,7	2,4	48	672	14,00	0,9	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
11	11,9	2,3	46	565	12,28	0,7	3C		X		X		X			X	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	
12	11,8	2,3	47	597	12,70	0,7	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
13	12,4	2,5	46	618	13,43	0,7	2D		X		X		X	X			-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
14	11,2	2,1	46	611	13,28	0,8	1A		X		X		X	X			+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	
15	13,4	2,7	49	767	15,65	0,7	2C		X		X		X	X			-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
16	12,7	2,5	48	670	13,96	0,7	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
17	13,5	2,6	51	817	16,02	0,7	2A		X		X		X	X			-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
18	11,1	2	44	603	13,70	0,7	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
19	12,4	2,4	46	670	14,57	0,7	2D		X		X		X	X			-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
20	11,3	2,1	44	601	13,66	0,8	1A		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
21	12,4	2,3	46	627	13,63	0,7	2D		X		X		X	X			-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
22	12,7	2,4	49	715	14,59	0,7	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
23	12,3	2,2	45	615	13,67	0,7	3C		X		X		X			X	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	
24	11,8	2,2	46	599	13,02	0,8	2D		X		X		X	X			-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	
25	12	2,3	49	670	13,67	0,7	1D		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
26	13	2,5	49	633	12,92	0,9	2A		X		X		X	X			-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	
27	12,5	2,4	44	567	12,89	0,7	1D		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
28	13	2,4	48	759	15,81	0,7	1C		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
29	12,5	2,3	50	723	14,46	0,6	1D		X		X		X	X			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
30	13,4	2,5	50	780	15,60	0,8	2B		X	X			X	X			-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	
PROMEDIO	12,45	2,36	47,33	668,70	14,10	0,73		3%	97%	3%	97%	7%	93%	57%	37%	7%	0%	57%	100%	100%	90%	97%	90%	100%	60%	60%	Hojas Buenas
																		43%	0%	0%	10%	3%	10%	0%	40%	40%	Hojas afectas

ANEXO 7. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D0 o Testigo.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE COSECHA ANUAL PROYECTO ALOE VERA REY DAVID EN BASE A 1 ha COSECHA CADA 60 DIAS								RENDIMIENTO TOTAL/AÑO
ESTUDIO 0 D0 O TESTIGO		COSECHA 1	COSECHA 2	COSECHA 3	COSECHA 4	COSECHA 5	COSECHA 6	6 Cosechas
DENSIDAD DE SIEMBRA		1m X 1m	1m X 1m	1m X 1m	1m X 1m	1m X 1m	1m X 1m	
PLANTAS SEMBRADAS POR HECTÁREA		10000	10000	10000	10000	10000	10000	
PORCENTAJE DE PLANTAS BASE PARA COSECHA		95%	95%	95%	95%	95%	95%	
COSECHA DE PLANTAS EN BASE A % POR CORTE		9500	9500	9500	9500	9500	9500	
NUMERO HOJAS DEJADAS EN PLANTA EN COSECHA		18	18	18	18	18	18	
PROMEDIO DE PESO POR HOJA (gr)		718,40	710,53	691,63	696,27	702,97	709,50	
NUMERO DE HOJAS COSECHADAS		10	4	4	4	4	4	30
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (gr)		7184	2842	2767	2785	2812	2838	21227,6
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (kg)		7,184	2,84	2,77	2,79	2,81	2,84	21,2276
RENDIMIENTO MINIMO (GARANTÍA) promedio	Kg/ha	68248	27000	26282	26458	26713	26961	201662,2
PRODUCCIÓN DE ALOE VERA / 1 ha promedio	Ton/Aloe ha/cosecha	68,25	27,00	26,28	26,46	26,71	26,96	202
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 1ra promedio	\$Ton/Aloe	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 2da promedio	\$Ton/Aloe	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 3ra promedio	\$Ton/Aloe	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE Rechazo	\$Ton/Aloe	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
% HOJA DE 1ra	%	57%	80%	53%	53%	57%	57%	
% HOJA DE 2da	%	40%	17%	23%	40%	40%	40%	
% HOJA DE 3ra	%	3%	3%	20%	7%	3%	3%	
% HOJA DE RECHAZO	%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	
CANTIDAD HOJA DE 1ra	Ton	38,67	21,60	13,93	14,02	15,23	15,37	
CANTIDAD HOJA DE 2da	Ton	27,30	4,50	6,04	10,58	10,69	10,78	
CANTIDAD HOJA DE 3ra	Ton	2,27	0,81	5,26	1,85	0,80	0,81	
CANTIDAD HOJA DE RECHAZO	Ton	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	
VALOR HOJA DE 1ra	\$	\$25.138.013	\$14.040.139	\$9.054.172	\$9.114.827	\$9.897.068	\$9.989.051	
VALOR HOJA DE 2da	\$	\$15.014.560	\$2.475.024	\$3.324.681	\$5.820.789	\$5.876.801	\$5.931.420	
VALOR HOJA DE 3ra	\$	\$1.023.720	\$364.504	\$2.365.386	\$833.431	\$360.622	\$363.974	
VALOR HOJA DE RECHAZO	\$	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
INGRESO TESTIGO		\$ 41.176.293	\$ 17.550.173	\$ 17.083.343	\$ 17.197.787	\$ 17.363.277	\$ 17.524.650	\$ 127.895.523
Valor en miles		\$41.176	\$17.550	\$17.083	\$17.198	\$17.363	\$17.525	\$ 127.896

ANEXO 8. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D1.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE COSECHA ANUAL PROYECTO ALOE VERA REY DAVID EN BASE A 1 ha COSECHA 60 DIAS								RENDIMIENTO TOTAL/AÑO
ESTUDIO 1 - D1		COSECHA 1	COSECHA 2	COSECHA 3	COSECHA 4	COSECHA 5	COSECHA 6	6
DENSIDAD DE SIEMBRA		1,1m X 0,5m	1,1m X 0,5m	1,1m X 0,5m	1,1m X 0,5m	1,1m X 0,5m	1,1m X 0,5m	
PLANTAS SEMBRADAS POR HECTÁREA		18182	18182	18182	18182	18182	18182	
PORCENTAJE DE PLANTAS BASE PARA COSECHA		95%	95%	95%	95%	95%	95%	
COSECHA DE PLANTAS EN BASE A % POR CORTE		17273	17273	17273	17273	17273	17273	
NUMERO HOJAS DEJADAS EN PLANTA EN COSECHA		18	18	18	18	18	18	
PROMEDIO DE PESO POR HOJA (gr)		700,43	687,3	656,57	701,8	679,9	667,8	
NUMERO DE HOJAS COSECHADAS		10	4	4	4	4	4	30
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (gr)		7004,3	2749,2	2626,28	2807,2	2719,6	2671,2	20577,78
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (kg)		7,0043	2,7492	2,62628	2,8072	2,7196	2,6712	20,57778
RENDIMIENTO MINIMO (GARANTÍA) promedio	Kg/ha	120983,3636	47486,18182	45363,01818	48488	46974,90909	46138,90909	355434,3818
PRODUCCIÓN DE ALOE VERA / 1 ha promedio	Ton/Aloe ha/cosecha	121	47	45	48	47	46	355
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 1ra promedio	\$Ton/Aloe	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 2da promedio	\$Ton/Aloe	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 3ra promedio	\$Ton/Aloe	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE Rechazo	\$Ton/Aloe	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
% HOJA DE 1ra	%	70%	63%	60%	67%	67%	67%	
% HOJA DE 2da	%	27%	33%	30%	23%	27%	23%	
% HOJA DE 3ra	%	3%	3%	7%	7%	3%	3%	
% HOJA DE RECHAZO	%	0%	0%	3%	3%	3%	7%	
CANTIDAD HOJA DE 1ra	Ton	84,69	29,92	27,22	32,49	31,47	30,91	
CANTIDAD HOJA DE 2da	Ton	32,67	15,67	13,61	11,15	12,68	10,61	
CANTIDAD HOJA DE 3ra	Ton	3,63	1,42	3,18	3,39	1,41	1,38	
CANTIDAD HOJA DE RECHAZO	Ton	0,00	0,00	1,36	1,45	1,41	3,23	
VALOR HOJA DE 1ra	\$	\$55.047.430	\$19.445.591	\$17.691.577	\$21.116.524	\$20.457.573	\$20.093.495	
VALOR HOJA DE 2da	\$	\$17.966.030	\$8.618.742	\$7.484.898	\$6.133.732	\$6.975.774	\$5.836.572	
VALOR HOJA DE 3ra	\$	\$1.633.275	\$641.063	\$1.428.935	\$1.527.372	\$634.161	\$622.875	
VALOR HOJA DE RECHAZO	\$	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
INGRESO 1 - D1		\$ 78.639.186	\$ 30.866.018	\$ 29.485.962	\$ 31.517.200	\$ 30.533.691	\$ 29.990.291	\$ 231.032.348
Valor en miles		\$78.639	\$30.866	\$29.486	\$31.517	\$30.534	\$29.990	\$ 231.032

ANEXO 9. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D2.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE COSECHA ANUAL PROYECTO ALOE VERA REY DAVID EN BASE A 1 ha COSECHA 60 DIAS								RENDIMIENTO TOTAL/AÑO
ESTUDIO 2 - D2		COSECHA 1	COSECHA 2	COSECHA 3	COSECHA 4	COSECHA 5	COSECHA 6	6
DENSIDAD DE SIEMBRA		1,1m X 0,40m	1,1m X 0,40m	1,1m X 0,40m	1,1m X 0,40m	1,1m X 0,40m	1,1m X 0,40m	
PLANTAS SEMBRADAS POR HECTÁREA		20202	20202	20202	20202	20202	20202	
PORCENTAJE DE PLANTAS BASE PARA COSECHA		95%	95%	95%	95%	95%	95%	
COSECHA DE PLANTAS EN BASE A % POR CORTE		19192	19192	19192	19192	19192	19192	
NUMERO HOJAS DEJADAS EN PLANTA EN COSECHA		18	18	18	18	18	18	
PROMEDIO DE PESO POR HOJA (gr)		698,93	697,6	693,77	678,27	707,47	687,4	
NUMERO DE HOJAS COSECHADAS		10	4	4	4	4	4	30
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (gr)		6989,3	2790,4	2775,08	2713,08	2829,88	2749,6	20847,34
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (kg)		6,9893	2,7904	2,77508	2,71308	2,82988	2,7496	20,84734
RENDIMIENTO MINIMO (GARANTÍA) promedio	Kg/ha	134138,0808	53553,13131	53259,11111	52069,21212	54310,82828	52770,10101	400100,4646
PRODUCCIÓN DE ALOE VERA / 1 ha promedio	Ton/Aloe ha/cosecha	134	54	53	52	54	53	400
PRECIO TONELADA ALOE VERA promedio	\$Ton/Aloe	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 1ra promedio	\$Ton/Aloe	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 2da promedio	\$Ton/Aloe	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 3ra promedio	\$Ton/Aloe	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE Rechazo	\$Ton/Aloe	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
% HOJA DE 1ra	%	70%	90%	93%	67%	80%	80%	
% HOJA DE 2da	%	23%	10%	7%	30%	17%	17%	
% HOJA DE 3ra	%	7%	0%	0%	3%	0%	3%	
% HOJA DE RECHAZO	%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	
CANTIDAD HOJA DE 1ra	Ton	93,90	48,20	49,53	34,89	43,45	42,22	
CANTIDAD HOJA DE 2da	Ton	30,85	5,36	3,73	15,62	9,23	8,97	
CANTIDAD HOJA DE 3ra	Ton	9,39	0,00	0,00	1,56	0,00	1,58	
CANTIDAD HOJA DE RECHAZO	Ton	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	0,00	
VALOR HOJA DE 1ra	\$	\$61.032.827	\$31.328.582	\$32.195.133	\$22.676.142	\$28.241.631	\$27.440.453	
VALOR HOJA DE 2da	\$	\$16.968.467	\$2.945.422	\$2.050.476	\$8.591.420	\$5.078.062	\$4.934.004	
VALOR HOJA DE 3ra	\$	\$4.225.350	\$0	\$0	\$702.934	\$0	\$712.396	
VALOR HOJA DE RECHAZO	\$	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
INGRESO 2 - D2		\$ 82.226.644	\$ 34.274.004	\$ 34.245.608	\$ 31.970.496	\$ 33.319.693	\$ 33.086.853	\$ 249.123.299
Valor en miles		\$82.227	\$34.274	\$34.246	\$31.970	\$33.320	\$33.087	\$ 249.123

ANEXO 10. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D3.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE COSECHA ANUAL PROYECTO ALOE VERA REY DAVID EN BASE A 1 ha COSECHA 60 DIAS								RENDIMIENTO TOTAL/AÑO
ESTUDIO 3 - D3		COSECHA 1	COSECHA 2	COSECHA 3	COSECHA 4	COSECHA 5	COSECHA 6	6
DENSIDAD DE SIEMBRA		1,15m X 0,50m	1,15m X 0,50m	1,15m X 0,50m	1,15m X 0,50m	1,15m X 0,50m	1,15m X 0,50m	
PLANTAS SEMBRADAS POR HECTÁREA		17391	17391	17391	17391	17391	17391	
PORCENTAJE DE PLANTAS BASE PARA COSECHA		95%	95%	95%	95%	95%	95%	
COSECHA DE PLANTAS EN BASE A % POR CORTE		16522	16522	16522	16522	16522	16522	
NUMERO HOJAS DEJADAS EN PLANTA EN COSECHA		18	18	18	18	18	18	
PROMEDIO DE PESO POR HOJA (gr)		692,07	691,33	676,83	683,7	671,57	679,97	
NUMERO DE HOJAS COSECHADAS		10	4	4	4	4	4	30
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (gr)		6920,7	2765,32	2707,32	2734,8	2686,28	2719,88	20534,3
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (kg)		6,9207	2,76532	2,70732	2,7348	2,68628	2,71988	20,5343
RENDIMIENTO MINIMO (GARANTÍA) promedio	Kg/ha	114342	45687,89565	44729,63478	45183,65217	44382,01739	44937,14783	339262,3478
PRODUCCIÓN DE ALOE VERA / 1 ha promedio	Ton/Aloe ha/cosecha	114	46	45	45	44	45	339
PRECIO TONELADA ALOE VERA promedio	\$Ton/Aloe	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 1ra promedio	\$Ton/Aloe	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 2da promedio	\$Ton/Aloe	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 3ra promedio	\$Ton/Aloe	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE Rechazo	\$Ton/Aloe	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
% HOJA DE 1ra	%	77%	67%	70%	67%	67%	67%	
% HOJA DE 2da	%	17%	27%	23%	27%	23%	23%	
% HOJA DE 3ra	%	0%	7%	3%	7%	10%	7%	
% HOJA DE RECHAZO	%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	
CANTIDAD HOJA DE 1ra	Ton	88,04	30,46	31,31	30,12	29,74	30,11	
CANTIDAD HOJA DE 2da	Ton	19,44	12,18	10,44	12,05	10,21	10,34	
CANTIDAD HOJA DE 3ra	Ton	0,00	3,05	1,49	3,01	4,44	3,15	
CANTIDAD HOJA DE RECHAZO	Ton	0,00	0,00	1,49	0,00	0,00	1,35	
VALOR HOJA DE 1ra	\$	\$57.228.171	\$19.798.088	\$20.351.984	\$19.579.583	\$19.328.369	\$19.570.128	
VALOR HOJA DE 2da	\$	\$10.690.977	\$6.700.891	\$5.740.303	\$6.626.936	\$5.614.325	\$5.684.549	
VALOR HOJA DE 3ra	\$	\$0	\$1.370.637	\$670.945	\$1.355.510	\$1.997.191	\$1.415.520	
VALOR HOJA DE RECHAZO	\$	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
INGRESO 3 - D3		\$ 67.919.148	\$ 27.869.616	\$ 26.763.231	\$ 27.562.028	\$ 26.939.885	\$ 26.670.197	\$ 203.724.105
Valor en miles		\$67.919	\$27.870	\$26.763	\$27.562	\$26.940	\$26.670	\$ 203.724

ANEXO 11. Tabla: Estimación Económica de cosecha anual para estudio D4.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE COSECHA ANUAL PROYECTO ALOE VERA REY DAVID EN BASE A 1 ha COSECHA 60 DIAS								RENDIMIENTO TOTAL/AÑO
ESTUDIO 4 - D4		COSECHA 1	COSECHA 2	COSECHA 3	COSECHA 4	COSECHA 5	COSECHA 6	6
DENSIDAD DE SIEMBRA		1,15m X 0,40m	1,15m X 0,40m	1,15m X 0,40m	1,15m X 0,40m	1,15m X 0,40m	1,15m X 0,40m	
PLANTAS SEMBRADAS POR HECTÁREA		21739	21739	21739	21739	21739	21739	
PORCENTAJE DE PLANTAS BASE PARA COSECHA		95%	95%	95%	95%	95%	95%	
COSECHA DE PLANTAS EN BASE A % POR CORTE		20652	20652	20652	20652	20652	20652	
NUMERO HOJAS DEJADAS EN PLANTA EN COSECHA		18	18	18	18	18	18	
PROMEDIO DE PESO POR HOJA (gr)		687,13	692,17	665,43	663,13	676,3	668,7	
NUMERO DE HOJAS COSECHADAS		10	4	4	4	4	4	30
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (gr)		6871,3	2768,68	2661,72	2652,52	2705,2	2674,8	20334,22
RENDIMIENTO MINIMO COSECHA (kg)		6,8713	2,76868	2,66172	2,65252	2,7052	2,6748	20,33422
RENDIMIENTO MINIMO (GARANTÍA) promedio	Kg/ha	141907,2826	57179,26087	54970,30435	54780,30435	55868,26087	55240,43478	419945,8478
PRODUCCIÓN DE ALOE VERA / 1 ha promedio	Ton/Aloe ha/cosecha	142	57	55	55	56	55	420
PRECIO TONELADA ALOE VERA promedio	\$Ton/Aloe	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 1ra promedio	\$Ton/Aloe	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	\$650.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 2da promedio	\$Ton/Aloe	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	\$550.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE 3ra promedio	\$Ton/Aloe	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	\$450.000	
PRECIO TONELADA ALOE VERA DE Rechazo	\$Ton/Aloe	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
% HOJA DE 1ra	%	63%	63%	60%	57%	53%	57%	
% HOJA DE 2da	%	23%	30%	27%	30%	17%	37%	
% HOJA DE 3ra	%	10%	7%	10%	10%	13%	7%	
% HOJA DE RECHAZO	%	3%	0%	3%	3%	7%	0%	
CANTIDAD HOJA DE 1ra	Ton	89,87	36,02	32,98	31,04	29,80	31,30	
CANTIDAD HOJA DE 2da	Ton	33,11	17,15	14,84	16,43	9,31	20,25	
CANTIDAD HOJA DE 3ra	Ton	14,19	4,00	5,50	5,48	7,45	3,68	
CANTIDAD HOJA DE RECHAZO	Ton	4,73	0,00	1,65	1,83	3,72	0,00	
VALOR HOJA DE 1ra	\$	\$58.418.498	\$23.414.907	\$21.438.419	\$20.177.412	\$19.367.664	\$20.346.893	
VALOR HOJA DE 2da	\$	\$18.211.435	\$9.434.578	\$8.163.090	\$9.038.750	\$5.121.257	\$11.140.154	
VALOR HOJA DE 3ra	\$	\$6.385.828	\$1.801.147	\$2.473.664	\$2.465.114	\$3.352.096	\$1.657.213	
VALOR HOJA DE RECHAZO	\$	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
INGRESO 4 - D4		\$ 83.015.760	\$ 34.650.632	\$ 32.075.173	\$ 31.681.276	\$ 27.841.017	\$ 33.144.261	\$ 242.408.119
Valor en miles		\$83.016	\$34.651	\$32.075	\$31.681	\$27.841	\$33.144	\$ 242.408