



Indicadores de respuesta fisiológica en caña de azúcar variedad CC01-1940 bajo la aplicación de Trinexapac ethyl en fase maduración.

Presentado por:

Jorge Alirio Valbuena Leyva

Sandra Liliana Núñez Lemus

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Agrícolas y Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

CEAD Palmira

2019



Indicadores de respuesta fisiológica en caña de azúcar variedad CC01-1940 bajo la aplicación de Trinexapac ethyl en fase maduración.

Presentado por:

Jorge Alirio Valbuena Leyva

Sandra Liliana Núñez Lemus

Proyecto aplicado como opción de grado presentado como requisito para optar el título de:

Agrónomo

Dirigido por:

Milton Cesar Ararat Orozco PhD.

Docente asesor

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Agrícolas y Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

CEAD Palmira

2019

(Dedicatoria)

El presente proyecto aplicado lo dedicamos principalmente a Dios, por darnos las fuerzas y ser nuestro guía para continuar y culminar la meta trazada.

A nuestras familias, quienes nos apoyaron incondicionalmente durante todo el proceso de formación, con sus consejos, amor y cariño.

Agradecimientos

- Agradecemos al Tutor Milton Cesar Ararat Orozco (PhD), por ser el guía durante la realización de este proyecto aplicado, porque gracias a su experiencia, conocimientos, orientación y correcciones fue posible culminar este proceso de formación profesional en agronomía.
- Al Ingenio Providencia (IPSA), junto con su representante el Ingeniero agroindustrial Mauricio Benjumea Cadavid, quien con su apoyo fue posible la realización del proyecto aplicado, a la Gerencia de cosecha del Ingenio Providencia, y al personal del laboratorio por recibirnos en sus instalaciones, dándonos la oportunidad, el conocimiento y el apoyo para realizar los respectivos análisis en el laboratorio.
- A los tutores de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, especialmente a las tutoras, María del Carmen Garcés, María del Pilar Romero, Shirley Andrea Rodríguez, y al tutor Manuel Emilio Gómez Candel, por ser partícipes en nuestro proceso de formación, porque gracias a los conocimientos recibidos, fue posible aplicar lo aprendido en el presente proyecto aplicado.

Resumen

En la actualidad se vienen buscando alternativas para el mejoramiento en temas relacionados con los rendimientos en términos de sacarosa en el cultivo de *Saccharum officinarum L*, esto incluye el proceso de adaptación de nuevas variedades como la CC01-1940, que ha generado un impacto significativo perfilándose como una variedad idónea para reemplazar las variedades que se vienen cultivando en el valle geográfico del río Cauca. Sin embargo, En la actualidad se han presentado reducciones en las concentraciones de sacarosa en los cultivos de la variedad en mención, razón por la cual se evaluará la respuesta fisiológica de la planta en 4 variables determinadas, que se presumen influyen directamente en la concentración de sacarosa, estas variables son: contenido hídrico relativo (CHR), porcentaje de materia seca, porcentaje de grados brix, concentración de sacarosa; variables a las que se les hará un seguimiento de su comportamiento bajo la aplicación del regulador fisiológico Trinexapac-ethyl, antes y después de la aplicación hasta el resultado después de la cosecha, para determinar que manejo agronómico se debe tener con esta variedad, y el comportamiento de la sacarosa respecto a las variables estudiadas.

Se realizará un ensayo donde se analizará el cultivo de *Saccharum officinarum L*, en la variedad CC 01-1940 en diferentes ciclos de cultivos (plantillas-socas) donde se analizarán las variables de estudio y su comportamiento en relación al madurante.

Palabras claves: Madurante, regulador fisiológico, aplicaciones, sacarosa, rendimiento y ambiental.

ABSTRAC

Summary

At present, alternatives for improvement in issues related to yields in terms of sucrose in the cultivation of *Saccharum officinarum* L are being sought, this includes the process of adapting new varieties such as CC01-1940, which has generated a significant impact as a suitable variety to replace the varieties that are being cultivated in the geographical valley of the Cauca river. However, there has been a reduction in sucrose concentrations in the crops of the variety in question, which is why the physiological response of the plant will be evaluated in 4 determined variables, which are presumed to directly influence the sucrose concentration, These variables are: relative water content (CHR), percentage of dry matter, percentage of brix degrees, sucrose concentration; variables that will be followed up on their behavior under the application of the physiological regulator Trinexapac-ethyl, before and after the application until the result after the harvest, to determine what agronomic management should be done with this variety, and the behavior of sucrose with respect to the variables studied. A trial will be carried out where the cultivation of *Saccharum officinarum* L, in the variety CC 01-1940, will be analyzed in different crop cycles (templates-socas) where the study variables and their behavior in relation to the maturation will be analyzed.

Key words: Madurante, physiological regulator, applications, sucrose, yield and environmental.

Tabla de contenido

1. Introducción	13
2. Justificación	15
3. Objetivos.....	17
3.1 Objetivos General	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4. Planteamiento del problema.....	18
5. Marco teórico	20
5.1 Maduración fisiológica de la caña de azúcar	20
5.2 Manifestación interna de la maduración	21
5.3 Manifestación externa de la maduración	22
5.4 Factores que afectan la maduración	22
5.5 Maduración inducida de la caña de azúcar	25
5.6 Efecto del madurador sobre el cultivo	27
5.7 Trinexapac-ethyl	27
5.7.1 Composición	27
5.7.2 Mecanismo y modo de acción	27
5.8 Ciclo de cosecha de la caña de azúcar	28
5.8.1 Plantilla	28
5.8.2 Soca	29
5.9 Variables fisiológicas	29
5.9.1 Brix del jugo	29
5.9.2 Concentración de sacarosa.....	30
5.9.3 Materia seca	31
5.9.4 Contenido Hídrico Relativo	32
6. Metodología	33
6.1 Ubicación	33
6.1.2 Ubicación de las fincas y suertes	34
6.2 Material experimental	37
6.2.1 Características de la variedad de caña CC01-1940.....	37
6.2.2 Trinexapac-Ethyl	38
6.3 Factores a estudiar	38

6.4 Variables de estudio	39
6.5 Población y muestra	39
6.6 Diseño Experimental	39
6.7 Unidades Experimentales	40
6.8 Aplicación del madurante	40
6.9 Numero de muestreos	40
6.10 Procedimiento muestras en campo.....	41
6.10.1 Materia seca	41
6.10.2 Grados Brix	41
6.10.3 Concentración de Sacarosa	41
6.10.4 Contenido Hídrico Relativo	42
6.11 Recolección de datos.....	42
6.11 Procesamiento y análisis de datos.....	42
6.12 Aspectos administrativos	43
7. Procedimiento en el laboratorio.....	43
7.1 Determinación (% Pol)	43
7.1.1 Materiales y equipos	43
7.1.2 Procedimiento	44
7.2 Determinación del Brix del jugo.....	46
7.2.1 Materiales y equipos	46
7.2.2 Procedimiento	46
7.3 Determinación de la Materia Seca	48
7.3.1Materiales y equipos	50
7.3.2 Procedimiento	50
7.4 Determinación de la Sacarosa Aparente	50
7.4.1Materiales y equipos	50
7.4.2 Procedimiento	50
7.5 Determinación del Contenido Hídrico Relativo	52
7.5.1 Materiales y equipos	52
7.5.2 Procedimiento	52
8. Resultados y discusión.....	54
8.1. Análisis de los Resultados de acuerdo al primer objetivo	54
8.2 Análisis de los Resultados de acuerdo al segundo objetivo	68
9. Conclusiones y recomendaciones	71
9.1. Conclusiones	71
9.2 Recomendaciones	72

10. Bibliografía	73
11. Anexos	77

Índice de tablas

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de la variedad de caña CC 01-1940	24
Tabla 2. Descripción de unidades experimentales	40
Tabla 3. Dosis del regulador Fisiológico	42
Tabla 4. Datos de la Zona agroecológica Finca Marsella	80
Tabla 5. Datos de la Zona agroecológica Finca San Miguel	80
Tabla 6. Datos de la zona agroecológica Finca El Albión.....	80
Tabla 7. Zona agroecológica Finca El Rosario	81
Tabla 8. Zona agroecológica Finca la Estancia.....	81
Tabla 9. Datos Finca Rosario Echeverry semanas días después de aplicación	81
Tabla 10. Datos Finca Marsella semanas días después de aplicación.....	82
Tabla 11. Datos Finca El Albión semanas días después de aplicación	82
Tabla 12. Datos Finca San Miguel semanas días después de aplicación	82
Tabla 13. Datos Finca La Estancia semanas días después de aplicación	83

Lista de figuras

Figura 1: Dosis de aplicación de Trinexapac-Ethyl.....	28
Mapa 1.Ubicación del municipio de El Cerrito.....	34
Mapa 2. Ubicación Finca Marsella	34
Mapa 3. Ubicación Finca El Albión	35
Mapa 4. Ubicación Finca San Miguel	35
Mapa 5. Ubicación finca el Rosario	36
Mapa 6. Ubicación La Estancia.....	36
Figura 2: Planta y parte de la variedad de Caña CC01-1940.....	38
Figura 3. Diagrama Determinación (%Pol)	47
Figura 4. Diagrama Determinación Materia Seca (M.S)	49
Figura 5: Determinación de la Sacarosa Aparente	51
Figura 6:Diagrama Determinación del Contenido Hidrico Relativo (CHR)	53

ANEXOS

Anexo. 1 Registro de datos muestreos en campo.....	78
Anexo 2. Datos pluviometria.....	79
Anexo 3. Descripción zonas Agroecológicas	80
Anexo 4. Tabla de resultados de las variables fisiológicas	81
Anexo 5. Registro de datos Semanas Después de Aplicación (SDDA).....	82
Anexo 6. Scanner de registros tomados en campo	84
Anexo 7. Fotos muestreos en campo	86
Anexo 8. Fotos Procedimiento en la Pista de Aplicaciones.....	87
Anexo 9. Foto regulador fisiológico.	88
Anexo 10. Fotografías de procedimiento realizados en el laboratorio.. ..	89
Fotografía. Proceso extracción del jugo y la clarificación de las muestras.	89
Fotografía. Procedimiento extracción de la fibra.....	90
Fotografía. contenido Hídrico Relativo.	91
Fotografía: Implementos utilizados en el laboratorio.....	92
Fotografía: Procedimientos realizados en el laboratorio.....	93

1. Introducción

En el cultivo de la caña de azúcar, una de las etapas fenológicas más importantes es la maduración, etapa en la cual culmina el proceso fisiológico de la planta que conlleva a la máxima acumulación de sacarosa en los tallos. Existen factores que afectan la maduración entre ellos la humedad del suelo, la temperatura, la nutrición vegetal y la floración; estos factores son difíciles de controlar; es por eso que en el proceso de obtener altos rendimientos de sacarosa se utilizan madurantes para inducir la acumulación de sacarosa en los tallos, proceso realizado basado de acuerdo con la programación de cosecha. La mayoría de productos utilizados son reguladores de crecimiento y como consecuencia de este uso permite obtener un mayor contenido de sacarosa en el tallo al momento de la cosecha, uno de estos es el regulador Trinexapac- Ethyl, producto sistémico que actúa como retardador de crecimiento y aumenta los contenidos de sacarosa.

En la actualidad en el Valle geográfico del río Cauca, los ingenios azucareros tienen como práctica usual la utilización de madurantes. Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018 afirma que la respuesta a los maduradores depende de muchos factores, no todos ellos estudiados completamente, pero por lo general se acepta que depende de la aplicación y está muy influenciado por la variedad y la dosis del madurador. En cuanto a la variedad la CC 01-1940 su siembra en los Ingenios azucareros ha ido creciendo aceleradamente, reemplazando a otras variedades, puesto que esta variedad posee características agronómicas y de productividad la cual la hace predilecta con respecto a otras. “En campo ha demostrado ser una variedad de mayor población, altura, con mayores tasas de crecimiento y al final un mayor tonelaje de caña por hectárea y es resistente a las enfermedades principales; no se

debe cosechar a edades inferiores a los 12.5 meses y cuando se aplica el madurador debe ser en dosis superiores, debido a que la variedad CC 01-1940 es más resistente al madurador y generalmente presenta mayores producciones de caña ” (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018). Pese a lo anterior, en la variedad CC 01- 1940 se vienen presentando reducciones en la concentración de sacarosa, por lo cual se buscan evaluar indicadores de respuesta fisiológica, los cuales se presumen que influyen en el aumento de la concentración de sacarosa como son: % de Materia Seca, ° Brix, % Sacarosa aparente y Contenido Hídrico Relativo (CHR).

En el presente proyecto aplicado se presentan los resultados sobre las variables fisiológicas en estudio bajo la aplicación del regulador fisiológico Trinexapac-Ethyl en la variedad CC 01-1940, en diferentes ciclos de cosecha (Plantillas, socas) donde se hicieron aplicaciones del producto en 5 zonas agroecológicas diferentes (11H1, 30H0,6H1) (Finca: Marsella, San Miguel, Rosario y Albión), y utilizando un quinto testigo de la maduración natural la finca la Estancia (6H1), con el fin de medir y determinar tanto en etapas de desarrollo como en edad de cosecha variables de rendimiento como: %Materia seca, ° Brix, % Sacarosa Aparente y CHR. Todo lo anterior se realizó con métodos para conocer el grado de maduración de la caña, basados en la determinación del laboratorio, procedimiento ejecutado una vez que se realizaron los muestreos en campo.

Este proyecto hace parte de las actividades del semillero de investigación SIPAS (Semillero Investigación en Producción Agropecuaria Sostenible) de la ECAPMA.

2. Justificación

En algunas zonas del departamento del Valle del Cauca se siembra y se cosecha caña de azúcar durante todo el año. Las condiciones de maduración son muy variables y muchas veces estas favorecen más el crecimiento de la planta que la maduración de los tallos; Por lo tanto, se recurre a la utilización de madurantes químicos; según Sanclemente Reyes, 2015, citando a Subiros, 2000 afirma que: "La concentración de azúcares en los tallos está más influenciada por los aspectos fisiológicos ligados a la fotosíntesis, la humedad del suelo y la técnica de maduración empleada" (Subiros, 2000).

En la actualidad la industria azucarera se ha convertido en parte importante de la economía en el departamento del Valle del Cauca, sin embargo, se vienen presentando inconvenientes en la concentración de sacarosa en los cultivos, notándose una amplia reducción en los rendimientos; son muchos los factores que influyen en este proceso fisiológico de la planta, como la temperatura, las precipitaciones, luminosidad que debido al cambio climático afectan directamente los cultivos.

En la necesidad de mantener los rendimientos por parte de la industria azucarera, buscando una sustentabilidad económica y preservando el medio ambiente, se han desarrollado diferentes técnicas y procedimientos que buscan contribuir al mejoramiento de los contenidos de sacarosa en los cultivos de *S. officinarum*. Para ello se debe desarrollar de forma preliminar ciertos paquetes tecnológicos que relacionan el manejo del suelo con la planta y el monitoreo de los respectivos efectos en la concentración de azúcares en los tallos influenciados por aspectos fisiológicos ligados a la fotosíntesis y la humedad del suelo (Sanclemente *et al*, 2015); Posteriormente se ha relacionado técnicas de maduración empleada en variedades que han

cumplido en parte con expectativas de alto rendimiento, razón por la que la variedad CC 8592 llegó a ocupar en el 2013 el 80% del área total cultivada en el Valle geográfico del río Cauca, estableciéndose como la más predilecta dentro de las variedades a cultivar, luego hizo su aparición la variedad CC01-1940 la cual, debido a su fisiología, alta elongación de los tallos y TCH superior, logro posicionarse como una variedad promisoría, llegando a ocupar en el 2017 el 32-35% del área cultivada presentando estas características favorables en los primeros ciclos de cosecha, sin embargo, al pasar los ciclos los rendimientos disminuyen considerablemente por lo que al posicionarse ampliamente en el sector, se buscan alternativas que permitan mantener la acumulación de sacarosa como en los primeros estadios del cultivo. (Cenicaña F. t., 2018)

En consecuencia, se buscan establecer manejos agronómicos desde la maduración, que permitan mantener una regularidad en la concentración de sacarosa en esta variedad. Por lo tanto, se requiere hacer el estudio de variables de respuesta fisiológica en términos de rendimiento como grados Brix, concentración de sacarosa, porcentaje de materia seca y Contenido Hídrico Relativo Foliar (CHR) en la fase de maduración y bajo la aplicación del regulador fisiológico Trinexapac-ethyl con el fin de mejorar los rendimientos y aumentar la concentración de sacarosa de la variedad CC01-1940 al momento de la cosecha.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Diagnosticar variables de respuesta fisiológica en caña de azúcar variedad CC01-1940 bajo la aplicación de Trinexapac - ethyl en la fase de maduración.

3.2. Específicos

3.2.1. Medir parámetros fisiológicos como materia seca, Contenido Hídrico Relativo (CHR) en la fase de desarrollo del cultivo.

3.2.2. Determinar variables de rendimiento como grados brix, concentración de sacarosa, azúcares totales bajo la aplicación de Trinexapac - ethyl en fase de maduración del cultivo.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) es la actividad agrícola más importante que se desarrolla en el departamento del Valle del Cauca. “El sector azucarero en esta región cuenta con 225.560 hectáreas sembradas en caña de azúcar, de las cuales el 25% corresponde a tierras propias de los ingenios y el restante 75% a más de 2.550 cultivadores de caña. Dichos cultivadores abastecen a ingenios de la región como Providencia, Manuelita, Mayagüez, Riopaila-Castilla entre otros” (Asocaña, s.f.). En este cultivo se llevan a cabo diversas actividades agronómicas que van desde la preparación del suelo, surcado, siembra, aporque, fertilización, riego, manejo integrado de plagas y enfermedades, control de arvenses y cosecha. El cultivo de la caña de azúcar tiene factores limitantes que influyen directamente sobre el rendimiento, uno de los más relevantes es la variedad; por lo tanto, se encontró que la variedad influye en el rendimiento. De acuerdo a lo anteriormente dicho se encontró que la variedad CC- 8592 en diciembre 31 de 2012 ocupaba el 66.4% del área total dedicada a la siembra de caña (Cenicaña, 2013); ya para el 2013 ocupaba el 80% del área total cultivada en el Valle geográfico del río Cauca, estableciéndose como la más predilecta dentro de las variedades a cultivar por “su alta productividad, la resistencia a enfermedades y plagas, la convirtieron en la preferida de los cultivadores y por los ingenios azucareros” (Cenicaña C. I., 2013), sin embargo con los avances tecnológicos y la aparición de nuevas variedades se introdujo la variedad CC 01-1940, la cual impactó por sus altos rendimientos y TCH superior, motivando a la migración de los agricultores al cambio y establecimiento de la nueva variedad. “Teniendo en cuenta estos cambios actualmente la variedad CC01-1940 se posiciona a la fecha con un porcentaje de siembra entre el 37% y 40% del área disponible para la cosecha, generando un cambio

significativo de la utilización de la variedad en los cultivos de *S. officinarum* en el Valle del Cauca” (Cenicaña F. t., 2018). Sin embargo, la variedad de caña CC01-1940 presenta problemas de rendimientos en términos de sacarosa después de las primeras cosechas (Cortes) con tendencia a una disminución significativa en las cosechas siguientes; por lo tanto, se buscan alternativas que permitan mejorar los rendimientos de la caña de azúcar cosechada en términos de sacarosa. Para conseguir este objetivo se vienen utilizando la aplicación de maduradores que permitan a la planta optimizar las concentraciones de sacarosa y mantenerla en un alto porcentaje con relación a la materia seca.

Por consiguiente, se debe analizar las variables de tipo fisiológico y la respuesta de la planta a indicadores de respuesta fisiológica como: Porcentaje de materia seca, grados brix, concentración de sacarosa y contenido hídrico relativo (CHR).

De acuerdo al incremento de siembra de la variedad CC 01-1940, y teniendo en cuenta que el problema de esta variedad radica en el bajo rendimiento después de la primera cosecha y con los reportes en disminución en el TCH reportado por los Ingenios azucareros, debido a lo anterior se desconocen los parámetros fisiológicos asociados en desarrollo como en cosecha para poder relacionar aproximación en el rendimiento mencionado. Teniendo en cuenta la problemática anterior, se busca dar solución al siguiente interrogante. ¿Cómo influye en el rendimiento en términos de sacarosa de la variedad CC 01-1940 en los diferentes ciclos de cosecha, las variables de respuesta fisiológica, bajo la aplicación de Trinexapac- ethyl en la fase de maduración?

5. MARCO TEORICO

BASES TEORICAS

5.1. Maduración Fisiológica de la caña de azúcar

“La maduración de la caña de azúcar se define como la culminación del proceso fisiológico que conlleva a la máxima acumulación de sacarosa de la planta. (Larrahondo & Villegas, 1995)

“Clements (citado por Humbert, 1970) describe este proceso en dos etapas: la primera incluye el engrosamiento y cese del crecimiento de los entrenudos, acompañados por un incremento de la materia seca, y la segunda está relacionada con la acumulación de la sacarosa en los entrenudos totalmente desarrollados, esta última etapa depende de factores nutricionales y ambientales. (Larrahondo & Villegas, 1995)”.

Es posible realizar una estimación de la etapa ideal de maduración para obtener el mayor rendimiento industrial considerando algunos parámetros tecnológicos como el Brix (contenido de sólidos solubles), pureza y AR (azúcares reductores) (Fernández, 2003). Fisiológicamente, la maduración se consigue cuando los tallos alcanzan su potencial de almacenamiento de la sacarosa, es decir, el punto de máxima acumulación posible. (Silva, 1989).

“La sacarosa constituye alrededor del 50% de la materia seca del tallo maduro de la caña de azúcar, y su contenido en el tejido parenquimatoso de almacenamiento es aproximadamente 20% de su peso fresco. Entre los compuestos que controlan la acumulación de sacarosa en los tejidos de almacenamiento se encuentran las invertasas. Estas son enzimas que dirigen la utilización de los azúcares durante el crecimiento y su acumulación en los tejidos de la planta. Existen dos tipos de invertasas solubles: la ácida está localizada en las paredes del tallo, es responsable de hidrólisis de la sacarosa en hexosas (glucosa y fructosa), a medida que el cultivo va madurando,

la concentración de invertasa neutral comienza a aumentar, por otro lado, la invertasa neutra está presente en los tejidos maduros. Las invertasas ácidas tienen su máxima actividad entre pH 5.0 y 5.5; y la neutra, que es más activa a pH 7.0. ”(Larrañondo & Villegas, 1995).

En la fase de crecimiento, los asimilados se emplean en la construcción de la estructura de los entrenudos, se sabe que el crecimiento es una consecuencia directa de la respiración, pues esta libera energía que es aprovechada por la planta para activar su elongación. Esta energía liberada proviene del gasto de los hidratos de carbono acumulados; por lo tanto, se insiste en la relación crecimiento/respiración/temperatura y su efecto en el almacenamiento de azúcares (Dávila et al, 1995).

El contenido de humedad en los tallos durante el periodo de maduración y cosecha es importante para asegurar una óptima concentración de los azúcares, cuando decrece el contenido de humedad en la planta, la deshidratación conduce a la conversión de los azúcares reductores de la sacarosa. (Dávila et al, 1995).

En resumen, “La capacidad de la planta de caña para producir sacarosa (azúcar comercial) depende de la variedad, el manejo del cultivo, y de los factores climáticos como precipitación, luminosidad y oscilación de la temperatura. El conocimiento de estos factores y sus efectos en la acumulación de sacarosa y otros productos permitirá un manejo eficiente del cultivo y una mayor producción a nivel de campo y de fábrica” (Larrañondo & Villegas, 1995).

5.2. Manifestaciones internas de la maduración.

“Las manifestaciones internas de la maduración de la planta se refieren al contenido de humedad de algunos de sus tejidos, el brix del tallo y el contenido de sacarosa de este, la

humedad se considera como el factor más importante para determinar la maduración del tallo; por tal razón, los programas de maduración de un cultivo se basan en el control del suministro de agua para reducir el crecimiento y favorecer la concentración de azúcares” (Larraondo & Villegas, 1995).

5.3. Manifestaciones externas de la maduración.

Según (Larraondo & Villegas, 1995) citando (Buenaventura O., 1986) afirma que " cuando las condiciones son favorables para la maduración, las hojas en el cogollo, que normalmente son entre 12 y 15, se reducen a un número entre 6 y 10, si la variedad tiene buen deshoje natural. Como resultado de la disminución en el crecimiento y el acortamiento de los entrenudos, se forman una estructura similar a una palma y parece que todas las hojas salieran de un solo entrenudo. El color de las hojas se torna amarillo y la textura delgada y quebradiza, los tallos desprenden la cerosina y cambian de color. Cuando la planta no se cosecha a tiempo, las yemas en la parte superior del tallo brotan y puede aparecer una médula corchosa dando como resultado la muerte del tallo" (Larraondo & Villegas, 1995).

5.4. Factores que afectan la maduración

Existen varios factores que actúan en forma combinada y determinan el rendimiento de la caña; entre ellos los más importantes son: la humedad en el suelo, la temperatura del aire, la luminosidad, la nutrición vegetal y la floración.

5.4.1. La humedad

“La humedad interna de la planta de caña es el factor dominante para la síntesis y traslocación de azúcares. Cuando la planta se encuentra en desarrollo requiere un suministro adecuado de

agua que le permita absorber los nutrientes del suelo, transportarlos al tallo y asimilarlos para realizar los procesos fisiológicos. Al momento de la cosecha es necesario reducir el contenido de humedad para aumentar la calidad del jugo”. (T., Jesús E. Larrahondo A. ; y Fernando Villegas, 1995).

“La maduración de la variedad CC 01-1940 en zonas húmedas es muy variable y depende mucho de las condiciones ambientales del sitio en donde se siembra; estas condiciones varían a través de los cortes y en general se observa que entre mayor sea la condición de humedad, la variedad parece mejor madurar” (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018).

5.4.2 La temperatura

La temperatura afecta la absorción de agua y nutrientes por la planta, limitando su crecimiento y desarrollo. La temperatura del aire desempeña un papel clave en la maduración de la caña de azúcar, es responsable de la reducción de la tasa de crecimiento, lo que lleva a la acumulación de más azúcar. Glover (1972) observó que con bajas temperaturas aumentó el contenido de sacarosa en los tallos.

“Para la maduración son preferibles temperaturas relativamente bajas, en el rango de 12-14°C, ya que ejercen una marcada influencia sobre la reducción de la tasa de crecimiento vegetativo y el enriquecimiento de azúcar de la caña. A temperaturas mayores la sacarosa puede degradarse en fructosa y glucosa, además de estimular la fotorrespiración, que produce una menor acumulación de azúcares” (Larrahondo & Villegas, 1995).

5.4.3. La luminosidad

“La luz es la fuente principal de energía para la fotosíntesis y la caña de azúcar es uno que mejor la aprovecha. La disminución en la intensidad de la luz trae como resultado una reducción en la elaboración y el almacenamiento de azúcares, y una acumulación de almidones en las hojas” (Larrahondo & Villegas, 1995).

5.4.4. Nutrición mineral

Los nutrimentos afectan el crecimiento y desarrollo de la planta y su maduración.

La información contenida en la tabla 1 no debe usarse para calcular directamente la dosis de fertilizante que se van a aplicar, lo cual debe hacerse con base en análisis de suelo y tejido foliar. Se presenta para demostrar que cada variedad tiene diferentes requerimientos fisiológicos.

Tabla 1. *Requerimientos nutricionales de la variedad de caña CC 01-1940. Fuente: (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018)*

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA VARIEDAD CC- 01-1940		
NUTRIMENTOS		CC 01-1940
ELEMENTOS MAYORES (Kg)	N	0.9
	P	0.1
	K	2.6
	Ca	0.7
	Mg	0.2
	S	0.1
ELEMENTOS MENORES (g)	Fe	102
	Mn	3.6
	Cu	2.6
	Zn	4.1
	B	0.4

5.5. Maduración inducida de la caña de azúcar.

Debido a las condiciones agroclimatológicas del departamento del Valle del Cauca, la maduración natural sufre diversas afectaciones que perjudican en alto porcentaje la concentración de sacarosa en el tallo, por lo que es necesario la aplicación de compuestos químicos denominados madurantes que mejoran el nivel de sacarosa en la materia prima conservándola durante la cosecha. Con la aplicación de estos maduradores es posible incrementar hasta un 25% la producción de azúcar, pero para que esto ocurra es necesario que el producto disminuya el ritmo de crecimiento de la planta, de tal forma que en el tallo se almacene una cantidad mayor de sacarosa. Después de 6 a 12 semanas de aplicación con dosis adecuadas, las plantas pueden presentar crecimiento entre 10 y 25 cm menor al que tendrían si no hubieran recibido dicha aplicación. Si la disminución en el crecimiento tuviera un efecto directo en la producción, se esperarían disminuciones entre el 3% y el 8% en TCH (Villegas, 1992); sin embargo, se deben tener en cuenta factores como:

1. El mayor crecimiento de las plantas que no reciben maduradores se debe, en parte, al desarrollo del cogollo, el cual se deja como residuo en el campo al momento de la cosecha. Por el contrario, los cogollos de las plantas que reciben madurador son más cortos.
2. El diámetro de los tallos de las plantas que reciben maduradores y su peso por unidad de longitud tienden a ser mayores, como resultado de la limitación en el crecimiento (Villegas; Torres, 1991).
3. El madurador incrementa de manera apreciable el contenido de sacarosa en el tercio superior del tallo, lo que justifica un corte más alto al momento de la cosecha. En plantas

sin maduradores el contenido de sacarosa en esta parte del tallo es bajo (Villegas & Torres, 1993).

“Los efectos de los maduradores son diferentes en las distintas variedades de caña. Al aplicar dosis iguales de un madurador del tipo reguladores de crecimiento a un grupo de variedades de la misma edad que han crecido en condiciones de clima, suelo y manejo similares es posible que algunas variedades presenten quemazón severa del follaje, lo cual afecta considerablemente su crecimiento. En estos casos se deduce que las variedades afectadas son muy susceptibles al madurador y que las dosis aplicadas son altas. Por su parte, las variedades que no presentan efecto alguno por la aplicación del madurador, ni en la coloración del follaje ni en el contenido de sacarosa, se identifican como variedades resistentes a este y se deduce que la dosis aplicada no fue suficiente” (Villegas y Arcila, 2003).

“Por otro lado, existen los reguladores de crecimiento de plantas, que son sustancias sintéticas aplicadas exógenamente y que tienen acciones similares a grupos conocidos de hormonas (auxinas, giberelinas, citocininas, retardantes, y los inhibidores de etileno), mientras que las hormonas vegetales son orgánicas, no nutrientes, compuestos naturales producidos por la planta a bajas las concentraciones (4-10 M), que promueven, inhiben o modifican los procesos fisiológicos y morfológicos de la planta. Los inhibidores de crecimiento son sustancias naturales o sintéticas que tienen la capacidad para inhibir el crecimiento del meristemo subapical. Factores tales como el período de aplicación de los productos químicos, las dosis, las características genéticas de la variedad y la época de cosecha de las materias primas, son factores que pueden influir en la eficacia de los inhibidores químicos de la floración y los maduradores de caña de azúcar” (Dalley & Junior, 2010)

5.6. Efectos del madurador sobre el cultivo.

"El efecto que se busca con la aplicación de maduradores al cultivo de la caña es de tipo fisiológico: lograr un incremento en el rendimiento de volumen de sacarosa debido a que el madurador provoca una regulación del crecimiento que induce una concentración mayor de azúcar en el tallo. Este efecto puede manifestarse en algún grado de amarillamiento, dependiendo del tipo de madurador, de la variedad a la cual se aplica y de la dosis empleada" (Pérez, Grisales, & Jiménez, 2014).

5.7. Trinexapac-etil

5.7.1. Composición

"El trinexapac-etil contiene 250 g de ingrediente activo por litro y su nombre químico es Etil éster de 4-(ciclo propil- α -hidroxi-metileno)-3,5-ácido dioxociclohexanocarboxílico. Pertenece al grupo químico de las ciclohexanodiona" (Álvarez, 2014).

5.7.2. Mecanismo y modo de acción

"El Trinexapac-Ethyl es un producto sistémico que pertenece a una nueva clase química de reguladores de crecimiento. En caña de azúcar, actúa como un retardador del crecimiento, y aumenta el contenido de azúcar, durante un período limitado de tiempo, lo que permite anticipar la cosecha de caña de azúcar" (Álvarez, 2014).

"Este regulador de crecimiento es absorbido principalmente por las hojas y brotes, siendo traslocado luego a las zonas de crecimiento (meristemáticas) donde inhibe la elongación de los entrenudos, favoreciendo la concentración de sacarosa en la planta, sin afectar el sistema radicular" (Capítulo I. Maduradores y su comportamiento en el cultivo de la caña de azúcar

(*Sacharum officinarum*), 2018).

“Actúa inhibiendo temporalmente la biosíntesis del ácido giberélico resultando en una disminución de la elongación celular y la longitud de los entrenudos superiores y por consiguiente las plantas quedan cortas y fuertes. Pertenece al grupo químico de las Ciclohexanodionas” (Álvarez, 2014).

APLICACIÓN DEL REGULADOR FISIOLÓGICO

Trinexapac- Ethyl
Dosis: 3.2 L X 1 L del regulador.

Fijador Trionex
Dosis: 0.15 cm³ X ha



Figura 1: Dosis de aplicación de Trinexapac-Ethyl. Fuente: <https://es.slideshare.net/jesuspilco/el-cultivo-de-cao-de-azcar>.

5.8. CICLOS DE COSECHA EN CAÑA DE AZUCAR

5.8.1. Plantilla

Caña en su primer ciclo del cultivo, lo que se cosecha en el primer corte. “Son aquellas plantaciones que tienen por lo menos seis meses de plantadas y que no se ha realizado ningún corte. El cultivo de la caña de azúcar, en su ciclo plantilla tiene un desarrollo vegetativo de duración variable, dado a que depende de la variedad y de la influencia del clima. De la siembra a la cosecha el cultivo puede durar desde 14 y hasta 17 meses. En este periodo la caña de azúcar pasa por cuatro etapas: germinación y/o emergencia, macollamiento o ahijamiento, rápido

crecimiento y maduración” (CONADESUCA, 2014).

5.8.2. Soca

Se refiere a la Caña que se cosecha después de la plantilla (segunda cosecha de la caña) “el desarrollo de las socas tiene una duración de 11 a 13 meses y se distinguen tres etapas: brotación y macollamiento, rápido crecimiento y maduración. A continuación, se describe cada una de estas etapas” (CONADESUCA, 2014).

“Una vez que se cosechan los tallos de la plantilla, sus raíces mueren; al mismo tiempo, las yemas y los primordios radicales de la cepa rebrotan para dar origen a la soca, siempre y cuando las condiciones ambientales sean favorables. El número de cortes (Plantillas y socas) depende de la variedad, de las prácticas culturales y de las condiciones ambientales en el momento de la cosecha, en forma general existe una tendencia a disminuir la producción a medida que avanza el número de cortes” (Estevéz, H.Cock, & Irvine, 1995).

5.9. VARIABLES FISIOLÓGICAS:

5.9.1. Brix del Jugo

“Los Brix del Jugo se refieren al contenido de sólidos solubles totales presentes en el jugo, expresados como porcentaje. Los Brix incluyen a los azúcares y a compuestos que no son azúcares. Los Brix pueden ser medidos en el campo, en la misma plantación, utilizando un refractómetro manual para Brix o HR Brix. Para esto se perforan varias plantas en el campo y se colecta su jugo para formar una muestra compuesta que será analizada en el laboratorio. Luego se pone una gota del jugo compuesto en el refractómetro manual y se hace la medición de los grados Brix. El campo circular del visor se oscurece a medida que aumenta el nivel de Brix, que puede ser leído fácilmente. El refractómetro manual para Brix tiene graduaciones de 0 a 32%.

Las lecturas de Brix pueden tomarse por separado en la parte superior o inferior del cultivo. Un rango estrecho de lectura indica madurez de la caña, mientras que un rango amplio indica que la caña ya está demasiado madura. Por otro lado, si la parte inferior de la caña tiene un menor valor de Brix que la parte superior, esto indica que la caña está sobre madura y que está ocurriendo reversión del azúcar” (Departamento de Agricultura, NETAFIM, s.f.).

“En el Valle geográfico del río Cauca se ha encontrado que cuando la caña se quema e inmediatamente se corta, el brix (%caña) aumenta entre el 10% y 16% en las primeras 48horas, en relación con la caña que se corta sin quemar; esta diferencia se debe a la pérdida de humedad en los tallos de la primera. De la misma forma, cuando se quema y se deja “en pie” se presenta un descenso continuo del brix (% caña) y en el Pol (% caña), debido al deterioro y a la mayor disolución de los metabolitos por la absorción de agua a través del sistema radicular de la planta. Los resultados muestran una pérdida diaria de 2.7% de sacarosa, siendo esta mayor después de 48 horas de realizada la cosecha” (CENICAÑA, 1983) y (Larrahondo J. , 1983).

5.9.2. Concentración de sacarosa.

“La sacarosa constituye alrededor del 50% de la materia seca del tallo maduro de la caña de azúcar, y su contenido en el tejido parenquimatoso de almacenamiento es, aproximadamente, 20% de su peso fresco (Glasziou & Gayler, 1972)”. La sacarosa (%caña) en las condiciones del Valle del río Cauca es variable a través del tiempo debido a que la cosecha se realiza durante todo el año y la precipitación y la temperatura son variables y afectan la concentración de sacarosa en la planta” (Valens, Garcia, Salazar, Villareal, & López, 2014).

“Según estudios de Cenicaña Con respecto a la acumulación de sacarosa, los resultados preliminares con las variedades CC 8592, CC 93-4418, CC 01-1940 y CC 06-791 muestran que la acumulación de este carbohidrato es un proceso paulatino, en el que primero se “llenan” los entrenudos del tercio bajo del tallo, luego los del tercio medio y así sucesivamente. Aunque al final del ciclo del cultivo todos los tercios presentan ganancia de sacarosa, el tercio superior reporta las mayores tasas de acumulación, seguido por los tercios medio y bajo, respectivamente” (CENICAÑA, 2015).

5.9.3. Materia Seca (MS)

Es el material que queda después de practicar la desecación del producto resultante de la filtración cuantitativa de un material de proceso.

El porcentaje de materia seca de la caña, insoluble en agua, compuesta generalmente por celulosa, que a su vez está compuesta por azúcares simples como la glucosa (dextrosa).

“El acumulo sistemático de la materia seca en la planta de caña se presenta bajo una tendencia sigmoidea, que puede perfectamente dividirse en tres fases: **1) Crecimiento lento:** la planta se encuentra muy activa en procesos de germinación, retoñamiento, ahijamiento y crecimiento, acumulando entre el 15 y el 10% de toda la materia seca; **2) Crecimiento rápido:** la energía metabólica se orienta primordialmente a promover el crecimiento de la sección aérea, se estima que en esta fase se genera entre el 70-80% de toda la materia seca producida, y **3) Acumulativa:** el aporte en materia seca se ubica entre 15% y 10%. Este patrón de comportamiento y duración de cada fase depende de la variedad sembrada, la localidad donde se ubica la plantación, las condiciones bióticas y abióticas del entorno y también del ciclo vegetativo de la planta (10-24

meses), entre otros” (Solera, Marco A. Chaves, 2017).

5.9.4. Contenido hídrico Relativo (CHR)

Representa la cantidad de agua de un tejido en comparación con la que podría tener una hidratación completa. El contenido hídrico relativo expresa el porcentaje del contenido de agua en un momento y tejido dado. Este valor es relativo a la turgencia o saturación total y se halla normalmente en hojas o discos foliares de área conocida.

Para determinar el contenido hídrico relativo (CHR) Se utiliza la siguiente formula:

$$\%CHR = \frac{Pf-ps}{Pt-ps} * 100$$

PF=Peso fresco (peso en una balanza inmediatamente después del corte).

PS= (muestra a 80° durante 24 horas)

PT=Peso de saturación a plena turgencia (se hidrata el tejido al 100% sumergiendo la muestra por completo durante 12 horas y se cuantifica nuevamente el peso).

5.9.5. Importancia de medir el CHR

Es importante para determinar variedades tolerantes a la sequía, ya que tiene en cuenta la variabilidad del porcentaje de agua en las hojas a medida que aumenta el déficit hídrico en el suelo.

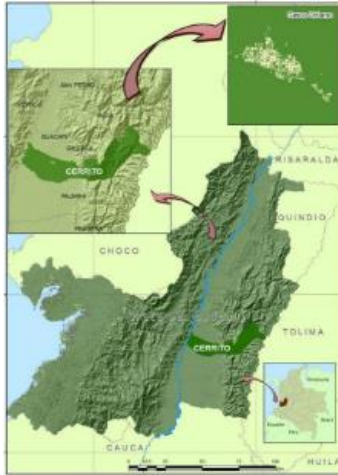
6. METODOLOGIA

6.1. Localización del trabajo

El proyecto aplicado se realizó en la zona centro del Valle geográfico del río Cauca, en el municipio de El Cerrito, este se ubica en la margen derecha del río Cauca, entre los 3° 41' 40" de latitud norte y 76° 19' 33" de longitud oeste; su extensión aproximada es de 501 Km², la cabecera municipal está ubicada a 987 m.s.n.m. Los límites del Municipio son: al norte con los municipios de Guacarí, Ginebra y Buga, al oriente con el departamento de Tolima y el municipio de Palmira, al sur con el Municipio de Palmira y al occidente con el municipio de Vijes.

Los ensayos se realizaron en predios de la zona centro del Valle geográfico del río Cauca, teniendo en cuenta la influencia de distintos factores climáticos: viento, luminosidad, temperatura. En cuanto al suelo aspectos como pendiente del suelo, permeabilidad del suelo, drenajes, y humedad. Los datos suministrados sobre las precipitaciones que se presentaron durante los días en que se realizaron los muestreos fueron obtenidos a través de la estación meteorológica de CENICANÑA (Boletines diarios de la Red Meteorológica Automatizada – RMA).

UBICACIÓN



Mapa 1. Municipio de El Cerrito y ubicación en el departamento del Valle del Cauca. Fuente: Plan de Gestión de Riesgo de Desastres del Municipio de El Cerrito.

6.2. UBICACIÓN DE LAS FINCAS Y SUERTES



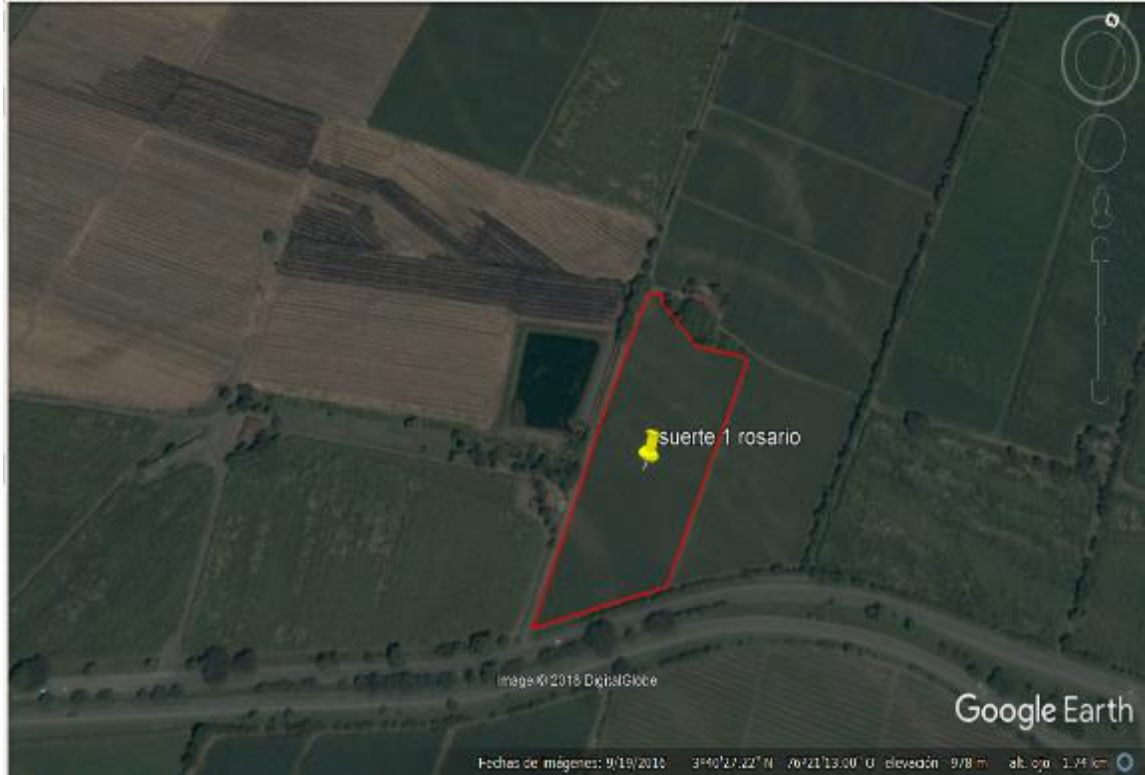
Mapa 2. Ubicación finca Marsella Fuente: Google Earth Pro.El Cerrito Valle del Cauca.



Mapa 3. Ubicación finca El Albión Fuente: Google Earth Pro, El Cerrito Valle del Cauca.



Mapa 4. Ubicación Finca San Miguel. Fuente: Google Earth Pro. El Cerrito Valle del Cauca.



Mapa 5. Ubicación finca El Rosario. Fuente: Google Earth Pro, El Cerrito Valle del Cauca.



Mapa 6. Ubicación Finca la Estancia. Fuente: Google Earth Pro.

6.2.1. Características de la Variedad de caña de azúcar CC 01-1940

“La variedad CC 01-1940 posee un tallo de porte alto, erecto y entrenudos en zigzag suave. El entrenudo es cilíndrico, corto con una longitud entre 10cm y 13 cm y un diámetro entre 35mm y 45mm. El tallo es verde amarillento cuando no está expuesto al sol y amarillo verdoso cuando ha recibido los rayos solares. No tiene canal de yema y el tallo tiene mucha cera, lo que en condiciones de déficit de humedad y en condiciones tropicales con altas temperaturas contribuye al ahorro de agua al no permitir la pérdida por transpiración por efecto del calor” (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018)

“El nudo muestra un anillo de crecimiento de color verde amarillo, ligeramente pronunciado, de 3mm de ancho. No presenta enraizamiento aéreo. La yema es obovada y siempre sobrepasa el anillo de crecimiento. La hoja de esta variedad es mediana ancha y curvada en la base. El deshoje es fácil. Su cuello es normal; de color verde amarillo; la aurícula es inclinada, pequeña y simétrica. La yagua es de color amarillo con vetas moradas y con poca pelusa” (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018).

“La germinación es adecuada, el macollamiento es de 9- 13 tallos por cepa, la floración es nula o muy escasa” (Cenicaña, 2013).

ILUSTRACIÓN DE LA VARIEDAD DE CAÑA CC 01-1940



Figura 1. Planta y partes de la planta de CC 01-1940. A. planta completa; B. nudos y entrenudos; C. nudo mostrando la vena y D. parte del coquillo mostrando el cuello visible.

Figura 2. Planta y parte de la variedad de Caña CC01-1940 Fuente: (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018).

6.2.2. Trinexapac- Ethyl

“Es un producto sistémico que actúa como regulador de crecimiento (clase química dioxociclohexano-carboxilato), aumenta el contenido de sacarosa de la caña, aumenta el número de cosechas” (Bonus, Ficha Técnica, 2014).

6.3 Factores a estudiar

Se evaluaron los indicadores de respuesta fisiológica en caña de azúcar variedad CC01-1940, con la aplicación del regulador fisiológico Trinexapac-ethyl en la fase de maduración, en diferentes ciclos de cosecha, analizando el efecto de cada uno de los tratamientos en el rendimiento de acuerdo a variables de rendimiento como: % materia seca, grados brix,

concentración de sacarosa y contenido hídrico relativo (CHR). Se tendrá un testigo de la maduración natural y se analizará el efecto de cada uno de los tratamientos en el rendimiento y aumento de sacarosa.

6.4 Variables de estudio

El diseño de investigación que se implementó fue de tipo experimental, siendo un proceso en el cual se analizó las variables de respuesta fisiológica (Contenido Hídrico Relativo, grados brix, % de materia seca y % de sacarosa) bajo la aplicación de diferentes dosis de Trinexapac-Ethyl en diferentes ciclos de cosecha (plantillas, socas), obteniendo como resultados esperados encontrar el punto más alto de concentración de sacarosa en la variedad de caña CC-01 1940, teniendo en cuenta semanas después de aplicación (SDDA) y haciendo seguimiento a través de los días del comportamiento de las variables establecidas para determinar el punto óptimo de cosecha.

6.5 Población y muestra

Para este estudio se utilizaron los cultivos de caña de azúcar (*S. officinarum*) de la zona centro del Valle geográfico del río Cauca, la variedad CC01-1940 actuó como población, y los tallos seleccionados sirvieron como muestra para el análisis de las variables a estudiar, la edad del cultivo de caña fue de 10 a 13 meses.

6.6 Diseño experimental

El ensayo se realizó en cinco fincas (5) elegidos al azar establecidas para el ensayo, a cada finca se le aplicó una dosis diferente de Trinexapac - Ethyl en la fase de maduración y la quinta finca funcionó como testigo de la maduración natural. Se tomaron 114 muestras incluyendo el

testigo y se realizó 4 repeticiones por tratamiento. Además, se realizó un estimativo de la densidad de tallos por hectárea (80.000 tallos/ha).

6.7 Unidades experimentales

Se contó con 5 unidades experimentales que representaron a los tratamientos T1, T2, T3 y T4 y T5 respectivamente, en cada Finca se empleó una sola variedad de caña la CC 01-1940, el área tomada de cada finca es de 1 hectárea, para el análisis de las variables.

Tabla 2: Descripción unidades experimentales (Autor, 2019).

TRATAMIENTO	DESCRIPCION				
	FINCA	SUERTE	AREA	CICLO DE COSECHA (corte)	EDAD (Meses)
T1	Albi3n	12	1 Ha	Corte 0	9,37
T2	San Miguel	1	1 Ha	Corte 3	9,86
T3	El Rosario	25	1 Ha	Corte 1	10,92
T4	Marsella	608	1 Ha	Corte 2	9,83
T5	La Estancia (Testigo Absoluto)	1	1 ha	Corte 0	13,5

6.8 Aplicaci3n del madurante

Se realizaron aplicaciones de Trinexapac-Etil en la variedad CC01-1940, la dosis empleada fue de 0,60; 0,80; 1,10; 1,20 litros por hectárea, en cada una de las unidades experimentales respectivamente teniendo en cuenta las características de la variedad. Se aplicó el producto tomando como referencia la cantidad de precipitaci3n acumulada en el sector, Con el fin de estimar un aproximado a la capacidad de campo. se definió el momento de aplicaci3n del madurante de acuerdo con las condiciones técnicas.

6.9 Numero de muestreos

Los muestreos se hicieron en fincas elegidas al azar dentro del cultivo, donde se aplicaron diferentes dosis del regulador fisiol3gico Trinexapac-Ethyl. Fueron en total 16 muestras en 8 semanas continuas, se realizaron muestras semanales por cada tratamiento.

6.10 PROCEDIMIENTO MUESTREOS EN CAMPO

6.10.1 Materia Seca

El procedimiento empezó en campo tomando 10 tallos de caña de la variedad CC01 -1940 de diferentes surcos, los cuales se guardaron en bolsas plásticas previamente etiquetadas con fecha, nombre de la finca, número de la muestra, número de suerte y número de surco. Posteriormente las muestras fueron llevadas al laboratorio donde se procedió a pesar y separar las muestras por finca y se llevaron a la desfibradora para reunir 1000gr de fibra; se hizo una primera extracción de los líquidos de la planta mediante una prensa hidráulica,(Cameco), con una presión constante de 3000 psi, después de esto se pesó en fresco y después se pasó a un secado por calentamiento en horno de laboratorio a temperatura de 105°C durante 3 horas y media; una vez pasado el tiempo que duro el calentamiento en el horno se pesó el residuo en seco.

6.10.2 Grados Brix

Se evaluó el contenido de ° brix, el procedimiento empezó en campo tomando tallos de las 4 fincas y de sus respectivas suertes (Marsella, El Albión, San Miguel y Rosario), se identificó fecha, numero de la muestra, suerte y surco. Las muestras obtenidas en campo fueron llevadas al laboratorio, donde se tomaron los jugos que fueron extraídos en la prensa hidráulica y se sometieron a procesos de clarificación para determinar los grados Brix.

6.10.3 Concentración de sacarosa

Se determinó la concentración de sacarosa tomando 10 tallos por parcela de diferentes surcos; se marcaron los surcos de tal manera que a la semana siguiente no se tomaran muestras del mismo punto. Los tallos se cortaron manualmente y se etiquetaron con fecha, numero de la

muestra, suerte y surco, posteriormente fueron llevados al laboratorio para realizar el respectivo análisis.

6.10.4 Contenido hídrico relativo

Se colectaron hojas de los diferentes lotes y se guardaron en bolsas plásticas, estas se etiquetaron con fecha, número de la muestra, finca y número de suerte, las muestras fueron llevadas al laboratorio para su respectivo análisis.

6.11 Recolección de datos

La técnica utilizada para la recolección de datos fue mediante la observación directa y la elaboración formatos establecidos para la cosecha de *S. officinarum*. Se aplicaron dosis del regulador fisiológico Trinexapac-Ethyl respectivamente así:

Tabla 3: Dosis del regulador fisiológico (Autor, 2019)

TRATAMIENTO	HACIENDA	SUERTE	Dosis
T1	Albión	12	0,60
T2	San Miguel	1	0,80
T3	El Rosatio	25	1,10
T4	Marsella	608	1,20
T5	La Estancia (Testigo Absoluto)	1	0,0

6.11 Procesamiento y análisis de datos

Una vez obtenidos los datos de rendimiento después de la cosecha y los resultados de los indicadores de respuesta fisiológica, se analizaron mediante la obtención de los registros que fueron clasificados y analizados mediante Excel con el fin de comparar las diferentes dosis aplicadas en los tratamientos y establecer la mejor alternativa para el mejoramiento de la obtención de sacarosa. Se utilizó estadística descriptiva para graficas de tendencia.

6.12 Aspectos administrativo

Los aspectos administrativos para este ensayo fueron proporcionados por la gerencia de cosecha, durante su periodo de cosecha estimados del 1 de agosto del 2018 al 30 de diciembre del 2018 (4 meses).

7. PROCEDIMIENTO EN EL LABORATORIO

Las muestras tomadas en campo fueron llevadas al laboratorio para determinar las variables de respuesta fisiológica: ° brix, % de materia seca, % de sacarosa aparente, y contenido Hídrico Relativo (CHR). El procedimiento a seguir fue el siguiente:

7.1 DETERMINACION DEL (%) POL

7.1 .1 Materiales y equipos

Material / Equipo	Características
Desfibradora	Sistema mecánico, impulsado por motor de 4,5 hp a 2200 rpm a 220v
Prensa Hidráulica	Sistema hidráulico, con capacidad de 5000 psi.
Gramera digital	Balanza en acero inoxidable
Clarificador de muestras	SUPER CELL , Hidróxido de Aluminio
Agitador de laboratorio mecánico	De hélice para vaso de precipitados
Recipientes de plástico	500 ml
servilleta de papel	Gruesas
frascos de vidrio	250ml
Muestras	fibra de caña
Refractómetro	Digital

7.1.2 Procedimiento

- Se pesaron cada una de las muestras previamente etiquetadas con fecha, finca, número de suerte y número de surco.
- Posteriormente las muestras fueron pasadas por la desfibradora de caña, para trocear los tallos en material particulado de menor tamaño sin extraer el jugo de las fibras obtenidas; luego se separaron submuestras de 1kg para luego realizar la extracción del jugo por prensado.
- Luego en la prensa hidráulica a una presión constante de 3000 libras, se obtuvieron 2 productos: El jugo donde se efectuó la determinación del % brix, medición de los Pol y además un residuo fibroso que se utilizó para la determinación de % fibra en caña.
- Con el jugo obtenido de cada una de las muestras, se pasó a un agitador de laboratorio al cual se le adicionó una mezcla de supercell e hidróxido de aluminio con los cual se realizó el proceso de filtrado y clarificación de cada una de las muestras.
- **Determinación del Pol (%):** Se realizó la lectura sobre las submuestras clarificada, para ello se utilizó el polarímetro óptico.

Diagrama de flujo Determinación (%Pol)

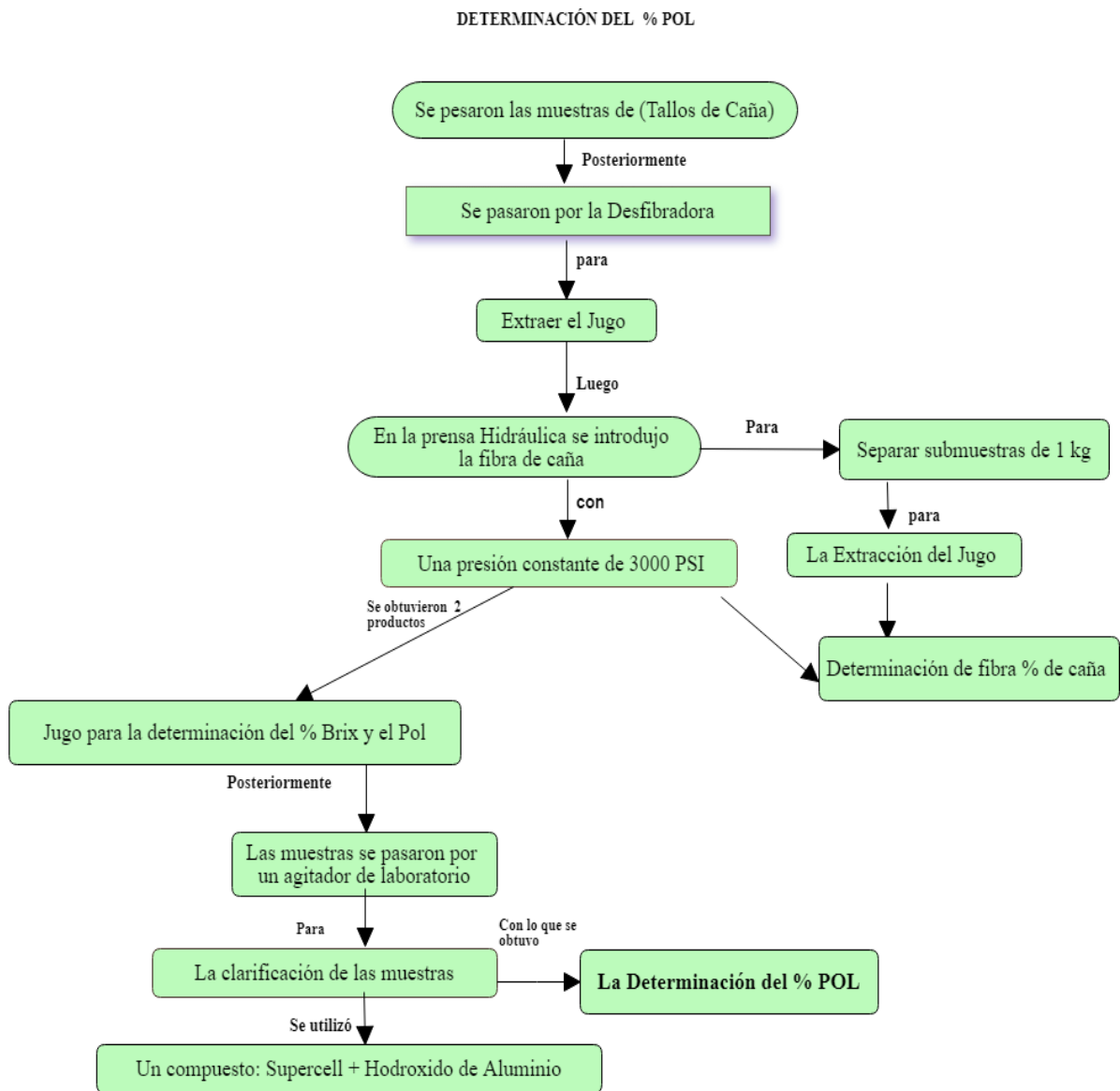


Figura 2. Diagrama de flujo Determinación (%Pol). (Autor, 2019).

7.2 DETERMINACION DEL °BRIX DEL JUGO

7.2.1 Materiales y equipos

Material / Equipo	Características
Desfibradora	Sistema mecánico, impulsado por motor de 4,5 hp a 2200 rpm a 220v
Prensa Hidráulica	Sistema hidráulico, con capacidad de 5000 psi.
Gramera digital	Balanza en acero inoxidable
Clarificador de muestras	SUPER CELL , Hidróxido de Aluminio
Agitador de laboratorio mecánico	De hélice para vaso de precipitados
Recipientes de plástico	500 ml
servilleta de papel	Gruesas
frascos de vidrio	250ml
Muestras	fibra de caña
Refractómetro	Digital

7.2.2 Procedimiento

En el laboratorio se desfibraron los tallos de cada una de las fincas con la desfibradora de caña, posteriormente se procedió a pesar 1000 gramos de la fibra con la gramera digital, consecutivamente la fibra fue introducida en la prensa hidráulica, para extraer el jugo es decir muestra compuesta la cual fue analizada. Luego se pone una gota en el refractómetro digital y se hace la medición de los grados brix, se aseguró que el refractómetro se encontrara en un ambiente estable conectado al enchufe. Para medir los brix primero se realizó la limpieza del prisma del refractómetro con el fin de obtener una buena lectura, después se agregó agua destilada y se oprimió la tecla de lectura dando resultado de cero brix. El proceso descrito

anteriormente se hace para la regulación del refractómetro. Luego se adicionó al refractómetro el jugo previamente clarificado (SUPER CEL e Hidróxido de Aluminio), con lo cual se obtuvo la lectura brix del jugo de cada una de las muestras. El seguimiento se realizó dos meses antes del tiempo estimado de corte, los resultados obtenidos de los grados brix fueron registrados en el cuadro de Excel para brix.

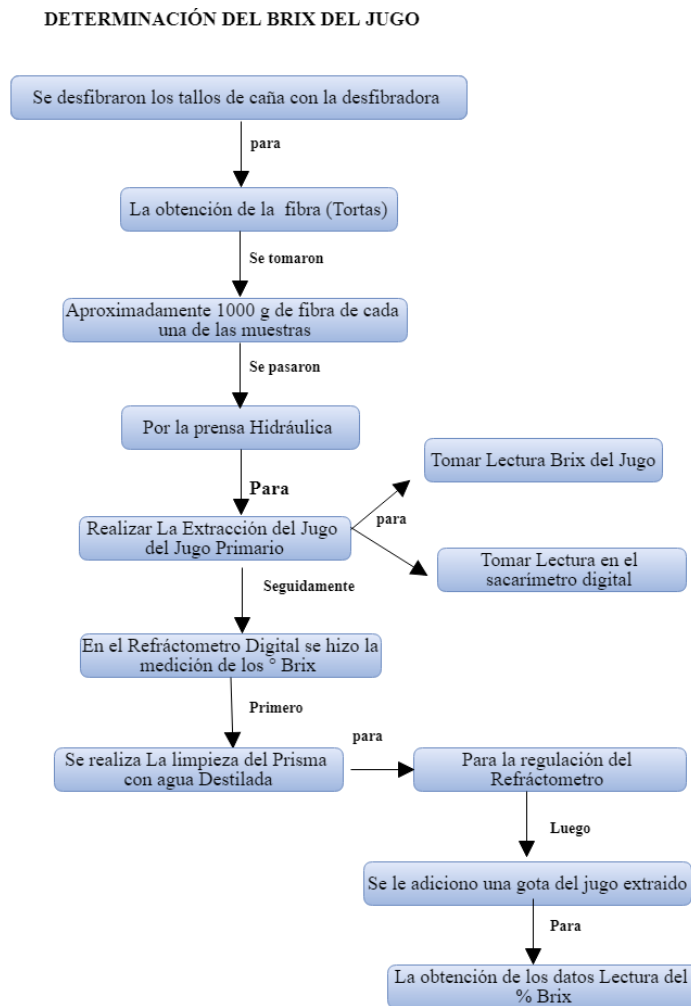


Figura 3. Determinación del Brix del Jugo (Autor, 2019)

7.3 DETERMINACION MATERIA SECA

7.3.1 Materiales y equipos

Material / Equipo	Características
Desfibradora	Sistema mecánico, impulsado por motor de 4,5 hp a 2200 rpm a 220v
Prensa Hidráulica	Sistema hidráulico, con capacidad de 5000 psi.
Gramera digital	Balanza en acero inoxidable
Refractarias	Aluminio
Muestras	fibra de caña
Horno imperial	Eléctrico

7.3.2 Procedimiento

Las muestras tomadas en campo fueron pesadas previamente; luego los tallos de caña de las diferentes haciendas con sus respectivas suertes fueron desfibrados, una vez obtenida la fibra de cada muestra se tomaron 1000 g, primero se pesó en fresco con la gramera digital y después se pasó a un secado de calentamiento por horno de laboratorio a temperatura de 105°C durante 3 horas y media; una vez pasado el tiempo que duro el calentamiento en el horno se pesó el residuo en seco, es decir se obtuvo la materia seca.

DETERMINACION DE LA MATERIA SECA

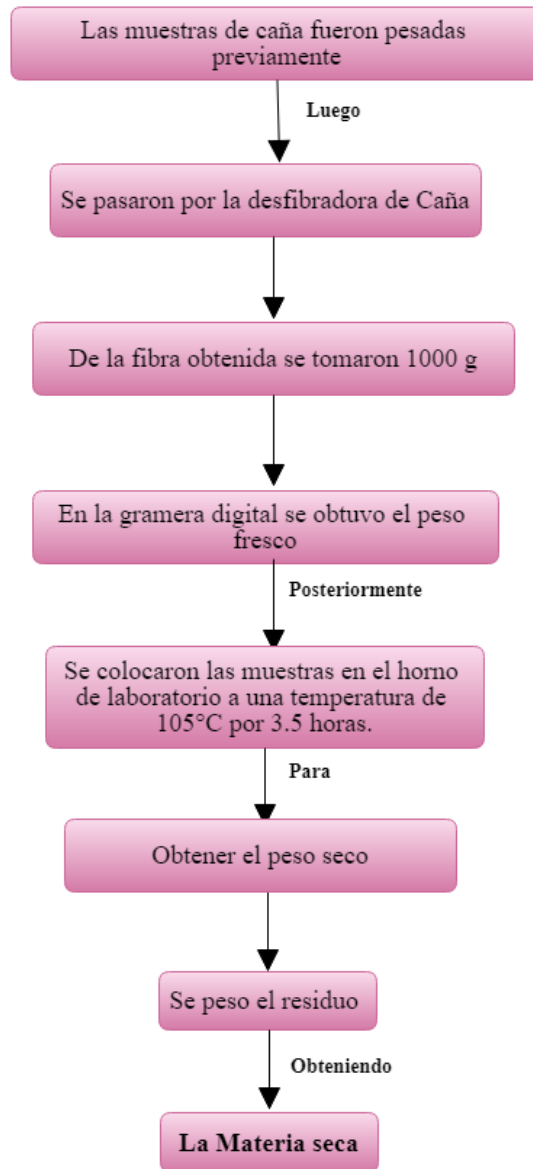


Figura 4: Determinación de la Materia Seca (M.S) (Autor, 2019)

7.4 DETERMINACION DE LA SACAROSA APARENTE

7.4.1 Materiales y equipos

Material / Equipo	Características
Desfibradora	Sistema mecánico, impulsado por motor de 4,5 hp a 2200 rpm a 220v
Prensa Hidráulica	Sistema hidráulico, con capacidad de 5000 psi.
Gramera digital	Balanza en acero inoxidable
Clarificador de muestras	SUPER CELL , Hidróxido de Aluminio
Agitador de laboratorio mecánico	De hélice para vaso de precipitados A 120v 22000 rpm
Recipientes de plástico	500 ml
servilletas de papel	Gruesas
frascos de vidrio	250ml
Muestras	Extracción del Jugo de caña
Polarímetro	
Refractómetro	Digital

7.4.2 Procedimiento

Las muestras tomadas en campo fueron pesadas previamente; luego los tallos de caña de las diferentes haciendas con sus respectivas suertes fueron desfibrados. En la prensa hidráulica se extrajo el jugo, con el cual en el refractómetro se calculó los grados brix y por otra parte en el polarímetro los °Pol. Con los datos obtenidos en el computador del laboratorio del ingenio se insertaron los datos, y este nos calculó la sacarosa aparente, al igual que la pureza.

DETERMINACIÓN DE LA SACAROSA APARENTE

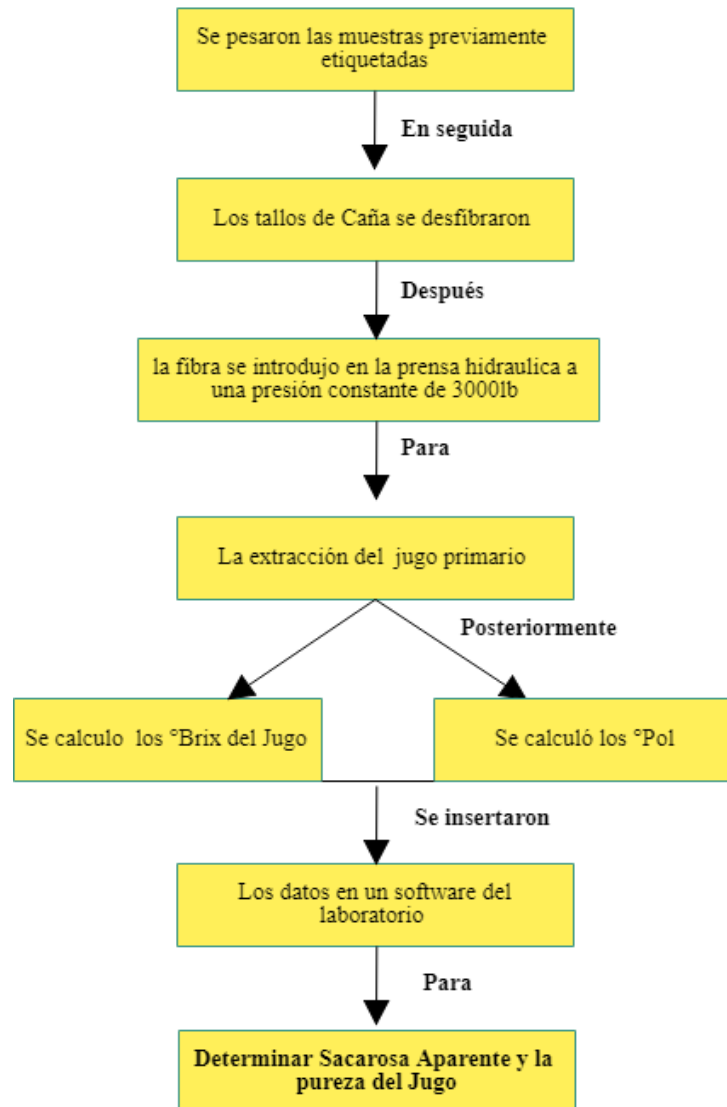


Figura 5 : Determinación de la Sacarosa Aparente (Autor, 2019).

7.5 PROCEDIMIENTO CONTENIDO HIDRICO RELATIVO FOLIAR (CHR)

7.5.1 Materiales y equipos

Material / Equipo	Características
Gramera digital	Balanza en acero inoxidable
Refractarias	Aluminio
Horno imperial	Eléctrico
Muestras de hojas	Las tomadas de cada Finca (suertes)
Balde	Plástico

7.5.2 Procedimiento

Las muestras de hojas de las diferentes suertes fueron pesadas en la gramera para obtener el peso fresco (P F), fueron utilizados 100gr, estas se introdujeron en bolsas ziploc perforadas, posteriormente se sumergieron en un recipiente con agua durante 24 horas con el fin de obtener el máximo nivel de hidratación (peso turgente), al día siguiente se sacaron las hojas registrando el peso de la muestra (PT), posteriormente fueron llevadas al horno constante a 80° C durante 24 horas, luego se registró el Peso seco (P S).

DIAGRAMA CONTENIDO HIDRICO RELATIVO (CHR)

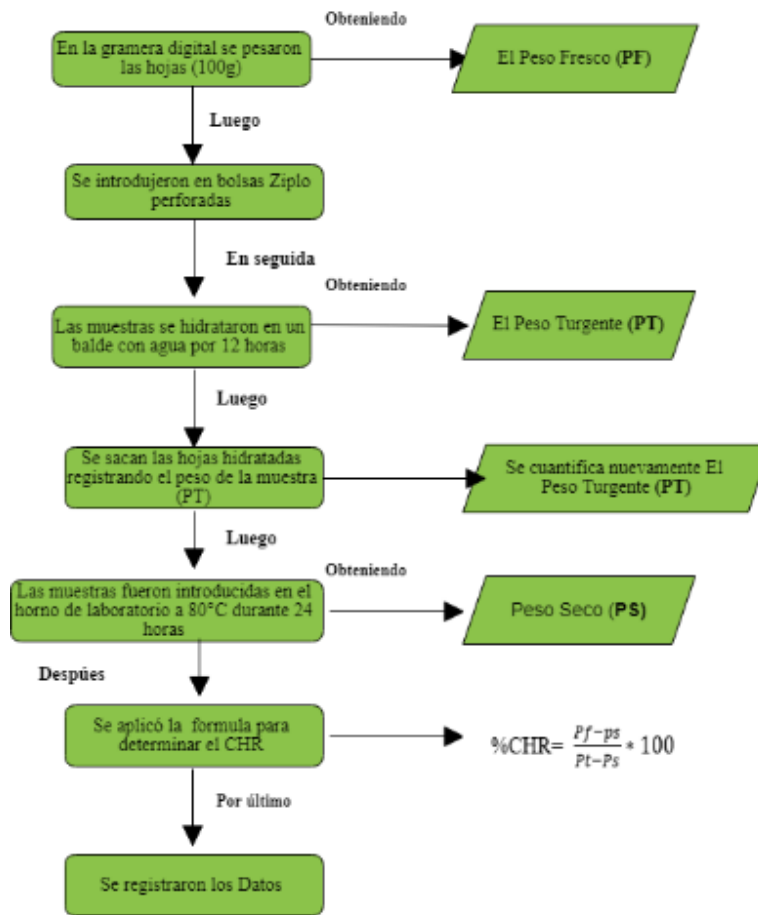


Figura 6. Diagrama Determinacion del Contenido Hidrico Relativo (CHR).(Autor, 2019)

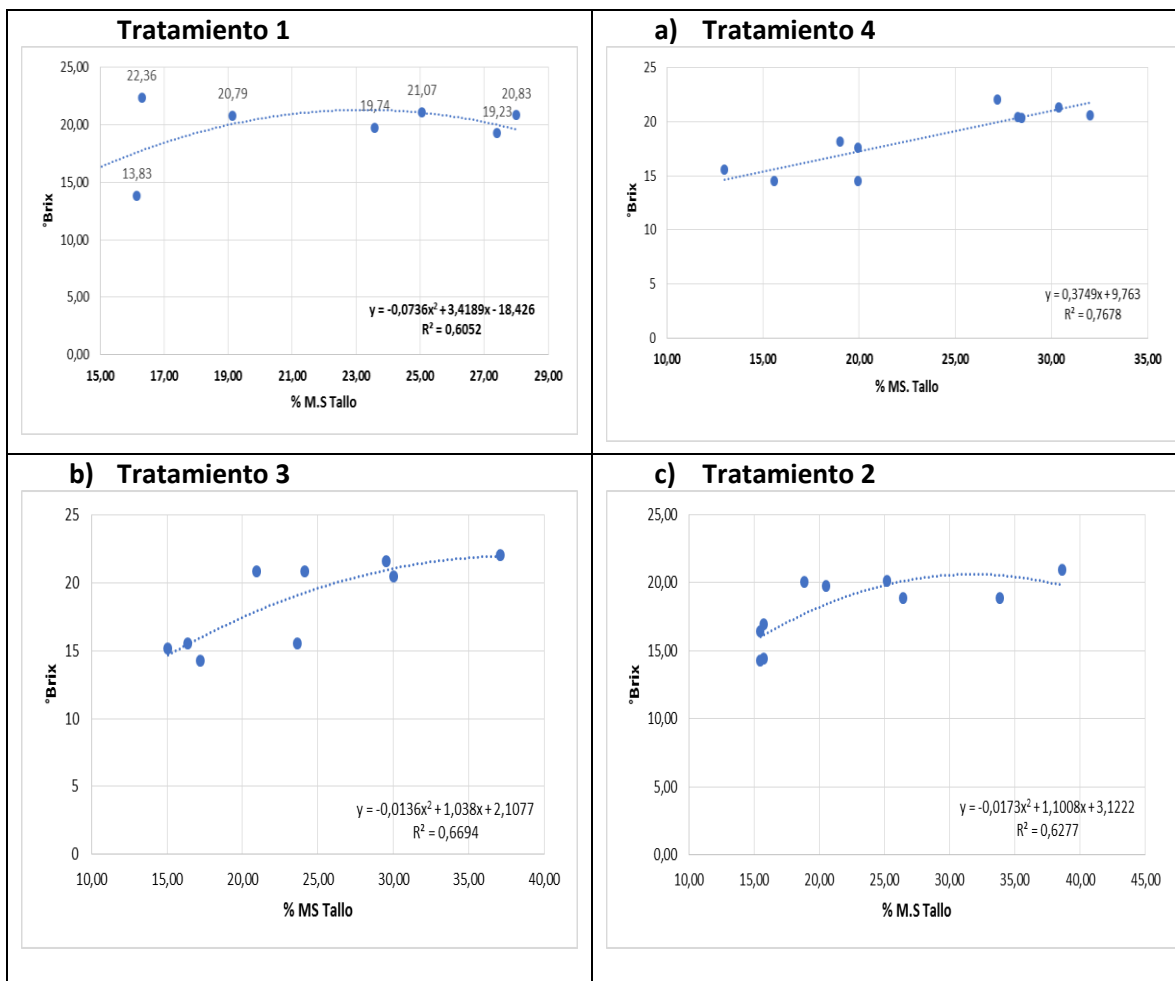
Una de las características asociadas con una mayor eficiencia en el uso del agua en las hojas de caña de azúcar son las fisiológicas. “Las variedades de caña de azúcar que toleran la sequía presentan durante la época de estrés en promedio, 4° de temperatura más bajas en las hojas que en los genotipos susceptibles” (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2011). Según investigaciones realizadas por Valens, 2011 Afirma que “variedades de hoja erecta y curvada en la base tienen capacidad para mantener un alto potencial de agua en las hojas, como una respuesta a la falta de agua.

8. Resultados y Discusión

8.1 Análisis de los Resultados de acuerdo con el primer objetivo.

Se ilustra cada una de las gráficas obtenidas en los tratamientos donde se realizaron los respectivos muestreos, de acuerdo con cada una de las variables de respuesta fisiológica:

8.1.1 MATERIA SECA



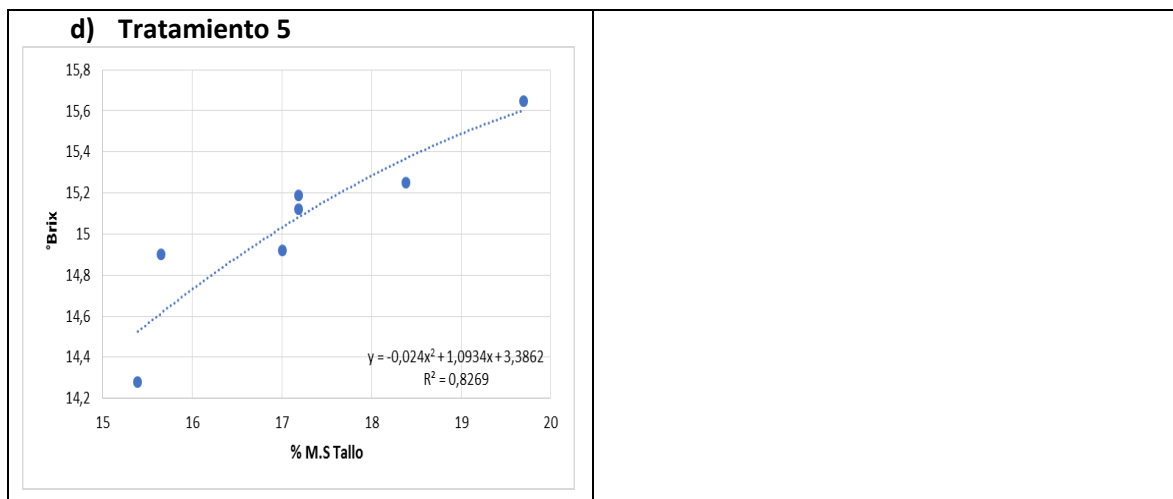


Figura 4. Relación entre los ° brix y % de Materia Seca para los diferentes tratamientos donde se hizo el muestreo. (el Autor, 2019).

La Figura 4. Presenta el comportamiento entre los grados Brix y el % de Materia Seca para los diferentes tratamientos donde fue realizado el muestreo. Es evidente que para los tratamientos 1 y el Tratamiento 3, el comportamiento es similar, presenta una tendencia cuadrática, es decir a medida que el porcentaje de Materia Seca incrementa, el % de grados Brix tiende a incrementar, sin embargo, después de determinado porcentaje comienza a disminuir nuevamente el porcentaje de los grados Brix. El porcentaje de grados Brix fue menor en el tratamiento 5 con relación a los demás tratamientos, se presume que esto se debe a que a este cultivo no tuvo aplicación de ninguna dosis de regulador fisiológico, esto sumado a otros aspectos físicos del cultivo que se estima que contribuyeron a que las concentraciones de sacarosa fueran inferiores. En el caso del tratamiento 4 su comportamiento es lineal. En cada uno de los casos fue ajustado un modelo para determinar posible asociación entre las variables de interés. En estos casos se observa valores R^2 (coeficiente de determinación) superior al 0.6 indicando que es adecuado el ajuste del modelo en las observaciones.

Dicho coeficiente ayuda a identificar si el modelo es adecuado para explicar el comportamiento

de las variables bajo análisis, en este caso parece que si es adecuado el ajuste del modelo en las observaciones obtenidas en los tratamientos objeto de estudio.

(Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018) afirma que la variedad CC01-1940 en estudios realizados anteriormente ha demostrado una alta capacidad de producción de biomasa y logra fijarla en el tallo en comparación con otras variedades.

En términos generales se puede decir que el porcentaje de materia seca es un factor que permite explicar los °Brix y que el comportamiento bajo la información proporcionada por la muestra es de tipo parabólico.

8.1.2 DETERMINACION %SACAROSA VS MATERIA SECA

En la figura 5, se presenta la relación entre % Materia Seca y % Sacarosa Aparente, en cada uno de los casos fue ajustado un modelo para determinar posible asociación entre las variables de interés. En estos casos se observa valores R^2 (coeficiente de determinación) entre el 0.50 y el 0,94 indicando que para los tratamientos 4 y 5 es adecuado el ajuste del modelo en las observaciones, sin embargo, para los tratamientos 1, 3 y 2 el comportamiento es similar, y no supera el R^2 del 0,6 indicando que el modelo no es el adecuado para determinar el comportamiento de las variables en estudio.

Este comportamiento se presume que se vio afectado por condiciones ambientales y físicas del cultivo, ya que en los Tratamientos T1 y T2 se encontró de manera incidental una gran cantidad de tallos volcados y secos durante los muestreos, por otra parte, el T2 no se vio afectado por el bajo desarrollo de los tallos, aunque su elongación rara vez supero los 2,80 mts en las mediciones realizadas, los datos arrojados en los muestreos fue significativamente alto 14%.

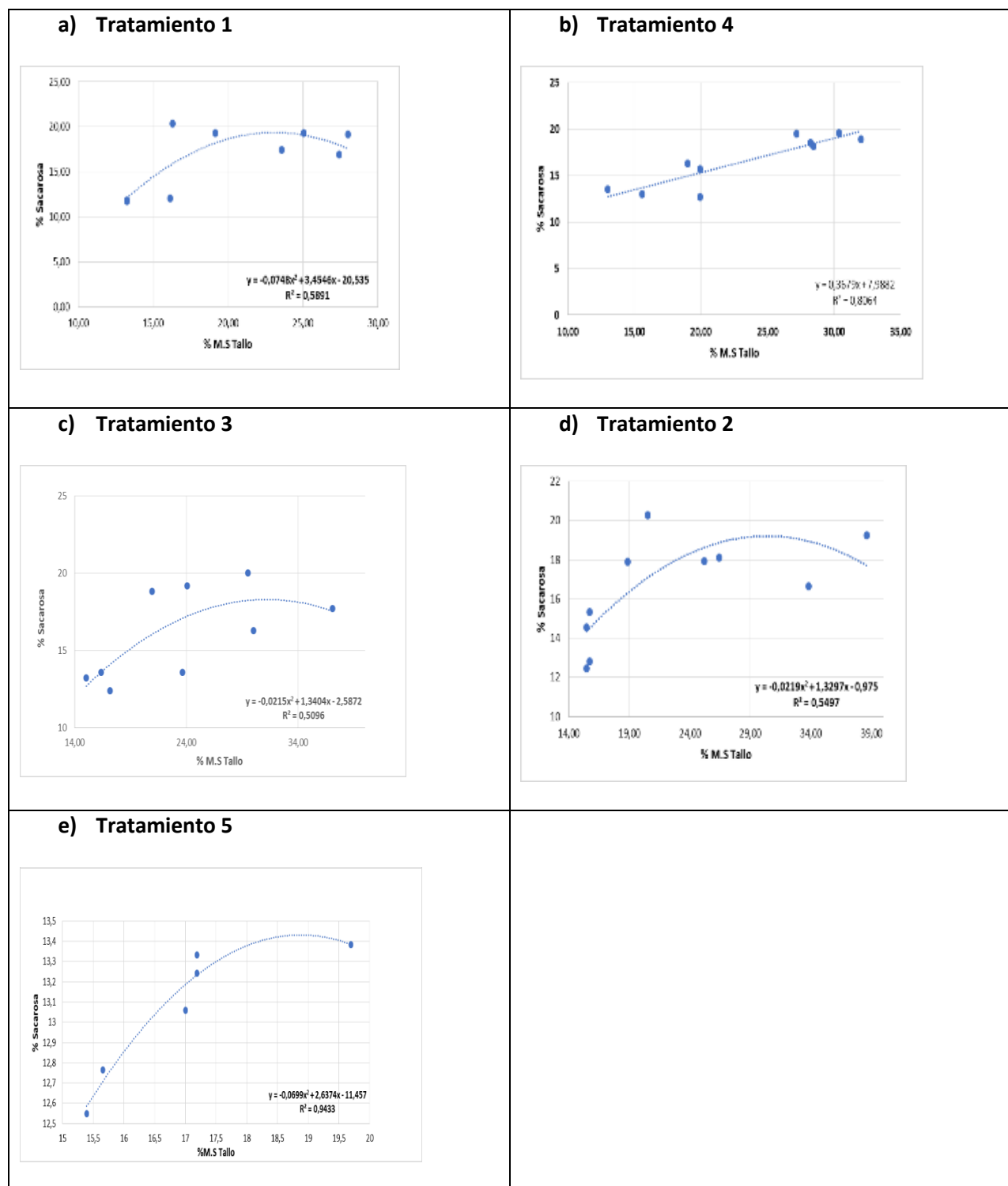


Figura 5. Grafica Relación entre el porcentaje de sacarosa aparente y % de materia seca para las diferentes zonas de estudio donde fue realizado el muestreo.

8.1.3 Comportamiento de las variables fisiológicas en función del tiempo semanas después de aplicación SDDA

8.1.3.1 Finca el Albión (T1)

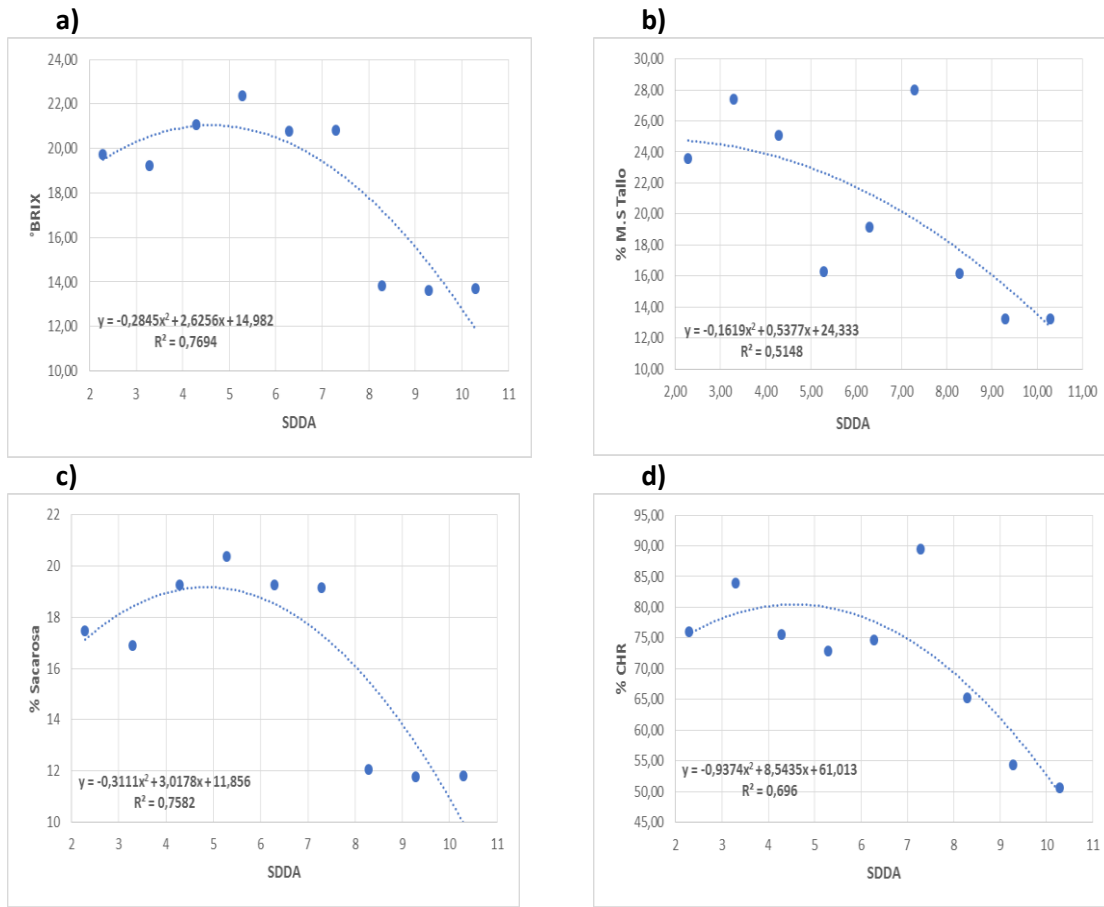


Figura 6. Comportamiento de las variables fisiológicas en función del tiempo (SDDA Semanas después de aplicación) para la finca Albión.

8.1.3.2 Finca Marsella (T4)

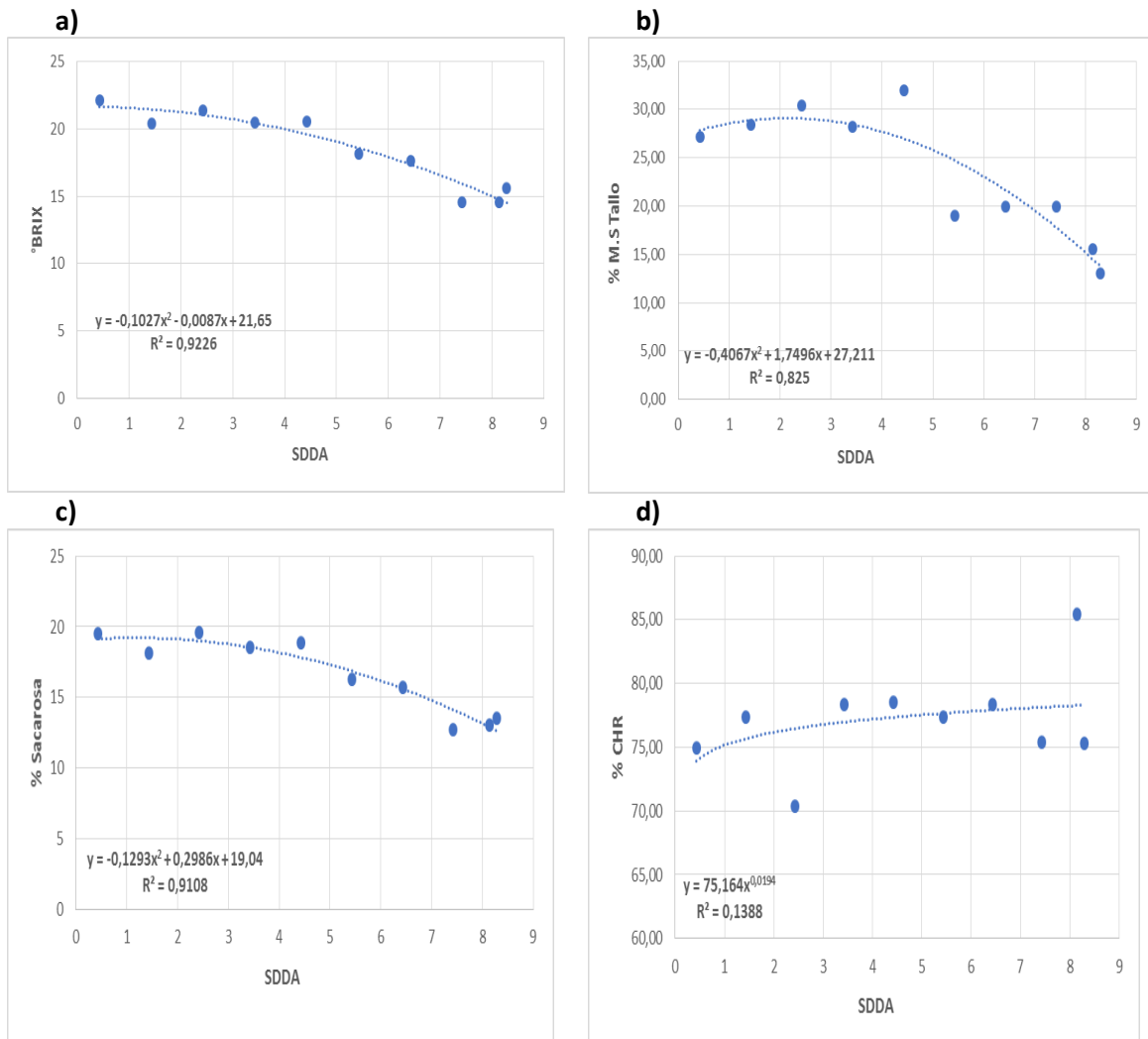


Figura 7. Comportamiento de las variables fisiológicas en función del tiempo (SDDA Semanas después de aplicación) para la finca Marsella.

8.1.3.3 Finca San Miguel. (T2)

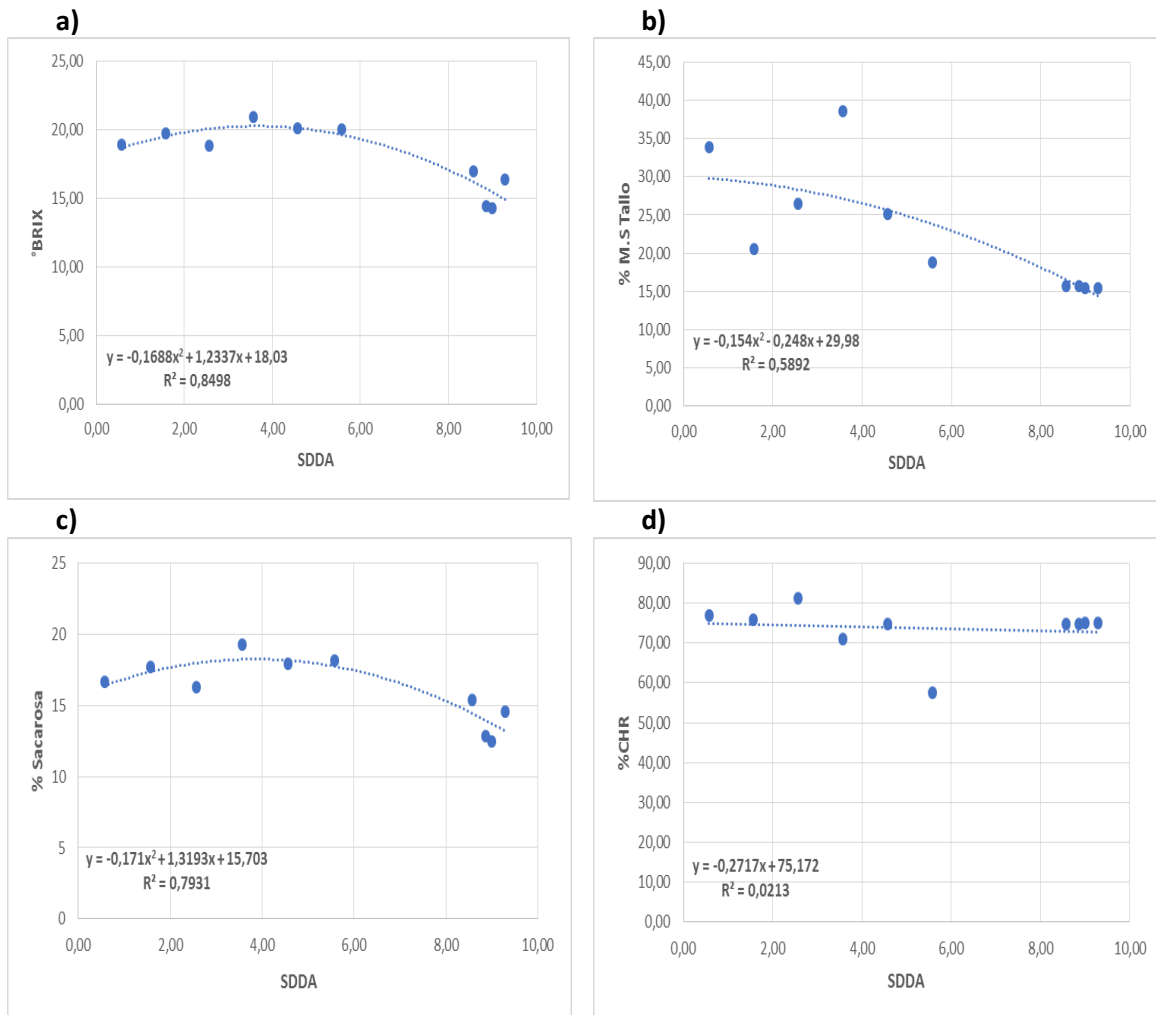


Figura 8. Comportamiento de las variables fisiológicas en función del tiempo (SDDA Semanas después de aplicación) para la finca San Miguel.

8.1.3.4 Finca el Rosario (T3)

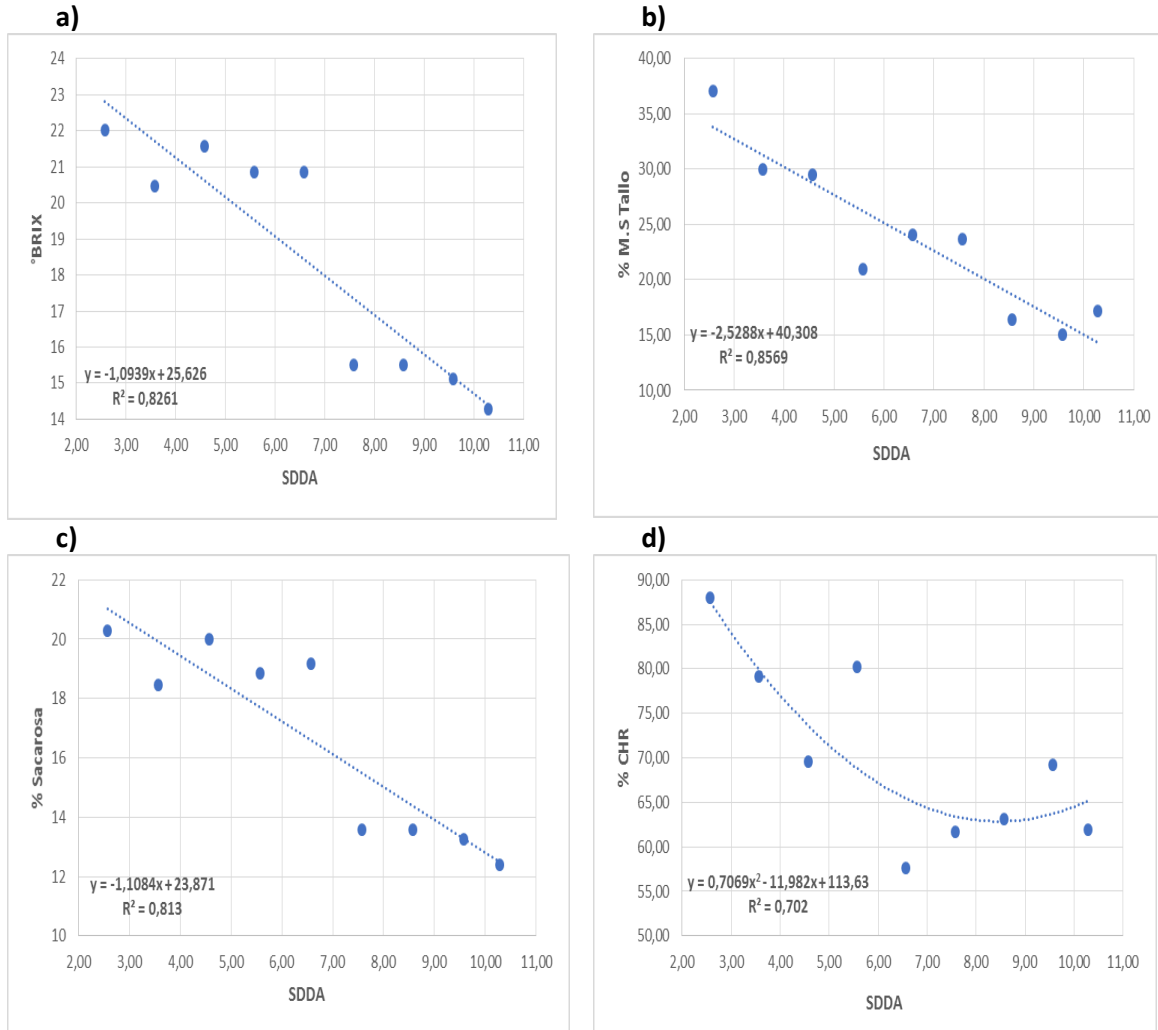


Figura 9. Comportamiento de las variables fisiológicas en función del tiempo (SDDA Semanas después de aplicación) para la finca El Rosario.

En la figura 9. Se presenta el estudio del comportamiento de las variables fisiológicas en función del número de semanas después de la aplicación del tratamiento para cada finca. Los resultados son mostrados en las Figuras 7 a la 9. Para el tratamiento 1 el comportamiento de las variables de interés aparentemente es cuadrático con termino negativo, es decir a medida que el tiempo después de la aplicación incrementa los porcentajes de concentración de las variables fisiológicas tienden

a disminuir. Comportamiento similar se presenta en el T4 y T2 a excepción de la variable % CHR el cual parece ser estable durante las semanas 3 a la 8 después de la aplicación del tratamiento (**Figura 6 y 5**). Para el T3, la relación entre las variables es lineal con pendiente negativa, indicando un comportamiento similar al presentado por el T1, T4 y T2, a medida que incrementa el tiempo de la aplicación, los porcentajes de las variables fisiológicas tienden a disminuir, razón por la que se observa que en los tratamientos los picos más altos de concentración de sacarosa se obtienen entre las semanas 4 a la 7 y se mantienen en este tiempo, siendo T1 y T4 los que presentan concentraciones de °Brix y Sacarosa más altas, de igual manera los índices de Contenido Hídrico Relativo fueron en estos tratamientos los más altos, contrastando con lo enunciado por (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018), quien afirma que la variedad CC01-1940 presenta mejor maduración en condiciones de alta humedad, es de notar que las dosis aplicadas de Trinexapac-Ethyl, en el T4, fue de 1,20 lts por hectárea, lo que favoreció la concentración de sacarosa a pesar de mantener un nivel bajo de precipitación 236 mm si se compara con la acumulada en el Albión (T1) que fue de 404 mm, y la dosis de aplicación fue la mitad de la dosis aplicada en el T4.

Para el T3 se evidencia los picos más altos entre las semanas 4 y 6, y se pudo evidenciar al momento de las aplicaciones condiciones de poca humedad debido a las condiciones de la zona agroecológica (**Anexo 3**), debido a que la textura condiciones de suelo en este sector es de alta permeabilidad, lo que no favorece la preservación de humedad, además porque la dosis en este sector se presume fue alta (1,10 litros por hectárea), debido a que se evidenció un alto grado de amarillamiento en el follaje el cual es un alto índice que en estadios de poca humedad las dosis deben ser menores.

En estos casos se observa valores R^2 mayores al 0.75 en la mayoría de los ajustes, indicando un ajuste adecuado para el estudio de las variables.

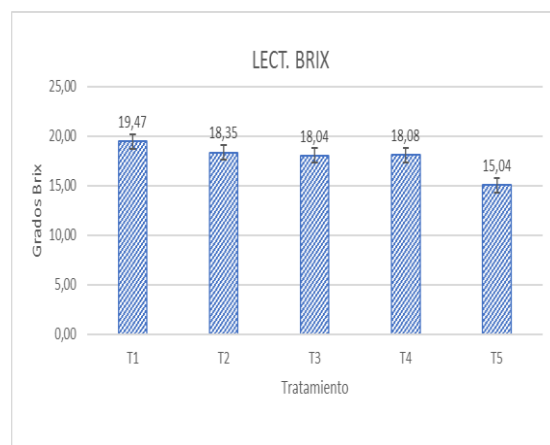
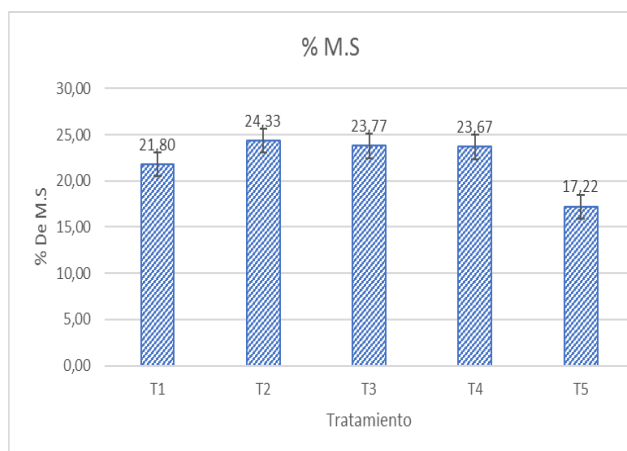
8.1.3 Comportamiento de las variables en las diferentes fincas.

Tabla4: Resultados finales de las variables fisiológicas.

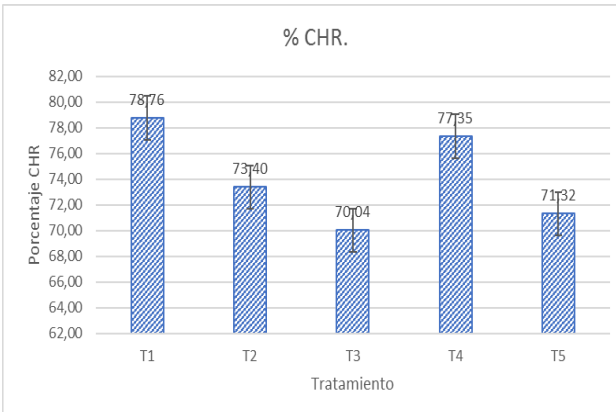
TRATAMIENTO	% M. S FINAL	LECT. BRIX	% SAC. APA.	% CHR.
T1	21,80	19,47	19,04	78,76
T2	24,33	18,35	17,50	73,40
T3	23,77	18,04	16,10	70,04
T4	23,67	18,08	18,03	77,35
T5	17,22	15,04	13,11	71,32

a) Porcentaje materia seca en el tallo.

b) Grados Brix.



c) Contenido hídrico relativo



d) Sacarosa Aparente

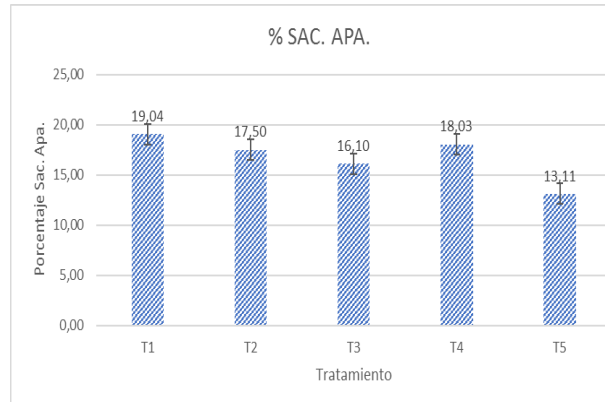


Figura 10. Comportamiento medio de las variables fisiológicas bajo estudio por zona de medición (finca).

En la Figura 10, se aprecia el comportamiento de las variables fisiológicas bajo estudio con respecto a los tratamientos donde fueron medidos. En el caso de ° Brix y sacarosa aparentemente no se presentaron grandes diferencias por tratamiento. Sin embargo, en el caso de porcentaje de materia seca en el tallo, las concentraciones fueron menores en las muestras recolectadas en tratamiento 5. Para la variable Contenido Hídrico Relativo, los porcentajes fueron menores en T3 y T5 y fueron superiores para los tratamientos T1 y T4, lo cual se debe en el caso de los primero al nivel de precipitaciones, en comparación con lo registrado en T1 y T4 que fue mayor (**Ver Anexo 2.**), también es de notar que las condiciones del suelo en el T3 es de alta permeabilidad por lo que la retención de humedad no es buena y también se observó que la dosis aplicada fue alta para el cultivo debido a que presento en su follaje un tono amarillo, lo que indica una alta susceptibilidad al madurante.

8.1.4 ESTADOS FENOLÓGICOS ETAPA DE MADURACIÓN







EFECTO DEL MADURANTE EN LA FASE DE MADURACIÓN DE LA VARIEDAD CC 01-1940		
Fotografía 1	Fotografía 2	Fotografía 3
		
Caña variedad CC01-19-40 / 1 semana después de aplicación	Efecto inicial de la aplicación del madurante (11 meses)	Presencia de chulquines
Fotografía 4	Fotografía 5	Fotografía 6
		
Efecto final del madurante, caña 12 meses, Presencia de lalas.	Caña Variedad CC01-1940 lista para cosechar	Caña Variedad CC01-1940 maduración natural

Figura 11. Efecto del madurante sobre el cultivo de caña de azúcar variedad CC 01-19 40 (Autor, 2019).

En la Figura 11, se muestra el efecto que tiene el regulador fisiológico Trinexapac-Ethyl en la variedad CC 01- 1940, notándose un proceso continuo de maduración de la caña a medida que transcurren las semanas después de aplicación (SDDA), lo anterior confirma los estudios realizados por Cenicaña, en los cuales afirma que el proceso de maduración en la caña de azúcar no es igual en todas las variedades, y que esta depende de la condición del cultivo, (Valens, Carlos Arturo Viveros, 2018) Afirma que “ la respuesta al madurante en la mayoría de los casos ha tenido buena respuesta, pero también hay casos en los que la respuesta ha sido poca”.

La variedad CC 01 – 1940 responde mejor en ambientes húmedos, esta variedad es resistente al madurador, y la concentración de sacarosa fue optima con la dosis aplicada: en las aplicaciones se manejan dosis de: 3.2 L de agua por 1 L de regulador. (Figura 1: Dosis de aplicación de Trinexac-Ethyl para cada tratamiento).

En algunas fincas en donde se realizó el muestreo se evidencio presencia de lalas (**ver fotografía 4**), aspecto indeseable, porque son yemas laterales que han activado su crecimiento en el tercer tercio del tallo, fenómeno que ocurre como consecuencia de perdida de la dominancia apical. Esto se debe a déficit de humedad, o el ataque de plagas, o al efecto del regulador fisiológico como se evidencia en los muestreos de campo, Principalmente en la finca el T1 en la semana 6 del muestreo (**Anexo1: Tabla registro de campo**).

También se evidenció presencia de chulquines (**Ver Fotografía 3**), fenómeno también indeseado por los ingenios azucareros, estos se presentan cuando la caña está a punto de cosecharse, debido a que son tallos jóvenes con alto contenido de humedad y que, por lo tanto, tienen bajo contenido de sacarosa. La presencia de chulquines fue causada por el volcamiento de la caña, esto se presentó principalmente en el T1, T4 y T3. El volcamiento de la caña fue una constante debido a las fuertes precipitaciones, (**Anexo 2: Datos pluviometría**), acompañadas por fuertes vientos, además por las características morfológicas propias de esta variedad la cual es propensa a volcamientos por su porte alto y gran cantidad de tallos (macollos).

8.1.5 Importancia de medir Contenido hídrico relativo (CHR)

El contenido hídrico relativo en todos los tratamientos estuvo por encima de valores del 70%, lo cual fue un indicador importante para cuantificar el estado hídrico de las plantas, esto se deriva de la cantidad de agua en un tejido comparada con la contenida en hidratación completa (Anexo 10. Procedimiento CHR). Si los valores obtenidos del contenido hídrico hubiesen sido bajos esto sería por una disminución de la turgencia y el potencial hídrico de los tejidos. Los valores tomados del peso turgente, permiten conocer el grado de hidratación máxima de las células. La gran ventaja de conocer los valores de plena turgencia de las hojas en caña de azúcar es que corresponden a un estado hídrico determinado, que no solo aplica para hojas de caña de azúcar sino también para estudio de otras especies vegetales.

8.2 Análisis de resultados de acuerdo al segundo objetivo.

- Determinar variables de rendimiento como grados brix, concentración de sacarosa, azúcares totales bajo la aplicación de Trinexapac - ethyl en fase de maduración del cultivo.

8.3 Dosis de aplicaciones relacionadas con la producción de sacarosa Aparente y el ciclo de cosecha.

Tabla 5: Datos de las fincas donde se realizaron los muestreos. (Autor, 2019).

TRATAMIENTO	DESCRIPCION				
	FINCA	SUERTE	AREA	CICLO DE COSECHA (corte)	EDAD (Meses)
T1	Albi3n	12	1 Ha	Corte 0	12,65
T2	San Miguel	1	1 Ha	Corte 3	11,99
T3	El Rosario	25	1 Ha	Corte 1	13,34
T4	Marsella	608	1 Ha	Corte 2	11,73
T5	La Estancia (Testigo Absoluto)	1	1 ha	Corte 0	13,5

Los resultados en cuanto a concentración de sacarosa (**Ver Tabla 4**) indican que fue mayor en el T4 y el T1. El T4 en segundo ciclo de cosecha (Soca primer corte) según (Torres & Cifuentes, 2004) afirman “que la soca tiende a crecer más rápido que la plantilla y la cobertura foliar se desarrolla más rápidamente, además de producir tallos menos gruesos que la caña en plantilla, pero en mayor número. El desarrollo de las socas tiene una duración de 11 meses a 13 meses”. En el T1 el incremento de sacarosa fue mayor porque se presentaron condiciones que favorecieron el proceso de maduración para la variedad, adicionalmente la dosis aplicada de madurante de 0,60 litros por hectárea se presume favoreció la concentración de sacarosa debido a que actuó de una manera que permitió al cultivo soportar el exceso de humedad producido por las altas precipitaciones. El incremento en concentración de sacarosa de estos tratamientos se estima como se dijo con anterioridad a las fuertes precipitaciones que se presentaron durante la época de muestreo, teniendo en cuenta que esta variedad responde mejor en condiciones de humedad, si se tiene en cuenta que esta hacienda presenta un tipo de suelo de texturas finas con contenido de arcilla entre el 35% y el 60%, sin embargo, en las características del suelo se presentaron limitantes (Ver Anexo3). Adicionalmente la dosis del regulador fisiológico fue la más baja con respecto a los demás tratamientos (0,60 litros por hectárea). La dosis aplicada para reguladores de crecimiento debe ser proporcional al desarrollo del cultivo, es decir, menor en cultivos con poco desarrollo y mayor en cultivos con óptimo desarrollo vegetativo. Las condiciones del cultivo de caña fueron adecuadas en los dos tratamientos para que la concentración de sacarosa se incrementara; no solo porque la dosis del regulador se cree fue óptima en cada uno de los tratamientos si no, porque las condiciones de humedad, planta y suelo favorecieron la concentración de sacarosa. Por el contrario, en los tratamientos T2 y El T3 las concentraciones de sacarosa fueron más bajas, donde se encontró que el nivel de precipitaciones fue menor, y teniendo en cuenta el tipo de suelos donde

la velocidad de infiltración presenta una tasa más alta, lo que no permitió que tuviese una humedad idónea para lograr el nivel de maduración para esta variedad, al igual que las dosis aplicadas fueron altas para el tipo de suelo (0,80L,1,10 Litros por hectárea), por lo que se observó un alto grado de amarillamiento en el follaje del cultivo.

En cuanto a el T5 la concentración de sacarosa estuvo por debajo de los niveles esperados, se estima que se debió a causa del volcamiento de la caña y presencia de plagas, que influyen directamente en el proceso de concentración de azúcares en el cultivo afectando los valores arrojados en las muestras.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

- El Trinexapac Ethyl permite una mayor recuperación de la sacarosa de los tallos, conservando la estabilidad de la sacarosa durante la fase de la maduración, como se pudo observar en el T1 donde se obtuvieron los mayores índices de concentración de sacarosa, teniendo en cuenta que este tratamiento tuvo un mayor estrés hídrico por exceso de humedad debido a las condiciones de precipitación y tipo de suelo.
- La selección del madurante y la dosificación adecuada son fundamentales para obtener la mayor cantidad de sacarosa sin afectar la producción de caña, efecto que se vio en el T3 donde la concentración de sacarosa fue menor evidenciándose en el amarillamiento del follaje de este cultivo, lo que nos indica que para este tipo de suelo la dosis de 1,1 litros por hectárea fue alta.
- Al evaluar por regresión el comportamiento general de la variable sacarosa el mayor coeficiente de determinación fue el del T4 con un valor de R^2 0,9108 con una dosis de 1,20 l/ha de Trinexapac-Ethyl, lo que nos indica que con esta dosis se pueden conservar altos valores de sacarosa según los muestreos realizados para esta zona específica.
- La dosis de 0,60 L/ha de Trinexapac Ethyl en el T1 ayudo a conservar y mantener la calidad del cultivo de caña de azúcar manifestado en las variables: brix, sacarosa, CHR y M.S. durante las 8 semanas del desarrollo del estudio, bajo las condiciones agroclimáticas a las que estuvo expuesta (precipitación y volcamientos), considerándose una dosis que ayudo en el proceso de maduración a soportar el estrés hídrico al que sometido por las

altas precipitaciones.

- Al evaluar el comportamiento de la variable brix, se pudo observar que el tratamiento de 0,80 L/ha de Trinexapac Ethyl contribuye a recuperar el contenido de sacarosa en T2 debido a que esta dosis se aplicó a un cultivo de 3 corte en relación con el T5 que, a pesar de ser una plantilla, estuvo por debajo de la media esperada cerca de 2 puntos porcentuales.

9.2 Recomendaciones

- Durante el proceso de maduración hacer los seguimientos de las variables de interés, buscando establecer un patrón de forma que se identifique el pico más alto de concentración de sacarosa en la variedad CC 01-1940 y a partir de este, llevar a cabo la programación de la cosecha y el proceso fabril.
- Tener en cuenta las condiciones de las zonas agroecológicas de las suertes al momento de la aplicación para determinar la mejor dosis de Trinexapac -Ethyl, orientado a la conservación de sacarosa, evitando pérdidas del producto, y afectación de los cultivos por exceso o falta de dosis en la aplicación.
- Es importante conocer los valores del contenido hídrico relativo para determinar variedades tolerantes a la sequía, debido a que se tiene en cuenta la variabilidad del porcentaje de agua en las hojas a medida que aumenta el déficit hídrico en el suelo para determinar la dosis adecuada al momento de la aplicación del producto.

- Continuar con este tipo de estudios ya que día a día la industria azucarera va evolucionando y tecnificándose más, lo cual afecta directamente los ciclos de cultivo afectando de manera directamente proporcional las cosechas siguientes.

10. BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, C. M. (2014). *Efecto del trinexapac-etil sobre la maduración de la caña de azúcar (Saccharum spp.), variedad CC en el valle del río Cauca*. Recuperado el 18 de febrero de 2018, de http://docplayer.es/14989055-Efecto-del-trinexapac-etil-sobre-la-maduracion-de-la-cana-de-azucar-saccharum-spp-variedad-cc-85-92-en-el-valle-del-rio-cauca.html#show_full_text.
- Arcila. (1990). Análisis técnico y económico de la maduración química de la caña en el Ingenio Risaralda S.A. En: Asociación Colombiana de Productores y Proveedores (PROCAÑA). Memorias. Cali, Colombia.
- Arcila, F. V. (2003). *Maduradores en caña de azúcar manual de procedimientos y normas para su aplicación*. (Cenicaña, Ed.) Cali: Serie Técnica N0. 32. Recuperado el 17 de Octubre de 2018
- Asocaña. (s.f.). *El Sector Azucarero Colombiano En La Actualidad*. Recuperado el 13 de Enero de 2018, de <http://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>.
- Bieto, J. A., & Talón, M. (s.f.). *Fundamentos de fisiología Vegetal*. Universidad de Barcelona: MCGRAWW- HILL INTERAMERICANA. Recuperado el 2018 de Octubre de 2018
- bonus 250 ec - Syngenta | Colombia*. . (s.f.). Recuperado el 13 de Enero de 2018, de https://www.syngenta.com.co/sites/g/files/zhg481/f/bonus_ficha_tecnica_junio_2014.pdf.
- Bonus, Ficha Tecnica*. (2014). Recuperado el 15 de Marzo de 2018
- Buenaventura O., .. (1986). Control de la maduración de la caña de azúcar. En el cultivo de la caña de azúcar, Sociedad Colombiana de Técnicos de la caña de azúcar (TECNICAÑA). Memorias de un curso dictado en Cali, Julio 28 de 1986. 299-307.
- Buenaventura, & Yang. (1984). Evaluación del glifosato y Ethephon como madurantes químicos en el Valle del Cauca. En congreso de la sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar(TECNICAÑA). Cali, Colombia 380-400.
- CENICAÑA. (1983). Efecto de la materia extraña en la calidad de la caña. En informe anual 1982. Cali.
- Cenicaña. (2013). *CC 01-1940: una opción rentable para ambientes húmedos*. Recuperado el 15 de Marzo de 2018
- CENICAÑA. (11 de Noviembre de 2015). *Carta informativa. Fisiología: hacia una agricultura más precisa*. Recuperado el 2 de Marzo de 2018, de

- <http://www.cenicana.org/web/ci/item/603-cenicana-presenta-35-anos-de-investigacion-sobre-riego>.
- Cenicaña, C. I. (2013). *Reemplazar la CC 85-92 un Reto para el sector* . Obtenido de http://www.cenicana.org/pdf_privado/carta_informativa/2013_n1/2013_n1.pdf
- Cenicaña, F. t. (2018). , *Variedad CC 01-1940, Características y manejo agronómico*.
- CONADESUCA, 2014. (11 de Agosto de 2018). *FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum L.)*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tcnica_Ca_a_de_Azucar.pdf
- Dalley, C., & Junior, R. (2010). Herbicides as ripeners for sugarcane. *Weed Science*. Vol.58, No.3.
- Davila, C. C. (1995). *El cultivo de la caña de azucar en la zona azucarera de Colombia*. Cali.
- Departamento de Agricultura, NETAFIM. (s.f.). *Manejo de la Cosecha*. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de http://www.sugarcane.crops.com/s/agronomic_practices/harvesting_management/.
- Durán, R. Q., Sanchez, A. G., Lombana, A. C., Arboleda, F. M., Aguas, J. s., González, J. A., & Murillo, C. A. (2008). *Grupos Homogeneos de suelos del área dedicada al cultivo de caña de azucar en el Valle del rio Cauca (Segunda Aproximación)* (Serie Técnica No. 37 ed.). Cali, Colombia: Cenicaña,. Recuperado el 18 de Febrero de 2019
- Estevéz, A. A., H.Cock, J., & Irvine, A. d. (12 de Diciembre de 1995). Cenicaña, Biología. En *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia* (págs. 31-62). Cali. Obtenido de http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p31-62.pdf.
- Fernandes, A. (2003). *Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar*. Piracicaba: STAB,.
- Glasziou, K., & Gayler, K. R. (1972). Storage of sugars in stalks of sugar cane. *Bot. Rev.* 38(4) 471-490.
- INGENIO PROVIDENCIA S.A. (20 de Noviembre de 2018). *Ingenio Providencia Procesos*. Obtenido de http://www.ingprovidencia.com/wp-content/uploads/2016/05/Procesos_de_Ingenio_Providencia.pdf
- Larrahondo, J. (1983). El deterioro de la caña de azucar después del corte bajo los sistemas de cosecha mecánica y manual. En *seminario sobre caña mecanizada en caña de azucar*. Sociedad de Técnicos de la Caña de Azucar (TECNICAÑA) . Cali .

- Larrahondo, J. E., & Villegas, F. (1995). Control y características de la maduración. En *El cultivo de la Caña en la zona azucarera de Colombia* (págs. 297-313). Cali.
- MANUAL TÉCNICO BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS –BPAEN*. (s.f.). Recuperado el 16 de Septiembre de 2016, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>.
- Perez, C. J., Grisales, R., & Jimenez, D. (2014). *Guía para el mejoramiento de la calidad de las labores agrícolas*. Cali, Colombia.
- Romero, E. R., Digonzelli, P. A., & Scandalariis, J. (s.f.). *Manual del Cañero*. Recuperado el 13 de Enero de 2018, de http://www.eeaoc.org.ar/cania/Manual_Caniero_EEAOC.pdf.
- s.f. (18 de Agosto de 2018). *Capitulo I. Maduradores y su comportamiento en el cultivo de la caña de azúcar (Sacharum offivinarum)*. Obtenido de <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADLM0000522/Capitulo%201.pdf>
- Sanclemente Reyes, O. E., Ararát Orozco, M. C., & Cardona, C. A. (s.f.). *Contribución de Vigna unguiculata L. a la sustentabilidad de sistemas de cultivo de caña de azúcar*. Recuperado el 12 de Enero de 2018, de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1404/1728>.
- Silva, M. (1989). The use of ethephon to manage sugarcane varieties in different locations of the central – southern region of Brazil. In: CONGRESS OF I.S.S.C.T., 20. São Paulo.
- Solera, M. A. (2017). *Floración en la caña de azúcar* . Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Floraci%C3%B3n%20en%20la%20Ca%C3%B1a%20de%20Az%C3%BAcar_2204092628%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Floraci%C3%B3n%20en%20la%20Ca%C3%B1a%20de%20Az%C3%BAcar_2204092628%20(5).pdf).
- T., Jesús E. Larrahondo A. ; y Fernando Villegas. (1995). *Control y características de la maduración*. Recuperado el 18 de Agosto de 2018, de http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p297-313.pdf
- Torres, R. O., & Cifuentes, E. S. (2004). *CINCAE, Fisiología, floración y mejoramiento genético*. Recuperado el 6 de Febrero de 2019, de <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/FISOLOGIA-Y-MEJORAMTO.pdf>
- Valens, C. A., Garcia, D. B., Salazar, Villareal, F. A., & López, V. J. (2014). *Características de la caña de azúcar asociadas con toneladas de caña por hectárea y sacarosa (% caña)*. Recuperado el 15 de Marzo de 2018, de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/44494/53019.

- Valens, Carlos Arturo Viveros. (2011). *Identificación de características Asociadas con la mayor eficiencia en el uso del agua para la producción de caña de azúcar*. Recuperado el 20 de Octubre de 2019, de bdigital.unal.edu.co/5839/1/carlosarturoviverosvalens.2011.pdf
- Valens, Carlos Arturo Viveros. (2018). Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia (CC) 01-1940. Cali: Copyright por Cenicaña. Recuperado el 17 de Octubre de 2018
- Villegas, & Torres. (1993). El madurante y la producción. En: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). Serie divulgativa no.2. 4p.
- Villegas, F., & A, J. A. (1992). *Uso de madurantes*. Recuperado el 12 de Enero de 2018, de http://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p315-335.pdf.
- Villegas, F., & Arcila, J. (Mayo de 2003). *Maduradores en Caña de Azúcar. Manual de procedimientos y normas para su aplicación*. Recuperado el 18 de Febrero de 2018, de http://www.academia.edu/9221064/Maduradores_en_Ca%C3%B1a_de_Az%C3%BAcar_CENTRO_DE_INVESTIGACION_DE_LA_CA%C3%91A_DE_AZ%C3%9ACAR_DE_COLOMBIA.
- Villegas, F., & Arcila, J. (2003). *Maduradores en Caña de Azúcar. Manual de procedimientos y normas para su aplicación*. Recuperado el 18 de Febrero de 2018, de http://www.academia.edu/9221064/Maduradores_en_Ca%C3%B1a_de_Az%C3%BAcar_CENTRO_DE_INVESTIGACION_DE_LA_CA%C3%91A_DE_AZ%C3%9ACAR_DE_COLOMBIA.
- Villegas; Torres. (1991). Efecto del Roundup usando como madurante en la producción de caña de azúcar. En *Congreso de la Asociación de Técnicos Acucareros de Latinoamérica y el Caribe*. 2. México: Memorias.

11. ANEXOS

Anexo 1. Registro de Datos muestreo en campo.

REGISTRO MUESTREOS EN CAMPO												
Fecha	Hora	No. Muest.	Finca	ubicación	Nuevas	No. Sacos	T. de inflo (gr)	No. Estruc.	T. Cogolón	Tamaño de hoja	No. De hoja	Observaciones
septiembre-22-2018	9:00am		El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	5	3,2	20	92	1,50,1,60,1,70cm	5	En el estrado 16 y 17 presencia de Diatras
septiembre-22-2018	9:15am	2	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	24	2,35	14	60	1,50,1,40,1,60cm	6	
septiembre-22-2018	9:30am	3	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	35	2,58	18	48	1,50,1,40,1,60cm	5	
septiembre-22-2018	11:00am	1	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	22	2,55	18	48	1,50,1,40,1,60cm	5	
septiembre-22-2018	11:15am	2	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	7	2,55	18	41	1,50,1,40,1,60cm	6	
septiembre-22-2018	12:30am	3	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	17	2,10	19	55	1,50,1,40,1,60cm	6	Indicador de riesgo frentes de aplicación del modurante
septiembre-29-2018	10:00am	1	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	10	2,80	11	50	1,40,1,45,1,55cm	8	
septiembre-29-2018	10:15am	2	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	18	3,19	20	53	1,40,1,45,1,45cm	9	Diatras
septiembre-29-2018	10:30am	3	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	28	2,55	18	43	1,40,1,45,1,40cm	8	
septiembre-29-2018	12:30pm	1	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	7	2,13	13	54	1,40,1,55,1,60cm	9	
septiembre-29-2018	1:30pm	2	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	17	1,71	14	64	1,40,1,45,1,45cm	10	
septiembre-29-2018	1:45pm	3	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	22	1,55	12	80	1,70,1,70,1,41cm	9	
septiembre-29-2018	2:45pm	1	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	10	2,5	20	11	1,45,1,41,1,12 cm	5	
septiembre-29-2018	2:45pm	2	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	20	2,64	19	91	1,58,1,48,1,47cm	9	Caña volcada
septiembre-29-2018	3:05pm	3	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	30	2,26	15	54	1,58,1,50,1,56cm	8	
septiembre-29-2018	3:20pm	1	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	3	2,78	19	46	1,50,1,30,1,40cm	9	
septiembre-29-2018	3:30pm	2	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	10	1,34	20	42	1,14,1,22,1,22cm	7	
septiembre-29-2018	3:40pm	3	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	20	2,23	20	56	1,14,1,20,1,10 cm	20	
Octubre-05-2018	10:00am	1	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	11	1,7	14	40	1,61 cm	8	
Octubre-05-2018	10:00am	2	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	15	2,95	20	57	1,60,1,65 cm	7	Presencia de diatras
Octubre-05-2018	10:00am	3	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	8	2,26	15	60	1,40,1,50cm	7	
Octubre-05-2018	10:15am	1	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	32	1,9	13	45	1,40cm	8	
Octubre-05-2018	10:45am	2	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	40	1,6	12	40	1,50,1,60cm	6	
Octubre-05-2018	11:00am	3	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	40	2,2	14	32	1,40,1,70cm	7	
Octubre-05-2018	12:00pm	1	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	10	2,99	18	49	1,20,1,30cm	6	
Octubre-05-2018	12:15pm	2	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	20	1,92	17	42	1,20,1,30,1,40cm	7	Presencia de diatras
Octubre-05-2018	12:30pm	3	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	30	2,39	17	43	1,40,1,40cm	9	
Octubre-05-2018	1:30pm	1	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	3	1,8	19	56	1,30,1,40cm	7	
Octubre-05-2018	2:00pm	2	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	10	2,7	20	38	1,20,1,50cm	8	
Octubre-05-2018	2:30pm	3	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	20	3,78	26	32	1,30,1,40cm	9	
Octubre-13-2018	9:20am	1	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	11	3,46	26	46	1,40,1,50cm	20	
Octubre-13-2018	9:30am	2	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	28	3,5	20	37	1,42,150,1,60cm	7	
Octubre-13-2018	9:50am	3	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	15	3,12	19	47	1,42,150,1,60cm	9	
Octubre-13-2018	11:40am	1	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	10	1,72	16	42	1,40,1,50cm	9	Presencia de diatras
Octubre-13-2018	12:10am	2	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	20	1,99	16	50	1,42,150,1,60cm	10	Presencia de diatras
Octubre-13-2018	12:15am	3	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	20	1,95	18	47	1,42,150,1,60cm	9	
Octubre-13-2018	1:30pm	1	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	10	2,5	18	32	1,40,1,50,1,60cm	7	
Octubre-13-2018	1:45pm	2	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	20	5,5	19	32	1,40,1,50,1,60cm	9	Presencia de diatras
Octubre-13-2018	2:00pm	3	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	30	2,95	17	53	1,40,1,50,1,60cm	9	Presencia de diatras
Octubre-13-2018	2:30pm	1	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	3	2,9	23	42	1,40,1,50,1,60cm	8	
Octubre-13-2018	3:00pm	2	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	10	2,88	20	42	1,40,1,50,1,60cm	7	
Octubre-13-2018	3:15pm	3	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	20	2,9	20	36	1,40,1,50,1,60cm	6	
Octubre-20-2018	9:50am	1	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	52	2,63	19	50	1,43,1,60cm	9	
Octubre-20-2018	10:00am	2	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	45	3,0	17	48	1,43,1,60cm	7	
Octubre-20-2018	10:30am	3	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	39	2,8	15	40	1,43,1,60cm	7	
Octubre-20-2018	11:30am	1	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	11	1,82	17	52	1,50,1,40,1,60cm	6	Presencia de diatras
Octubre-20-2018	11:45am	2	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	20	1,75	21	42	1,50,1,40,1,60cm	9	
Octubre-20-2018	1:20pm	3	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	30	3,4	19	42	1,50,1,40,1,60cm	8	
Octubre-20-2018	1:25pm	1	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	30	3,4	19	40	1,50,1,40,1,60cm	9	Presencia de diatras
Octubre-20-2018	1:30pm	2	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	10	2,22	10	60	1,30,1,40,1,60cm	7	
Octubre-20-2018	1:45pm	3	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	45	3,9	24	50	1,50,1,40,1,60cm	6	
Octubre-20-2018	3:00pm	1	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	3	3,47	25	45	1,50,1,40,1,60cm	6	
Octubre-20-2018	3:15pm	2	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	12	2,4	22	40	1,50,1,40,1,60cm	9	
Octubre-20-2018	3:30pm	3	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	30	3,2	11	20	1,50,1,40,1,60cm	9	
Octubre-20-2018	10:00am	1	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	39	3,08	23	42	1,60cm	8	
Octubre-20-2018	10:15am	2	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	45	3,08	21	43	1,45,1,48cm	8	
Octubre-20-2018	10:25am	3	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	52	3,19	22	44	1,45,1,50,1,60cm	8	
Octubre-20-2018	11:50am	1	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	30	2,2	24	35	0	0	
Octubre-20-2018	11:57am	2	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	40	2,54	23	48	1,40,1,50cm	8	
Octubre-20-2018	12:00pm	3	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	50	1,95	21	43	1,40cm	7	
Octubre-20-2018	1:44pm	1	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	30	2,47	14	30	1,45,1,50,1,60cm	6	
Octubre-20-2018	2:50pm	2	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	10	2,9	17	53	1,45,1,50,1,60cm	7	
Octubre-20-2018	2:00pm	3	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	45	2,7	17	32	1,45,1,50,1,60cm	8	
Octubre-20-2018	3:00pm	1	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	10	2,9	18	40	1,45,1,50,1,60cm	7	Presencia de hongos
Octubre-20-2018	3:15pm	2	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	20	3,12	17	35	1,45,1,50,1,60cm	9	
Octubre-20-2018	3:30pm	3	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	30	3,04	24	24	1,45,1,50,1,60cm	9	
Octubre-27-2018	10:00am	1	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	39	3,08	23	42	1,60cm	8	
Octubre-27-2018	10:15am	2	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	45	3,08	21	41	1,44,1,48cm	8	
Octubre-27-2018	10:25am	3	Marella	3°42'44.30 N - 76° 24'33.12 O	608	52	3,19	22	44	1,45,1,50,1,60cm	8	
Octubre-27-2018	11:50am	1	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	7	2,2	24	35	0	0	
Octubre-27-2018	11:57am	2	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	17	2,44	23	48	1,40,1,50cm	8	
Octubre-27-2018	12:00pm	3	San Miguel	3°37'59.8 N / 76°21'30.98 O	25	22	1,95	21	43	1,40cm	7	
Octubre-27-2018	1:44pm	1	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	10	2,47	14	30	1,45,1,50,1,60cm	6	
Octubre-27-2018	1:50pm	2	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	20	2,9	17	53	1,45,1,50,1,60cm	7	
Octubre-27-2018	2:00pm	3	Rosario E.	3°42'27.22N / 76°21'13.00 O	1	30	2,7	17	30	1,45,1,50,1,60cm	8	
Octubre-27-2018	3:00pm	1	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	3	2,9	18	40	1,45,1,50,1,60cm	7	
Octubre-27-2018	3:15pm	2	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	10	3,12	17	35	1,45,1,50,1,60cm	9	
Octubre-27-2018	3:30pm	3	El Alhais	3°39'08.73"N / 76°17'38.79 O	12	20	3,25	25	50	1,45,1,50,1,60cm	9	Presencia de diatras, precipitación después de muestreo

Anexo 2. Datos de pluviometría.

ECHA DE MUESTREO	FINCA	SUERTES	FECHA APLICACIÓN	SDDA	Ginebra	Amaimo	San Marcos	Rozo	Guacari	Promedio
22/09/2018	EL ALBIÓN	12	6/09/2018	2,29	30,8	44,50	25,50	24,80	30,90	31,3
22/09/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	0,57	30,8	44,50	25,50	24,80	30,90	31,3
29/09/2018	EL ALBIÓN	12	6/09/2018	3,29	41,7	66,40	26,20	25,60	30,90	38,16
29/09/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	1,57	41,7	66,40	26,20	25,60	30,90	38,16
29/09/2018	MARSELLA	608	26/09/2018	0,43	41,7	66,40	26,20	25,60	31,00	38,18
29/09/2018	EL ROSARIO	1	11/09/2018	2,57	41,7	66,40	26,20	25,60	31,00	38,18
6/10/2018	EL ROSARIO	1	11/09/2018	3,57	89,4	73,4	57,7	53,8	31,00	61,06
6/10/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	2,57	89,4	73,4	57,7	53,8	31,00	61,06
6/10/2018	MARSELLA	608	26/09/2018	1,43	89,4	73,4	57,7	53,8	42	63,26
6/10/2018	EL ALBIÓN	12	6/09/2018	4,29	89,4	73,4	57,7	53,8	42	63,26
13/10/2018	EL ROSARIO	1	11/09/2018	4,57	128	125,2	129,9	90,6	42	103,14
13/10/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	3,57	128	125,2	129,9	90,6	42	103,14
13/10/2018	MARSELLA	608	26/09/2018	2,43	128	125,2	129,9	90,6	104	115,54
13/10/2018	EL ALBIÓN	12	6/09/2018	5,29	128	125,2	129,9	90,6	104	115,54
20/10/2018	EL ALBION	12	6/09/2018	6,29	129,9	126,4	133,1	93,3	104	113,4
20/10/2018	MARSELLA	608	26/09/2018	3,43	129,9	126,4	133,1	93,3	108	114,4
20/10/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	4,57	129,9	126,4	133,1	93,3	108	114,4
20/10/2018	EL ROSARIO	1	11/09/2018	5,57	129,9	126,4	133,1	93,3	108	114,4
27/10/2018	EL ALBION	12	6/09/2018	7,29	168,7	141,2	146,1	105,5	108	133,9
27/10/2018	MARSELLA	608	26/09/2018	4,43	168,7	141,2	146,1	105,5	155,1	143,32
27/10/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	5,57	168,7	141,2	146,1	105,5	155,1	143,32
27/10/2018	EL ROSARIO	1	11/09/2018	6,57	168,7	141,2	146,1	105,5	155,1	143,32
3/11/2018	EL ALBION	12	6/09/2018	8,29	20,4	36,3	0	5,4	155,1	43,44
3/11/2018	MARSELLA	608	26/09/2018	5,43	20,4	36,3	0	5,4	42	20,82
3/11/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	6,57	20,4	36,3	0	5,4	42	20,82
3/11/2018	EL ROSARIO	1	11/09/2018	7,57	20,4	36,3	0	5,4	42	20,82
10/11/2018	EL ALBION	12	6/09/2018	9,29	52,7	74,3	13,1	42,3	42	44,88
10/11/2018	MARSELLA	608	26/09/2018	6,43	52,7	74,3	13,1	42,3	76	51,68
10/11/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	7,57	52,7	74,3	13,1	42,3	76	51,68
10/11/2018	EL ROSARIO	1	11/09/2018	8,57	52,7	74,3	13,1	42,3	76	51,68
22/11/2018	EL ALBION	12	6/09/2018	11,00	173,0	218,7	66,3	83,7	76	123,54
22/11/2018	MARSELLA	608	26/09/2018	8,14	173,0	218,7	66,3	83,7	164	141,14
22/11/2018	SAN MIGUEL	25	18/09/2018	9,29	173,0	218,7	66,3	83,7	164	141,14
22/11/2018	EL ROSARIO	1	11/09/2018	10,29	173,0	218,7	66,3	83,7	164	141,1
			ACUMULADO		383,4	426,3	238,6	214,8	350,1	322,64

Precipitaciones en las diferentes estaciones de la RMA. Fuente: Cenicaña.

Anexo3: Descripción zonas agroecológicas.

DESCRIPCION ZONAS AGROECOLOGICAS				
Finca	Suerte	Zona	Descripción	Limitantes
Marsella San Miguel	608 1	Grupo 11 11 H1	"Está conformado por suelos de texturas franca fina y franca fina sobre arcillosa, con contenidos de arcilla menor del 35% sección control del perfil; distribuidos en el cuerpo y pie de los abanicos de la llanura aluvial de régimen údico, en las napas de desborde de la llanura de desborde del río Cauca y de sus tributarios y planos de terrazas de los mismos; en un relieve plano, de pendientes 0-1% en zonas de régimen de humedad ústico; moderadamente bien drenados y bien drenados; la profundidad efectiva, moderadamente profunda y profunda, sin limitaciones aparentes para el manejo ni para el crecimiento de las raíces" (Durán, y otros, 2008).	"Limitantes principales para el manejo figuran la moderada profundidad efectiva limitada por contraste textural que produce cambio en la composición y distribución del tamaño de los poros y en consecuencia afecta seriamente el movimiento y retención del agua o de los nutrimentos; también, la baja retención de humedad y la permeabilidad rápida en las capas arenosas"(Durán, y otros, 2008).
Albión Estancia	25	Grupo 6 6H1	"Está conformado por suelos de texturas finas, con contenidos de arcilla entre 35% y 60% en la sección control del perfil; distribuidos en el cuerpo y pie de los abanicos de la llanura aluvial y planos de terraza, en zonas de régimen de humedad ústico; moderadamente bien drenados y bien drenados; moderadamente profundos y profundos, limitados algunas veces por la presencia de horizontes compactos y condiciones de poca aireación derivadas del alto contenido de arcilla (Durán, y otros, 2008).	*El agrietamiento, puede producir daño mecánico de ruptura y estrangulación de las raíces de las plantas; sin embargo, las grietas favorecen la penetración del agua lluvia o de riego y la aireación, lo cual se dificultaría si las grietas no existieran, dada la permeabilidad reducida de los suelos. *Físicas: mediana a baja capacidad de retención de humedad, el bajo contenido de macroporos que inciden en la baja capacidad de aireación y la permeabilidad lenta a muy lenta; la consistencia muy dura en seco, muy pegajosa y muy plástica en mojado.
Rosario	1	Grupo 30 H0	"Los suelos son moderadamente profundos y profundos, limitados por cambio textural abrupto, en superficie tienen textura franca fina y en profundidad pueden ser de texturas arenosa, esquelética arenosa, esquelética franca o fragmental; las capas franco arcillosas tienen retención de humedad alta y permeabilidad lenta a moderada, en cambio, las capas arenosas tienen retención de humedad muy baja, permeabilidad muy rápida y capacidad catiónica de cambio baja"(Durán, y otros, 2008).	*"Moderada profundidad efectiva por contraste textural que produce cambio en la composición y distribución del tamaño de los poros y en consecuencia afecta seriamente el movimiento y retención del agua o de los nutrimentos; también, la baja retención de humedad y la permeabilidad rápida en las capas arenosas" Durán, y otros, 2008).

Descripción zonas Agroecológicas. Fuente: (Durán, y otros, 2008).

Anexo 4. Tablas de resultado en el laboratorio de las variables fisiológicas.

Tabla 4. Datos zona agroecológica Marsella (Zona 11 H1).

FECHA DE MUESTREO	FINCA	SUERTE	FECHA APLICACIÓN	SDDA	% M.S EN TALLO	LECT. BRIX	% SAC. APA.	% CHR.	DOSIS L/HAS.	PRECIPITACIÓN
29/09/2018	Marsella	608	26/09/2018	0,43	27,18	22,07	19,48	74,98	1,20	39,975
6/10/2018	Marsella	608	26/09/2018	1,43	28,45	20,37	18,12	77,34	1,20	68,575
13/10/2018	Marsella	608	26/09/2018	2,43	30,37	21,35	19,581	70,37	1,20	118,43
20/10/2018	Marsella	608	26/09/2018	3,43	28,23	20,44	18,54	78,36	1,20	116,53
27/10/2018	Marsella	608	26/09/2018	4,43	32,00	20,55	18,90	78,54	1,20	140,38
3/11/2018	Marsella	608	26/09/2018	5,43	19,01	18,14	16,25	77,35	1,20	15,53
10/11/2018	Marsella	608	26/09/2018	6,43	19,92	17,62	15,71	78,34	1,20	45,60
17/11/2018	Marsella	608	26/09/2018	7,43	19,92	14,55	12,71	75,40	1,20	135,425
22/11/2018	Marsella	608	26/09/2018	8,14	15,59	14,55	13,01	85,43	1,20	135,42
23/11/2018	Marsella	608	26/09/2018	8,29	13,00	15,59	13,54	75,35	1,20	136,5
PROMEDIO					23,37	18,52	16,58	77,15	1,20	276,88

Tabla 5. Zona agroecológica el San Miguel (Zona H11).

FECHA DE MUESTREO	FINCA	SUERTE	FECHA APLICACIÓN	SDDA	% M.S FINAL	LECT. BRIX	% SAC. APA.	% CHR.	DOSIS L/HAS.
22/09/2018	San Miguel	25	18/09/2018	0,57	33,82	18,90	16,64	77,00	1,10
29/09/2018	San Miguel	25	18/09/2018	1,57	20,51	19,76	17,73	75,84	1,10
6/10/2018	San Miguel	25	18/09/2018	2,57	26,44	18,86	16,29	81,27	1,10
13/10/2018	San Miguel	25	18/09/2018	3,57	38,62	20,93	19,26	70,94	1,10
20/10/2018	San Miguel	25	18/09/2018	4,57	25,19	20,15	17,94	74,80	1,10
27/10/2018	San Miguel	25	18/09/2018	5,57	18,86	20,02	18,18	57,6	1,10
17/11/2018	San Miguel	25	18/09/2018	8,57	15,73	16,96	15,35	74,68	1,10
19/11/2018	San Miguel	25	18/09/2018	8,86	15,72	14,45	12,81	74,87	1,10
20/11/2018	San Miguel	25	18/09/2018	9,00	15,47	14,3	12,45	74,97	1,10
22/11/2018	San Miguel	25	18/09/2018	9,29	15,47	16,39	14,55	75,05	1,10
PROMEDIO	San Miguel				22,58	18,07	16,12	73,70	

Tabla 6. Datos Zona agroecológica el Albión (Zona 6H1).

FECHA DE MUESTREO	FINCA	SUERTE	FECHA APLICACIÓN	SDDA	% M.S FINAL	LECT. BRIX	% SAC. APA.	% CHR.	DOSIS L/HAS.
22/09/2018	El Albión	12	6/09/2018	2,29	23,58	19,74	17,48	76,00	0,60
29/09/2018	El Albión	12	6/09/2018	3,29	27,40	19,23	16,89	83,98	0,60
6/10/2018	El Albión	12	6/09/2018	4,29	25,05	21,07	19,28	75,61	0,60
13/10/2018	El Albión	12	6/09/2018	5,29	16,30	22,36	20,36	72,88	0,60
20/10/2018	El Albión	12	6/09/2018	6,29	19,14	20,79	19,28	74,68	0,60
27/10/2018	El Albión	12	6/09/2018	7,29	28,01	20,83	19,17	89,42	0,60
3/11/2018	El Albión	12	6/09/2018	8,29	16,14	13,83	12,06	88,35	0,60
10/11/2018	El Albión	12	6/09/2018	9,29	13,26	13,60	11,79	87,35	0,60
17/11/2018	El Albión	12	6/09/2018	10,29	13,26	13,71	11,81	84,27	0,60
PROMEDIO					20,24	18,35	16,46		

Tabla 7. Zona agroecológica El Rosario (30 H0).

FECHA DE MUESTREO	FINCA	SUERTE	FECHA APLICACIÓN	SDDA	% MS	LECT. BRIX	% SAC. APA.	% CHR.	DOSIS L/HAS.
29/09/2018	El Rosario	1	11/09/2018	2,57	37,09	22,02	20,28	87,94	0,80
6/10/2018	El Rosario	1	11/09/2018	3,57	30,01	20,48	18,46	79,20	0,80
13/10/2018	El Rosario	1	11/09/2018	4,57	29,52	21,57	20,01	69,54	0,80
20/10/2018	El Rosario	1	11/09/2018	5,57	20,94	20,86	18,84	80,25	0,80
27/10/2018	El Rosario	1	11/09/2018	6,57	24,10	20,86	19,18	57,60	0,80
3/11/2018	El Rosario	1	11/09/2018	7,57	23,65	15,52	13,59	61,68	0,80
10/11/2018	El Rosario	1	11/09/2018	8,57	16,39	15,52	13,59	63,07	0,80
17/11/2018	El Rosario	1	11/09/2018	9,57	15,05	15,13	13,24	69,19	0,80
22/11/2018	El Rosario	1	11/09/2018	10,29	17,19	14,29	12,41	61,94	0,80
PROMEDIO	El Rosario				23,77	18,47	16,62	70,04	

Tabla 8. Zona agroecológica La Estancia (6H1).

FECHA DE MUESTREO	FINCA	SUERTE	FECHA APLICACIÓN	SDDA	% M.S FINAL	LECT. BRIX	% SAC. APA.	% CHR.
26/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	19,697	15,65	13,47	87,94
27/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	18,388	15,25	13,383	80,25
28/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	17,186	15,19	13,333	79,20
29/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	17,186	15,12	13,244	69,54
30/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	17,005	14,92	13,058	63,07
31/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	15,655	14,90	12,766	61,68
03/11/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	15,393	14,28	12,547	57,60
PROMEDIO					17,216	15,04	13,114	71,32

Anexos 5. Datos de las variables fisiológicas semanas días después de aplicación (SDDA).

Tabla 9. Datos Finca Marsella semanas días después de aplicación.

SDDA	% M.S FINAL	SDDA	LECT. BRIX	SDDA	% SAC. APA.	SDDA	% CHR.
0,43	27,18	0,43	22,07	0,43	19,48	0,43	74,98
1,43	28,45	1,43	20,37	1,43	18,12	1,43	77,34
2,43	30,37	2,43	21,35	2,43	19,581	2,43	70,37
3,43	28,23	3,43	20,44	3,43	18,54	3,43	78,36
4,43	32,00	4,43	20,55	4,43	18,90	4,43	78,54
5,43	19,01	5,43	18,14	5,43	16,25	5,43	77,35
6,43	19,92	6,43	17,62	6,43	15,71	6,43	78,34
7,43	19,92	7,43	14,55	7,43	12,71	7,43	75,40
8,14	15,59	8,14	14,55	8,14	13,01	8,14	85,43
8,29	13,00	8,29	15,59	8,29	13,54	8,29	75,35
		-0,93529376		-0,90997086			
					0,43100797		
			-0,82927378				

Tabla 10. Datos Finca El Albi3n Semanas d3as despu3s de aplicaci3n.

SDDA	LECT. BRIX	SDDA	% SAC. APA.	SDDA	% CHR.
2,285714286	19,74	2,285714286	17,48	2,285714286	76,00
3,285714286	19,23	3,285714286	16,89	3,285714286	83,98
4,285714286	21,07	4,285714286	19,28	4,285714286	75,61
5,285714286	22,36	5,285714286	20,364	5,285714286	72,88
6,285714286	20,79	6,285714286	19,28	6,285714286	74,68
7,285714286	20,83	7,285714286	19,17	7,285714286	89,42
8,285714286	13,83	8,285714286	12,064	8,285714286	88,35
9,285714286	13,60	9,285714286	11,785	9,285714286	87,35
10,28571429	13,71	10,28571429	11,814	10,28571429	84,27

Tabla 11. Datos finca San Miguel de Carvajal semanas d3as despu3s de aplicaci3n.

SDDA	%M.S FINAL	SDDA	LECT. BRIX	SDDA	% SAC. APA.	SDDA	% CHR.
0,57	33,82	0,57	18,90	0,57	16,64	0,57	77,00
1,57	20,51	1,57	19,76	1,57	17,73	1,57	75,84
2,57	26,44	2,57	18,86	2,57	16,29	2,57	81,27
3,57	38,62	3,57	20,93	3,57	19,26	3,57	70,94
4,57	25,19	4,57	20,15	4,57	17,94	4,57	74,80
5,57	18,86	5,57	20,02	5,57	18,18	5,57	57,6
8,57	15,73	8,57	16,96	8,57	15,35	8,57	74,68
8,86	15,72	8,86	14,45	8,86	12,81	8,86	74,87
9,00	15,47	9,00	14,3	9,00	12,45	9,00	74,97
9,29	15,47	9,29	16,39	9,29	14,55	9,29	75,05

Tabla 12. Datos finca El Rosario semanas d3as despu3s de aplicaci3n.

SDDA	%M.S FINAL	SDDA	LECT. BRIX	SDDA	% SAC. APA.	SDDA	% CHR.
2,57	37,09	2,57	22,02	2,57	20,28	2,57	87,94
3,57	30,01	3,57	20,48	3,57	18,46	3,57	79,20
4,57	29,52	4,57	21,57	4,57	20,01	4,57	69,54
5,57	20,94	5,57	20,86	5,57	18,84	5,57	80,25
6,57	24,10	6,57	20,86	6,57	19,18	6,57	57,60
7,57	23,65	7,57	15,52	7,57	13,59	7,57	61,68
8,57	16,39	8,57	15,52	8,57	13,59	8,57	63,07
9,57	15,05	9,57	15,13	9,57	13,24	9,57	69,19
10,29	17,19	10,29	14,29	10,29	12,41	10,29	61,94

Tabla 13. Datos finca La Estancia semanas días después de aplicación.

FECHA DE MUESTREO	FINCA	SUERTE	FECHA APLICACIÓN	SDDA	% M.S FINAL	LECT. BRIX	% SAC. APA.	% CHR.
26/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	19,697	15,65	13,47	87,94
27/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	18,388	15,25	13,383	80,25
28/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	17,186	15,19	13,333	79,20
29/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	17,186	15,12	13,244	69,54
30/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	17,005	14,92	13,058	63,07
31/10/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	15,655	14,90	12,766	61,68
03/11/2018 12:00 AM	La Estancia	1	N/A	0,00	15,393	14,28	12,547	57,60
PROMEDIO					17,216	15,04	13,114	71,32

Tabla 14: Datos finales de TCH en las fincas donde se realizó el muestreo (Autor 2019).

TRATAMIENTO	DESCRIPCION		
	FINCA	SUERTE	TCH
T1	Albi3n	12	156,54
T2	San miguel	1	125,06
T3	El rosario	25	157
T4	Marsella	608	161,68
T5	La Estancia (testigo absoluto)	1	176,62

Anexo 6: Datos de muestreo realizados en el campo.

MUESTREOS EN CAMPO												
Fecha	Hora	No. Muestra	Finca	ubicación	No. Suetas	No. Sueros	T. Tallos (cm)	Entrecodos	T. Casillas (cm)	T. Hojas	No. Hojas	Observaciones
08/12/19	7:00am	1	El Albion	El Cemento	12	5	3,20	20	40	1,50, 1,50	5	Presencia de diatomeas
08/12/19	7:15am	2	El Albion	El Cemento	12	24	2,30	14	60	1,50, 1,50	5	
08/12/19	7:30am	3	El Albion	El Cemento	12	35	2,50	18	40	1,50, 1,50	5	
08/12/19	11:00am	1	San Miguel	Cemento	25	22	2,55	18	48		5	
08/12/19	11:15am	2	San Miguel	Cemento	25	7	2,55	18	41		5	
08/12/19	11:30am	3	San Miguel	Cemento	25	17	2,10	19	50		5	
08/12/19	10:00am	1	Marbella	Cemento	609	10	2,30	11	50	1,50, 1,50	5	
08/12/19	10:15am	2	Marbella	Cemento	609	18	3,14	20	53	1,50, 1,50	9	
08/12/19	10:30am	3	Marbella	Cemento	608	20	2,35	19	43	1,50, 1,50	9	
08/12/19	12:30pm	1	San Miguel	El Cemento	25	7	2,13	13	54	1,50, 1,50	9	
08/12/19	1:30pm	2	San Miguel	El Cemento	25	17	3,13	18	64	1,50, 1,50	10	
08/12/19	1:30pm	3	San Miguel	El Cemento	25	22	2,13	12	80	1,50, 1,50	9	Presencia de diatomeas
08/12/19	1:45pm	1	Rosario E	El Cemento	4	10	2,10	20	41	1,50, 1,50	5	
08/12/19	1:45pm	2	Rosario E	El Cemento	1	10	2,10	19	51	1,50, 1,50	9	
08/12/19	2:45pm	3	Rosario E	El Cemento	7	30	2,20	15	54	1,50, 1,50	9	
08/12/19	3:00pm	1	Albion	El Cemento	12	7	2,15	19	46	1,50, 1,50	9	
08/12/19	3:15pm	2	Albion	El Cemento	12	10	1,94	20	42	1,50, 1,50	3	
08/12/19	3:30pm	3	Albion	El Cemento	12	20	2,23	14	56	1,50, 1,50	10	
08/12/19	10:00am	1	Marbella	El Cemento	609	15	1,70	10	40	1,50	8	
08/12/19	10:00am	2	Marbella	El Cemento	609	15	2,45	15	51	1,50, 1,50	7	
08/12/19	10:15am	3	Marbella	El Cemento	609	9	2,06	13	60	1,50, 1,50	7	
08/12/19	10:15am	1	San Miguel	El Cemento	25	32	1,90	12	57	1,50	5	
08/12/19	10:45am	2	San Miguel	El Cemento	25	40	1,60	14	40	1,50, 1,50	5	
08/12/19	11:00am	3	San Miguel	El Cemento	25	50	2,20	15	30	1,50, 1,50	7	
08/12/19	12:00pm	1	Rosario E	El Cemento	1	10	2,05	17	44	1,20, 1,20	6	
08/12/19	12:15pm	2	Rosario E	El Cemento	1	20	1,92	18	44	1,40, 1,50	7	
08/12/19	12:30pm	3	Rosario E	El Cemento	1	30	2,13	17	43	1,40, 1,50	7	
08/12/19	1:30pm	1	Albion	El Cemento	12	5	1,80	14	56	1,30, 1,40	1	
08/12/19	2:00pm	2	Albion	El Cemento	12	9	2,10	20	36	1,20, 1,50	9	
08/12/19	2:30pm	3	Albion	El Cemento	12	10	3,10	26	32	1,30, 1,40	9	

Fuente: El Autor, 2019

MUESTREO EN CAMPO												
Fecha	Hora	No. Muestra	Finca	ubicación	No. Suetas	No. Sueros	T. Tallos (cm)	Entrecodos	T. Casillas (cm)	T. Hojas	No. Hojas	Observaciones
08/12/19	9:30am	1	Marbella		609	11	3,45	26	46	1,40, 1,50	10	
08/12/19	9:50am	2	Marbella		609	20	3,00	20	37	1,40, 1,50	9	
08/12/19	9:55am	3	Marbella		609	15	3,12	19	47	1,40, 1,50	9	
08/12/19	11:45am	1	San Miguel		25	10	1,22	16	42	1,50, 1,50	9	Presencia de diatomeas
08/12/19	12:15pm	2	San Miguel		25	15	1,8	16	50	1,40, 1,50, 1,50	10	Presencia de diatomeas
08/12/19	12:45pm	3	San Miguel		25	20	1,95	16	43	1,40, 1,50, 1,50	9	Presencia de diatomeas
08/12/19	1:15pm	1	Rosario E		1	10	2,20	18	30	1,30, 1,50	7	
08/12/19	1:35pm	2	Rosario E		1	20	2,20	19	32	1,30, 1,50	9	Presencia de diatomeas
08/12/19	1:55pm	3	Rosario E		1	30	2,25	17	30	1,30, 1,50	9	Presencia de diatomeas
08/12/19	2:30pm	1	Albion		12	3	2,40	23	40	1,40, 1,50	9	
08/12/19	3:00pm	2	Albion		12	11	2,80	20	42	1,40, 1,50	9	
08/12/19	3:15pm	3	Albion		12	20	2,40	20	36	1,30, 1,50	6	
08/12/19	2:50pm	1	Marbella		609	52	2,60	15	40	1,40, 1,50	9	
08/12/19	10:00am	2	Marbella		609	45	3,00	19	45	1,40, 1,50	7	
08/12/19	10:30am	3	Marbella		609	39	2,60	14	50	1,40, 1,50	7	
08/12/19	1:45pm	1	San Miguel		25	11	1,9	17	40	1,30, 1,40, 1,50	6	Presencia de diatomeas
08/12/19	1:40pm	2	San Miguel		25	20	1,6	16	40	1,30, 1,40, 1,50	9	
08/12/19	1:25pm	3	San Miguel		25	30	1,92	17	51	1,30, 1,40, 1,50	9	
08/12/19	1:50pm	1	Rosario E		1	10	2,1	15	40	1,30, 1,50, 1,50	9	
08/12/19	1:30pm	2	Rosario E		1	10	2,22	10	60	1,30, 1,50, 1,50	7	
08/12/19	1:40pm	3	Rosario E		1	40	3,9	24	50	1,30, 1,50, 1,50	6	
08/12/19	3:00pm	1	Albion		12	3	2,6	18	40	1,40, 1,50, 1,50	7	Presencia de hongos
08/12/19	2:00pm	2	Albion		12	13	3,12	17	35	1,40, 1,50, 1,50	9	
08/12/19	2:45pm	3	Albion		12	30	3,05	23	40	1,40, 1,50, 1,50	9	
08/12/19	10:30am	1	Marbella		609	39	3,05	25	20	1,40, 1,50, 1,50	9	
08/12/19	10:15am	2	Marbella		609	45	3,00	21	43	1,40, 1,50	9	
08/12/19	10:25am	3	Marbella		609	52	3,19	22	44	1,40, 1,50	9	
08/12/19	11:50am	1	San Miguel		25	7	2,2	24	35	1,40, 1,50, 1,50	9	
08/12/19	11:50am	2	San Miguel		25	17	2,50	23	40		9	
08/12/19	12:00pm	3	San Miguel		25	22	1,00	11	42		9	

Fuente: El Autor, 2019

MUESTREO EN CAMPO

Fecha	Hora	No. Muestra	Fincas	Ubicacion	mx Surco	mx Ciso	Costa	Aranda	Costa	T. hojas	mx hojas	Observaciones
02/11/18	1:00 pm	1	Rosario E	El Cerrito	4	10	2,42	14	30	1,45, 1,90, 1,60	6	
02/11/18	1:30 pm	2	Rosario E	El Cerrito	4	10	2,4	13	53	1,45, 1,90, 1,60	7	
02/11/18	2:00 pm	3	Rosario E	El Cerrito	4	10	2,3	17	3*	1,45, 1,90, 1,60	8	
02/11/18	3:00 pm	1	Albion	El Cerrito	12	3	2,9	16	40	1,45, 1,60	7	
02/11/18	3:15 pm	2	Albion	El Cerrito	12	10	2,12	11	35	1,45, 1,60	9	
02/11/18	4:00 pm	3	Albion	El Cerrito	12	20	2,65	25	20	1,45, 1,60	9	Presencia de papa después cosecha
02/11/18	9:30 am	1	Musculi	El Cerrito	608	11	3,9	22	22	1,30, 1,95, 1,40	6	
02/11/18	11:00 am	2	Musculi	El Cerrito	608	15	3,47	18	18	1,45, 1,95, 1,40	7	
02/11/18	12:15 pm	3	Musculi	El Cerrito	608	28	2,4	15	15	1,30, 1,95, 1,40	8	
02/11/18	1:30 pm	1	Santiago	El Cerrito	25	24	2,20	35	43	1,30, 1,90, 1,60	7	
02/11/18	2:00 pm	2	Santiago	El Cerrito	25	40	2,54	48	35	1,30, 1,45, 1,60	8	
02/11/18	2:30 pm	3	Santiago	El Cerrito	25	50	1,98	42	44	1,35, 1,45, 1,60	6	
02/11/18	3:00 pm	1	Rosario E	El Cerrito	4	10	3,08	22	53	1,30, 1,95, 1,60	7	
02/11/18	3:35 pm	2	Rosario E	El Cerrito	4	20	2,09	18	30	1,50, 1,60, 1,70	8	
02/11/18	3:35 pm	3	Rosario E	El Cerrito	4	30	2,19	15	40	1,50, 1,60, 1,70	9	
02/11/18	4:40 pm	1	Albion	El Cerrito	12	3	2,45	17	30	1,50, 1,45, 1,60	6	
02/11/18	4:40 pm	2	Albion	El Cerrito	12	10	2,45	15	60	1,30, 1,45, 1,60	8	
02/11/18	4:45 pm	3	Albion	El Cerrito	12	20	2,1	19	46	1,30, 1,45, 1,60	7	
02/11/18	10:00 am	1	Musculi	El Cerrito	608	15	2,05	19	48	1,30, 1,45, 1,60	7	
02/11/18	10:15 am	2	Musculi	El Cerrito	608	10	2,4	15	48	1,30, 1,45, 1,60	6	
02/11/18	10:30 am	3	Musculi	El Cerrito	608	18	2,4	21	50	1,30, 1,45, 1,60	7	
02/11/18	11:30 pm	1	Santiago	El Cerrito	25	10	2,3	23	44	1,50, 1,60	8	
02/11/18	12:35 pm	2	Santiago	El Cerrito	25	15	2,4	24	35	2,50, 1,80	7	
02/11/18	13:00 pm	3	Santiago	El Cerrito	25	20	1,95	14	45	1,30, 1,40, 1,60	8	
02/11/18	1:30 pm	1	Musculi	El Cerrito	1	10	1,95	20	43	1,30, 1,40, 1,60	7	
02/11/18	1:45 pm	2	Rosario E	El Cerrito	1	20	3,08	14	35	1,30, 1,40, 1,60	6	
02/11/18	2:00 pm	3	Rosario E	El Cerrito	1	30	2,87	17	48	1,45, 1,90, 1,60	8	
02/11/18	2:30 pm	1	Albion	El Cerrito	12	7	1,95	14	43	1,45, 1,40, 1,60	6	
02/11/18	3:00 pm	2	Albion	El Cerrito	12	10	1,45	17	60	1,45, 1,40, 1,60	7	
02/11/18	3:15 pm	3	Albion	El Cerrito	12	20	2,9	11	90	1,45, 1,40, 1,60	7	

Fuente: Autor, 2019

Anexo 7. REGISTRO FOTOGRAFICO

Registro fotográfico Muestreo en Campo.



Anexo 8: Fotos Pista de Aplicaciones

PROCEDIMIENTO EN LA PISTA DE APLICACIONES	
	
Monitoreo pista de aplicaciones	Mezclado del regulador Trinexapac- Ethyl mas el superfactante
	
Tanqueo del regulador fisiológico	Salida de la avioneta, aplicaciones basadas en protocolos de aplicaciones

Fotografía. Procedimiento en la Pista de Aplicaciones, fuente (Autor, 2019)

Anexo 9. Foto Regulador Fisiológico.





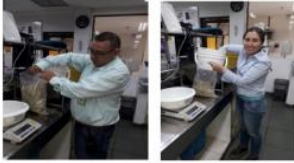











Anexo 10. Fotografías de procedimiento realizados en el laboratorio.

PROCESO EXTRACCIÓN DEL JUGO Y CLARIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS



Fotografías: Proceso extracción del jugo y la clarificación de las muestras. Fuente (Autor, 2019)

PROCEDIMIENTO EXTRACCIÓN DE LA FIBRA

	
Maquina desfibadora de caña	Muestra desfibrada
	
Peso de las muestras	Se tomaron solo 1000g de la muestra
	
Prensa hidraulica extracción del jugo primario	Presion constante de 3000 gr
	
Fibra de caña(Torta) extraída de la prensa	Enumeración de las muestras
	
Las tortas se pasaron en la balanza	Se taró la balanza
	
Se pesó cada una de las muestras	Muestras listas para ser introducidas al horno
	
Se secaron las muestras durante 3 horas y media.	Muestras sustraídas del horno

Fotografías: Fuente (Autor, 2019)

CONTENIDO HIDRICO RELATIVO

 A Sartorius digital scale with a stainless steel pan. Fresh green leaves are piled on the scale. The display shows a weight of 100.16 g.	 A white bowl containing several clear plastic bags, each filled with fresh green leaves, ready for hydration.
Peso fresco de las hojas	Hidratación de las hojas
 A stainless steel tray containing several clear plastic bags filled with fresh green leaves, arranged in a row.	 The interior of a refrigerator with two shelves. The shelves are filled with clear plastic bags containing fresh green leaves, used for saturation.
Saturación de las hojas	Extracción de humedad de las hojas
 A Sartorius digital scale with a blue plastic bucket on the pan. Dried, yellowish-green leaves are piled in the bucket. The display shows a weight of 32.02 g.	
Peso seco de las hojas	

Procedimiento contenido Hídrico Relativo. Fuente (Autor, 2019)

Procedimiento Realizado en el laboratorio



Fotografía: Implementos utilizados en el laboratorio. fuente (Autor, 2019).

	
Laboratorio	Desfibración de la caña
	
Peso de las muestras	Toma de datos
	
Extracción de la fibra	Muestras de fibra
	
Filtrado y clarificación de las muestras	Toma de datos °Brix y % de S.A

Fotografía. Procedimiento realizado en el laboratorio. Fuente: (Autor, 2019)