

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE MADURANTE NO HERBICIDA SOBRE EL
CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum* L. EN EL INGENIO
PICHICHI S.A.**

**HERMILZON ESCOBAR LOURIDO
Código: 1.114.451.459**

**DIEGO DE JESUS FRANCO BURBANO
Código: 6536768**

**RODRIGO SOTO LEAL
Código:14.755.161**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Programa AGRONOMIA**

**PALMIRA VALLE
2014**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE MADURANTE NO HERBICIDA SOBRE EL
CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum* L. EN EL INGENIO
PICHICHI S.A.**

HERMILZON ESCOBAR LOURIDO

Código: 1.114.451.459

DIEGO DE JESUS FRANCO BURBANO

Código: 6536768

RODRIGO SOTO LEAL

Código: 14.755.161

Trabajo de Grado para optar por el título de
Profesional en Agronomía

Director

CARLOS PATINO TORRES

Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Programa AGRONOMIA

PALMIRA VALLE

2014

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Palmira Valle, _____ de Abril de 2014

- ✓ A Dios que nos ayuda a solventar las dificultades del diario acontecer.
- ✓ Al Ingenio Pichichi S. A. por haber sido parte fundamental en nuestro desarrollo profesional.
- ✓ A la UNAD – por la formación y ser los pilares principales en nuestro proyecto de vida

AGRADECIMIENTOS

Gracias al creador señor mi Dios, quien es el que nos da la fuerza, la paciencia, el conocimiento, la lámpara a nuestros pies y lumbrera en el camino. Para ser día a día mejores personas, amigos, compañeros, hijos, hermanos y esposos.

Al ingenio Pichichi S.A por permitirnos realizar esta etapa de profesionalización, al Gerente General Dr. Andrés Rebolledo Cobo, a la superintendencia de Campo y cosecha, Ingeniero Álvaro Gómez, por ser un buen líder en los procesos de investigación lo cual contribuye al desarrollo económico del mismo.

A la UNAD universidad nacional abierta y a distancia UNAD Cead Palmira escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente, la cual, consideramos nuestro segundo hogar, por acogernos y brindarnos las herramientas necesarias para crecer cada día como personas y como futuros profesionales para nuestra región y para Colombia.

A nuestros compañeros de estudio, por el sacrificio y el compromiso de aprender a ser excelentes transmisores del conocimiento adquirido durante nuestra etapa de aprendizaje universitario y en nuestra vida laboral, contribuyendo así al desarrollo de nuestras empresas.

A Corpoica centro de investigación Palmira por brindarnos el apoyo técnico y las herramientas de laboratorio, a la Dra. Nubia Murcia Riaño gracias por su colaboración incondicional en el campo investigativo, al Ingeniero Mauricio Martínez por su colaboración en el desarrollo metodológico. Nunca les olvidaremos, los llevaremos siempre en nuestro corazón, por ser artífices de este triunfo que hoy Dios, nuestros esfuerzos, nuestros padres y esta universidad nos brinda.

RESUMEN

El 21 de julio de 1995 el Ministerio del Medio Ambiente y Asocaña acogieron las reglamentaciones del Decreto 2811 de 1974 marco para una producción limpia; que regula el uso de madurantes de tipo herbicida, limitando la utilización de glifosato en un 30% del área cultivada en el Ingenio Pichichi. Por lo anterior, es necesario investigar en nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente, que permita la maduración del cultivo de caña de azúcar mediante la aplicación de productos comerciales no herbicidas de síntesis orgánica.

En este contexto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto madurador de Abies R y del madurante convencional (glifosato) sobre el crecimiento, rendimiento y producción del cultivo de caña de azúcar. Para esto, se estableció en el Ingenio Pichichi un experimento bajo un diseño de bloques completos al azar BCA con cuatro repeticiones, consistiendo los tratamientos a diferentes dosis de los madurantes, para un total de 7 tratamientos incluyendo el testigo absoluto. Los resultados de esta investigación permitieron generar recomendaciones técnicas sobre la aplicación de madurante no herbicidas para aumentar la recuperación de sacarosa en “mata” en áreas que por normatividad nunca fueron maduras y de esta manera se contribuye mejoramiento del sector azucarero, como a la conservación de los recursos naturales.

Palabras claves: Caña de azúcar, Madurador orgánico, Madurador de síntesis química.

ABSTRACT

On 21 July 1995, the Ministry of Environment and Asocaña complied with the regulations of the Decree 2811 of 1974 for clean agricultural production, which regulates the use of chemical ripeners of the herbicides type, limiting the use of glyphosate to 30% of the cultivated area of the sugarcane plantations owned by the Ingenio Pichichi sugar factory. Therefore, it is necessary to investigate new technologies that are friendly to the environment, allowing the maturation of sugarcane cultivation by applying non-herbicide commercial products of organic synthesis.

In this context, the aim of this study was to evaluate the ripening effect of R Abies and the conventional ripener (glyphosate) on growth, yield and production of sugarcane cultivation. An experiment was established at the sugarcane plantations of the Ingenio Pichichi sugar factory under a randomized complete block design (CBD) with four replications. The treatments consisted of the application of the ripeners at different doses, for a total of 7 treatments including an absolute control.

The results of this study allowed the generation of technical recommendations on the application of non-herbicide ripeners which help increase the recovery of sucrose from sugarcane plants in areas where plants generally never matured, thus improving the sugar production sector preserving the environment.

Keywords: Sugarcane, organic ripener, ripener of chemical synthesis.

CONTENIDO

	pág.
1. Introducción	
2. HISTORIA DE LA CAÑA DE AZUCAR	4
3. RESEÑA HISTÓRICA EN LA MADURACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR	4
4.MARCO TEORICO	6
4.1 Clasificación taxonómica	6
4.2 Botánica de la caña de azúcar	6
4.3 Constituyentes de la caña presentes en el jugo.	7
4.4 MADURACIÓN FISIOLÓGICA EN LA CAÑA DE AZÚCAR	7
4.5 MADURACIÓN INDUCIDA O ARTIFICIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR.	10
4.6 Descripción de los productos utilizados en el ensayo.	11
4.7 Round-up 747 Granulado.	12
4.8 Ingrediente activo	12
4.9 Abies®	12
4.9.1 Ingrediente activo	12
5. METODOLOGIA	13
5.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO	13
5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	18
5.3 Descripción de Tratamientos	19
5.4 Épocas de muestreo	20
5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
6. RESULTADOS	22
6.1 Grados brix por tercio.	23
6.1 Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta.	25
6.2 Discusión	26

7. CONCLUSIONES.	29
8. Recomendaciones	29
9.Referencias bibliográficas	30
10.ANEXOS	34

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura. Nº1 Buga Valle Del Cauca.	13
Figura. Nº2 Corregimiento del Vinculo Valle del Cauca.	13
Figura. Nº3 Promedio de Brix por mes. Fuente: Escobar, 2013.	22
Figura. Nº4 Promedio de Brix por tercio. Fuente: Escobar, 2013.	23
Figura. Nº5 Promedio de Evaluación por Tercio. Fuente: Escobar, 2013.	24
Figura. Nº6 Promedio de Evaluación por Altura. Fuente: Escobar, 2013.	25
Figura. Nº 7 Comparación sacarosa por altura por tratamiento.	27
Figura. Nº8 Promedio de Brix por tercio	38
Figura. Nº 9 Promedio de Altura.	38
Figura. Nº10 Promedio de Evaluación por Tercio.	39
Figura. Nº11. Promedio de Evaluación por Tercio.	40
Figura. Nº 12 Promedio de Evaluación por Tercio.	41
Figura. Nº 13 Promedio de Evaluación por Tercio	42
Figura. Nº14. Ultra liviano.	43
Figura. Nº15. Preparación de madurantes mezclados	43
Figura. Nº16 Plano de Hacienda San Rafael.	44
Figura. Nº17 Zonas agroecológicas de San Rafael.	45

LISTA DE TABLAS

Tabla nº 1. Productos utilizados en el ensayo	Pág. 11
Tabla nº 2. Descripción de tratamientos	19
Tabla nº 3. Tabla N° 3 Variable dependiente de Brix.	34
Tabla nº 4. Duncan grados brix	34
Tabla nº 5. Variable dependiente de tercio	35
Tabla nº 6 Variable dependiente de tercio por tratamiento	35
Tabla nº 7. Variable dependiente de promedios de tercios.	36
Tabla nº 8 Variable dependiente de Altura.	36
Tabla nº 9 Variable dependiente de altura prueba Duncan	37
Tabla nº 10. Promedios de la primera evaluación	37
Tabla nº 11. Promedios de la Segunda evaluación	39
Tabla nº 12. Promedios de la Segunda evaluación	40
Tabla nº 13 Promedios de tercios.	41

1. INTRODUCCION

En el Valle del Cauca está situada la fracción más significativa de las áreas cultivadas con caña de azúcar en Colombia, la cual se reparte en cerca de 47 municipios en el país. Esta fracción inicia en el sur del departamento de Risaralda, siguiendo en el norte del Valle del Cauca, y terminando en el norte del departamento del Cauca. Se encuentran sembradas 223.905 hectáreas en caña de azúcar donde existen 13 ingenios azucareros, los cuales realizan el proceso de agroindustria y transformación de la caña de azúcar; en mieles, azúcar corriente, azúcar refinado y alcohol carburante. Los ingenios que participan en la industrialización son: La Cabaña, Carmelita, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichi, Risaralda, San Carlos, Tumaco, Río paila-Castilla, Incauca y Providencia. El 24% de las tierras donde están establecidos los cultivos de caña son propias de los ingenios azucareros y, el 76% son propiedad de cañicultores proveedores, cuya actividad aporta el 41% del (PIB) Agrícola del Valle del Cauca y a cerca del 2,8% (PIB) a nivel nacional.

La Maduración de la caña de azúcar se le conoce como la culminación del proceso fisiológico, este último ciclo, lleva a la máxima acumulación de sacarosa en la planta. El desarrollo fenológico de la caña de azúcar presenta dos etapas principales: la primera, hace referencia al engrosamiento de los tallos y disminución del crecimiento de los entrenudos y el aumento de la materia seca y, la segunda hace referencia a menciones con la acumulación o concentración de sacarosa entre los entrenudos completamente desarrollados (Clements and Humbert, 1970).

La última etapa del cultivo depende de factores nutricionales y ambientales. La acumulación de sacarosa se debe principalmente a la actividad de las enzimas invertasas que ocasionan disminución en el crecimiento de las plantas y

acumulación de sacarosa en los tejidos de almacenamiento. Las invertasas dirigen la utilización cuando se deben usar los azúcares durante el crecimiento y al término del desarrollo fisiológico la acumulación en los tejidos de la planta. Existen 2 tipos de invertasas solubles: la ácida, que tiene su máxima actividad entre pH 5.0 y 5,5 y, la neutra que es más activa pH 7.0. Se ha considerado que las invertasas ácidas se alojan en tejidos inmaduros y las neutras en los tejidos maduros del tallo (Martin *et al.*1987).

La maduración inducida se caracteriza por la aplicación de madurantes en la última etapa del desarrollo fisiológico de las plantas, las cuales se forman con estructura idéntica a la de una palma, donde las láminas foliares parecen salir todas de un entrenudo, el color de las láminas toma coloración amarilla y textura delgada quebradiza (Buenaventura, 1986).

La manifestación interna de la maduración de la caña de azúcar, se relaciona con el contenido de humedad de algunos tejidos y de sacarosa en el tallo. Un factor importante en la maduración del tallo está relacionado con la humedad. Los cañicultores en su programa de producción y concentración de sacarosa en “mata”, hacen una reducción del suministro de agua al final de la etapa de rápido decrecimiento, eliminando la adicción por la aplicación de riegos y eliminación de excesos por efecto de lluvias o altos niveles freáticos, con lo que se reduce el crecimiento y se favorecen las concentraciones de sacarosa (Buenaventura, 1986).

Para aumentar el contenido de sacarosa bajo condiciones adversas, se pueden aplicar productos de síntesis química con efecto madurador los cuales disminuyen el crecimiento y aceleran la concentración de sacarosa en “mata”. Su efectividad se ve relacionada directamente con el producto utilizado, dosis, época de aplicación, variedad de caña y el tiempo transcurrido entre la aplicación y la

cosecha; esta última relacionada al tiempo, que no debe exceder las 6 semanas ni ser menor a 4 semanas posterior a la aplicación. El corte de la caña de azúcar debe realizarse entre las 6 y 10 semanas después de aplicado el madurante, ya que en este intervalo se consigue la mayor concentración de sacarosa.

En el Ingenio Pichichi S.A. se ha utilizado desde finales de los años 80's la maduración de síntesis química, donde el uso de glifosato ha incrementado hasta 5 Kg de azúcar por tonelada de caña cosechada; sin embargo, bajo el acuerdo de producción limpia y la negativa de muchos proveedores de caña del ingenio a la maduración química, se ha tomado la decisión de reducir el área de maduración en cerca del 30% de los cultivos.

Esta situación genera la necesidad de innovar en los métodos y productos de concentración de sacarosa, como los madurantes de síntesis orgánica, en este caso el "Abies", con el fin de madurar el 30% del área no intervenida, sustituyendo el uso histórico del glifosato (Round-up 747) de tipo herbicida.

El Abies, deberá tener la característica de incrementar la concentración de sacarosa en "mata" sin afectar el ecosistema y la comunidad. Con ello se pretende generar resultados similares a las mezclas de glifosato que permitan mayores ingresos por azúcar recuperado en la etapa de industrialización.

El objetivo central del estudio, fue determinar el efecto madurador de un inductor de resistencia orgánico no herbicida amigable con el medio ambiente (Abies), haciendo una comparación con el madurante tipo herbicida (Round-up 747), sobre la maduración e incremento de sacarosa en mata. Se espera obtener mayor acercamiento a un producto orgánico que promueva la maduración en áreas no intervenidas con miras de mejorar la productividad del cultivo, al tiempo que genere, bajo impacto al medio ambiente.

2 MARCO TEORICO

2.1 HISTORIA DE LA CAÑA DE AZUCAR

En la antigüedad la caña de azúcar es uno de los cultivos más viejos en el mundo, se cree que empezó hace unos 3.000 años como un tipo de césped en la isla de Nueva Guinea y de allí se extendió a Borneo, Sumatra e India. El científico soviético L. Vavilov compartió su teoría mundialmente admitida, esta hace referencia de donde son los centros de origen y dispersión de las especies. Vavilov certifica, que el centro principal de origen de una especie, es aquella donde se localiza el mayor número de especies e individuos. Existen centros llamados secundarios, estos son también tomados como punto de referencias para algunas especies. Se tienen en cuenta los descubrimientos de Vavilov como una fuente de investigación sólida del lugar de origen de la caña de azúcar y su evolución como especie (Clemens y Humbert 1974).

El origen de la caña de azúcar es conocido con precisión al igual que el lugar del mundo donde se logra domesticar para su uso industrial (*Saccharum officinarum* L, $2n=80$). Existe una progresiva opinión científica donde se indica el nacimiento, el cual señala que fue en una isla del pacífico en Nueva Guinea. Además del centro de origen y diversificación primario anteriormente citado, es probable en que otros centros secundarios se desarrollaran a lo largo de las rutas de migración que se dispersaran por toda la polinesia y el sudeste de Asia. Estos centros secundarios de diversificación permitieron las hibridaciones naturales entre el *Saccharum officinarum* y el *Saccharum spontaneum*. Probablemente en el norte de la India lo que dio como resultado de la especie más tarde conocida como *Saccharum*.

Sinense, que fue ampliamente cultivada hasta épocas bastante recientes en el norte de la India como en China.

En Europa en los siglos XIV y XV, la población creciente exige grandes cantidades de azúcar, no solamente porque sirve como alimento común sino que sirve como vehículo conservante en la fabricación de conservas, y este a su vez compite con la sal, la cual es usada como conservante y en tiempo corto la sustituye. Cuando se descubre América, la caña llega en el segundo viaje de Colon (1.494) es sembrada en la Española (Santo Domingo) en las proximidades del actual norteño poblado de la Isabela y pocos años más tarde hacia 1.520 ya se exporta azúcar y comienza así la etapa atlántica de la industria azucarera, caracterizada por el cultivo en plantaciones. Con fuerza de trabajo de esclavos y vigorosos rasgos de tipo capitalista desde el punto de vista mercantil y financiero (Humber, 1974)

Europa que se está desarrollando por el camino capitalista encuentra en las Antillas y Brasil su fuente abastecedora de azúcar. En América el 30 de mayo de 1.498 en el tercer viaje de Colon llega a Santo Domingo. Fue Pedro de Atienza el primero en cultivarla, aquí se cultiva por primera vez a gran escala, llegando más tarde a Cuba y a Méjico. Paralelamente otros Españoles en sus viajes favorecen su expansiones a zonas Asiáticas, como las islas Filipinas y archipiélagos del pacífico (Richar C.A 1980 Sugarcane)

2.2 RESEÑA HISTÓRICA EN LA MADURACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR

En la época de crecimiento como en la de maduración, se han evaluado varias técnicas y productos químicos, una de las técnicas evaluadas en la época de crecimiento incluye principalmente la fertilización con macro y micro nutrientes y el uso de enmiendas en el suelo como la cal y materia orgánica. De igual manera, para inducir la maduración se ha evaluado el control de la humedad, deficiencia provocada de N, modificación del balance de nutrientes en la planta, reducción de la actividad fotosintética, inhibición de la respiración, disminución del área foliar y el uso de defoliantes. (Arcila, 1986).

En la búsqueda de mejorar la calidad de los jugos de la caña de azúcar, han sido evaluados productos químicos con efecto madurador, principalmente en aquellas zonas donde las condiciones climáticas de temperatura y precipitación no favorecen la maduración natural (Buenaventura y Yang, 1984).

Los primeros estudios y el uso productos maduradores tuvieron sus inicios en Hawaii, Cuba, India y Australia, utilizando 2,4-D ácido giberélico y TBA (2,3, 6-Triclorobenzoico) El uso de estos productos no mostraron efectos significativos en lo que se refiera a concentración de sacarosa (Azzi *et al.*, 1978; Chacravarti *et al.*, 1956; Coleman *et al.*, 1960).

A partir de 1970, aparecieron varios productos que mostraron resultados como madurantes, los que han demostrado mayor eficacia en la concentración de sacarosa son Ethrel, Asulox, Embark, Polaris, Polado y Round-up cuales se han utilizado con éxito en países como Hawái, Mauricio, Florida, Luisiana, Puerto Rico, Brasil y Suráfrica (Arcila, 1986). El Round-up es utilizado generalmente como herbicida, Sin embargo en varias regiones tropicales, este producto ha mostrado un mejor efecto en la maduración que la glifosina (Clowes, 1980; Eastwood,

1976;Julien, 1977).

Los incrementos en azúcar recuperable se comienzan a detectar dos semanas después de la aplicación del glifosato, obteniéndose las respuestas más consistentes a las seis semanas (Clowes, 1978). Al respecto, Clowes (1980) y Mill (1980). Es importante señalar que las aplicaciones comerciales de glifosato en bajas dosis no han mostrado efectos negativos en la germinación y producción de las socas posteriores.

3. MARCO TEORICO

3.1 Clasificación taxonómica

NOMBRE CIENTÍFICO: *Saccharum officinarum* L.

NOMBRE COMÚN: Caña de azúcar, conocida con otros nombres como caña de castilla, caña dulce, cañaduz, cañamelar, cañamiel y Sa-kar.

CLASIFICACIÓN

La clasificación taxonómica de la caña de azúcar es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Angiospermae

Sub-clase: Monocotyledoneae

Súper Orden: Commelinidae

Orden: Commelinales

Familia: Poaceae

Género: *Saccharum*

Especie: *Saccharum officinarum* L.(Innvista, 2002).

3.2 Botánica de la caña de azúcar

En la producción de azúcar, el tallo es la parte fundamental dividido en nudos y entrenudos. El desarrollo de la planta y la longitud de los entrenudos son diferentes según las variedades, está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, la calidad del jugo y los contenidos de sacarosa cambia de acuerdo con la variedad, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos fertilizantes, lluvias, riegos, drenaje (Motta, 1994). Los principales componentes del tallo de caña de azúcar, se discriminan así:

- ❖ Agua 73%
- ❖ Sacarosa 8-15%
- ❖ Fibra 11-16%

La sacarosa del jugo es cristalizada en el proceso industrial como azúcar y la fibra constituye el bagazo una vez molida la caña, otros constituyentes en cantidades secundarias pero no menos importantes en la caña de azúcar, se encuentran a continuación.

3.3 Constituyentes de la caña presentes en el jugo.

Componente % del jugo

- ❖ Glucosa 0.2-0.6
- ❖ Fructosa 0.2-0.6
- ❖ Sales 0.3-0.8
- ❖ Ácidos orgánicos 0.1-0.8
- ❖ Otros 0.3-0.5

4 MADURACIÓN FISIOLÓGICA EN 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 en la planta, describe este proceso en dos etapas: la primera incluye el engrosamiento y cese de crecimiento de los entrenudos, acompañados por un incremento de la materia seca, y la segunda está relacionada con la acumulación de sacarosa en los entrenudos totalmente desarrollados (Clements and Humbert, 1970).

Esta última etapa depende de factores nutricionales y ambientales, varios investigadores citados por Humbert (1970), sostienen que si el agua y el nitrógeno son abundantes la planta no madura, la caña de azúcar es una gramínea con un tallo grueso y fibroso que crece hasta alcanzar los 6 mts de altura, las variedades comerciales de la caña de azúcar son híbridos complejos de varias especies dentro del género *Saccharum* sp.

Las plantas de caña de azúcar almacenan sacarosa en la savia del tallo para llenar las semillas luego de la floración, sin embargo es importante que los cultivos de caña de azúcar no florezcan para que no se detenga el crecimiento del tallo y obtener altos rendimientos de azúcar.

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, que tiene su máxima actividad entre pH 5.0 y 5.5; y la neutra, que es más activa a pH 7.0. Martin *et al.*, (1987) reportan que la invertasa ácida está presente en los tejidos inmaduros y la neutra en los maduros.

Las propiedades y funciones de las invertasas, se almacenan en los tallos

inmaduros y maduros, en ambos casos se mantienen mecanismos similares de acumulación de sacarosa. Se considera que la invertasa ácida soluble desaparece rápidamente después que se detiene la elongación de los tallos Glasziou and Gayler (1972). En algunas investigaciones se ha encontrado que la enzima invertasa presenta variaciones e incrementa su actividad con el aumento de la temperatura (Martin, 1987). Cuando la temperatura disminuye aumentan el proceso de la enzima invertasa neutra favoreciendo la concentración de azúcares totales de los tejidos maduros.

Las enzimas involucradas en la síntesis de la sacarosa (sacarosa fosfato sintetasa y sacarosa sintetasa) y en su degradación (Invertasa ácida y neutra), determinan el balance en la acumulación de sacarosa en campo, la producción de azúcar y la (asimilación) depende principalmente de la energía solar en forma de calor y luz, mientras que la utilización de azúcares (desasimilación) depende, en gran parte de la humedad y del crecimiento.

Las condiciones ambientales como la temperatura, radiación solar y humedad relativa juegan un papel fundamental en la maduración de la caña de azúcar, lo que permite deducir que el almacenamiento de sacarosa en los tejidos maduros, intervienen tanto en la invertasa ácida fijada en la pared celular como la neutra soluble (Clements and Humbert, 1970).

El balance entre la producción y la utilización se refleja en el contenido de sacarosa de la planta, en resumen la capacidad de la planta de caña de azúcar para producir sacarosa (azúcar comercial) depende de la variedad, el manejo agronómico del cultivo y de los factores climáticos (ambientales) como precipitación, luminosidad, radiación solar y oscilación de la temperatura. El conocimiento de estos factores y sus efectos en la acumulación de sacarosa, permiten un manejo eficiente del cultivo y una mayor producción a nivel de

campo y en la industrialización de la caña de azúcar.

Importantes Investigaciones encontraron que la fertilización con altas dosis de nitrógeno, es la causa principal de las bajas acumulaciones de sacarosa en la caña de azúcar, aunque este nutrimento puede incrementar la capacidad de almacenamiento de una determinada variedad de caña de azúcar, reportó que la absorción excesiva de potasio influye en el ciclo biológico de la planta, ocasionando el adelanto de la maduración y un aumento de sacarosa en comparación con un cultivo que crece en condiciones normales (Martínez,1987).

La sacarosa constituye alrededor de 50% del total 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, la extracción de azúcar cristalizada comprende la molienda de la caña recién cosechada para producir azúcar en bruto, (mezcla de azúcar y miel) que luego es separada por un proceso de centrifugado y así poder elaborar diferentes tipos de azúcar según exigencias del mercado, un subproducto final las mieles finales "melaza".Es importante resaltar que los centros de investigación enfocan sus trabajos en proporcionar variedades que sean resistentes a plagas, enfermedades y alta producción (Biomasa y sacarosa). Los materiales obtenidos de las investigaciones son establecidos según la zona agroecológica correspondiente, donde se alcanzaran los mayores rendimientos del cultivo de la caña de azúcar Glasziou and Gayler, (1972).

4.1 MADURACIÓN INDUCIDA O ARTIFICIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR.

El objetivo principal de la maduración de la caña de azúcar es el incremento rápido de sacarosa en un tiempo corto, estabilizando los contenidos de sacarosa en “mata” existen diferentes agentes inductores utilizados para la maduración de la caña de azúcar, los cuales pueden ser de síntesis química o de composición orgánica, estos son aplicados en la última etapa del desarrollo fisiológico del cultivo, que a su vez generan una disminución del crecimiento de la planta y aumentan los contenidos de sacarosa en el tallo (Arcila, 1990).

En el sector cañicultor del valle geográfico del río Cauca, el madurante con mejores resultados en la recuperación de sacarosa durante muchos años lo ha sido el Round-up 747. Los incrementos de sacarosa se pueden evidenciar dos semanas después de la aplicación del Round-up, obteniéndose las respuestas más consistentes de las 6 semanas y hasta las 10 semanas posterior a la aplicación (Villegas, 1995).

En el cultivo de caña de azúcar, los compuestos evaluados a nivel mundial que han mostrado los mejores resultados: Polaris o glifosina (N-N-bisfosfometilglicina); Polado (sal sódica de glifosato); Ethepon o Ethrely Roundup (sal isopropilamina de glifosato). Este último, se utiliza generalmente como herbicida (Arcila y Villegas, 1986).

4.2 Descripción de los productos utilizados en el ensayo.

Tabla N° 1. Productos utilizados en el ensayo.

Madurantes	Clasificación	Mecanismos
Round-up 747	Herbicida	Tras laminar e inhibición del crecimiento sin afectar la fotosíntesis.
Abies	No Herbicida	Estimulante natural de crecimiento, eficiente conductor de resistencia a enfermedades fúngicas.

4.3 Round-up 747 Granulado.

Herbicida no-selectivo de aplicación post-emergente, el glifosato actúa inhibiendo la 5-enolpiruvili-shiquimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS), enzima de la formación de los aminoácidos aromáticos fenilalanina tirosina y triptófano. El mecanismo de acción es el paso en que el producto irrumpe o sea el punto exacto (sitio) donde ejerce su acción química.

4.4 Ingrediente activo

Glifosato: 679 g/L ácido de glifosato equivalentes a 747g por kg de sal monoamónica, surfactante MON 1808. Es un producto no volátil y su presentación son pellets(SG).

4.5 Abies®

Inductor de resistencia a base de extractos orgánicos del Abies® o abeto siberiano más sulfato ferroso, es comercializado como inductor de resistencia.

4.5.1 Ingrediente activo

Los extractos orgánicos del abeto siberiano contienen en general Acetato de bornilo (25-35%), alfa-pineno (10-22%), delta3-careno (5-15%), canfeno (15-26%), pequeñas cantidades de cineol (1-5%), limoneno (4-8%), beta-pineno (1-3%), alfa-terpineol (1-5%), y borneol (1-5%).

5. METODOLOGIA

El valle geográfico del río Cauca, constituye por su ubicación y condiciones ecológicas, una de las cuatro regiones ideales del mundo, para el cultivo de la caña de azúcar.

5.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El corregimiento del Vínculo de la ciudad de Guadalajara de Buga está situado en la(parte) región occidental de Colombia (mapa 1), en el centro del departamento del Valle del Cauca (mapa 2), al borde de la carretera Panamericana (mapa 3), a 45 minutos de su capital Cali y a 15 minutos de la Ciudad Señora – Guadalajara de Buga.



Figura Nº 1. Buga Valle Del Cauca. Fuente:[http://www.guadalaradebuga-valle.gov.co\(1573\)](http://www.guadalaradebuga-valle.gov.co(1573)).



Figura Nº 2. Corregimiento del Vínculo Valle del Cauca.

Fuente:[http://www.guadalaradebuga-valle.gov.co\(1573\)](http://www.guadalaradebuga-valle.gov.co(1573)).

- Altitud de la cabecera municipal es de 966 m.s.n.m.
- Precipitación anual promedio de 1.000 mm.
- Temperatura media: 24°C
- Georeferenciación: 3 grados 45' y 31" de latitud norte y 76 grados 20' y 20" de longitud al oeste del meridiano de Greenwich. ° C
- Distancia de referencial: 63 kilómetros de Santiago de Cali.

- **Propietario:** Ingenio Pichichi S.A
- **Hacienda:** "San Rafael"
- **Suerte:** 07 tablón 2
- **Área:** has 7.10
- **Zona Agroecológica:** 6H1 (Pertenece al grupo Vertisol)
- **Edad del cultivo:** 8 meses
- **Variedad:** CC 85-92
- **Corte:** 4

5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado fue en bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones, la unidad experimental se conforma por 1.0 ha, de 12 surcos por tratamiento para un total de 336 surcos en todo el experimento.

5.3 Descripción de Tratamientos

Tabla N.º 2. Descripción de tratamientos.

TATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	FRECUENCIA DE APLICACION	VOLUMEN DE APLICACION
1	ROUND-UP 747	350 gr/ha	1 aplicación al mes 10 posterior a germinación.	ROUND-UP 747 350 gr/ha
2	ABIES	1L/ha	1 aplicación al mes 8 posterior a germinación.	1 L/ha ABIES
3	ABIES	4L/ha	1 aplicación al mes 8 posterior a germinación.	4 L/ha
4	ABIES + ROUND-UP	4L/ha ABIES + ROUND-UP 747 350 gr/ha	1 aplicación al mes 10 posterior a germinación.	4 L/ha DE ABIES + ROUND-UP 747 350 gr/ha
5	ABIES + ROUND-UP	1 L/ha + ROUND-UP 747 350gr /ha	1 aplicación al mes 10 posterior a germinación.	1L/ha + ROUND-UP 747 350 gr/ha
6	ABIES	6 L/ha	1 aplicación al mes 8 posterior a germinación.	6 L/ha
7	TESTIGO	Sin aplicación	Sin aplicación	Sin aplicación

Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

5.4 Épocas de muestreo

Los muestreos para determinar las variables de respuesta a los madurantes aplicados, se realizaron cada 30 días y durante los 4 meses posteriores a la aplicación cuya etapa fisiológica se hace referencia al mes 8, 9, 10,11 y 12 los cuales corresponde al mes de Abril a Agosto del 2013 haciendo las evaluaciones al madurante de síntesis orgánica (Abies®). Para el madurante de tipo herbicida Round- up 747 estas mediciones se realizaron en los dos últimos meses y estos correspondieron a los meses de desarrollo fisiológico 10, 11 y 12, junio julio y Agosto del 2013.

Posterior a la última evaluación se dio inicio a la cosecha de los experimentos en campo. La primera evaluación se realizó a los 8 meses del desarrollo fisiológico, donde fueron evaluados los siguientes parámetros tales como:

-Grado brix.: Se tomaron las mediciones en campo con un Refractómetro digital atago con una escala de 0 a 53 Brix.

-Altura: Fue evaluada con una cinta métrica de 0 a 3mt.

VARIABLES A EVALUAR

- Concentración de sacarosa por tratamiento. Evaluación Mes **8, 9, 10, 11, 12,13.**
- Comparación de Sacarosa entre tratamiento. Evaluación a los **13** meses.
- Altura por tratamiento. Evaluación en el mes **8** y **13.**
- Comparación de altura entre tratamientos. Evaluación Mes **13.**

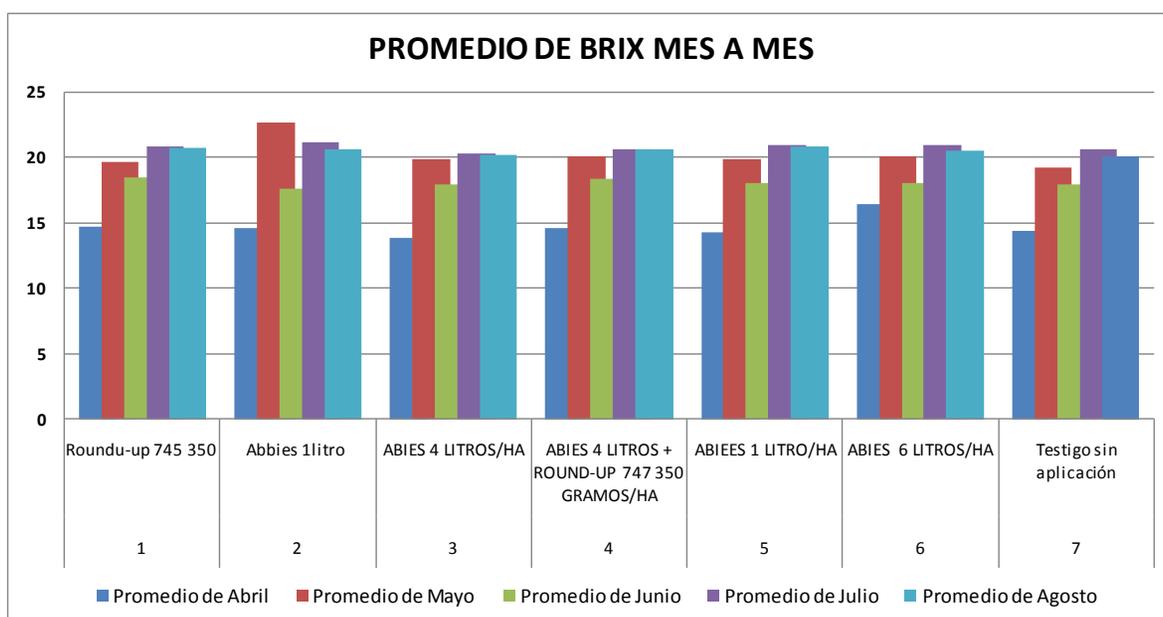
5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos se evaluaron con análisis de varianza, (ANDEVA) donde se evaluó el efecto de los tratamientos. Para aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas se empleó la prueba de comparación de medias según Duncan ($p < 0.05$). Con el propósito de evaluar a nivel estadístico las posibles relaciones entre las variables de respuesta, donde se utilizó el paquete estadístico SPSS. Estadísticos de productos y servicios soluciones VERSION 22 (2013). Se corrió un ANDEVA para un experimento bifactorial (factores: tratamiento y tiempo) para determinar en qué mes se alcanza el máximo contenido de sacarosa (medido como grados Brix).

6. RESULTADOS

En la evaluación del mejor mes donde se encontraba la mayor concentración de sacarosa, entre los meses 8 y 12 se encontró que el mejor mes para realizar las evaluaciones fue el último, en este se presentaron los máximos niveles de concentración de sacarosa (Ver Anexo 1 y anexo 2).

Figura.Nº3 Promedio de Brix por mes.



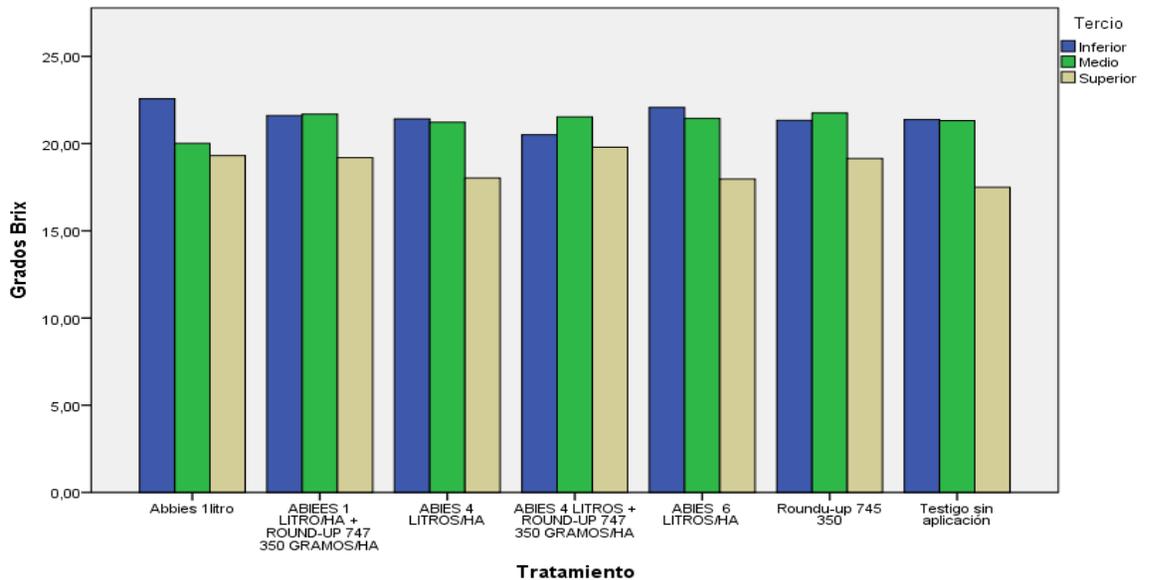
Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

6.1 Grados brix por tercio.

Se aplicó un análisis de varianza donde se consideraron los tercios y tratamientos como factores en un experimento bifactorial para establecer si existe

la necesidad de hacer las evaluaciones específicas por tercio o si se debe tomar el promedio de los tres tercios. Los resultados fueron los siguientes en la Figura N° 4.

Figura.Nº4 Promedio de brix por tercio.



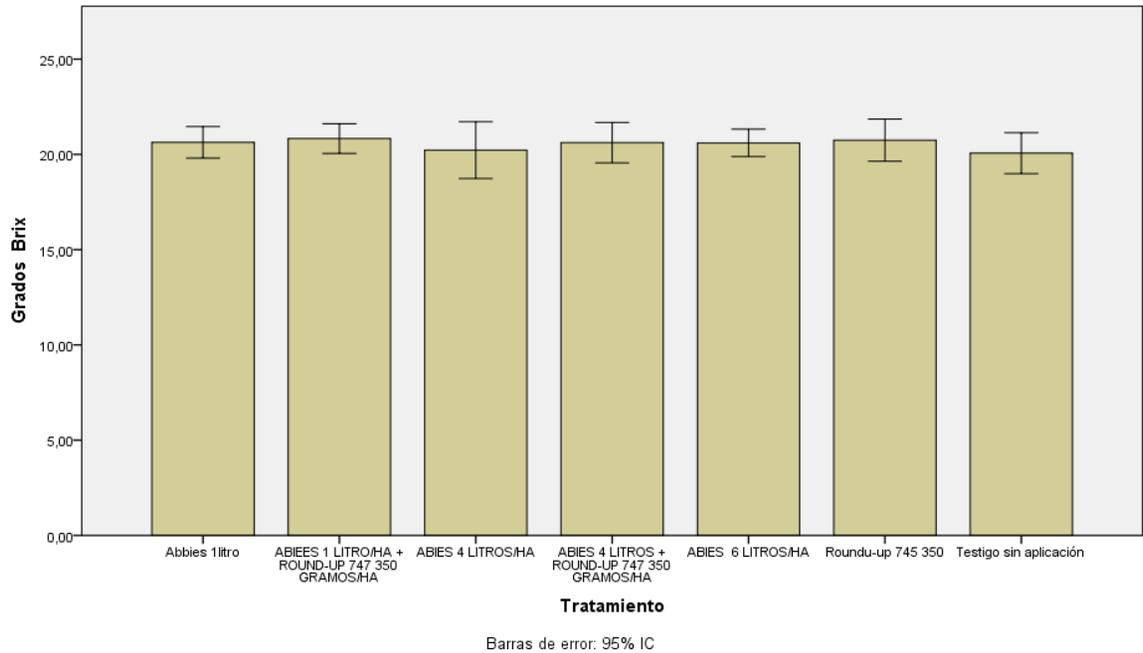
Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Los resultados referentes a la concentración de sacarosa por tercio, se evidencian diferencias significativas en el tercio inferior con el madurador Abies 1 L, comparándolo con el testigo en el mismo tercio inferior, se evidencia diferencias del 4%. Ver figura Nª 4

A través del ANOVA, se puede concluir que existió interacción tratamiento*tercio para lo cual se recomienda evaluar los niveles de grados Brix en todos los tres tercios y no en un tercio específico. (Ver Anexo 3 y anexo 4).

En este tercer de ANOVA, se utilizaron los datos promedio de los tres tercios, los datos fueron corridos como un experimento unifactorial con 4 repeticiones por tratamiento, a continuación los resultados. Ver figuraNº 5.

Figura.Nº5 Promedio de Evaluación por Tercio.



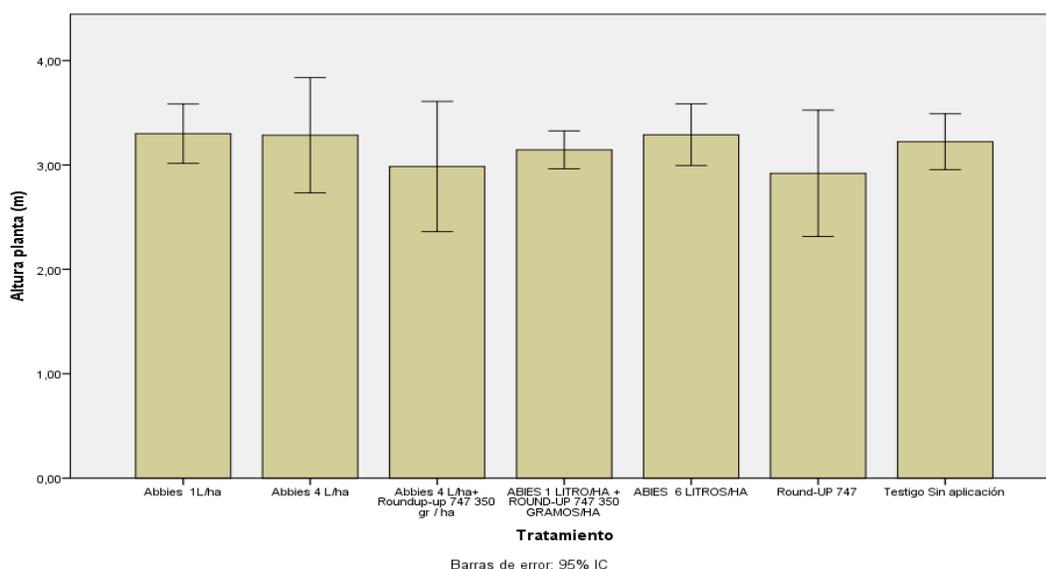
Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Los resultados obtenidos en el ANOVA que se muestran en la indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la concentración de sacarosa donde se clasificaron promedios entre los tercios, pero evidenciando diferencias del 0.5% los promedios brix por tercio entre Abies 1L, comoparado con testigo absoluto(ver anexo 6 y anexo 7).

6.1 Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta.

Se utilizaron los datos promedio de cuarenta tallos, por las cuatro repeticiones de cada tratamiento. Los datos fueron corridos como un experimento unifactorial. Ver Figura N°6.

Figura.N°6 Promedio de Evaluación por Altura.



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Se evaluaron las alturas para cada tratamiento y no se evidenciaron que existan diferencias entre los tratamientos de roundup-up y Abies según el análisis estadístico. Se pueden evidenciar diferencias del 4% entre los madurantes Abies 1L/ha y Round-up 747 350 gr/ha, el cual genera expectativa a que sean evaluados en forma directa en lo que hace referencia a la altura de los tallos y los beneficios que puede tener la aplicación de Abies 1L/ha en la producción de biomasa. (Ver anexo 6 y Anexo 7).

6.2 Discusión

Las concentraciones de sacarosa entre tratamientos y productos maduradores no evidenciaron diferencias significativas, ya que las cañas fueron cosechadas en agosto del 2013, esto se debió principalmente a que el experimento se cosecho en el mes más seco del año, presentándose altos contenidos de sacarosa en los tratamientos evaluados con madurador y testigo absoluto. Esto siendo comparado con la concentración de sacarosa obtenida por el ingenio y el lote experimental en el mismo periodo de tiempo no presentaron diferencias significativas en cañas maduras y las no maduras por restricción (Pichichi división campo agosto, 2013).

La concentración de sacarosa en “mata” se vio afectada en el mes 10 de desarrollo fisiológico debido a que para este mes la precipitación fue de 113 mm, esto favoreció la estimulación de crecimiento de los tallos y una disminución de la sacarosa acumulada en el tiempo. Lo que conllevó a que los resultados de concentración de sacarosa para dicho mes, evidenciaran una disminución con el mes anterior.

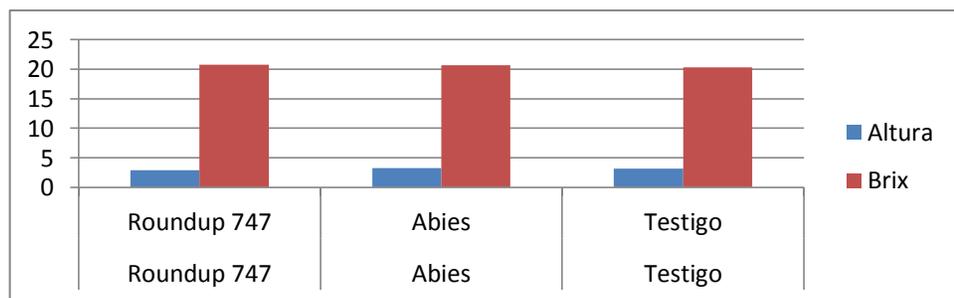
No se observan diferencias significativas entre tratamientos evaluados durante los últimos 5 meses de desarrollo fisiológico a los cuales se les aplicó el madurador de tipo orgánico Abies, en comparación con el madurador de síntesis química Round-up 747, evaluado los 2 últimos meses de desarrollo Fisiológico, donde se evidenció una reducción significativa (ver anexo figura número 6).

Se aprecia que no hay diferencia significativa de altura de los tratamientos en los cuales llevaron aplicación Abies, en comparación con Round-up 747. (Ver anexo Figura N° 11. Los porcentajes de concentración de sacarosa para el mes

de agosto, no mostraron diferencia significativa, con respecto al testigo absoluto (Abies 1 litro) por hectárea como se puede apreciar en la gráfica número 1.

El comparativo fundamental del trabajo de investigación donde se hace referencia en diferencias en la concentración de sacarosa y altura de los tallos, con la aplicación de madurador Raund-up, 747 (Síntesis Química) vs Abies (Orgánico) y testigo absoluto, para las tres comparaciones no se identifican diferencias significativas.

Figura.Nº 7Comparacion sacarosa por altura por tratamiento.



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Las diferencias en altura del madurante orgánico, comparado directamente madurante químico no se evidencian diferencias significativas a favor del madurante tipo orgánico. Sin embargo los tratamientos aplicados con “Abies” presentaron mayor altura de sus tallos siendo superiores hasta 30 cm lo cual corresponde a un incremento del TCH aproximado al 10% superior a la mezcla de round-up 747 de 350 g/ha.

7. CONCLUSIONES.

- Para las condiciones del ensayo, el análisis de varianza de los resultados no mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para las variables altura y concentración de sacarosa promedio, sin embargo se observó una tendencia positiva en el tratamiento No 2 que correspondió a Abies 1 L/ha, el cual presentó incrementos en las diferentes mediciones comparándolo directamente con las mezclas de round-up 747 y el testigo absoluto.
- La evaluación del contenido de concentración de sacarosa en los tercios superior, medio e inferior dentro de los mismos tratamientos presentó diferencias significativas resaltando la importancia de evaluar separadamente estos tercios para obtener un valor de concentración de azúcar promedio más aproximado al valor real.
- En la altura las diferencias no fueron significativas entre los tratamientos de Abies, Round-up 747 y Testigo absoluto, se puede observar una tendencia a la estimulación de crecimiento por parte del tratamiento con “Abies” con respecto al testigo absoluto, sin detrimento de la concentración de azúcar.
- El “Abies” demostró ser buen producto en lo que refiere a concentración de sacarosa e incremento de la biomasa, presentándose como una buena alternativa de madurante de síntesis orgánica, lo cual contribuye a la reducción de los impactos ambientales hacia una producción más limpia.

8. Recomendaciones.

Para futuras investigaciones se recomienda tomar el peso de cada tratamiento para analizar un comparativo que permita analizar, las diferencias de cada producto y su contenido de biomasa.

Teniendo en cuenta que el contenido de concentración de sacarosa varía entre el tercio muestreado, se recomienda para la determinación de esta variable, usar el promedio de los tres tercios.

La concentración de sacarosa y la altura obtenida entre los diferentes tratamientos, los cuales fueron: Round-up, Abies y Testigo Absoluto, donde se evidencia que el madurador de síntesis orgánico, es una muy buena opción para las cañas que no se pueden madurar, por la convención de una producción limpia y la preservación ambiental que se debe tener entorno a la producción de caña de azúcar.

Esta investigación conlleva a recomendar el uso del producto “Abies”(1L/ha), y continuar evaluando diferentes dosis para encontrar su mayor eficiencia en las áreas cultivadas de caña de azúcar y realizar ensayos en variedades diferentes a CC 85-92 (Cenicaña, Colombia).

Ligados a este tipo de estudio a futuro sería interesante evaluar algunas variables económicas y ambientales que permitan hacer una evaluación integral del uso de este tipo de tecnologías en aras de encontrar manejos más sustentables para la industria azucarera.

Es de recomendar para investigaciones futuras el efecto de abies como agente bactericida y permanencia en el suelo, comparándolo con el efecto causado a la soca de la caña de azúcar.

9. Referencias bibliográficas

- 1) Arcila Arias, J; Villegas T, F. 2003. Madurantes en caña de azúcar: manual de procedimientos y normas para su aplicación. Cali, Cenicaña. 66p. (Serie Técnica no. 32).
- 2) Agrimartin, grupo. 2002. Bioestimulantes.
- 3) Arcila A, J 1995. Uso de madurantes. In: Cassalett, C; Torres, j; Isaacs, C (eds.).El Cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia Cali, CENICAÑA. P. 315-335.
- 4) Aplicación de insumos agrícolas: manual técnico, resolución no. 1068 de 1996 santa Fe de Bogotá Colombia 48. P.
- 5) Arcila Arias, J. 1986. Maduración química de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). In Curso el cultivo de la caña de azúcar (1986, CO). Memorias. Cali, Colombia, Tecnicaña. p. 323-347.
- 6) Azúcar (TECNICAÑA).Memorias de un curso dictado en Cali, julio 28- agosto 1,1986.p 299-307
- 7) Barneond Adrover, HR. 2002. Reseña histórica de las aplicaciones de madurante en el ingenio Tierra Buena, Nueva Concepción, Escuintla, periodo1994-1999. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 57p.
- 8) Buenaventura O, C, E 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 en Colombia.

- 9) Buenaventura Osorio, C. E. 1986. Evaluación de la aplicación de madurantes químicos en caña de azúcar en Colombia. Cali, Documento de Trabajo, no. 090, CENICAÑA. 20 p.
- 10) Buenaventura Osorio, CE. 1984. Aplicación de madurantes químicos para aumentar la producción de azúcar en el valle del Cauca, Cali. Colombia, CENICAÑA. 29 P. (Documento de trabajo no. 045)
- 11) CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de Azúcar, GT). 2004. Composición varietal de la agroindustria azucarera en Guatemala. Guatemala, Boletín Técnico no. 1, 60p.
- 12) Cuéllar Cano, J; Castro, JC; Arana D, CH. 1997. Bioestimulantes de biomasa y rendimiento aplicados en la época de maduración de la caña con y sin glifosato. In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (4, 1997, CO). Memorias. Cali, Colombia, Tecnicaña. p. 401-409.
- 13) Cock, j.; Luna, C. A.; y Palma, 1993. El clima y el rendimiento de la caña de azúcar. En: Foro sobre avances técnicos n el sector azucarero colombiano. Octubre de 1993. (CENICAÑA)
- 14) CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia).1984 control de la maduración y calidad de la caña de azúcar: En informe Anual del programa de Agronomía 1984.Cali, Colombia. P. 73-74.
- 15) Cronuist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, US, Columbia university Press. 1262 p.
- 16) Daniels, J; Roach, BT. 1987. Taxonomy and evolution, in sugarcane improvement through breeding. Holanda, Elsevier. p. 7-84.
- 17) DEVER, R, 1988. Maduración de la caña de azúcar en la región sudeste de Brasil, seminario de tecnología Agronomía. Coper. Sugar. Sao Paulo, Brasil.

- 18) Franz, JE.; Mao, MK.; y Sikorski, JA. 1997 Glyphosate: a unique global herbicide. Washington, DC. US, American Chemical Society. 653 p. (ACS Monograph no. 189)
- 19) ICA Seccional del valle del Cauca (Instituto Colombiano Agropecuario CO). 2000. Resolución no 00099 del 12 septiembre de 2000. Cali, Colombia. 2 p.
- 20) LARRAHONDO, J.E VILLEGAS, F. Control y características de maduración. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali CENICAÑA, 1995.
- 21) LARRAHONDO, J.E. y Torres J. S 1990 Características químicas de variedades promisorias de caña de azúcar en Colombia. Ann. Asoc. Quim. Argent.
- 22) Ortiz Garzo JM. 2003. Evaluación de tres productos químicos a tres dosis aplicados como madurante en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en el departamento de Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80p.
- 23) O'SHEA, M 2000. Sugar accumulation. In. Hogar, D. and Allsopp (Eds.) PG. Manual of cane growing. Brisbane, 82-90 pp
- 24) Portillo, FN. 1999. Evaluación de tres sulfonilureas solas y con glifosato, como inhibidoras de flor y su efecto en el rendimiento de la caña de azúcar (*Saccharum* Spp.) en Escuintla. Investigación inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 65p.
- 25) Por Ings. Agrs. Romero, E.R.; Scandaliaris, J.; Olea, I.; Sotillo, S. Fuente: Gacetilla Agroindustrial, N° 58, Marzo 1997 – EEAOC.
- 26) Samuels, G. 1984. La madurez de la caña de azúcar teórica y práctica. En: Seminario Interamericano de la caña de azúcar. Miami, Florida. p. 479-485.

27) Torres, JS; Besosa, R; Gaviria, LF; Domínguez, JC. 2000. Respuesta de la variedad CC 85-92 a los dos madurantes. In Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar(5, 2000, CO). Cali, Colombia, CENICAÑA. 21 P (Documento de trabajo. 442).

28) Villegas T, F. 1992. Avances de la investigación con madurantes. Cali, Colombia CENICAÑA. 18 p. 50 (Documento de trabajo, no 265).

29) VAN DILLEWIJIN: Botánica de la caña de azúcar. Editorial pueblo y educación. La Habana cuba, ICL 1978.

30) Vásquez Quintero, H; Arcila, J. 1984. Análisis de la aplicación comercial de madurantes en el Ingenio Risaralda. In: Congreso de la sociedad Colombiana de técnicos de la Caña de Azúcar (1, 1984, CO). Cali Colombia, Tecnicaña. P. 10-20.

10. ANEXOS

Anexo 1

Tabla N° 3 Variable dependiente de Brix

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: GRADOSBRIX

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	790,554 ^a	34	23,252	11,888	,000
Intersección	49657,724	1	49657,724	25389,041	,000
TRATAMIENTO	13,271	6	2,212	1,131	,350
MESES	739,503	4	184,876	94,523	,000
TRATAMIENTO * MESES	37,780	24	1,574	,805	,723
Error	205,367	105	1,956		
Total	50653,645	140			
Total corregida	995,920	139			

a. R cuadrado = ,794 (R cuadrado corregida = ,727)

Anexo 2.

Fuente: Patiño 2013.

Tabla N°4 Duncan grados brix

GRADOSBRIX

Duncan^{a,b}

MESES	N	Subconjunto		
		1	2	3
8	28	14,6679		
10	28		18,0293	
9	28			20,1721
12	28			20,5307
11	28			20,7671
Sig.		1,000	1,000	,136

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1,956.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 28,000

b. Alfa = ,05.

Fuente: Patiño.2013

Se determinó que la mejor opción era evaluar el contenido de sacarosa al mes 12.

Anexo 3

Tabla N° 5 Variable dependiente de tercio

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Brix12

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	177,077 ^a	23	7,699	6,517	,000
Intersección	35353,910	1	35353,910	29927,490	,000
Tratamiento	5,578	6	,930	,787	,584
Tercio	138,364	2	69,182	58,564	,000
Bloque	2,538	3	,846	,716	,546
Tratamiento * Tercio	30,597	12	2,550	2,158	,026
Error	70,879	60	1,181		
Total	35601,866	84			
Total corregida	247,956	83			

a. R cuadrado = ,714 (R cuadrado corregida = ,605)

Fuente: Patiño.2013

Anexo 4

Tabla N° 6 Variable dependiente de tercio por tratamiento

1. Tercio * Tratamiento

Variable dependiente: Brix12

Tercio	Tratamiento	Media	Error tip.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Inferior	ABIEES 1 LITRO/HA + ROUND-UP 747 350 GRAMOS/HA	22,570	,543	21,483	23,657
	ABIES 6 LITROS/HA	21,605	,543	20,518	22,692
	ABIES 4 LITROS + ROUND-UP 747 350 GRAMOS/HA	22,078	,543	20,990	23,165
	ABIES 4 LITROS/HA	20,505	,543	19,418	21,592
	Roundu-up 745 350	21,420	,543	20,333	22,507
	Testigo sin aplicación	21,338	,543	20,250	22,425
Medio	ABIEES 1 LITRO	21,375	,543	20,288	22,462
	ABIEES 1 LITRO/HA + ROUND-UP 747 350 GRAMOS/HA	20,015	,543	18,928	21,102
	ABIES 6 LITROS/HA	21,690	,543	20,603	22,777
	ABIES 4 LITROS + ROUND-UP 747 350 GRAMOS/HA	21,445	,543	20,358	22,532
	ABIES 4 LITROS/HA	21,535	,543	20,448	22,622
	Roundu-up 745 350	21,225	,543	20,138	22,312
Superior	Testigo sin aplicación	21,755	,543	20,668	22,842
	ABIEES 1 LITRO	21,318	,543	20,230	22,405
	ABIEES 1 LITRO/HA + ROUND-UP 747 350 GRAMOS/HA	19,315	,543	18,228	20,402
	ABIES 6 LITROS/HA	19,195	,543	18,108	20,282
	ABIES 4 LITROS + ROUND-UP 747 350 GRAMOS/HA	17,973	,543	16,885	19,060
	ABIES 4 LITROS/HA	19,795	,543	18,708	20,882
	ABIES 4 LITROS/HA	18,025	,543	16,938	19,112
	Roundu-up 745 350	19,148	,543	18,060	20,235
	Testigo sin aplicación	17,500	,543	16,413	18,587

Fuente: Patiño.2013

Anexo 5

Tabla N° 7 Variable dependiente de promedios de tercios.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Brix12

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,531 ^a	9	,281	,612	,771
Intersección	11802,286	1	11802,286	25700,688	,000
Tratamiento	1,895	6	,316	,688	,662
Bloque	,636	3	,212	,461	,713
Error	8,266	18	,459		
Total	11813,083	28			
Total corregida	10,797	27			

a. R cuadrado = ,234 (R cuadrado corregida = -,148)

Fuente: Patiño, 2013.

Anexo 6

Tabla N° 8 Variable dependiente de Altura .

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,206 ^a	9	,134	2,543	,044
Intersección	280,292	1	280,292	5318,522	,000
Tratamiento	,577	6	,096	1,826	,150
Bloque	,629	3	,210	3,977	,025
Error	,949	18	,053		
Total	282,447	28			
Total corregida	2,155	27			

a. R cuadrado = ,560 (R cuadrado corregida = ,340)

Fuente: Patiño.2013

Anexo. 7

Tabla N° 9 Variable dependiente de altura prueba Duncan.

Altura

Duncan^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
Round-UP 747	4	2,9200
Abbies 4 L/ha+ Roundup- up 747 350 gr / ha	4	2,9850
ABIES 1 LITRO/HA + ROUND-UP 747 350 GRAMOS/HA	4	3,1450
Testigo Sin aplicación	4	3,2225
Abbies 4 L/ha	4	3,2850
ABIES 6 LITROS/HA	4	3,2900
Abbies 1L/ha	4	3,3000
Sig.		,053

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,053.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b. Alfa = 0,05.

Fuente: Patiño.2013

Anexo 8

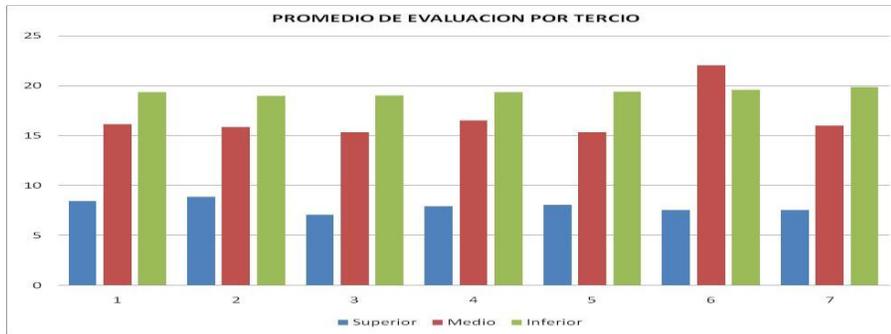
Tabla nº 10. Promedios de la primera evaluación.

Promedio de datos tercios de cada eva				
Abr-13				
Promedio de los 7 tratamientos abril 13 /2013				
Tratamiento	Superior	Medio	Inferior	
1	8,44	16,145	19,36	
2	8,885	15,835	18,975	
3	7,09	15,35	19,03	
4	7,905	16,505	19,345	
5	8,065	15,33	19,405	
6	7,565	22,005	19,57	
7	7,57	15,975	19,86	

Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 9

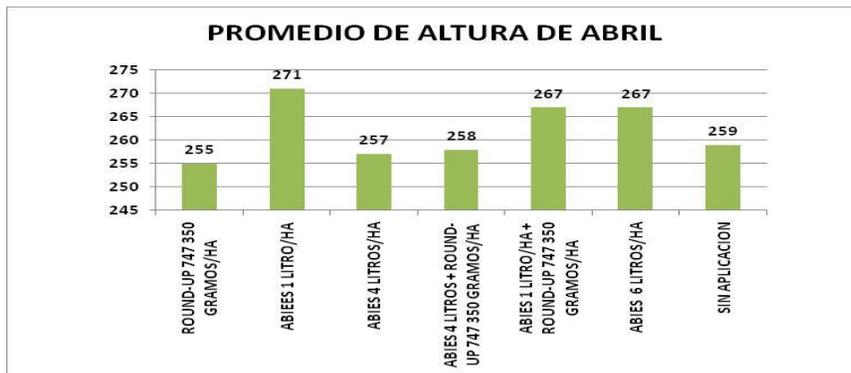
Figura.Nº8 Promedio de Brix por tercio



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 10

Figura.Nº9 Promedio de Altura.



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

La Segunda evaluación se realizó a los 9 meses de edad, donde solo se evaluó solo un parámetro:

- ❖ Grado brix

Anexo 11

Tabla nº 11. Promedios de la Segunda evaluación

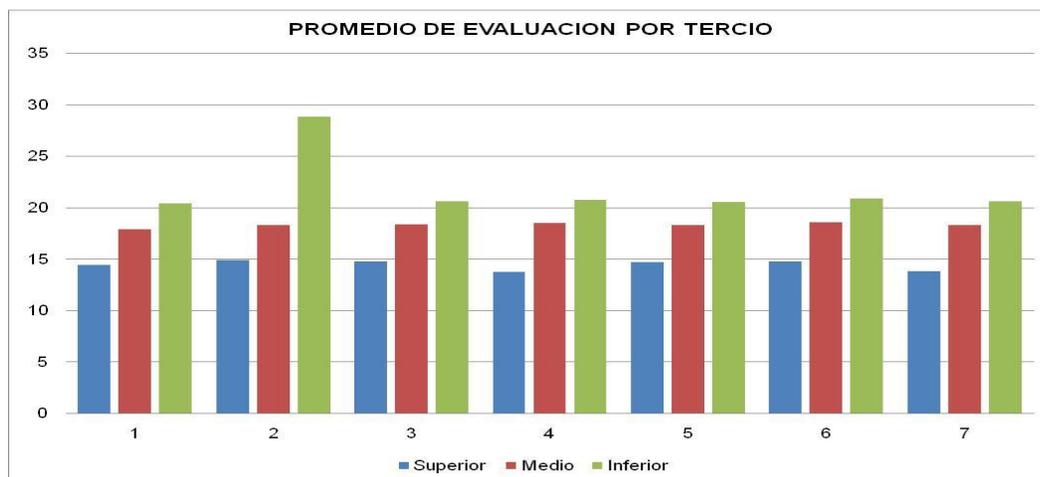
Mayo 15 /2013

Promedio de los 7 tratamientos abril 13 /2013			
Tratamiento	Superior	Medio	Inferior
1	14,4578947	17,875	20,43
2	14,905	18,305	28,9
3	14,76	18,355	20,6368421
4	13,74	18,52	20,77
5	14,695	18,31	20,56
6	14,795	18,595	20,9157895
7	13,79	18,295	20,62

Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 12

Figura.Nº10 Promedio de Evaluación por Tercio.



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

La tercera evaluación se realizó a los 10 meses de edad, evaluó solo un parámetro:

Grado brix

Anexo 13

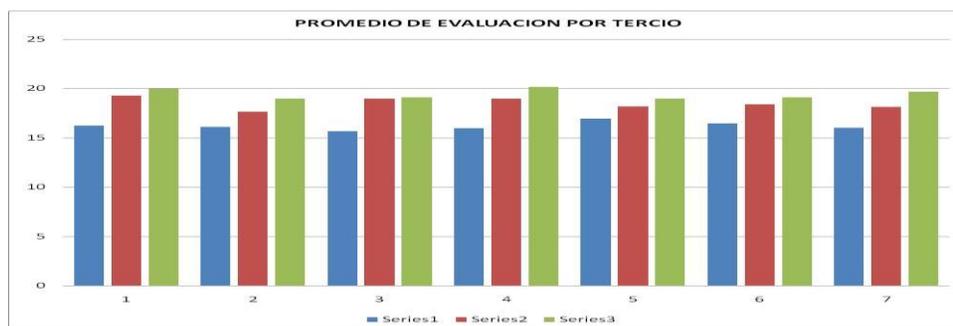
Tabla nº 12. Promedios de tercios.

Promedio de los 7 tratamientos JUNIO 15 /2013			
Tratamiento	Superior	Medio	Inferior
1	16,24736842	19,255	19,98
2	16,1	17,645	18,96
3	15,64	18,94	19,105
4	15,975	18,95	20,13
5	16,95	18,17	18,965
6	16,45	18,39	19,09
7	16,005	18,115	19,645

Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 14

Figura.Nº11 Promedio de Evaluación por Tercio.



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

La cuarta evaluación se realizó a los 11 meses de edad, evaluaron parámetros como:

❖ Grado brix

Anexo 15

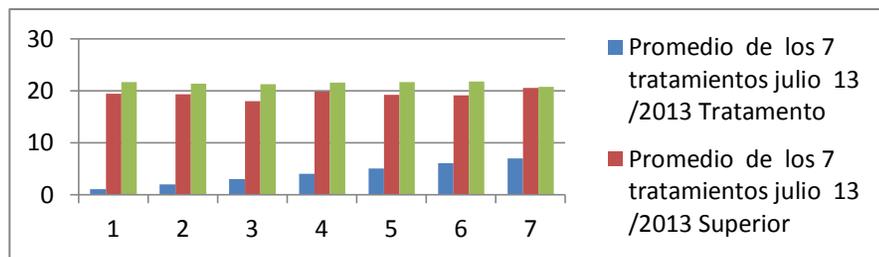
Tabla nº 13 Promedios de la evaluación.

Promedio de los 7 tratamientos julio 13 /2013				
Tratamiento	Superior	Medio	Inferior	Promedio Brix Julio
1	19,445	21,695	21,32	20,82
2	19,315	21,36	22,57	21,08166667
3	18,025	21,225	21,55	20,26666667
4	19,795	21,535	20,505	20,61166667
5	19,195	21,69	21,98	20,955
6	19,0861138	21,79	22	20,99370461
7	20,53	20,73	21,375	20,87833333

Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 16

Figura. Nº 12 Promedio de Evaluación por Tercio.



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

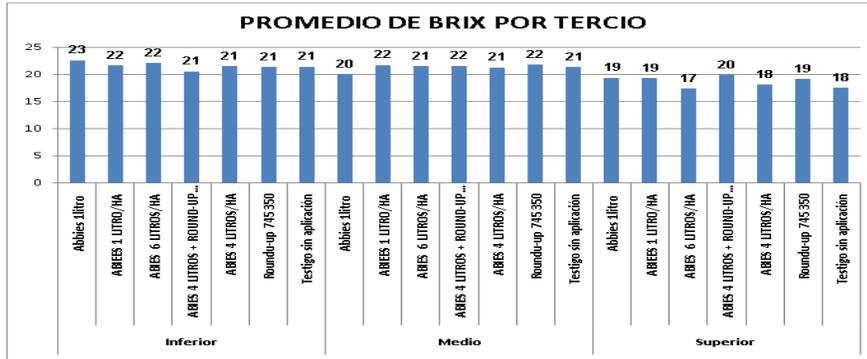
La evaluación se realizó a los 12 meses de edad, evaluaron parámetros como:

Grado brix

Altura

Anexo 17

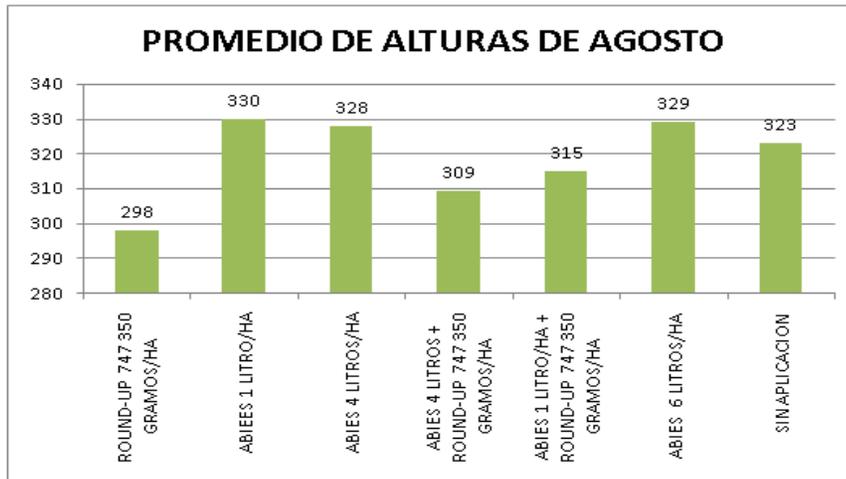
Figura. Nº 14 Promedio de Evaluación por Tercio. Agosto de 2013



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 18

Figura.Nº 13 Promedio de Evaluación por Tercio.



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 19

Figura.Nº 16.Marcacion de tratamientos



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 20

Figura.Nº 14.Ultra liviano.



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013).

Anexo 21

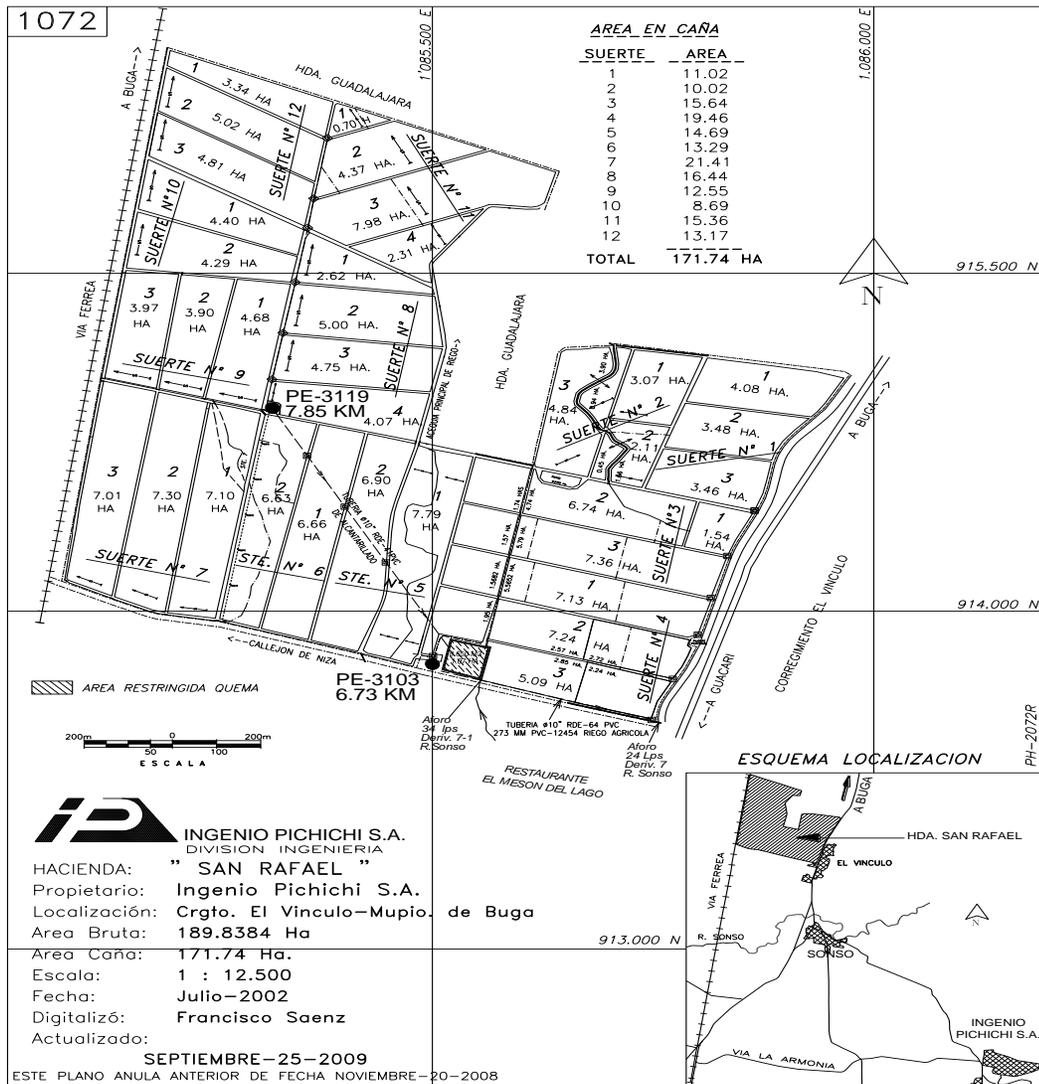
Figura.Nº 15 Preparación de madurantes mezclados



Fuente: Escobar, Franco y Soto (2013)

Anexo 22

Figura.Nº16.Plano de Hacienda San Rafael.



Fuente: Ingenio Pichichi 2013

Anexo 23

Figura.Nº17 .Zonas agroecológicas de San Rafael.



Fuente: Ingenio Pichichi 2013.