

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION ORGANICA Y QUÍMICA SOBRE EL
RENDIMIENTO, GRADOS BRIX DE LA VARIEDAD DE CAÑA DE AZUCAR
POJ 2878 Y ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO EN LA FINCA
EL OLIMPO, VEREDA LA TEJA, MUNICIPIO PIEDECUESTA-SANTANDER**

**DIEGO ARMANDO CARRILLO MONTAÑO
JORGE LEANDRO MUÑOZ NOVA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER- UIS
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA- IPRED
PRODUCCION AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION ORGANICA Y QUÍMICA SOBRE EL
RENDIMIENTO, GRADOS BRIX DE LA VARIEDAD DE CAÑA DE AZUCAR
POJ 2878 Y ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO EN LA FINCA
EL OLIMPO, VEREDA LA TEJA, MUNICIPIO PIEDECUESTA-SANTANDER**

**DIEGO ARMANDO CARRILLO MONTAÑO
JORGE LEANDRO MUÑOZ NOVA**

**Proyecto de grado para optar al título de:
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**DIRECTOR DE PROYECTO:
JORGE LIBARDO PINTO
Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Entomología**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER- UIS
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA- IPRED
PRODUCCION AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACION	17
3. HIPOTESIS DEL PROYECTO	19
4. OBJETIVOS	20
4.1 OBJETIVO GENERAL	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5. MARCO DE REFERENCIA	21
5.1 ANTECEDENTES	21
5.1.1 Subproductos de la caña como fuente de nutrimento	21
5.2 MARCO TEORICO	22
5.2.1 Funciones de la materia orgánica del suelo	23
5.2.2 Propiedades de los abonos orgánicos	25
5.2.2.1 Propiedades físicas	25
5.2.2.2 Propiedades químicas	25
5.2.2.3 Propiedades biológicas	25
5.3 ENMIENDAS HÚMICAS	26
5.4 VENTAJAS DEL ABONO ORGANICO	27
5.5 COMPOST	29
6. DISEÑO METODOLOGICO	30
6.1 UBICACIÓN	30
6.2 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS	30
6.3 CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS	30
6.4 MATERIAL GENÉTICO	31
6.5 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	31
6.5.1 Diseño experimental	31
6.5.2 Descripción de los tratamientos	32
6.5.3 Manejo del ensayo	34

6.5.4 Establecimiento del ensayo	35
6.5.5 Variables evaluadas	38
6.5.5.1 Tonelada de caña por hectárea	38
6.5.5.2 Rendimiento toneladas de panela por hectárea	38
6.5.5.3 Conversión	39
6.5.5.4 Sólidos totales (Brix)	39
6.5.6 Análisis estadístico	39
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
7.1 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (ABONO ORGÁNICO FERMENTADO BOCASCHI) Y QUÍMICA (CONVENCIONAL) SOBRE EL RENDIMIENTO Y GRADOS BRIX DE LA VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR POJ 2878	40
7.2 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (ABONO ORGÁNICO FERMENTADO BOCASCHI) Y MINERAL SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO	45
7.3 REALIZAR UN ANÁLISIS ECONÓMICO BENEFICIO-COSTO DEL PRESUPUESTO PARCIAL PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	47
8. CONCLUSIONES	50
9. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFIA	52
ANEXOS	54

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica de la finca	30
Figura 2. Diagrama teórico de campo	32
Figura 3. Labores agronómicas del ensayo	35
Figura 4. Lote de caña en primer corte (Soca I), finca “El Olimpo”, Vereda La Teja. Municipio de Piedecuesta- Santander	36
Figura 5. Control de arvenses	38

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafico 1. Comparacion produccion de caña en kilogramos por cada repeticion	41
Grafico 2. Total producción en caña cada tratamiento	41
Grafico 3. Produccion total en panela por cada tratamiento	41
Grafico 4. Comparacion promedio rendimiento por hectarea de cada tratamiento	42
Grafica 5. Comparacion de los solidos grados brix de cada tratamiento	44
Grafica 6. Comparación resultado final del estado del suelo	47
Grafico 7. Comparación costos labores agronómicas por cada tratamiento	48
Grafico 8. Comparación análisis económico	49
Grafico 9. Comparacion economica de los tratamientos	49

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción y época de aplicación de los tratamientos	33
Tabla 2. Composición fisicoquímica del abono orgánico fermentado “Bocaschi”. Finca El Olimpo. Municipio de Piedecuesta-Santander.2014	34
Tabla 3. Características fisicoquímicas del suelo utilizado para el experimento antes del establecimiento del ensayo. Finca El Olimpo, Piedecuesta, Santander	37
Tabla 4. Valores promedios del rendimiento en caña (t/ha), panela (t/ha) y conversión (%) de la variedad POJ 2878 en la evaluación de la fertilización orgánica y química. Finca El Olimpo. Piedecuesta. Santander. 2014	40
Tabla 5. Valores promedios de los sólidos totales (grados brix) de la variedad	44
Tabla 6. Algunas propiedades químicas de los suelos correspondientes a los diferentes tratamientos al finalizar el ensayo en el campo (promedio de tres repeticiones)	46
Tabla 7. Análisis de beneficio /costo para los tratamientos fertilización orgánica, química y testigo en el cultivo de caña variedad POJ 2878. Finca El Olimpo Piedecuesta (Santander) 2014	48

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Evidencias desarrollo del proyecto	55
Anexo B. Analisis de suelo inicial	58
Anexo C. Analisis lote control	59
Anexo D. Analisis lote Bocashi	60
Anexo E. Analisis lote quimico	61
Anexo F. Analisis fisicoquimico abono fermentado Bocashi	62
Anexo G. Recolección de datos grados brix del mes 11 al 14	63
Anexo H. Cuadro estadístico completamente al azar Kilogramos Caña	67
Anexo I. Cuadro estadístico completamente al azar grados Brix	69
Anexo j. Cuadro estadístico completamente al azar tonelada de panela	70

RESUMEN

TITULO: EFECTO DE LA FERTILIZACION ORGANICA Y QUÍMICA SOBRE EL RENDIMIENTO, GRADOS BRIX DE LA VARIEDAD DE CAÑA DE AZUCAR POJ 2878 Y ALGUNAS PROPIEDADES QUMÍCAS DEL SUELO EN LA FINCA EL OLIMPO, VEREDA LA TEJA, MUNICIPIO PIEDECUESTA-SANTANDER*

AUTORES: JORGE LEANDRO MUÑOZ NOVA**
DIEGO ARMANDO CARRILLO MONTAÑO

PALABRAS CLAVE: Efecto, rendimiento, grados brix, fertilización, suelo, caña, propiedades, variedad, comparación, tonelada, orgánico, tratamiento, variable, resultados, análisis, abono.

DESCRIPCION

El efecto en el comportamiento del rendimiento agronómico de la variedad de caña de azúcar POJ 2878 y el suelo, fertilizado con abono orgánico bocashi y abono químico bajo las mismas condiciones de manejo agronómico en cultivo a campo abierto se desarrolló en la vereda la teja finca el olimpo municipio de Piedecuesta, Santander, se requirieron quince meses para el estudio de la investigación que tenía como objetivos comparar la producción de azúcares (grados brix) en el cultivo de caña, el rendimiento en toneladas de panela por hectárea y comparar la condiciones fisicoquímicas del suelo después de terminada la cosecha del cultivo de caña de azúcar, mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar compuesto por tres tratamiento y tres repeticiones, a los cuales para determinar los graos brix se tomaron datos en los meses doce, trece y catorce. Para evaluar la producción por de caña de azúcar por hectárea se tomó el rendimiento en panela total del lote; para la comparación de las propiedades fisicoquímicas del suelo se tomó muestra y se le realizo un análisis inicial y un análisis después de la cosecha. Los resultados del experimento muestran un aumento significativo en el rendimiento de la cosecha con el uso de la fertilización química, un buen rendimiento con el uso de la fertilización orgánica en toneladas de panela por hectárea, pero, siendo este último de mejor relación beneficio costo y lo hace más económico y sustentable para sustituir en un momento dado la aplicación de fertilizantes. De otra parte se ve que contribuye a mejorar las condiciones químicas y biológicas del suelo.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyeccion Regional y Educacion a Distancia- IPRED, Programa de Tecnologia y Produccion Agroindustrial. Director Jorge Libardo Pinto.

ABSTRACT

TITLE: EFFECT OF ORGANIC AND CHEMICAL FERTILIZER ON YIELD, BRIX VARIETY OF SUGAR AND SOME PROPERTIES POJ 2878 CHEMISTRIES FARM LANDS OLYMPUS, SIDEWALK TILE, MUNICIPALITY PIEDECUESTA-SANTANDER

AUTORES: JORGE LEANDRO MUÑOZ NOVA**
DIEGO ARMANDO CARRILLO MONTAÑO

KEYWORDS: Indeed, performance, brix, fertilization, soil, reed, properties, variety, comparison, ton, organic, treatment, variable, results, analysis, fertilizer.

DESCRIPTION

The effect on the behavior of the agronomic performance of sugarcane variety POJ 2878 and soil fertilized with organic fertilizer and chemical fertilizer bocashi under the same conditions of agricultural management in open field cultivation was developed on the sidewalk farm Tiles olympus Piedecuesta, Santander, were required fifteen months studying the research objectives were to compare the production of sugar (brix) in the cultivation of sugarcane yield in tons of sugarcane per hectare and compare the physicochemical conditions finished floor after crop harvest sugarcane, using an experimental design was completely randomized blocks composed of three treatments and three replications, to which to determine the brix graos data were taken in the months twelve, thirteen and fourteen. To evaluate the production of sugarcane per hectare yield total panel Lot was taken; for comparison of the physicochemical properties of soil sample was taken and he performed an initial analysis and an analysis after harvest. The experiment results show a significant increase in crop yields with the use of chemical fertilizers increased, good performance with the use of organic fertilizer in tons of sugarcane per hectare, but, the latter being better cost-benefit ratio makes it more economical and sustainable to replace in a given fertilizer application time. Furthermore is helping to improve the chemical and biological soil conditions.

* Work Degree

** Regional Projection and Distance Education Institute - IPRED, Agroindustrial Production and Technology Program . Director: Jorge Libardo Pinto.

INTRODUCCION

La caña de azúcar para la producción de panela representa desde épocas antiguas una de las principales fuentes alimenticias y generadora de ingresos en Piedecuesta (Santander).

Sin embargo, ha sido por muchos años un cultivo con muchos problemas que hacen que disminuyan sus rendimientos, además, el cultivo crece a menudo en condiciones de agricultura de subsistencia. Pero, recientemente se le ha dado más atención por parte de programas nacionales de caña de azúcar, lo que está empezando a dar un impacto positivo en la producción de panela en diferentes regiones del departamento. En parte, esto es debido a la mejora de variedades y su aceptación por los agricultores, lo que finalmente deriva en estrategias de gestión ambiental y de plagas.

La panela es un producto con amplia relevancia social en estratos de bajos ingresos, y de trascendencia económica para quienes lo cultivan (Reyes, 2008). De acuerdo a esto, se ha llevado a cabo este ensayo con dos diferentes tipos de fertilización para estudiar la fertilización orgánica y química ya que esta última se utiliza con costos grandes en el proceso de producción y esa inversión muchas veces no es rentable por los altos costos.

Por tanto, con los resultados del presente trabajo, se pretende producir una mejora en el cultivo de caña de azúcar variedad POJ 2878 buscando que el agricultor mejore sin impactar el medio ambiente.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el departamento de Santander y específicamente en el municipio de Piedecuesta, el cultivo de la caña de azúcar para la producción de panela ha estado proyectada con éxito tanto en los mercados locales como en los mercados nacionales e internacionales debido a su reconocida calidad, lo que ha motivado que, cada vez los agricultores incursionen este importante renglón productivo.

Actualmente uno de los principales factores que limitan la producción y rentabilidad de la caña es la nutrición del cultivo. El uso inadecuado de fertilizantes por desconocimiento de requerimientos nutricionales del cultivo, constituye un grave problema debido al incremento de los precios internacionales del petróleo y del gas natural, que es la fuente principal de los fertilizantes nitrogenado, lo que eleva los costos de producción y afecta negativamente la calidad de la caña, lo que a su vez impacta la rentabilidad del cultivo debido al descenso del precio de la caña por la apertura del cultivo al comercio internacional derivado de los acuerdos del tratado de libre comercio con los Estados Unidos.

Por otra parte, en los cultivos del municipio de Piedecuesta se recomienda solo una fórmula de fertilización para cualquier tipo de suelo en planta o soca, independientemente del tipo de suelo (arcilloso o franco arenoso) y del tonelaje obtenido en la cosecha. Así mismo, no se utiliza ninguna herramienta de diagnóstico de la fertilidad, que son necesarias para el manejo de la nutrición con base en una meta de rendimiento.

El excesivo incremento en el costo de los fertilizantes ha obligado a la búsqueda de alternativas de nutrición del cultivo o la combinación de fuentes orgánicas, inorgánicas y biológicas más económicas que substituyan o ayuden a disminuir el uso de fertilizantes minerales o químicos, sin que disminuya el rendimiento de la caña, por lo que el objetivo de la presente propuesta es la evaluación agronómica

del abono orgánico fermentado “Bocashi” (sus posibles combinaciones) producido en la finca para la nutrición del cultivo de la caña .

2. JUSTIFICACION

El productor requiere mayor rendimiento, a menor costo, por lo que una alternativa de solución a esta problemática, la constituyen los fertilizantes, abonos orgánicos, compost; cuya ventaja al contrario de la fertilización química, es que son productos naturales, su producción no contamina y no requiere hidrocarburos, siendo un método económico, lo que no implica sustituir por completo los fertilizantes químicos por los biofertilizantes si no encontrar la combinación económica más rentable y ecológicamente sustentable.¹

En el mercado existen productos orgánicos, como estiércoles o abonos de res, cabra, cerdo, pollos y/o gallinas (gallinaza), etc.; residuos de cosecha de cultivo anuales, caña de azúcar, arroz, etc.; compost de lombriz, lodos industriales, residuos de procesamiento de la caña como la cañaza, etc.; que pueden ser utilizados directamente o bien ser compostados.

Actualmente se aprovecha la cachaza y otros derivados de la agroindustria azucarera por productores contratistas de los ingenios especialmente en el occidente colombiano “sin embargo la cachaza obtenida varía en contenido nutricional y calidad”, a través del tiempo y espacio, requiriéndose un estudio agronómico y de calidad más detallado.

Así mismo, es escasa la información del uso de los biofertilizantes en caña de azúcar, así como su aporte nutrimental en forma individual o combinada con la fertilización química, por lo que se propone su evaluación en el cultivo de caña en combinación con el bocaschi mediante el manejo de la nutrición del cultivo y la validación del modelo $DOSIS = (DEMANDA - SUMINISTRO) / EFICIENCIA\ RECUPERACION\ FERTILIZANTE$, para la determinación de la dosis de fertilizante requerida con base en el análisis químico del suelo para una

¹ Hernández y Choailoux, 2001, Tandón, 1992 y Roy, 199).

determinada meta de rendimiento en el sistema de producción de la finca el Olimpo en la Vereda La Teja del Municipio de Piedecuesta Santander.

3. HIPOTESIS DEL PROYECTO

H₀: La fertilización orgánica y química tienen similar efecto sobre el rendimiento agronómico, grados brix (sólidos totales) de la variedad de caña de azúcar POJ 2878 y sobre algunas de las propiedades químicas del suelo cultivado con esta variedad, en la finca El Olimpo, vereda La Teja, municipio de Piedecuesta, Santander.

H₁: La fertilización orgánica y química no tienen similar efecto sobre el rendimiento agronómico, grados brix (sólidos totales) de la variedad de caña de azúcar POJ 2878 y sobre algunas de las propiedades químicas del suelo cultivado con esta variedad, en la finca El Olimpo, vereda La Teja, municipio de Piedecuesta, Santander.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto de la fertilización orgánica y química sobre el rendimiento agronómico, grados Brix (sólidos totales) de la variedad de caña de azúcar POJ 2878 y sobre algunas de las propiedades químicas del suelo cultivado con esta variedad en la finca El Olimpo, vereda La Teja, municipio de Piedecuesta, Santander.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de la fertilización orgánica con el abono fermentado Bocaschi y la fertilización química sobre el rendimiento agronómico y los Grados Brix (sólidos totales) de la variedad de caña de azúcar POJ 2878 en la finca en estudio.
- Determinar el efecto de la fertilización orgánica con el abono fermentado Bocaschi y la fertilización química sobre algunas propiedades químicas del suelo en la finca en estudio.
- Realizar análisis económico beneficio-costos del presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos en estudio.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 ANTECEDENTES

5.1.1 Subproductos de la caña como fuente de nutrimento. Doc. Rafael Quintero 29 abril del 2009.² La cachaza está formada por residuos que se obtienen en el proceso de la clarificación del jugo de la caña durante la elaboración del azúcar crudo, es un material oscuro, constituido por la mezcla de fibra, coloides coagulados, cera, sustancias albuminoides, fosfatos de calcio y partículas de suelo (Samuels, 1979).³

La producción de cachaza es, en promedio, de 30 kilogramos por cada tonelada de caña que se muele (Orlando Filho, 1991).⁴ Generalmente, se aplica en suelos próximos a las fábricas de ingenios, ya que su alto contenido de humedad aumenta el costo de transporte.

En el comercio existen productos a base de microorganismos que se utilizan para acelerar los procesos de descomposición de los residuos orgánicos. En CENICAÑA se evaluó el indicador bacteriano Fabearth 110/120 y se encontró, después de 13 semanas de descomposición que las características de la cachaza fueron similares a la cachaza sin inocular, aunque se observaron algunos cambios en la reacción C/N y en contenido de M.O; que indica que el inoculo aceleró los procesos de descomposición.

En ensayos anteriores se encontró, además, que la cachaza afecto algunas propiedades químicas de los suelos. Así, aumentaron ligeramente el pH y los

² Quintero Duran.R Fertilización y nutrición. En :CENICAÑA el cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 1995. P 153-177.

³ Samuels, g, 1979. The use of residues from sugar cane factory and distillery for fertilizer. 15 p .(manuscrito)

⁴ Orlando Filho,j 1991. Manejo de suelos y uso de fertilizantes para la caña de azúcar en Brasil. GEP Iacea (México) 8(3):6.

contenidos de M.O. y de potasio intercambiable, pero el efecto mas importante ocurrió con el fosforo disponible, ya que en un mes después de la aplicación los contenidos de este nutrimento en algunos suelos, que inicialmente eran bajos alcanzaran valores muy altos, los cuales fue posible mantener después de 3 cortes consecutivos con aplicaciones de 200 t/ha de cachaza. Debido a lo anterior este subproducto se considera como un buen sustituto de fertilizantes fosforados para algunos suelos.

5.2 MARCO TEORICO

El suelo está constituido por una fracción mineral (45%), una fracción agua (25%), una fracción aire (25%) y una fracción orgánica (5%), donde se encuentra la población microbiana (hongos, bacterias, protozoos, algas) encargados de mineralizar la materia orgánica y generar los procesos físicos y químicos. Los organismos del suelo constituyen menos del 1% de su volumen y son fundamentales en la formación y funcionamiento del sistema.

Los suelos tropicales contienen entre el 3% y el 6% de materia orgánica, la cual se compone por residuos de plantas y animales en diferentes estados de descomposición, restos de otras especies, sustancias que sintetizan las plantas y microorganismos, entre otros.

El criterio más importante para la agricultura orgánica es recuperar el equilibrio tanto químico como biológico del suelo, garantizando que las plantas convenientemente nutridas, sean menos vulnerables al ataque de insectos y enfermedades, lo mismo que a cambios bruscos de temperatura⁵.

La necesidad de producir alimentos ausentes de elementos contaminados, nocivos para la salud humana y destructores del medio ambiente motivo a

⁵Guía ambiental hortofrutícola de Colombia. ASOHOFRUCOL. 2009. Colombia.

diferentes investigadores a presentar alternativas tecnológicas para la agricultura orgánica.

Por esto es que se considera que la aplicación de abonos de origen orgánico contribuye a restaurar la biodiversidad, la dinámica biológica y la fertilidad perdida por el suelo bajo permanente explotación agropecuaria.

En cada cosecha se extraen del suelo altos volúmenes de elementos que hacen que el suelo sea más pobre cuando se cultiva que cuando permanece en barbecho; el suelo bajo cultivos pierde buena parte de su biodinámica debido al uso de agroquímicos; a las sales de los fertilizantes inorgánicos; a los altos volúmenes de agua de riego, que provocan lixiviación y percolación profunda de elementos nutritivos y lavado de bases, acidificando el terreno y causando toxicidad; todos estos factores contribuyen a la pérdida de la fertilidad y la biodiversidad del suelo.(Orozco 1999).

Esta fertilidad está dada por la cantidad de materia orgánica del suelo debido a que esta es un factor crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola. (Suift y woomer.1991; Porta-casenellas et al, 1994)

5.2.1 Funciones de la materia orgánica del suelo⁶. La materia orgánica del suelo tiene diversos efectos sobre su fertilidad, que involucran aspectos físicos, químicos y biológicos.

Los principales efectos de la materia orgánica se pueden puntualizar en:

- Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo: Se obtiene un aumento en la permeabilidad y en la capacidad de retención de agua disponible y en menor cohesión del suelo. Un suelo con altos contenidos de materia orgánica es mas

⁶ Preparación de abonos orgánicos. Centro de investigaciones y asesorías agroindustriales. U. Jorge Tadeo Lozano. Colombia. 2000.

esponjoso, aireado y menos pesado, y sensible a la sequia que un suelo con poca materia orgánica.

- Regulación y estímulo de la nutrición vegetal: Aumento de la capacidad de intercambio iónico del suelo. Como fuente y reserva de nutrientes para las plantas a través del proceso de mineralización, la materia orgánica se va liberando lentamente no solamente el nitrógeno, sino otros elementos como el fósforo y el azufre y algunos microelementos. Es fuente de CO₂ que ayuda a la solubilización de algunos elementos y puede enriquecer con CO₂ la atmósfera, lo cual favorece la fotosíntesis. Las sustancias húmicas son agentes quelantes que favorecen la asimilación de microelementos como el hierro, magnesio, zinc y cobre.
- Aumento de la actividad biológica del suelo: La materia orgánica en sus diversas fracciones se constituye en el principal alimento de los microorganismos y otros órganos del suelo, responsable de la degradación y mineralización. Favorece las interacciones benéficas entre la raíz y los microorganismos, muchas de las cuales son esenciales para la asimilación de nutrientes.
- Estimulación al crecimiento vegetal: La materia orgánica contiene reguladores de crecimiento, promotores del crecimiento de la raíz. También contiene antibióticos y organismos supresores que inhiben a los organismos patógenos.
- Como mejorador de las propiedades físicas del suelo: Aumento de la estabilidad de agregados. Aumento en la capacidad de retención de agua útil. Aumento en la proporción de macro y mesoporos, lo que mejora la retención de humedad y capacidad de aireación. Favorece el control de erosión. Facilita la percolación.

5.2.2 Propiedades de los abonos orgánicos⁷.

5.2.2.1 Propiedades físicas.

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

5.2.2.2 Propiedades químicas.

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

5.2.2.3 Propiedades biológicas.

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

⁷http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm

Por último podemos destacar los típicos abonos orgánicos, que poseen gran cantidad de materia orgánica, por lo que favorecen la fertilidad del suelo, incrementan la actividad microbiana de este, y facilitan el transporte de nutrientes a la planta a través de las raíces.

Las sustancias húmicas incrementan el contenido y distribución de los azúcares en los vegetales, por lo que elevan la calidad de los frutos y flores, incrementando la resistencia al marchitamiento.

El aporte de distintos elementos nutritivos es fundamental para el desarrollo fisiológico normal de la planta, ya que alguna carencia en los mismos, pueden provocar deficiencias en la planta que se pueden manifestar de diferentes formas.

5.3 ENMIENDAS HÚMICAS

Las enmiendas húmicas favorecen el enraizamiento, ya que desarrollan y mantienen un sistema radicular joven y vigoroso, durante todo el ciclo de cultivo. El desarrollo radicular, de la planta con aporte de enmiendas húmicas es enorme, y esto hace que el desarrollo de la misma sea mucho más rápido, debido a que absorbe mayor cantidad de elementos nutritivos, y esto se traduce en mayor producción.

Este abono orgánico al desarrollar más las raíces, equilibra también mejor la nutrición de las plantas, mejora el comportamiento de éstas frente a condiciones salinas y ayuda a la eliminación de diversas toxicidades. Las raíces son el pilar básico de una planta, ya que no podemos olvidar que le sirven de sujeción al suelo. Las raíces de las plantas hortícolas son fasciculadas, no distinguiéndose un pivote principal. Están constituidas por una serie de troncos principales que profundizan oblicuamente en el suelo y de los cuales nacen las raíces secundarias.

La escasez de materia orgánica, y por tanto de ácidos húmicos y fúlvicos de los suelos, hace necesario el aporte de los mismos al suelo. Dada las dificultades técnicas, logísticas y económicas de los aportes masivos de estiércol como fuente de materia orgánica, los preparados líquidos a base de ácidos húmicos y fúlvicos, se hacen imprescindibles para mejorar la fertilidad y productividad de los suelos.

5.4 VENTAJAS DEL ABONO ORGANICO⁸

Los abonos orgánicos fermentados se obtienen por un proceso de descomposición aeróbica y termolítica de residuos orgánicos, mediante la acción de microorganismos que se hallan en los residuos orgánicos y que en condiciones favorables producen un material relativamente estable en la descomposición.

- En su descomposición no se forman gases tóxicos ni olores desagradables.
- Se inactivan patógenos
- No contaminan el medio ambiente
- No afectan la flora y fauna y biodiversidad
- Mejoran la fertilidad de los suelos al incorporar nutrientes y proporcionar un medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- Producen materia orgánica permanente
- Costos de producción bajos

En la fabricación de abonos orgánicos se deben tener en cuenta varios factores:

AIREACION: como es proceso aeróbico es necesario contar con una buena disponibilidad de oxígeno, preferiblemente entre el 5-10% en los macro poros de la

⁸Manual de agricultura alternativa. San pablo.Colombia.2004

mezcla. No debe haber exceso de humedad porque hacen el proceso anaeróbico y no se produce un abono de buena calidad.

TEMPERATURA: determina la actividad microbiológica del abono. Aproximadamente después de 14 horas de su preparación, el abono presenta temperaturas que pueden llegar a los 50°C, lo cual indica que el proceso está en buena forma.

HUMEDAD: para lograr un buen proceso de fermentación del abono, la humedad óptima será entre el 50-60% calculada sobre el peso del material en descomposición.

RELACION CARBONO-NITROGENO: en forma simple esta relación se mire de acuerdo a la proporción de la cantidad de estiércol y la cantidad de los otros materiales orgánicos.

pH: bien preparado entre el 6-7.5 por debajo de 6 y por encima de 7,5 impiden que haya una buena actividad microbiológica en el proceso de descomposición.

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS: deben ser partículas pequeñas, ya que así aumenta la capacidad de descomposición de los microorganismos, pero no excesivamente pequeñas porque pueden producir compactación e impedir el proceso anaeróbico.

Del mismo modo para la fabricación de los abonos, la calidad de las materias primas y el tratamiento previo dado a estas es fundamental para la calidad del producto final.

El tratamiento certificado de acuerdo a la normatividad vigente en el país, de la gallinaza como producto primordial en ABONO ORGANICO FERTISOL, permite que este no produzca ni disemine enfermedades.

Tal y como está reglamentado que para su uso en la agricultura la gallinaza o pollinaza, deberá someterse a procesos de estabilización agronómica tales como: compostaje, fermentación, tratamiento térmico o cualquier otro método, Dicho proceso podrá ser realizado al interior de las granjas avícolas o fuera de ellas⁹.

5.5 COMPOST

Es el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente del suelo, ya que mejora su estructura, ayuda a reducir la erosión y contribuye a que las plantas absorban agua y nutrientes, además de favorecer el mantenimiento de la vida animal y de microorganismos

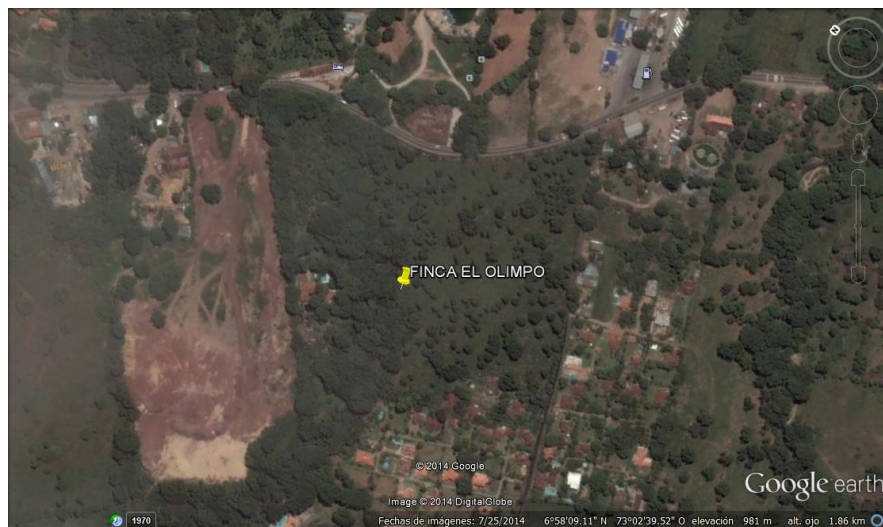
⁹ Resolución ICA 1183 de 2010.

6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1 UBICACIÓN

La investigación se la realizó durante el periodo comprendido entre el mes de Agosto del año 2013 y el mes de Septiembre del año 2014, en la Finca “El Olimpo”, Vereda La Teja del municipio de Piedecuesta, localizada geográficamente a $6^{\circ} 58' 09.11''$ de latitud Norte y $-73^{\circ} 02' 39.52''$ de longitud Oeste, a una altura de 1010 m.s.n.m (Figura 1)

Figura 1. Localización geográfica de la finca



6.2 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Pluviosidad promedio anual: 1214.9 mm

Temperatura promedio: 24°C

6.3 CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS

Topografía: Plana

Textura del suelo: Franco-arcilloso

Drenaje: Natural

6.4 MATERIAL GENÉTICO

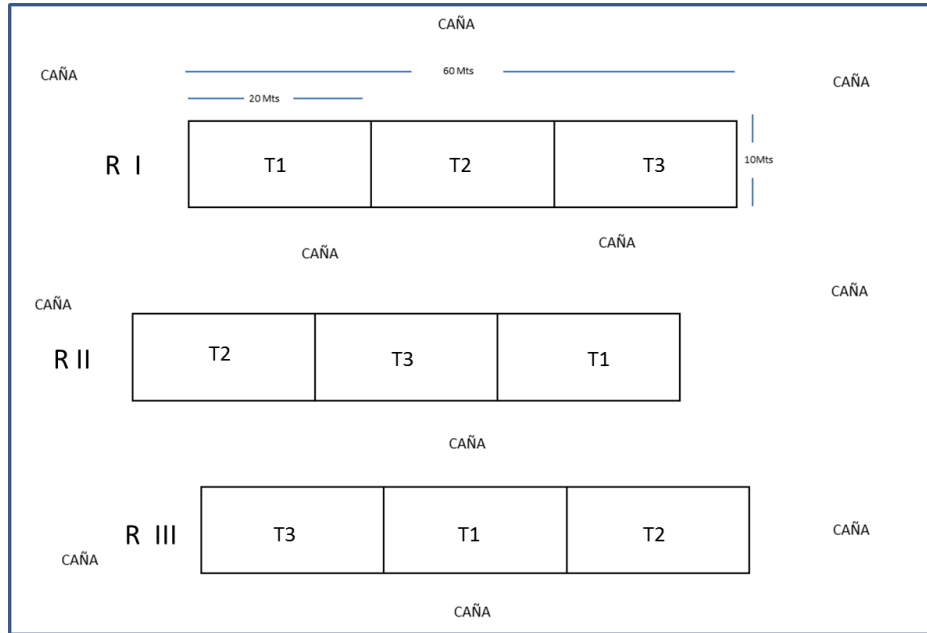
Se utilizó la variedad de caña de azúcar POJ 2878

6.5 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

6.5.1 Diseño experimental. Para evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química sobre el rendimiento en caña, panela, grados brix de la variedad de caña de azúcar POJ 2878 y sobre algunas propiedades químicas del suelo, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. El área total del ensayo fue de 20m X 10m x 9 parcelas para un total de 1800 m². Cada parcela experimental estuvo constituida por 20 surcos de 10 m de longitud distanciados a 1 m entre si dando un área de 20 m x 10 m = 200 m². El área útil de la parcela estuvo determinada por los 16 surcos centrales eliminándose 2 surcos a cada lado de la parcela por efecto de bordes.

La separación entre bloques (repeticiones) fue de 10 m y la distancia de siembra en el cultivo fue 1m entre surcos y 1 m entre plantas. Esta metodología se utilizó en todo el experimento, para un total de 9 unidades experimentales (Figura 2).

Figura 2. Diagrama teórico de campo



6.5.2 Descripción de los tratamientos.

Tratamiento 1. (Tratamiento control). Sin aplicación de fertilización orgánica ni química.

Tratamiento 2. Fertilización con el abono orgánico fermentado “Bocaschi” en dosis de 10000 kg/ha distribuidos en la siguiente forma: 50% 15 después del corte (15 DDC) de la caña y el 50% restante 45 días después del corte (45 DDC).

Tratamiento 3. (Fertilización convencional el utilizado por el agricultor). Abono fórmula 10-30-10 en dosis de 300 kg/ha + 50 kg/ha de sulfato de magnesio al 25% los 15 días después del corte. Posteriormente se realizó una aplicación de urea del 46% en dosis de 100kg/ha, la cual se fraccionó en dos aplicaciones: 50% de la dosis a los 45 días después del corte y el otro 50% a los 90 días después del corte (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción y época de aplicación de los tratamientos

TRATAMIENTO	DOSIS FERTILIZANTE	EPOCA APLICACIÓN
T1 TESTIGO	NO APLICA	NO APLICA
T2 TRATAMIENTO ORGANICO (Abono fermentado bocashi)	5 Ton	15 DDC
	5 Ton	45 DDC
T3 TRATAMIENTO CONVENCIONAL (Químico)	N (30)Kg/Ha	15 DDC
	P (90)Kg/Ha	
	K (30)Kg/Ha	
	SULTATO Mg (12,5)Kg/Ha	
	N (23)Kg/Ha	45 DDC
	N (23)Kg/Ha	90 DDC

En la Tabla 2 se muestra la composición química del abono orgánico fermentado Bocaschi utilizado en el ensayo, el cual proviene de un preparado compuesto principalmente de estiércol de equino, tierra negra, melaza, material orgánico, cachaza y cal, que se produjo en la finca donde se ubicó el trabajo.

De otra parte, de acuerdo a los valores reportados de nitrógeno, fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) en Tabla 2, se estima que al aplicar 10 t/ha de Bocaschi, se le incorporan al suelo 100 Kg/ha de nitrógeno, 70Kg/ha de fósforo (P_2O_5) y 175 Kg/ha de potasio (K_2O).

Tabla 2. Composición fisicoquímica del abono orgánico fermentado “Bocaschi”. Finca El Olimpo. Municipio de Piedecuesta-Santander.2014

COMPOSICION QUIMICA ABONO FERMENTADO BOCASHI	
PARAMETRO	RESULTADO
DENSIDAD	0.90 q/cm ³
pH PASTA SATURADA	7.1
HUMEDAD	52.2%
C.I.C	39 meq/100gr
NITROGENO TOTAL	1.0%
POTASIO TOTAL(K ₂ O)	0.7%
FOSFORO TOTAL (P ₂ O ₅)	0.99%
CALCIO TOTAL (CaO)	1.1.%
MAGNESIO TOTAL (MgO)	0.8%
C. ORGANICO OXIDABLE	12.3%
RELACION C/N	12.3
HIERRO	0.66%
BORO	0.01
MANGANESO	0.04%
ZINC	0.08%
COBRE	0.04%

6.5.3 Manejo del ensayo. Durante el desarrollo del ensayo se realizaron todas las labores y prácticas agronómicas que requirió el cultivo.

Figura 3. Labores agronómicas del ensayo



6.5.4 Establecimiento del ensayo. El ensayo se estableció sobre un lote de caña de azúcar de primer corte (soca I), ubicado en la finca “El Olimpo” que tiene un área de 3 has sembrado en marzo del 2012 y cosechado en el mes de Agosto del 2013 y sobre el cual no se había realizado fertilización alguna para la caña en plantilla. (Figura 2).

Figura 4. Lote de caña en primer corte (Soca I), finca “El Olimpo”, Vereda La Teja. Municipio de Piedecuesta- Santander



Una vez realizado el corte de la caña y hecho el encalle de los residuos de la cosecha, se procedió a tomar una muestra de suelo para su respectivo análisis. El resultado del análisis de laboratorio determinó que el suelo del lote presenta una textura Franco Arcillo Arenosa, pH ligeramente ácido, contenidos de materia orgánica medios dentro de los primeros 30 cm. Los valores de fósforo son medios y los de potasio bajos a muy bajos; los de calcio y magnesio altos, la capacidad de intercambio catiónico es alta lo que indica que el suelo no presenta problemas de salinidad para el desarrollo del cultivo de caña de azúcar para la producción de panela. (Tabla 3)

Tabla 3. Características fisicoquímicas del suelo utilizado para el experimento antes del establecimiento del ensayo. Finca El Olimpo, Piedecuesta, Santander

PARAMETRO	UNIDAD	CONTENIDO	INTERPRETACION
TEXTURA		fco arcilloso arenoso	Franco
PH		6.3	5.5. a 6.6.
CIC	Meq/100Gr	26	15 a 30
MATERIA ORGANICA (M,O)	%	1.7	3 a 5
CARBONO ORGANICO ©	%	1.0	1.70 a 2.90
NITROGENO TOTAL (NT)	%	0.08	0.15 a 0.25
FOSFORO AMONIACAL (P)	p.p.m	9.5	15 – 30
POTASIO SOLUBLE (K)	Meq/100Gr	0.06	0.15 a 0.30
CALCIO (Ca)	Meq/100Gr	6.5.	3 a 6
MAGNESIO (Mg)	Meq/100Gr	1.5	1.50 a 2.50
ALUMINIO (Al)	Meq/100Gr		0
SODIO (Na)	Meq/100Gr		menor de 1
AZUFRE (S)	p.p.m		15 a 30
HIERRO (Fe)	p.p.m	12.5	15 a 20
MANGANESO (Mn)	p.p.m	7.3	5 a 10
BORO (B)	p.p.m	0.12	0.20 a 0.60
COBRE (Cu)	p.p.m	1.3	1 a 3
ZINC (Zn)	p.p.m	1.5	2 a 4

En el ensayo se realizaron dos controles de malezas uno en forma manual a los 15 días después del corte y el otro químico 45 días después del corte con la aplicación de Glifosato en dosis de 200 cms x 20 lts de agua. Se realizó además un despaje de la caña antes de la cosecha para facilitar el corte y el transporte al trapiche.

La fertilización del cultivo se basó en la Tabla de la descripción de los tratamientos ubicada anteriormente.

Figura 5. Control de arvenses



6.5.5 Variables evaluadas. Con el propósito de evaluar en forma correcta el efecto de la aplicación de los tratamientos se realizaron observaciones sobre las siguientes variables:

6.5.5.1 Tonelada de caña por hectárea. El rendimiento de la caña estuvo determinado por el peso de los tallos cosechados y el procesamiento de las áreas útiles de cada parcela experimental, su peso se transformó a toneladas por hectárea.

6.5.5.2 Rendimiento toneladas de panela por hectárea. Estuvo determinado por la panela producida después de haber sido tratados los tallos en el proceso de

extracción y industrialización en trapiche pesando la cantidad de panela producida por cada unidad experimental información transformada a toneladas por hectárea.

6.5.5.3 Conversión. Estuvo determinada por la relación tonelada de caña producida sobre hectáreas molidas x 100.

6.5.5.4 Sólidos totales (Brix). Inmediatamente antes de la cosecha se tomaron, al azar, 20 tallos en cada tratamiento, para realizar la determinación el contenido de sólidos totales (grados Brix), utilizando para tal fin un refractómetro manual debidamente calibrado.

6.5.6 Análisis estadístico. Los datos de las variables estudiadas fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias según Duncan a un nivel de significancia $P > 0.05$

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (ABONO ORGÁNICO FERMENTADO BOCASCHI) Y QUÍMICA (CONVENCIONAL) SOBRE EL RENDIMIENTO Y GRADOS BRUX DE LA VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR POJ 2878

En la Tabla 4 se presentan los rendimientos promedios de la variedad de caña de azúcar POJ 2878 obtenidos en función a la fertilización orgánica (abono fermentado Bocaschi) y mineral aplicada al cultivo en primera soca.

Tabla 4. Valores promedios del rendimiento en caña (t/ha), panela (t/ha) y conversión (%) de la variedad POJ 2878 en la evaluación de la fertilización orgánica y química. Finca El Olimpo. Piedecuesta. Santander. 2014

Tratamiento	TCH	TPH	Conversión (%)
T₁. Testigo control	71.5 a	7.0a	9.79^a
T₂. Fertilización orgánica (abono fermentado Bocaschi)	112.7b	11.9b	10.56b
T₃. Fertilización química (Convencional)	127.2b	14.3b	11.24b
Cv (%)	15	17	16

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

Grafico 1. Comparacion produccion de caña en kilogramos por cada repeticion

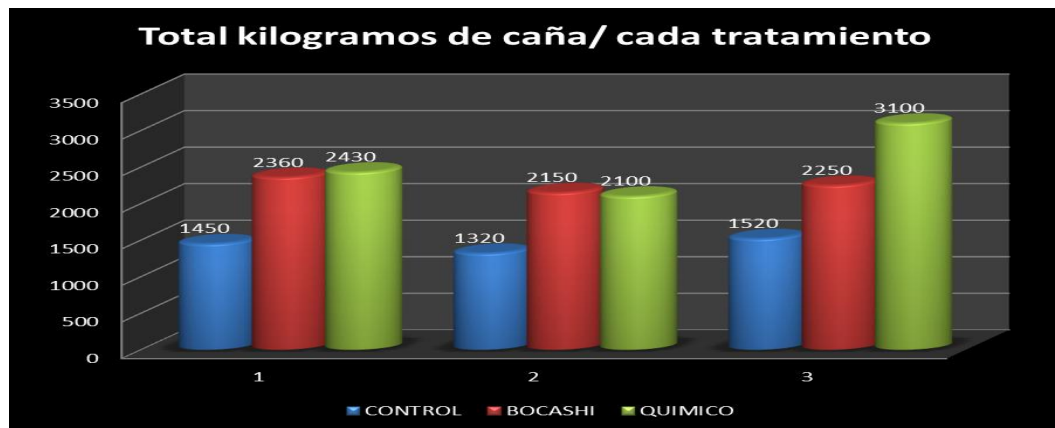


Grafico 2. Total producción en caña cada tratamiento

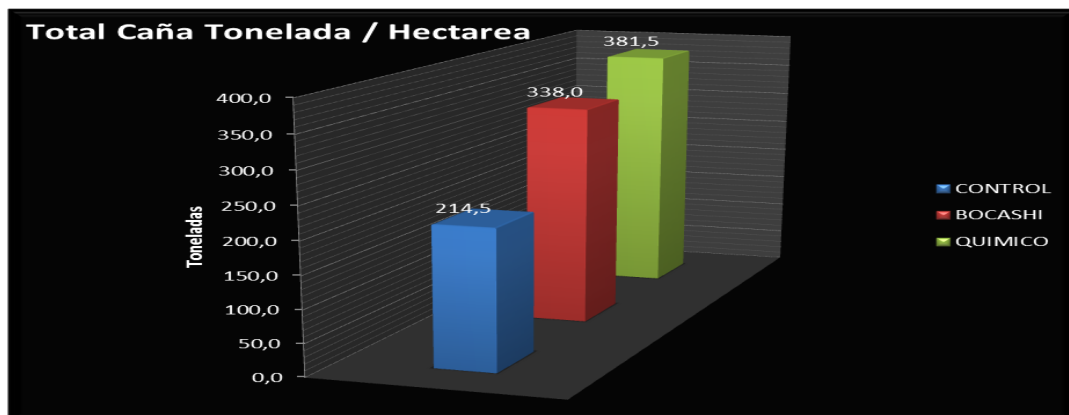


Grafico 3. Produccion total en panela por cada tratamiento

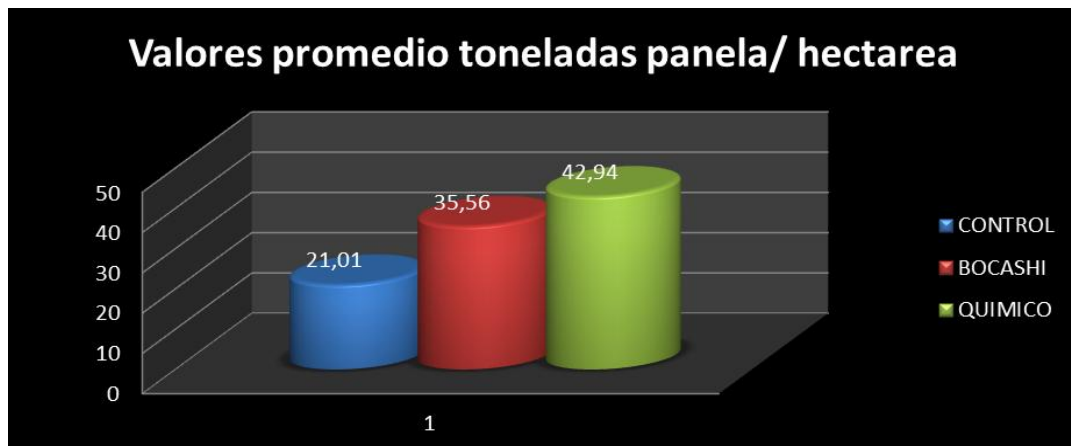
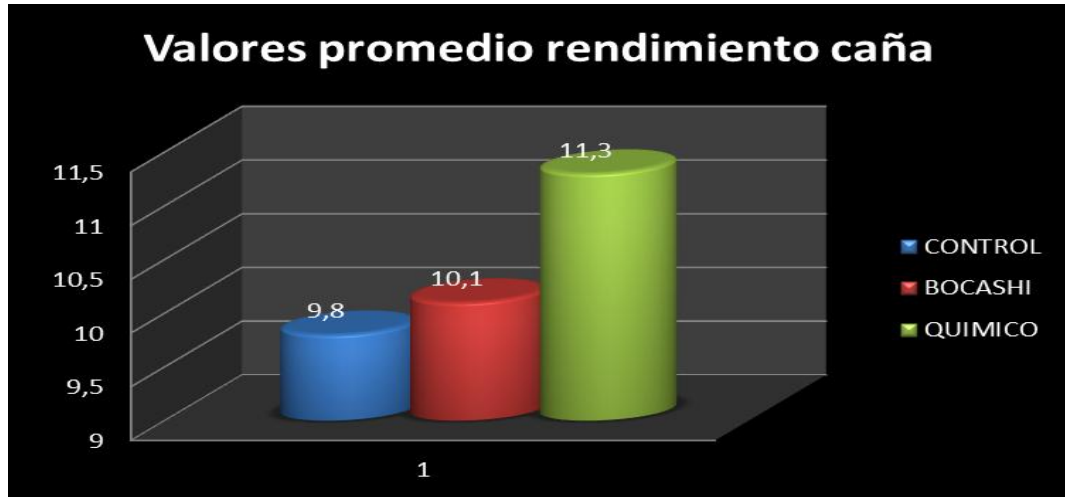


Grafico 4. Comparacion promedio rendimiento por hectarea de cada tratamiento



El análisis de varianza, el efecto de la fertilización provocó un aumento en el rendimiento en toneladas de caña , toneladas de panela y el porcentaje de conversión de la variedad POJ 2878 en los tratamientos orgánico y químico en relación al testigo, en donde la fertilización química presentó los valores más altos con rendimientos superiores a las 100 t/ha. El menor rendimiento del cultivo se presentó en el tratamiento donde no se aplicó fertilización alguna, con 71.5 t/ ha, debido a que el suelo no aportó los nutrientes necesarios para que el cultivo, pudiéndose afirmar con esto que la no aplicación de la fertilización no logra una variación positiva en cuanto al rendimiento, cuando se compara con los tratamientos orgánicos y minerales.

La variedad POJ 2878 obtuvo un aumento en su rendimiento en toneladas de caña toneladas de panela y porcentaje de conversión en los tratamientos en donde fueron aplicados fertilizantes, con diferencias estadísticas significativas en los tratamientos con fertilización orgánica (T₂) y química (T₃) en relación al tratamiento control. El tratamiento con el abono orgánico fermentado Bocaschi presentó menor rendimiento con 112.3 /ha en comparación con el tratamiento

convencional que presentó un rendimiento de 127.1 t/ha, probablemente debido a su lenta descomposición y consecuentemente la lenta liberación de nutrientes, por el alto contenido de lignina, celulosa y hemicelulosa que otorga al sustrato una gran durabilidad en el suelo, siendo de esta manera recomendable para cultivos de ciclo largo. Esta misma tendencia se observó en el experimento de Rieder (2009)¹⁰, quién, con el uso de estiércol vacuno y gallinaza, registró un aumento en el rendimiento de caña de azúcar, de 119 t/ha y 103 t/ha respectivamente, siendo el estiércol vacuno el que presentó diferencia significativa en relación al fertilizante químico con valor de 42 t/ha.

Los resultados anteriores evidencian que el abono orgánico fermentado Bocaschi utilizado en este ensayo puede ser empleado eficazmente para elevar el rendimiento de caña por hectárea en forma significativa.

Sin embargo, la mayoría de los trabajos consultados reportan que la complementación mineral es indispensable para alcanzar una mayor producción, debido principalmente a que los abonos orgánicos no presentan en su composición química un balance de N-P-K que supla lo que necesita el cultivo de la caña de azúcar, a pesar de que se sabe que dicho balance depende del contenido original del suelo.

La tabla 5 presenta los resultados de la fertilización orgánica y química sobre los sólidos totales (grados brix) de la variedad de caña POJ 2878. Los valores obtenidos de brix, no mostraron, mediante el análisis de varianza, diferencias estadísticas significativas para los tratamientos aplicados en el ciclo del cultivo, lo cual indica que las dosis de abono orgánico fermentado Bocaschi y la fertilización convencional utilizados no afectaron los contenidos de sólidos totales y

¹⁰Rieder, N.A. 2009. Fertilización química, orgánica y órgano-mineral en la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis (Ing.Agr.). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

posiblemente de la sacarosa en el jugo, en comparación con el no uso de fertilización alguna (tratamiento control).

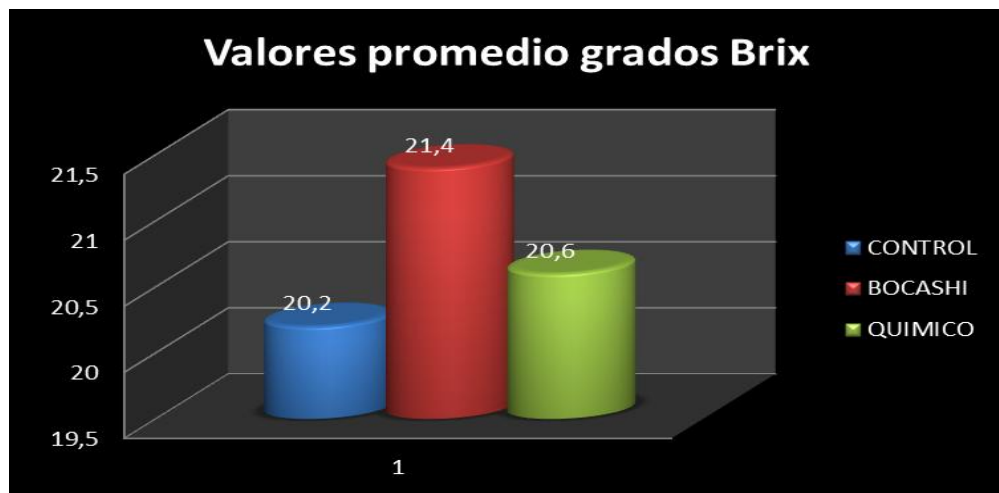
Tabla 5. Valores promedios de los sólidos totales (grados brix) de la variedad

Tratamiento	Solidos totales (Grados Brix)
T ₁ . Testigo control	20.9 ^a
T ₂ . Fertilización orgánica (abono fermentado Bocaschi)	21.7 ^a
T ₃ . Fertilización química (Convencional)	21.2 ^a
Cv (%)	18

POJ 2878 en los diferentes tratamientos. Finca El Olimpo, municipio de Piedecuesta, Santander. 2014.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente entre si

Grafica 5. Comparacion de los solidos grados brix de cada tratamiento



Estos resultados coinciden con estudios realizados por Quintero (2004) trabajando con vinazas como fertilizante orgánico en caña para la producción de azúcar que señala que uno de los efectos negativos de la fertilización con vinaza es el

relacionado con el aumento de cenizas en el jugo, porque causa problemas en la cristalización de la sacarosa, pero cuando se usan cantidades relativamente bajas (del orden de los 100 m³/ha), el contenido de cenizas es similar al producido por la fertilización mineral.

7.2 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (ABONO ORGÁNICO FERMENTADO BOCASCHI) Y MINERAL SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Los resultados de los análisis de suelo efectuados a muestras de suelo tomadas a una profundidad de 30 cm una vez finalizada la cosecha, se resumen en la tabla 6. Después de 12 meses de haber aplicado la fertilización orgánica y química al suelo no se observó efecto alguno por parte de los tratamientos sobre la reacción de los suelos, con relación al testigo absoluto y se mantuvo en una reacción moderadamente ácida. De igual forma se observa para la capacidad de intercambio catiónico ya que la textura del suelo no tuvo tampoco un cambio y se mantuvo en los mismos contenidos de arcilla, además de que los contenidos de materia orgánica se mantuvieron estables para los tres tratamientos.

Con relación al contenido de materia orgánica se observó que en el tratamiento orgánico (abono orgánico fermentado Bocaschi) tuvo una baja del 0.8% debido posiblemente a que la actividad de los microorganismos en el suelo aumentó y esto hace que haya una mayor mineralización de la materia orgánica.

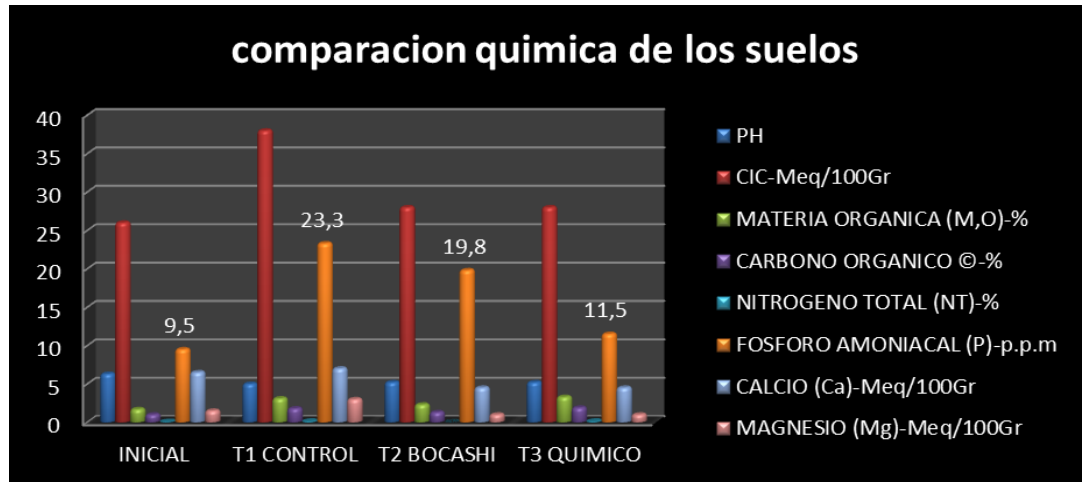
También se observa que el contenido de potasio aumentó para los tratamientos orgánico y químico esto se da por el contenido arcilla que tiene la capacidad de retenerlo y reponerlo para nutrir adecuadamente la planta.

Tabla 6. Algunas propiedades químicas de los suelos correspondientes a los diferentes tratamientos al finalizar el ensayo en el campo (promedio de tres repeticiones)

PARAMETRO	UNIDAD	T1 CONTROL	T2 BOCASHI	T3 QUIMICO
PH		5.0(Mac)	5.2 (Mac)	5.2 (Mac)
CIC	Meq/100Gr	38 (A)	28 (A)	28 (A)
MATERIA ORGANICA (M,O)	%	3.1 (M)	2.3 (B)	3.3. (M)
CARBONO ORGANICO ©	%	1.80(M)	1.30 (B)	1.90 (M)
NITROGENO TOTAL (NT)	%	0.15 (M)	0.11 (B)	0.15 (M)
FOSFORO AMONiacAL (P)	Ppm	23.3 (A)	19.8 (A)	11.5 (B)
POTASIO SOLUBLE (K)	Meq/100Gr	0.01 (B)	0.03 (B)	0.02 (B)
CALCIO (Ca)	Meq/100Gr	7.0 (A)	4.5 (M)	4.5 (M)
MAGNESIO (Mg)	Meq/100Gr	3.0 (M)	1.0 (B)	1.0 (B)

A= ALTO, Medio= M, Bajo= B, Mac= Moderadamente ácido

Grafica 6. Comparación resultado final del estado del suelo



En cuanto al calcio y el magnesio se observan niveles altos para el tratamiento control y medios para los tratamientos orgánico y químico en cuanto a calcio y bajos en cuanto a magnesio. Esta pérdida en la concentración de Mg debe tenerse en cuenta para futuras cosechas y en lo posible darlas en dosis de mantenimiento. La relación calcio magnesio siempre se mantuvo ideal.

Es conocido el efecto benéfico de la materia orgánica en el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas del suelo, ya que el cultivo de la caña variedad POJ 2878 reacciona favorablemente a abonos orgánicos porque se mejora la estructura del suelo y gradualmente hay liberación de varios nutrientes; de esta manera el abono orgánico Bocaschi se constituye en un suplemento ideal para los fertilizantes químicos.

7.3 REALIZAR UN ANÁLISIS ECONÓMICO BENEFICIO-COSTO DEL PRESUPUESTO PARCIAL PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

El análisis económico se determinó con base en el cálculo del presupuesto parcial, empleando la metodología que convirtiera los rendimientos de la caña en panela y

los costos variables de las mismas y gastos efectuados en cada tratamiento. Para tal efecto se tuvo en cuenta que la venta de la tonelada de panela fue de un millón trescientos mil pesos (\$1.300.000).

El análisis de costo-beneficio en relación al costo parcial de la fertilización (tabla 8) muestra la mayor relación B/C (9.5) para el tratamiento con el abono orgánico fermentado (biofertilizante) Bocaschi, lo que indica que por cada peso invertido se recuperaron \$9.5 pesos. De otra parte, el tratamiento que generó la menor relación fue el de la fertilización química (Tratamiento convencional) con relación B/C de 7.8, inclusive menor a la relación del tratamiento control que fue de 8.7.

Tabla 7. Análisis de beneficio /costo para los tratamientos fertilización orgánica, química y testigo en el cultivo de caña variedad POJ 2878. Finca El Olimpo Piedecuesta (Santander) 2014

Tratamiento	TPH	Ingresos (\$000)	Egresos (\$000)	Utilidad (\$000)	B/C
T1. Testigo control	7.1	9.320	1.063	8.257	8.7
T2. Fertilización orgánica	11.9	15.470	1.632.1	14.407	9.5
T3. Fertilización química	14.3	18.590	2.381.1	17.290	7.8

TPH: toneladas de panela por hectárea

Grafico 7. Comparación costos labores agronómicas por cada tratamiento

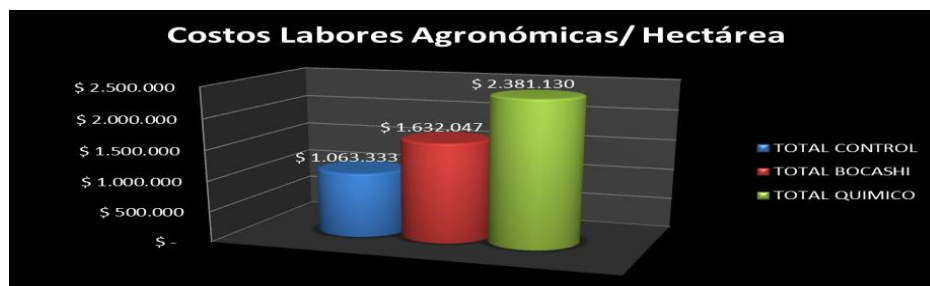


Grafico 8. Comparación análisis económico

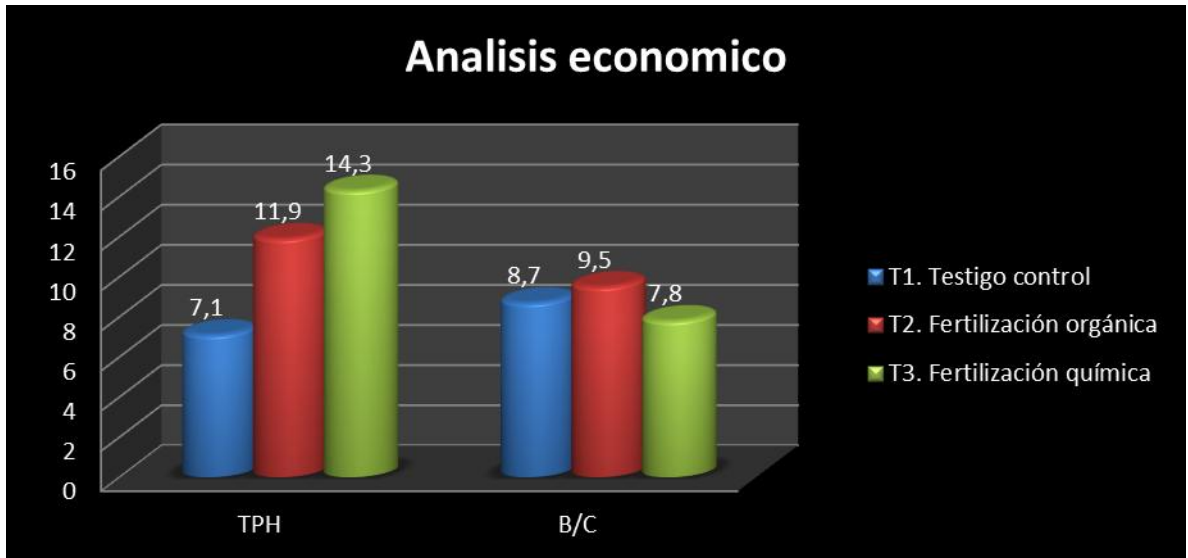


Grafico 9. Comparacion economica de los tratamientos



8. CONCLUSIONES

En las condiciones del presente ensayo se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- La fertilización orgánica (abono orgánico fermentado Bocaschi) y la fertilización química, convencional utilizada por el agricultor, produce aumentos significativos en el rendimiento de la caña de azúcar variedad POJ 2878 en relación al testigo control (Sin fertilización).
- La fertilización orgánica con el abono fermentado Bocaschi resulta ser la que presenta la mejor relación beneficio costo y la hace más económica y sustentable para sustituir en un momento dado la aplicación de fertilizantes. De otra parte se ve que contribuye a mejorar las condiciones químicas y biológicas del suelo.
- La aplicación y extrapolación de estos resultados solo se acomoda a las condiciones agroecológicas donde se estableció el ensayo.
- Con el abono organico bocashi obtuvimos un aumento de un grado brix que significa un 4.5% de sacarosa en el cultivo y que nos aumenta la mayor producción de panela con menos gastos de producción.

Normal 22 grado brix _____ 100

1 _____ 4.5%

9. RECOMENDACIONES

A continuación se dan unas pautas para que en futuros trabajos de este tipo se puedan eliminar ciertas dificultades y posiblemente, se obtengan mejores resultados:

- Elección más exhaustiva de las parcelas experimentales, para que además de ser un área representativa de la zona, se pueda eliminar, en la medida de lo posible, la variabilidad en este aspecto.
- Desarrollar esta investigación bajo diferentes condiciones de manejo del cultivo de caña de azúcar, además de diversos sistemas agrosostenibles.
- Los fertilizantes usados en el ensayo se evaluaron independientemente los cuales mostraron un elevado aumento en el rendimiento de la producción de la caña de azúcar frente a el testigo control (T1); Demostrando cada uno diferencia en el aporte al cultivo y sus resultados en las propiedades del suelo, el abono orgánico mejoro considerablemente la fertilidad del suelo y por su parte el fertilizante químico permite que la planta tenga de una manera mas eficiente sus nutrientes, dejando como resultado que la combinación de estos dos harían que el rendimiento del cultivo aumente considerablemente.

BIBLIOGRAFIA

AMEZQUITA, E. (1994). Las propiedades físicas y el manejo productivo de los suelos. En S. C. Suelo, Fertilidad de Suelos, Diagnóstico y Control (págs. 137-152). Bogotá.

ARBELÁEZ C.A. 1992. Efectos Comparativos de Tres Presentaciones de Cachaza En Algunas Propiedades Químicas de los Suelos en la Productividad de la Caña de Azúcar. Tesis Mag. Sc. En Suelos y Aguas. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pp.4-28.

BURBANO, H. 2002. Materia orgánica, acción microbial y alternativas bioorgánicas para la sostenibilidad de los suelos agrícolas. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Capítulo Tolima. Colombia. 13–30 pg.

CORPOICA, Manual de Caña de Azúcar para la producción de panela. 2001, Pág. 72.

GARCÍA, A. 2005. Hacia la desmitificación de la Materia Orgánica. Memorias Primera Jornada Científica Académica Internacional y II Festival Agropecuario y Agroindustrial. Universidad de Pamplona Santander. Noviembre 1-4/05.

GONZÁLEZ, A.; García, A. 1999. Efecto de la aplicación de aguas bicarbonatadas sobre las propiedades físicas de suelos de Colombia. CD Memorias 14 Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón, Chile, Noviembre 8 – 13 de 1.999.

MOLINA D. E; Molina C.H, Molina D. H; Molina D. P (1999). Estudio de caso sobre el manejo convencional y agroecológico del cultivo de caña de azúcar en el Valle del Cauca, Colombia.

QUINTERO, R. 2004. Perspectivas acerca del uso y manejo de vinazas aplicadas al suelo. 20 -39

QUINTERO R.; Cadena S.; Briceño C. 2006 .Proyectos De Investigación Sobre Uso y Manejo De Vinazas. CENICAÑA.

RIEDER, N.A. 2009. Fertilización química, orgánica y órgano-mineral en la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis (Ing.Agr.). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

ROLÓN G; Samaniego, L. 2003. Utilización del estiércol vacuno como alternativa al uso de fertilizantes inorgánicos en el cultivo de caña de azúcar. Una opción ambiental. Tesis (M.Sc.). Escuela de Pos Graduación Académica, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

ANEXOS

Anexo A. Evidencias desarrollo del proyecto

LOTE CONTROL



LOTE BOCASHI



FERTILIZACION SUPLEMENTO MINERAL



FERTILIZACION CON BOCASHI



CONTROL DE ARVENSES



Anexo B. Analisis de suelo inicial



NOMBRE: CLAUDIO SAAVEDRA OLARTE	FINCA: EL OLIMPO
DIRECCIÓN:	VEREDA: LA TETA
TELÉFONO:	MUNICIPIO: PIEDICUESTA
FECHA DE RECIBO: ENERO 23 DE 2013	FECHA DE ENTREGA: ENERO 30 DE 2013
ANÁLISIS: COMPLETO	N.º DE MUESTRA: 001 CODIGO: 025

RESULTADOS OBTENIDOS			
ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA	CODIGO	NIVELES NORMALES
TEXTURA	-	Fco. Arcillo Arenosa	FRANCO
PH	-	6.3	5.5 - 6.5
CIC	Meq/100gr	26	15 - 30
Materia orgánica (M.O.)	%	1.7	3 - 5
Carbono Orgánico (C)	%	1.0	1.70 - 2.80
Nitrógeno Total (NT)	%	0.08	0.15 - 0.25
Fósforo Asimilable (P)	p.p.m	9.5	15 - 30
Potasio Soluble (K)	Meq/100gr	0.05	0.15 - 0.30
Calcio (Ca)	Meq/100gr	6.5	3 - 6
Magnesio (Mg)	Meq/100gr	1.5	1.50 - 2.80
Aluminio (Al)	Meq/100gr	-	0
Sodio (Na)	Meq/100gr	-	Menor de 1
Azufre (S)	p.p.m	-	15 - 30
Hierro (Fe)	p.p.m	125	10 - 20
Manganeso (Mn)	p.p.m	7.3	5 - 10
Boro (B)	p.p.m	0.12	0.20 - 0.60
Cobre (Cu)	p.p.m	1.3	1 - 3
Zinc (Zn)	p.p.m	1.5	2 - 4
MÉTODOS ANALÍTICOS			OBSERVACIONES
TEXTURA	Dispersión con Exametáforato y Carbonato de Sodio, lectura con Hidrómetro (Bouyoucos)		<p>Reacción ligeramente ácida, con niveles bajos de P, K y Mg; no complejo de cambio alto y desaturado. El Ca alto, satura el coloidal en solo 25%.</p> <p>FERTILIZAR con 17-6-18-2 + 50 kgm se Sulfato de Magnesio Agrícola, y aplicar planta/ 200 gms a la siembra.</p>
PH	Lectura potenciométrica en solución de Agua Destilada suelo relación 1:1		
C.I.C	Extracción con Acetato de Amonio 1N y neutro; Valoración volumétrica con Hidróxido de Sodio 0.1 normal		
C	Oxidación con Dicromato de Potasio en medio fuertemente ácido; Determinación colorimétrica		
N	Método colorimétrico; Walkley Black		
S	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración turbidimétrica del Sulfato de Bario		
K Soluble	Extracción con Agua Destilada y valoración reflectométrica, previo tratamiento con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino		
K Intercambiable	Extracción con acetato de Amonio Normal y Neutro y valoración reflectométrica por precipitado del Ion Potasio con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino		
Ca y Mg	Determinación complexométrica con Verseno previa extracción del elemento con Acetato de Amonio 1N normal		
Al Intercambiable	Extracción con KCL; Valoración de solución estandarizada en presencia de Fenoftaleína y titulación con HCL 0.1N		
P Disponible	Muestra tratada con solución extractora de HCL 0.1 N mas Fluoruro de Amonio (NH ₄ F) 0.03 N. Bray II		
Mn, Fe, Zn, Cu	Extracción con Acetato de Amonio 1N y Neutro, se valora reflectométricamente		
B	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración colorimétrica con Azometina H.		

JANE CEPEDA REY
Agrónoma
TP 8030 50r Agricultura
Directora Laboratorio

Anexo C. Analisis lote control



NOMBRE: PROYECTO ESTUDIANTES UIS	FINCA: EL OLIMPO - SUELO LOTE CONTROL-
DIRECCION:	VEREDA: LA TEJA
TELEFONO: 3153174196	MUNICIPIO: PIEDECUESTA-SANTANDER
FECHA DE RECIBO: SEPTIEMBRE 29 DE 2014	FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE 06 DE 2014
ANALISIS: COMPLETO / CULTIVO CAÑA DE AZUCAR	N DE MUESTRA: 001 CODIGO: 1993

RESULTADOS OBTENIDOS				
ANALISIS	UNIDAD DE MEDIDA	CODIGO		NIVELES NORMALES
TEXTURA	-	Arcillo limo		FRANCO
		Graviloso		
PH	-	5.0		5.5 - 6.5
CIC	Meq/100gr	38		15 - 30
Materia orgánica(M.O)	%	3.1		3 - 5
Carbono Orgánico (C)	%	1.8		1.70 - 2.90
Nitrógeno Total (NT)	%	0.15		0.15 - 0.25
Fósforo Asimilable (P)	p.p.m	23.3		15 - 30
Potasio Soluble (K)	Meq/100gr	0.01		0.15 - 0.30
Calcio (Ca)	Meq/100gr	7.0		3 - 6
Magnesio (Mg)	Meq/100gr	3.0		1.50 - 2.50
Aluminio (Al)	Meq/100gr	1.0		0
Sodio (Na)	Meq/100gr	-		Menor de 1
Azufre (S)	p.p.m	-		15 - 30
Hierro (Fe)	p.p.m	40.8		10 - 20
Manganeso (Mn)	p.p.m	13.5		5 - 10
Boro (B)	p.p.m	0.12		0.20 - 0.60
Cobre (Cu)	p.p.m	1.2		1 - 3
Zinc (Zn)	p.p.m	3.1		2 - 4
METODOS ANALITICOS				
TEXTURA	Dispersión con Exametafosfato y Carbonato de Sodio, lectura con Hidrómetro (Bouyoucos)		Suelo de reacción muy fuertemente acida con alto y desaturado complejo de cambio (-50%), alto los contenidos de Ca, ideales los niveles de Mg intercambiables y deficientes para el K soluble; desequilibrada la relación Ca/Mg y bajo el % de saturación de Ca en el coloide (-40%), hay 1 meq de Al libre saturando al coloide en 2.6% (no problema), el P disponible es medio, textura media con medio% de M.O y microelementos B, Cu limitantes.	
PH	Lectura potenciométrica en solución de Agua Destilada suelo relación 1:1			
C.I.C	Extracción con Acetato de Amonio 1N y neutro. Valoración volumétrica con Hidróxido de Sodio 0.1 normal.			
C	Oxidación con Dicromato de Potasio en medio fuertemente ácido. Determinación colorimétrica.			
N	Método colorimétrico: Walkley Black.			
S	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración turbidimétrica del Sulfato de Bario.			
K Soluble	Extracción con Agua Destilada y valoración reflectométrica, previo tratamiento con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
K Intercambiable	Extracción con acetato de Amonio Normal y Neutro y valoración reflectométrica por precipitado del Ion Potasio con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
Ca Y Mg	Determinación complexométrica con Verseno previa extracción del elemento con Acetato de Amonio 1N normal.			
Al Intercambiable	Extracción con KCL. Valoración de solución estandarizada en presencia de Fenofaleina y titulación con HCL 0.1N.			
P Disponible	Muestra tratada con solución extractora de HCL 0.1 N más Fluoruro de Amonio (NH ₄ F) 0.03 N. Bray II.			
Mn, Fe, Zn, Cu	Extracción con Acetato de Amonio 1N y Neutro, se valora reflectométricamente.			

JAIME CEPEDA REY
Agrónomo
TP 5020 Min Agricultura
Director Laboratorio.

Anexo D. Analisis lote Bocashi



NOMBRE: PROYECTO ESTUDIANTES UIS	FINCA: EL OLIMPO -SUELO LOTE CON BOCASHI-
DIRECCION:	VEREDA: LA TEJA
TELEFONO: 3153174196	MUNICIPIO: PIEDECUESTA-SANTANDER
FECHA DE RECIBO: SEPTIEMBRE 29 DE 2014	FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE 06 DE 2014
ANALISIS: COMPLETO / CULTIVO CAÑA DE AZUCAR	N DE MUESTRA: 001 CODIGO: 1995

ANALISIS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS OBTENIDOS		NIVELES NORMALES
			CODIGO	
TEXTURA	-	Franco Arcilloso		FRANCO
PH	-	5.2		5.5 - 6.5
CIC	Meq/100gr	28		15 - 30
Materia orgánica(M.O)	%	2.3		3 - 5
Carbono Orgánico (C)	%	1.3		1.70 - 2.90
Nitrógeno Total (NT)	%	0.11		0.15 - 0.25
Fósforo Asimilable (P)	p.p.m	19.8		15 - 30
Potasio Soluble (K)	Meq/100gr	0.03		0.15 - 0.30
Calcio (Ca)	Meq/100gr	4.5		3 - 6
Magnesio (Mg)	Meq/100gr	1.0		1.50 - 2.50
Aluminio (Al)	Meq/100gr	1.2		0
Sodio (Na)	Meq/100gr	-		Menor de 1
Azufre (S)	p.p.m	-		15 - 30
Hierro (Fe)	p.p.m	81.7		10 - 20
Manganeso (Mn)	p.p.m	10.0		5 - 10
Boro (B)	p.p.m	0.10		0.20 - 0.60
Cobre (Cu)	p.p.m	0.76		1 - 3
Zinc (Zn)	p.p.m	3.1		2 - 4
METODOS ANALITICOS				
TEXTURA	Dispersión con Exametafosfato y Carbonato de Sodio, lectura con Hidrómetro (Bouyoucos)			Suelo de reacción fuertemente acida con alto y desaturado complejo de cambio (-50%). medios los contenidos de Ca, bajos los niveles de Mg intercambiables y deficientes para el K soluble; ideal la relación Ca/Mg y bajo el % de saturación de Ca en el coloido (-40%), hay 1.2 meq de Al libre saturando al colide en 4.2 % (no problema), el P disponible es medio, textura pesada con bajo% de M.O para el clima y microelementos B y Cu limitantes.
PH	Lectura potenciométrica en solución de Agua Destilada suelo relación 1:1			
C.I.C	Extracción con Acetato de Amonio 1N y neutro. Valoración volumétrica con Hidróxido de Sodio 0.1 normal.			
C	Oxidación con Dicromato de Potasio en medio fuertemente ácido. Determinación colorimétrica.			
N	Método colorimétrico: Walkley Black.			
S	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración turbidimétrica del Sulfato de Bario.			
K Soluble	Extracción con Agua Destilada y valoración reflectométrica, previo tratamiento con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
K Intercambiable	Extracción con acetato de Amonio Normal y Neutro y valoración reflectométrica por precipitado del Ion Potasio con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
Ca Y Mg	Determinación complexométrica con Versene previa extracción del elemento con Acetato de Amonio 1N normal.			
Al Intercambiable	Extracción con KCL. Valoración de solución estandarizada en presencia de Fenoftaleína y titulación con HCL 0.1N.			
P Disponible	Muestra tratada con solución extractora de HCL 0.1 N más Fluoruro de Amonio (NH4F) 0.03 N. Bray II.			
Mn, Fe, Zn, Cu	Extracción con Acetato de Amonio 1N y Neutro, se valora reflectométricamente.			

JAIME CEPEDA REY
Agrólogo
TP 5020 Min Agricultura
Director Laboratorio.

Anexo E. Analisis lote quimico



NOMBRE: PROYECTO ESTUDIANTES UIS	FINCA: EL OLIMPO –SUELO LOTE CON QUIMICO-
DIRECCION:	VEREDA: LA TEJA
TELEFONO: 3153174196	MUNICIPIO: PIEDECUESTA-SANTANDER
FECHA DE RECIBO: SEPTIEMBRE 29 DE 2014	FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE 06 DE 2014
ANALISIS: COMPLETO / CULTIVO: CAÑA DE AZÚCAR	N DE MUESTRA: 001 CODIGO: 1994

RESULTADOS OBTENIDOS				
ANALISIS	UNIDAD DE MEDIDA	CÓDIGO		NIVELES NORMALES
TEXTURA	-	Franco Arcilloso		FRANCO
PH	-	5.2		5.5 - 6.5
CIC	Meq/100gr	28		15 - 30
Materia orgánica(M.O)	%	3.3		3 - 5
Carbono Orgánico (C)	%	1.9		1.70 - 2.90
Nitrógeno Total (NT)	%	0.15		0.15 - 0.25
Fósforo Asimilable (P)	p.p.m	11.8		15 - 30
Potasio Soluble (K)	Meq/100gr	0.02		0.15 - 0.30
Calcio (Ca)	Meq/100gr	4.5		3 - 6
Magnesio (Mg)	Meq/100gr	1.0		1.50 - 2.50
Aluminio (Al)	Meq/100gr	1.0		0
Sodio (Na)	Meq/100gr	-		Menor de 1
Azúfre (S)	p.p.m	-		15 - 30
Hierro (Fe)	p.p.m	61.2		10 - 20
Manganeso (Mn)	p.p.m	6.6		5 - 10
Boro (B)	p.p.m	0.10		0.20 - 0.60
Cobre (Cu)	p.p.m	1.9		1 - 3
Zinc (Zn)	p.p.m	3.2		2 - 4
METODOS ANALITICOS				
TEXTURA	Dispensión con Hexametáfosfato y Carbonato de Sodio, lectura con Hidrómetro (Bouyoucos)			Suelo de reacción fuertemente ácida con alto y desaturado complejo de cambio (-50%), medios los contenidos de Ca, bajos los niveles de Mg intercambiables y deficientes para el K soluble; ideal la relación Ca/Mg y bajo el % de saturación de Ca en el colóide (-40%), hay 1 meq de Al libre saturando al colide en 3.5 % (no problema), el P disponible es bajo, textura pesada con medio% de M.O para el clima y microelementos B y Cu limitantes.
PH	Lectura potenciométrica en solución de Agua Destilada suelo relación 1:1			
C.I.C	Extracción con Acetato de Amonio 1N y neutro. Valoración volumétrica con Hidróxido de Sodio 0.1 normal.			
C	Oxidación con Dicromato de Potasio en medio fuertemente ácido. Determinación colorimétrica.			
N	Método colorimétrico: Walkley Black.			
S	Extracción con Fosfato Monocálcico y valoración turbidimétrica del Sulfato de Bario.			
K Soluble	Extracción con Agua Destilada y valoración reflectométrica, previo tratamiento con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
K Intercambiable	Extracción con acetato de Amonio Normal y Neutro y valoración reflectométrica por precipitado del Ion Potasio con Tetrafenilborato de Sodio en medio alcalino.			
Ca Y Mg	Determinación complexométrica con Verseno previa extracción del elemento con Acetato de Amonio 1N normal.			
Al Intercambiable	Extracción con KCL. Valoración de solución estandarizada en presencia de Fenofaleína y titulación con HCL 0.1N.			
P Disponible	Muestra tratada con solución extractora de HCL 0.1 N más Fluoruro de Amonio (NH ₄ F) 0.03 N. Bray II.			
Mn, Fe, Zn, Cu	Extracción con Acetato de Amonio 1N y Neutro, se valora reflectométricamente.			


JAIME CEPEDA REY
 Agrónomo
 TP 5020 Mjr. Agricultura
 Director Laboratorio.

Anexo F. Analisis fisicoquimico abono fermentado Bocashi



Bucaramanga, octubre 12 de 2014

Producto: Material Orgánico (BOCASHI)

RESULTADOS EN BASE HUMEDA

Densidad	0.90 g/cm ³
P.H Pasta Saturada	7.1
Humedad	52.2%
C.I.C	39 meq/100 gr
Nitrógeno Total	1.0%
Potasio Total (K ₂ O)	0.7%
Fósforo Total (P ₂ O ₅)	0.99%
Calcio Total (CaO)	1.1%
Magnesio Total (MgO)	0.8%
C. Orgánico Oxidable	12.3%
Relación C/N	12.3
Hierro	0.66%
Boro	0.01
Manganeso	0.04%
Zinc	0.08%
Cobre	0.04%

Nota: estos resultados corresponden a los reportados por la muestra recepcionada en el laboratorio.

Jaime Cepeda Ray
Director del Laboratorio
Agrólogo
TP 5020 Min Agricultura

Anexo G. Recolección de datos grados brix del mes 11 al 14

RECOLECIÓN DATOS GRADOX BRUX MES No. 11										
No. DE PLANTA	LUGAR TOMA DE MUESTRA	GRUPO BOCASHI			GRUPO QUIMICO			GRUPO CONTROL		
		GRADOS BRUX			GRADOS BRUX			GRADOS BRUX		
		REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
1	TERMINAL	11,0	13,6	10,0	11,6	10,8	11,6	11,0	11,8	12,2
	BASAL	14,0	14,4	13,4	14,2	13,6	13,6	13,8	14,2	14,4
2	TERMINAL	11,4	12,4	11,6	12,4	13,0	12,8	11,0	12,4	13,2
	BASAL	13,4	15,0	13,6	15,0	14,8	16,2	13,8	13,0	14,6
3	TERMINAL	11,0	10,6	10,0	14,6	13,8	14,0	13,2	13,4	12,2
	BASAL	14,0	12,8	14,8	15,4	15,2	15,2	13,8	15,0	13,8
4	TERMINAL	9,0	10,0	10,4	13,0	13,2	14,2	13,0	11,8	12,6
	BASAL	14,2	13,6	13,0	14,6	14,8	15,8	14,8	15,0	14,8
5	TERMINAL	11,6	12,0	9,0	13,4	14,0	12,2	11,4	13,0	11,6
	BASAL	14,0	16,0	14,6	14,2	15,2	13,4	13,6	15,6	14,0
6	TERMINAL	8,4	9,4	11,2	13,0	13,2	13,8	18,0	12,4	13,0
	BASAL	13,6	14,0	13,8	14,6	15,4	15,8	14,4	15,0	14,4
TOTAL GRADOS BRUX		145,6	153,8	145,4	166,0	167,0	168,6	161,8	162,6	160,8
PROMEDIO		12,1	12,8	12,1	13,8	13,9	14,1	13,5	13,6	13,4
TOTAL		37,1			41,8			40,4		
PROMEDIO		12,4			13,9			13,5		

RECOLECIÓN DATOS GRADOX BRUX MES No. 12										
No. DE PLANTA	LUGAR TOMA DE MUESTRA	GRUPO BOCASHI			GRUPO QUIMICO			GRUPO CONTROL		
		GRADOS BRUX			GRADOS BRUX			GRADOS BRUX		
		REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
1	TERMINAL	16,0	14,6	15,2	15,2	13,8	13,6	14,4	15,0	14,8
	BASAL	17,2	16,8	16,4	16,8	15,4	15,8	15,6	16,2	16,8
2	TERMINAL	13,8	13,0	14,0	13,6	14,2	13,8	13,0	14,0	13,8
	BASAL	16,4	15,0	15,6	15,4	16,2	17,0	14,2	14,6	15,6
3	TERMINAL	14,2	13,4	12,4	13,2	12,0	12,8	14,2	14,0	12,0
	BASAL	16,2	15,6	13,6	16,2	13,2	15,6	15,6	16,0	13,2
4	TERMINAL	13,0	14,2	14,6	16,8	14,2	15,6	13,8	12,8	14,4
	BASAL	14,8	16,4	17,2	18,8	16,6	16,8	15,6	14,2	15,6
5	TERMINAL	12,8	13,8	13,0	14,0	13,0	14,0	14,8	13,0	12,6
	BASAL	16,2	15,8	14,8	16,6	16,6	16,2	16,2	13,8	14,8
6	TERMINAL	14,6	13,4	14,2	14,2	12,2	13,0	13,4	11,0	12,8
	BASAL	13,8	15,2	16,8	15,2	16,0	14,6	15,2	13,8	14,6
TOTAL GRADOS BRUX		179,0	177,2	177,8	186,0	173,4	178,8	176,0	168,4	171,0
PROMEDIO		14,9	14,8	14,8	15,5	14,5	14,9	14,7	14,0	14,3
TOTAL		44,5			44,9			43,0		
PROMEDIO		14,8			15,0			14,3		

RECOLECIÓN DATOS GRADOX BRUX MES No. 13										
No. DE PLANTA	LUGAR TOMA DE MUESTRA	GRUPO BOCASHI			GRUPO QUIMICO			GRUPO CONTROL		
		GRADOS BRUX			GRADOS BRUX			GRADOS BRUX		
		REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
1	TERMINAL	20,0	21,0	21,0	16,6	17,6	18,4	17,6	19,2	18,0
	BASAL	21,2	20,0	23,0	18,0	18,4	17,0	20,0	20,6	19,6
2	TERMINAL	22,0	18,0	19,8	16,0	17,2	16,2	17,6	18,4	17,2
	BASAL	21,0	21,4	18,6	18,0	18,6	17,4	20,0	19,6	18,8
3	TERMINAL	19,2	18,0	18,8	17,6	17,6	16,2	18,8	19,0	19,4
	BASAL	21,0	19,4	21,0	18,6	19,2	17,8	22,0	20,0	20,2
4	TERMINAL	19,2	18,6	18,0	15,8	15,4	18,0	18,6	18,0	17,6
	BASAL	20,6	20,4	19,6	17,0	16,8	19,4	19,4	19,2	18,8
5	TERMINAL	18,8	19,0	18,2	17,2	16,0	15,6	18,0	17,4	18,2
	BASAL	21,0	21,0	19,4	18,8	17,8	16,6	20,0	18,0	19,2
6	TERMINAL	18,8	18,6	19,0	16,4	17,6	18,0	17,0	19,0	18,8
	BASAL	21,0	20,0	21,0	17,8	18,8	19,2	18,8	20,2	21,0
TOTAL GRADOS BRUX		243,8	235,4	237,4	207,8	174,6	209,8	227,8	228,6	226,8
PROMEDIO		20,3	19,6	19,8	17,3	14,6	17,5	19,0	19,1	18,9
TOTAL		59,7			49,4			56,9		
PROMEDIO		19,9			16,5			19,0		

RECOLECIÓN DATOS GRADOX BRUX MES No. 14										
No. DE PLANTA	LUGAR TOMA DE MUESTRA	GRUPO BOCASHI			GRUPO QUIMICO			GRUPO CONTROL		
		GRADOS BRUX			GRADOS BRUX			GRADOS BRUX		
		REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
1	TERMINAL	22,0	23,0	21,6	21,6	22,0	20,6	21,6	20,4	19,0
	BASAL	21,2	22,2	23,0	20,8	21,6	20,2	19,8	20,0	23,0
2	TERMINAL	19,8	21,0	19,4	20,0	21,2	23,0	20,0	22,8	20,0
	BASAL	20,0	21,6	18,8	24,6	22,0	24,0	21,4	23,0	20,0
3	TERMINAL	20,0	22,0	19,8	21,2	26,0	19,0	21,0	21,0	19,2
	BASAL	22,2	23,0	21,4	22,2	21,8	19,0	21,8	22,8	20,0
4	TERMINAL	19,2	21,2	22,2	19,6	19,0	21,6	20,0	22,2	20,0
	BASAL	20,8	21,6	20,8	19,8	19,0	22,0	21,0	22,0	21,4
5	TERMINAL	24,0	22,2	21,0	20,0	22,6	21,0	19,8	22,6	22,8
	BASAL	24,2	22,4	21,4	20,4	22,4	21,8	18,2	19,2	23,0
6	TERMINAL	21,6	22,0	24,2	18,4	21,4	22,0	18,8	19,2	23,0
	BASAL	21,8	22,8	24,0	18,6	21,0	21,8	19,2	20,0	21,8
TOTAL GRADOS BRUX		256,8	265,0	257,6	247,2	260,0	256,0	242,6	255,2	253,2
PROMEDIO		21,4	22,1	21,5	20,6	21,7	21,3	20,2	21,3	21,1
TOTAL		65,0			63,6			62,6		
PROMEDIO		21,7			21,2			20,9		

Anexo H. Cuadro estadístico completamente al azar Kilogramos Caña

ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN					
Ttos	R1	R2	R3	TOTALES	PROMEDIO
T2 (bocachi)	4723	4512	4264,00	13499,00	4499,67
T3 (quimico)	4593	4973	4452,00	14018,00	4672,67
T1 (control)	1799	2150	1980,00	5929,00	1976,33
				33446,00	3716,22

DETERMINACIÓN DEL ESTADÍSTICO DE PRUEBA F	
SC Total	13979783,56
SC Tratamientos	13667353,56
SC Error	312430,00
GL Total = an-1	8,00
GL Ttratamientos = a-1	2,00
GL Error = a(n-1)	6,00
SMC Tratamientos = SCTratamientos/GLTratamientos	6833676,78
SMC Error = SError/GLError	52071,67
F Calculado = SMCTratamientos/SMCErr	131,24
F Tabla (buscar en tabla) GL TTO/GL ERROR	19.33

Comparación F calculado y F tabla F Calculado > F tabla
(Se rechaza Ho)

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN		
Ordenar ascendentemente medias de los ttos	CONTROL	1976,33
	T2 BOCASHI	4499,67
	T3 QUIMICO	4672,67

Error estándar para cada tto
(Raiz(SMC Error/n)) 131,75

Obtener valores tabla de Duncan $r\alpha(p,f)$	$r\alpha(p,f)$	valor tabla (p,f)	R	RANGOS CRÍTICOS	RESTA PROMEDIOS		
α = Nivel significancia	r0,05 (2,6)	3,46	R4	479,558	2696,34	T3-CONTROL	SECUENCIA 1
p= ttos desde 2 hasta 3	r0,05 (3,6)	3,58	R3	471,654	173,00	T3-T1	
f= GL error	r0,05 (4,6)	3,64	R2	455,844	2523,34	T2-CONTROL	SECUENCIA 2

Los valores resaltados en amarillo son los que no tienen diferencias significativas
Para que la diferencia sea significativa, el rango crítico debe ser menor que la resta entre los tratamientos

Anexo I. Cuadro estadístico completamente al azar grados Brix.

ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN					
Ttos	R1	R2	R3	TOTALES	PROMEDIO
T2 (bocachi)	21,4	22,1	21,5	64,95	21,65
T3 (quimico)	20,6	21,7	21,3	63,60	21,20
T1 (control)	20,2	21,3	21,1	62,58	20,86
				191,13	21,24

N	3	Número de observaciones por tratamiento
		Número de
A	3	tratamientos
N	9	n*a
Nivel signif.	0,05	α

DETERMINACIÓN DEL ESTADÍSTICO DE PRUEBA F	
SC Total	2,46
SC Tratamientos	0,94
SC Error	1,52
GL Total = an-1	8,00
GL Ttratamientos = a-1	2,00
GL Error = a(n-1)	6,00
SMC Tratamientos = SCTratamientos/GLTratamientos	0,47
SMC Error = SError/GLError	0,25
F Calculado = SMCTratamientos/SMCError	1,86
F Tabla (buscar en tabla) GL TTO/GL ERROR	19.33

Comparación F calculado y F tabla F Calculado > F tabla (Se rechaza Ho)

Anexo J. Cuadro estadístico completamente al azar toneladas de panela.

ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN					
Ttos	R1	R2	R3	TOTALES	PROMEDIO
T2 (bocachi)	11,9	11,5	12,2	35,56	11,85
T3 (quimico)	13,7	11,6	17,7	42,94	14,31
T1 (control)	7,1	6,5	7,4	21,01	7,00
				99,51	11,06

N	3	Número de observaciones por tratamiento
		Número de
A	3	tratamientos
N	9	n*a
Nivel signif.	0,05	α

DETERMINACIÓN DEL ESTADÍSTICO DE PRUEBA F	
SC Total	102,85
SC Tratamientos	83,01
SC Error	19,84
GL Total = an-1	8,00
GL Ttratamientos = a-1	2,00
GL Error = a(n-1)	6,00
SMC Tratamientos = SCTratamientos/GLTratamientos	41,51
SMC Error = SCError/GLError	3,31
F Calculado = SMCTratamientos/SMCError	12,55
F Tabla (buscar en tabla) GL TTO/GL ERROR	19.33

Comparación F calculado y F tabla F Calculado > F tabla (Se rechaza Ho)