

1. INTRODUCCIÓN

La región cañera de Guatemala está localizada en la costa sur del país comprendida entre la boca costa y el océano pacífico con alturas que van desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Esta posición geográfica define en gran medida el régimen de precipitación pluvial que prevalece en la zona.

Actualmente el área potencial de caña de azúcar es de 342,000 hectáreas de las cuales el 25% corresponden a suelos andisoles al pie de los montes y terrenos ondulados, el 40 % corresponde a suelos mollisoles que son suelos de textura franco arenosa, oscuros y profundos de complejo saturado, un 16 % de suelos entisoles que son suelos no evolucionados con deficiencia de agua en el verano y el otro 19% esta compuesto por otros suelos .

La fertilización en caña de azúcar en la región se basa principalmente en el uso de nitrógeno en la totalidad de ingenios azucareros. El fósforo se acostumbra aplicarlo solamente al momento de la siembra, en las renovaciones de un cañal con una frecuencia aproximada de cinco años, lo cual se hace para mejorar el sistema radicular joven de las yemas. Actualmente el potasio es un elemento que se utiliza en muchos países acompañando al nitrógeno ya que la literatura nos dice que la caña de azúcar extrae en gran parte este elemento. Sin embargo, en Guatemala las aplicaciones de potasio en el cultivo de caña son escasas o casi nulas. Se están realizando experimentos para determinar la viabilidad de la utilización de potasio como madurante en caña de azúcar para sustituir la utilización de los glifosatos.

La caña de azúcar extrae grandes cantidades de nitrógeno del suelo; sin embargo, la cantidad depende de la variedad de caña, de las características del suelo, de las condiciones climáticas y del manejo del cultivo. Muchas veces éste no se repone en su totalidad mediante aportaciones por medio de fertilizantes, y no se toma en cuenta la fuente

nitrogenada para no afectar las condiciones de ph del suelo cuando se quiere aplicar grandes cantidades de nitrógeno.

Las dosis, fuentes y formas de aplicación son distintas de un ingenio a otro; sin embargo una de las formas que más se recomienda es el incorporar el fertilizante al suelo por medio de una rastra en el caso que sea un fertilizante granulado para evitar perdidas por volatilización. Se puede mencionar que la incorporación de fertilizante haciendo uso de maquinaria disminuye los costos en un 60% y se realiza una fertilización mucho más uniforme.

En Guatemala, el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICAÑA, ha evaluado el comportamiento del nitrógeno como el Sulfato de Amonio, Nitrato de Amonio y Urea. Las dos últimas fuentes son los más utilizados por los productores particulares de caña de azúcar. En la actualidad, la mayoría de ingenios trabajan a base de fórmulas elaboradas en donde se comienza a incluir el potasio y el azufre los cuales mejoran la calidad de jugo y la absorción de nitrógeno por la planta.

Como una fuente nueva de nitrógeno soluble que se puede incorporar al campo por medio de sistemas de riego, aguilonos, avionetas y hasta bombas de mochila, esta el N-total. Este tipo de fertilizante difiere del resto de fertilizantes comunes en la preferencia de las plantas y refinamiento químico que recibe antes de llevarse al mercado y por supuesto al campo.

La importancia de encontrar un fertilizante que sea absorbido por la planta con facilidad, que sea aprovechado por la planta al máximo, que rinda y no cambie los record de producción por hectárea, es importante para los ingenios en vista que se podría reducir los costos de fertilización a nivel de insumos en un 39.17% lo cual se convertiría en una alternativa agradable para los ingenios y productores independientes.

El N-Total es un fertilizante en polvo, soluble en agua y con 39% de nitrógeno y 2.4% de Azufre. El modo de aplicación es diluido en agua haciendo uso de un aguilón o bien con bomba de mochila. Este fertilizante consiste en una fórmula nutricional para proporcionar a la planta el nitrógeno que requiere. En vista de que su manera de aplicación es diluido en agua al pie de la planta hace del N-total un fertilizante de alta asimilación que hace eficiente la translocación de nitrógeno y otros nutrientes a través de la planta.

Es recomendable evaluar nuevas fuentes de fertilizante que ayuden a hacer eficiente la fertilización en la caña de azúcar para seguir siendo productores competitivos a nivel internacional y poder así seguir exportando el azúcar y así evitar que la industria azucarera de Guatemala se vea golpeada.

2. OBJETIVOS

2.1 General

- Determinar el potencial de fertilización y el beneficio-costo del N-Total con respecto al Nitrato de Amonio en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) variedad CP-722086.

2.2 Específicos

- Evaluar la producción de biomasa (Peso fresco) de la caña de azúcar obtenida con la aplicación de N total y nitrato de amonio.
- Evaluar el porcentaje de sólidos solubles (Grados Brix) obtenidos con la aplicación de N-Total en comparación con nitrato de amonio.
- Determinar los costos por hectárea de la aplicación de fertilizante N-total vrs Nitrato de Amonio.

3. Hipótesis

- La respuesta de la caña de la caña de azúcar variedad CP-722086 a la aplicación de 19.2 - 34.95 kg N/Ha en forma de N-Total es similar a la respuesta obtenida con la aplicación convencional con nitrato de amonio (81.2 kg N/Ha).

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 La caña de azúcar

4.1.1 Origen La caña de azúcar es una planta tropical que pertenece a la familia de las gramíneas y es de la tribu Andropogoneae. La caña de azúcar que actualmente se cultiva es un híbrido muy complejo de dos o más de las cinco especies del género *Saccharum*: *S. barben*, *officinarum*, *S. robustum*, *S. sinense* y *S. spontaneum*. Muchas de estas especies sufrieron cruzamientos naturales, originando un género muy diverso.

Estudios realizados por investigadores sobre el origen de la caña de azúcar, reportan y concuerdan que *Saccharum spontaneum*, *S. sinense* y *S. barben* se desarrollaron en el área de Birmania, China, e India en el Asia meridional. Las formas relativamente jugosas de las dos últimas especies fueron utilizadas en los comienzos del cultivo y procesamiento de la caña de azúcar en la India y China. Cuando dichas especies se extendieron a otras regiones sufrieron de alguna forma diversos cruzamiento con otras gramíneas apareciendo, las especies *robustum* y *officinarum* en las islas del sureste de Indonesia, y en el área de Nueva Guinea respectivamente. La caña se extendió de forma muy lenta, y llega al sur de España 773 d. de J.C. y Sicilia (950 d. de J.C.). La ruta hacia el oeste continuo y la caña llega a Madeira en 1420 y a las islas canarias, desde donde Cristóbal Colon la llevo al nuevo mundo en 1443. El cultivo se extendió de Santo Domingo a varios países como México, Brasil, Perú, y a las islas de las Indias occidentales o antillas llegando hasta Hawai en el año de 1700 (<http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/ca%F1aazucar.pdf>).

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis.

4.1.2 Constituyentes de la caña. El tronco de la caña de azúcar está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa. En ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas.

Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad (familia) de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc. Sin embargo, unos valores de referencia general pueden ser:

Agua	73 - 76 %
<u>sacarosa</u>	8 - 15 %
Fibra	11 - 16 %

La sacarosa del jugo es cristalizada en el proceso como azúcar y la fibra constituye el bagazo una vez molida la caña (Perafán, 2003).

Otros constituyentes de la caña presentes en el jugo son:

<u>glucosa</u>	0,2 - 0,6 %
<u>fructosa</u>	0,2 - 0,6 %
Sales	0,3 - 0,8 %
ácidos orgánicos	0,1 - 0,8 %
Otros	0,3 - 0,8 %

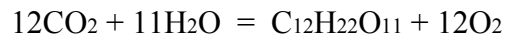
Las hojas de la caña nacen en los entrenudos del tronco. A medida que crece la caña las hojas más bajas se secan, caen y son reemplazadas por las que aparecen en los entrenudos superiores. También nacen en los entrenudos las yemas que bajo ciertas condiciones pueden llegar a dar lugar al nacimiento de otra planta.

4.2. Fotosíntesis

El desarrollo de la caña de azúcar depende en gran medida de la luz solar, razón por la cual su cultivo se realiza en las zonas tropicales que poseen un brillo solar alto y prolongado.

La clorofila existente en las células de las hojas de la caña absorbe la energía de la luz solar, la cual sirve como combustible en la reacción entre el dióxido de carbono que las hojas toman del aire y el agua que junto con varios minerales las raíces sacan de la tierra, para formar sacarosa que se almacena en el tallo y constituye la reserva alimenticia de la planta, a partir de la cual fabrican otros azúcares, almidones y fibra.

Dióxido de carbono + agua = sacarosa + oxígeno.



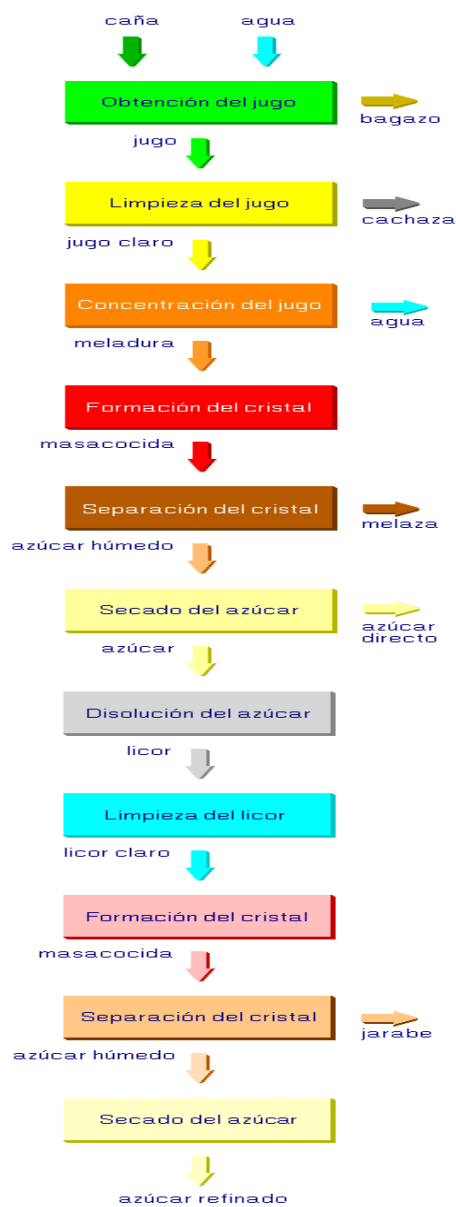
La caña de azúcar se encuentra dentro del grupo más eficiente de convertidores de la energía solar que existen.

4.3 Dosis Nitrogenadas

Las investigaciones sobre fertilizantes realizadas en caña de azúcar se llevan a cabo en variedades comerciales a pesar de que continuamente aparecen variedades nuevas.

Estas variedades se cultivan sin tener una guía sobre su manejo o planes de fertilización. A partir de estas consideraciones se deduce fácilmente la inconveniencia de generalizar las dosis de fertilizantes para las distintas variedades de caña de azúcar que se siembran comercialmente. Para determinar la dosis de fertilizante por cada variedad se hacen pruebas de manejo. Las pruebas de manejo de fertilizante se realizan con parcelas semicomerciales por medio de las cuales es posible recomendar la dosis de nitrógeno necesaria para la variedad que se estudia. Estas recomendaciones se hacen tomando en cuenta las necesidades reales de los suelos y las condiciones climáticas de donde se estudia la variedad.

Diagrama del proceso de fabricación del azúcar



<http://www.perafan.com/ea02cana.html>

4.4 Absorción de Nitrógeno

El N es absorbido por las raíces o a través de las hojas en las formas de NO_3^- o NH_4^+ (Russell y Russell, 1968:65). Una vez reducido e integrado al proceso metabólico, se transforma en compuestos más complejos como carbohidratos y proteínas. Su importancia no solamente se debe al papel que desempeña en la formación de carbohidratos sino también a que es un constituyente de la clorofila (Tisdale y Nelson, 1966:16), razón por la cual influye en la coloración del follaje. Además influye en el desarrollo de las cepas de la caña de azúcar principalmente por sus efectos en el macollamiento y en el vigor de los tallos.

Las plantas que se desarrollan con deficiencia de N presentan hojas de color verde amarillentas, localizadas en la parte más baja de la planta. Si la deficiencia se acentúa las puntas de las hojas se secan y este secamiento avanza hacia la parte media de la hoja por la nervadura central. Las cepas presentan poco vigor y los tallos son escasos, cortos y delgados, como consecuencia la producción de caña por unidad de superficie se reduce tremendamente.

Algunas investigaciones realizadas sobre la fertilización con nitrógeno en las plantaciones de caña de azúcar demuestran que existen diferencias entre las variedades en la respuesta a las aplicaciones de nitrógeno, y que éstas aumentan al pasar de plantillas a socas (Villegas, Iznaga y Ramos, 1986:3). Antes de 1970 las recomendaciones de nitrógeno para el cultivo de caña de azúcar en Sudáfrica se daban de acuerdo a la producción de caña esperada pero esta metodología condujo a dosis muy altas de N por hectárea, por lo tanto se introdujo el potencial de mineralización de nitrógeno en el suelo, concepto que está relacionado con otros factores del suelo, tales como: color, contenido de arcilla, estructura y contenido de materia orgánica. También se tiene en cuenta la disponibilidad de riego.

La movilidad de los iones NO_3 en el suelo hace que la textura del suelo sea un factor que debe tenerse en cuenta para decidir o no fraccionar la dosis de N recomendada. En muchos países parten la dosis de nitrógeno en dos aplicaciones. Ya sea 60% de la dosis en la primera aplicación y 40% de la dosis en la segunda, o bien 50-50. Fraccionar la dosis recomendada depende en gran parte de las características del suelo.

4.5 Fijación Biológica de Nitrógeno

La fijación biológica de nitrógeno en el cultivo de la caña de azúcar es un tema reciente y con alto grado de potencial en el futuro, para reducir los niveles de aplicación de fertilizantes nitrogenados en el cultivo.

Hace más de cuarenta años se iniciaron en Brasil los estudios de fijación biológica de nitrógeno. En gramíneas se encontró que la bacteria *Beijerinckia* cumplía la función de fijación biológica en la caña de azúcar (Boodey et al., 1995:8). En la década de los setentas los mismos investigadores descubrieron un nuevo grupo de bacterias fijadoras de nitrógeno clasificadas dentro del género *Azospirillum*.

Varios intentos por aislar bacterias fijadoras de nitrógeno en caña de azúcar mostraron que la más abundante entre ellas es la *Acetobacter diazotrophicus*. Esta especie es capaz de fijar nitrógeno a altas concentraciones de azúcar, a pH muy bajo (hasta 2.5) y en presencia de nitrato. Otro hecho importante es que esta bacteria se encuentra en cualquier órgano de la planta y en los restos de la cosecha en el campo(Boodey et. Al., 1995:8).

Existe poca información relacionada con la inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno y según Olivares (1999), todavía no hay una evidencia muy fuerte de que la asociación entre tales microorganismos y las plantas sea determinante de un mayor desarrollo de las plantas infectadas. Por el contrario, (Sevilla et al., 1999:17) citados por Muños-Rojas y Caballero-Mellado(s , f) encontraron que tanto una cepa silvestre, como una mutante no fijadora de nitrógeno , de *Glucomacetobacter diazotrophicus (nif)*, promovieron el crecimiento de plántulas micropropagadas de caña de azúcar en un medio de nitrógeno. Cuando las plantas inoculadas se desarrollaron en un medio de cultivo sin nitrógeno, aquellas con la cepa silvestre tuvieron una altura significativamente mayor que las inoculadas con la cepa nif. Además el peso seco y el contenido de nitrógeno total de las plantas inoculadas tanto con la cepa silvestre como la mutante, fueron significativamente mayores que las crecidas en presencia de nitrógeno mineral. Esos resultados sugieren que *G. diazotrophicus* promueve el crecimiento de caña de azúcar tanto a través de la fijación de nitrógeno, como a través de otro mecanismo que podría ser la síntesis de ácido indol acético.

4.6 Lixiviación del Nitrógeno

En los suelos de las zonas tropicales húmedas cuando los sistemas de drenaje subterráneo remueven los excesos de agua aceleran la lixiviación del $N\text{-NO}_3^-$ y $N\text{-NH}_4^+$ de

los campos de cultivo contribuyendo a la contaminación de aquellos cuerpos de agua que reciben las descargas del drenaje.

Entre las principales enfermedades que provoca la lixiviación del nitrógeno en su forma de ión NH_3^+ esta la metahemoglobinemia , cáncer gástrico, defectos de sistema nervioso e hipertensión.

Existen dos factores importantes para perder el nitrógeno por lixiviación: 1. Una concentración de nitratos en el perfil del suelo; 2. movimiento del agua a través del perfil del mismo. Es importante adicionar al suelo la cantidad de nitrógeno necesario para evitar así la contaminación de los mantos freáticos (Cristóbal-Acevedo, et al. 2000:106).

4.7 Épocas de aplicación de Nitrógeno

Estudios realizados en diferentes épocas y suelos han demostrado que la aplicación del total del nitrógeno regado temprano, produce el mismo efecto que el fraccionamiento en 2 ó 3 etapas. En caso que la planta se encuentre bien abastecida de nitrógeno presente en el suelo aún cuando se fraccionan las dosis, no habrá respuesta a las aplicaciones (Aloma et al. 1975).

Aparentemente, las condiciones climáticas y de suelo han mostrado mayor influencia a la fertilización que el fraccionamiento, observándose en muchos casos que las respuestas a los niveles en un mismo suelo, varían de un año a otro y, sin embargo, no se ven diferencias por las distintas aplicaciones.

Las aplicaciones fraccionadas son ventajosas en suelos ligeros donde el lavado es un problema y en áreas de topografía onduladas donde la erosión del suelo es más seria. En estos suelos los fertilizantes lixiviables como el N y K se aplican después, cuando el cultivo posee una edad en que pueda utilizarlos de inmediato. En algunos casos puede ser necesario hacer varias aplicaciones en pequeñas cantidades (INTECAP, 1976).

4.8 Influencia del nitrógeno sobre la calidad de los jugos

Los resultados obtenidos han mostrado que además de la aplicación tardía del nitrógeno, las aplicaciones superiores a los 100 Kg/Ha pueden disminuir el contenido de sacarosa en caña en promedios que fluctúan aproximadamente en un 5% con respecto al testigo. Se aprecia que los suelos rojos, a niveles aproximados a los 100 Kg/Ha sufren poca disminución en el contenido de sacarosa. Esta reducción es más notable en suelos grises y negros que poseen características físicas más favorables (Aloma, et al. 1975).

Un exceso de nitrógeno y de agua produce un efecto depresivo sobre la calidad del jugo, obteniéndose una buena madurez mediante una alimentación decreciente de agua y de nitrógeno. Se ha constatado que las lluvias durante la recolección producen una disminución de la pureza y el contenido de nitrógeno en el jugo.

Por lo tanto, las reservas de nitrógeno orgánico demasiado elevadas en el suelo pueden ser perjudiciales al continuar alimentando a la caña con nitrógeno durante la época de maduración. Además, el abono nitrogenado deberá ser administrado al comienzo del ciclo vegetativo ya que una administración tardía puede traducirse en una disminución de la calidad de los jugos. La reacción de la caña al nitrógeno difiere considerablemente según las variedades, respecto de las cuales la tolerancia de los abonos fuertemente nitrogenados será un criterio esencial de selección. Sin embargo, en la isla Mauricio se ha constatado que en contra de la regla comúnmente admitida, la calidad del jugo de ciertas variedades aumentaba con el abono nitrogenado.

4.9 Equilibrio de Nutrientes

La respuesta de la caña al nitrógeno muchas veces, es limitada por la deficiencia de otros nutrientes, como por ejemplo la falta de potasio. Un abastecimiento adecuado de potasio promueve el aprovechamiento máximo del nitrógeno por la caña.

Los mejores rendimientos y el uso eficiente de los fertilizantes son los resultados de un programa balanceado de fertilización conformado para suplementar las reservas disponibles de nutrientes y evitar cualquier deficiencia de algún elemento, en cualquier momento del desarrollo del cultivo.

El nitrógeno y el potasio tienen una importancia especial en la producción de azúcar, en su conversión, translocación y almacenamiento en la planta. La cantidad de nitrógeno que se necesite es mayor durante el período del crecimiento de la planta. A medida que la caña va madurando y se produce el azúcar, disminuyen las cantidades de N necesarias, mientras aumenta la demanda de potasio (INTECAP, 1976).

4.10 N-TOTAL

El N-Total es un fertilizante nitrogenado en polvo con un contenido de 39% de nitrógeno. Es 100% soluble con un pH entre 6.5 y 7. Posee un olor amoniacal característico y es incompatible con oxidantes y peróxidos. El N total está compuesto principalmente por nitrógeno amoniacal y nitrógeno amidico.

Es también una fórmula nutricional desarrollada para proporcionar el nitrógeno que requiere el cultivo. Puede ser aplicado en presiembra, banda lateral, riego por goteo, microaspersión, avance frontal, por compuertas o en hidroponía.

No es un producto inflamable y en caso de derrame es necesario lavar con agua. No es recomendable vaciarlo en ríos o lagos para evitar la contaminación de los mismos. El N-Total por sus características solubles y su facilidad de aplicación, previene, combate y corrige las deficiencias nutricionales del cultivo. Los estudios en el cultivo de banano, *musa sp.* han demostrado que contribuye y facilita a la absorción balanceada del resto de microelementos y es altamente asimilable por la planta.

5. METODOLOGÍA

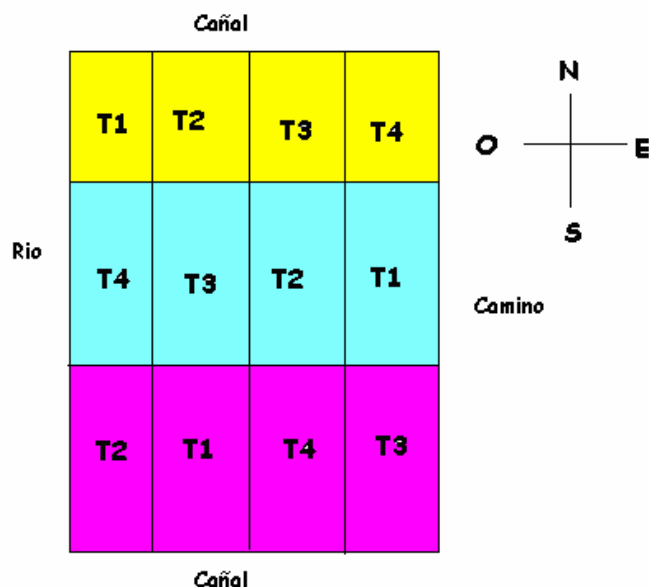
El estudio se realizó en la finca Asunción de María, ubicada en el municipio de la Democracia departamento de Escuintla, Guatemala. La región posee un clima cálido entre 38 y 35 grados centígrados con precipitación pluvial alta (1365 mm de lluvia promedio anual) durante los meses de invierno. La variedad de caña en la que se hizo el estudio es la CP-722086. Ésta es una variedad temprana-intermedia que se produce en regiones altas, medias y bajas con un porcentaje de floración del 95% en zonas altas y de un 10% en zonas bajas. Se adapta regularmente en terrenos arenosos y soporta muy bien las condiciones de humedad. Las enfermedades más comunes que se presentan en esta variedad son el mosaico fusarium y la raya roja. El corcho que produce esta variedad depende de la altura del terreno. Se espera en zonas altas un 55% de corcho, en zonas intermedias un 20% y en zonas bajas un 10%.

El área total del estudio es de 2.68 ha divididas en 12 parcelas (unidades experimentales) de 0.22 ha cada una. Éstas constan de 16 surcos de 115 metros de largo cada uno y la distancia de siembra entre surcos fue de 1.40 metros. El estudio consta de cuatro tratamientos y tres repeticiones, tal y como se muestra en la figura 1. La distribución de los tratamientos se hizo aleatoria mente. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

5.1 Distribución de Tratamientos

Figura 1



El tratamiento número 1 (T1) es el control, el cual no tiene fertilizante. El tratamiento 2 (T2) corresponde al Nitrato de amonio a una dosis de 81.20 kg. N/Ha. El tratamiento número 3 (T3) corresponde al N-Total y posee 19.2 kg N / Ha. El tratamiento número 4 (T4) corresponde al N-Total y posee 34.95 kg N/Ha.

El fertilizante se aplicó a los 30, 45 y 75 días en dosis iguales después de la germinación del cañal. El cañal es una plantilla de primer corte.

El nitrato de Amonio se aplicó al voleo, para facilitar la aplicación se pesó bolsas de plástico transparente con 2.48 lb. de Nitrato de Amonio y se colocaron al principio de los dieciséis surcos con los que cuenta cada parcela para hacer un total de 39.68 lb ó 18.03 kg. por parcela (Ver tabla 1).

El N-total con dosis 19.2 kg N/Ha (T3), se aplicó disuelto en agua con la ayuda de una bomba fumigadora marca Matabi. Cada parcela se aplicó con 4 fumigadoras de 16 lt. cada bomba consta de 0.92 kg de N-Total y alcanza para cubrir 460 m lineales (4 surcos).

La descarga de la bomba fue de 0.03 litros por metro lineal y la concentración de 0.0575 kg por litro. Se utilizó una boquilla cónica totalmente abierta para que el flujo de agua que arroja la bomba fuese un chorrito para que penetrase en la primera pulgada del suelo (Ver tabla 1).

El N-total con dosis de 34.95 kg N/Ha.(T4) se aplicó de la misma manera que el anterior(T3) la descarga por bomba fue de 0.03 litros por metro lineal y cada bomba constó de 1.67 kg de N-total. La concentración de producto por bomba de 16 litros fue de 0.1 kg por litro (Ver tabla 1).

Tabla 1. Dosis nitrogenadas por parcela

Fertilizante	Número Aplicaciones	Kg. Fertilizante/ Ha	Kg N/Ha	Total de Fertilizante a aplicar en 1 parcela. Kg	Kg NO3 ó N-Total /aplicación/Parcela
Nitrato de Amonio (T2) *	3	242.4	81.20	54.08	18.03
N-Total (T3)*	3	49.30	19.2	11	3.67
N-Total (T4)*	3	89.64	34.95	20	6.67
Control (T1)*	0	0	0	0	0

* T1= Control, T2= Nitrato de Amonio 33.5% N, T2 y T3= N-Total 39% N

Se hizo tres análisis foliares por tratamiento a lo largo del estudio. El primero de estos fue tomado antes de iniciar con las aplicaciones de fertilizante. El segundo se tomó a los 15 días de la aplicación de fertilizante y el ultimo muestreo foliar se tomó 10 días después de la ultima aplicación de fertilizante. El muestreo de las variables de desarrollo se hizo a los 30 días después de terminadas las aplicaciones de fertilizante. Las variables estudiadas fueron: diámetro de tallo, distancia entre entrenudos, altura de tallo, grado de azúcar, población y biomasa.

5.2 Metodología de muestreo

El efecto de cabecera no fue considerado en este estudio en vista de que el pante de caña estudiado posee caña en los extremos (norte-sur). El efecto de borde fue considerado al cosechar únicamente los surcos 3, 7, 11, 15 de cada parcela

Para cuantificar las variables de respuesta se muestreo dos metros lineales de los surcos 3, 7, 11 y 15. La metodología de muestreo fue la siguiente:

1. El principio de cada parcela estuvo ubicado en la parte norte de la misma y se comenzó a contar los surcos de este a oeste (Ver figura 1).
2. Los muestreos del surco número 3 fueron al principio de la parcela. Los muestreos de los surcos número 7 fueron a 25 metros del principio de la parcela. Los muestreos de los surcos número 11 fueron a 50 metros del principio de cada parcela,. Los muestreos para los surcos 15 fueron a 75 metros del principio de cada parcela.

Primero se cosechó cada muestra y se etiquetó. Luego se obtuvo el peso con hojas y el peso sin hojas de cada una de las muestras. La recolección de datos para diámetro de tallo, distancia entre entrenudos, altura de tallo se hizo a 10 tallos seleccionados al azar en cada muestreo. El muestreo de porcentaje de sólidos solubles se hizo a 5 tallos al azar con la ayuda de un refractómetro portátil marca Leika modelo 137531-L0 con una escala de 1 a 50 grados Brix. El muestreo de población se hizo contando la cantidad de tallos que hubo en los 2 metros lineales de cada muestra.

Los datos se evaluaron con el paquete estadístico MSTAT (MSTAT, 1988). Se realizó un análisis de varianza a los resultados foliares y las variables de desarrollo. Para diferenciar entre tratamientos se utilizó la prueba LSD Fisher y W Tukey.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Análisis de Suelos

Tomando en cuenta el análisis de suelo que se realizó a cada una de las parcelas se puede notar que la diferencia entre los tratamientos es mínima (Tabla 2), y los resultados NPK están muy por debajo del rango adecuado recomendado por el laboratorio (1). La deficiencia de nitrógeno del suelo se debe a factores de mineralización, lixiviación, erosión, explotación constante de la tierra sin que esta tenga un programa adecuado de fertilización para no agotar las reservas existentes de elementos y la volatilización que constituye una de las formas principales formas de pérdida de nitrógeno del campo. La razón por la que se tomó un solo análisis de suelo por tratamiento es para determinar que se contó con suelos de características similares y no para partir de estos análisis a realizar un plan de fertilización para mejorar las características químicas. Lo que se evaluó fue el comportamiento del fertilizante en el cultivo

Tabla 2: Análisis de suelos (2)

	Análisis de Suelo			R. adecuado
	T1	T2	T3	
pH	6.2	6.2	6.4	5.5 - 7.2
Conductividad eléctrica dS/m	0.05	0.04	0.04	0.2 – 0.8
Materia Orgánica %	6	6	6	2 – 4
CIC (meq/100ml)	9.1	7.8	7.7	5 – 15
Saturación de K (%)	1.1	1.4	1.1	4% - 6%
Saturación de Ca (%)	90.9	90.8	89.5	60% - 80%
Saturación de Mg (%)	7.9	7.8	9.4	10% - 20%
Saturación de Al + H (%)	0	0	0	< 20%
				ppm
N (mg/L suelo)	< 5	< 5	< 5	25 – 250
P (mg/L suelo)	< 10	< 10	< 10	30 – 75
K (mg/L suelo)	40.9	43.1	< 40	150 – 300
Ca (mg/L suelo)	1660	1410	1370	1000 - 2000
Mg (mg/L suelo)	86.8	72.4	86.7	100 – 250
Cu (mg/L suelo)	0.6	0.6	0.6	1 – 7
Fe (mg/L suelo)	28.5	26.5	23	40 – 250
Mn (mg/L suelo)	1.8	1.7	0.9	10 – 250
Zn (mg/L suelo)	1.9	1.3	1.3	2 – 25
Al (mg/L suelo)	8	< 8	8	< 100

(1) Ver apéndice 1. Análisis de Suelos (2) Los resultados del tratamiento 4 no se tomaron en cuenta en vista que la muestra estaba contaminada.

La CIC que es menor de 10 quiere decir que es un suelo arenoso con poca retención de agua y con índices altos de lixiviación de nitrógeno. La conductividad eléctrica también está baja en el suelo lo que supone un contenido bajo de sales como el magnesio y el potasio. El contenido alto de materia orgánica se debe a los restos de la cosecha que quedan en el campo después de la zafra, lo cual es rico en micro elementos y fósforo. El resto de tratamientos tuvieron un comportamiento similar y los resultados demuestran que los tratamientos se establecieron en suelos con características similares, por lo que se justifica el uso de un diseño completamente aleatorio.

Los niveles de nitrógeno como ión nitrato en el suelo de todas las parcelas estuvieron en menos de 5 ppm lo cual representa un parámetro muy bajo para los requerimientos del cultivo. La pendiente del terreno favoreció en gran parte a la pérdida del elemento por erosión, las partículas de suelo erosionadas son ricas en NH_4^+ el cual es transformado a nitrato por las bacterias

El pH del suelo que es de 6.3 en promedio es ideal para la reproducción de bacterias fijadoras de nitrógeno, lo cual constituyó una fuente alterna de obtención del elemento para el cultivo. Sin embargo el pH no tiene influencia en la eficiencia de absorción de nitrógeno por parte de las plantas (Pérez, O. 2003:11).

Las lluvias son otro medio de abastecimiento de nitrógeno a los cultivos. No se puede descartar el período lluvioso como fuente de nitrógeno que favoreció a todos los tratamientos.

6.2 Análisis de Plantas

Para realizar el análisis de plantas es necesario muestrear la cuarta hoja totalmente desarrollada de la punta superior hacia abajo. A esta hoja se le conoce con el nombre de TVD. Se realizaron tres muestreos foliares por tratamiento a lo largo del experimento cuyos resultados se observan continuación en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de los tres muestreos foliares

Muestreo 1 (16/7/2003)										
	N	P	K %	Ca	Mg	B	Cu	Fe ppm	Mn	Zn
T1	1.8	0.4	1.5	0.3	0.16	0.9	3.2	54	4	15.5
T2	1.8	0.4	1.5	0.3	0.16	0.9	3.2	54	4	15.5
T3	1.8	0.4	1.5	0.3	0.16	0.9	3.2	54	4	15.5
T4	1.8	0.4	1.5	0.3	0.16	0.9	3.2	54	4	15.5
Rango	1.5-2.5	.15-.25	1-1.7	.16-.40	.08-.25	1 a 30	4 a 10	30 - 200	12-200	13-40

Muestreo 2 (31/7/2003)										
	N	P	K %	Ca	Mg	B	Cu	Fe ppm	Mn	Zn
T1	1.9	0.24	1.3	0.5	0.21	6	3.9	85.5	9.6	14.8
T2	1.9	0.22	1.3	0.5	0.21	5.6	5.7	91.5	13	15.2
T3	2.2	0.24	1.3	0.5	0.23	6.7	4.3	94	9.8	15.2
T4	1.9	0.27	1.3	0.5	0.22	6.4	5	82.5	7.2	16.9
Rango	1.5-2.5	.15-.25	1-1.7	.16-.40	.08-.25	1 a 30	4 a 10	30 - 200	12-200	13-40

Muestreo 3 (22/9/2003)										
	N	P	K %	Ca	Mg	B	Cu	Fe ppm	Mn	Zn
T1	1	0.25	0.7	0.4	0.16	3.3	2	46.9	2.9	9.1
T2	1.1	0.13	0.7	0.4	0.15	0.6	2.1	49	5.4	11.5
T3	1.1	0.13	0.9	0.3	0.11	2.1	1.4	41.7	2.7	9.4
T4	1.2	0.11	0.7	0.4	0.15	0.7	2.1	50	5.3	11.6
Rango	1.5-2.5	.15-.25	1-1.7	.16-.40	.08-.25	1 a 30	4 a 10	30 - 200	12-200	13-40

En la tabla 3 se muestran los resultados de los análisis foliares. En el primer análisis foliar se puede ver que el N, P, K, Ca, Mg, Fe y Zn están presentes en la hoja en un rango adecuado, en el segundo muestreo todos los elementos estuvieron en rangos adecuados y en el tercer muestreo a los 120 días la cantidad de macro y micro elementos fue escaso en las hojas del cultivo con excepción del calcio y magnesio. En base al análisis foliar se puede afirmar que el cultivo tiene su máximo aprovechamiento de elementos entre los 45 y 60 días después de la germinación. A diferencia del análisis de suelos en el que la mayoría de micro elementos fue escaso estuvo bajo, en el análisis foliar se presume que los micro elementos que se tienen foliar mente son los que la plantilla aprovecha del rastrojo de caña que queda después de la cosecha que es rico en micro nutrientes.

Al hacer un análisis de todos los elementos se pudo constatar que estadísticamente no existe diferencia significativa en cuanto a las medias de los mismos. Sin embargo, el fósforo aumentó en el segundo muestreo y luego disminuyó para mostrar un comportamiento constante. El resto de elementos no tuvo cambios drásticos en cuanto a su comportamiento en la hoja en ninguno de los tratamientos.

Tabla 4. Análisis de varianza para el porcentaje de N en las hojas de caña de azúcar¹

Anova: Single Factor						
Nitrogeno						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	3	4.7	1.566667	0.243333		
T2	3	4.8	1.6	0.19		
T3	3	5.1	1.7	0.31		
T4	3	4.9	1.633333	0.143333		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.029167	3	0.009722	0.04386	0.986881	4.06618
Within Groups	1.773333	8	0.221667			
Total	1.8025	11				

1. El muestreo 1 se realizó tomando hojas aleatorias de todas las parcelas. Los muestreos 2 y 3 se realizaron por tratamiento y de cada tratamiento se tuvo una muestra compuesta. Para realizar el ANOVA los resultados de cada muestreo se convirtieron en una repetición.

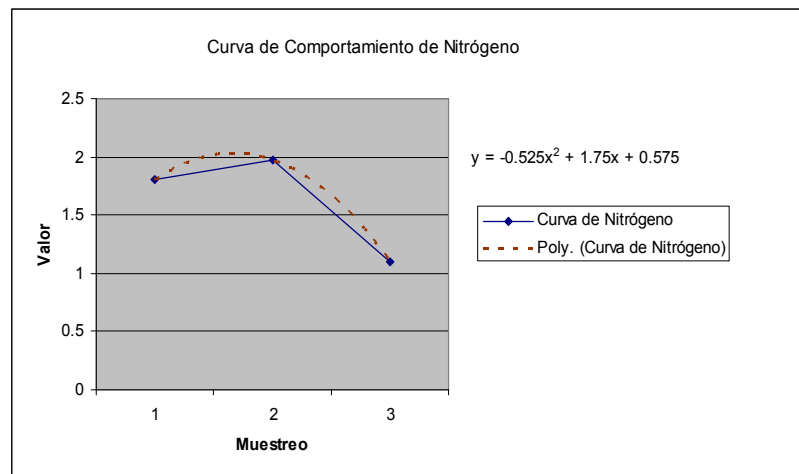
En resultados de las medias del nitrógeno entre tratamientos se puede apreciar claramente que el tratamiento uno tuvo una media más baja que el resto de los tratamientos. El tratamiento 3 que posee la dosis de 19.2 kg N/HA comparado con el resto de tratamientos tuvo la media más alta de nitrógeno foliar.

Como se puede apreciar en la tabla 4, los resultados estadísticos confirman que el comportamiento del nitrógeno en los cuatro tratamientos no varió estadísticamente. La

probabilidad de que las medias sean iguales es bastante cercana a 1 y la F estadística es más pequeña que la F crítica, esa es la razón por la cual no existe diferencia entre los muestreos de nitrógeno de los 4 tratamientos.

El comportamiento del nitrógeno posee una forma cuadrática (Gráfica 1), la cual viene de un pico disminuyendo según la época de muestreo. Esta disminución se debe a que el cultivo en sus primeros 120 días de desarrollo requiere y utiliza el nitrógeno para su crecimiento y desarrollo como se mencionó anteriormente.

Gráfica 1. Curva de comportamiento del nitrógeno



6.3 Análisis de variables de desarrollo.

Para comprobar las diferencias entre las variables de desarrollo se utilizó tres pruebas estadísticas para verificar los resultados. El análisis de varianza indica si existe diferencia entre las medias de los tratamientos. Las pruebas de Fisher y Tukey hacen una comparación entre las medias que se obtienen y agrupan las medias que son estadísticamente iguales. En la tabla 5 se presentan los resultados de las diferencias entre tratamientos. Como se puede observar las variables que fueron distintas son: diámetro de tallo, biomasa con hoja, biomasa sin hoja y altura de tallo.

Tabla 5. Diferencias de los tratamientos

Prueba estadística	ANOVA	(LSD) Fisher	(W) Tukey
Variable			
Población	No	No	No
Grado	No	No	No
D. entre entrenados	No	Si	No
Diámetro de Tallo	Si	Si	Si
Biomasa sin hoja	Si	Si	Si
Biomasa con hoja	Si	Si	Si
Altura de Tallo	Si	Si	Si
Número de canutos	No	No	No

Al graficar el resultado de las medias de todos los tratamientos (gráfica 3) se puede notar que el tratamiento 2 obtuvo los mejores resultados de respuesta por variable y que el tratamiento 1 siempre desplegó los resultados más bajos. Sin embargo es importante mencionar que el tratamiento 2 comparado estadísticamente con los tratamientos 3 y 4 no mostró diferencia alguna como se discutirá más adelante.

6.3.1 Diámetro de Tallo: El diámetro de tallo es la primera variable de desarrollo que presentó diferencia según el análisis de varianza que se ejecutó para todos los datos de cada tratamiento. Como se puede observar en la tabla 6, el f crítico para el diámetro de tallo es de 3.88, cuando se extrapolan los resultados de los tratamientos 2,3 y 4 con el tratamiento 1, se nota que la f estadística que se obtuvo para estos tratamientos es mayor que el f crítico, esto demuestra que si existen elementos diferenciales entre las medias de los tratamientos, o bien que los tratamientos 2, 3 y 4 son diferentes al tratamiento 1. (3)

(3) Observar el apéndice 4, resultados estadísticos de variables de desarrollo

Grafica 2. Comparación de medias de los tratamientos

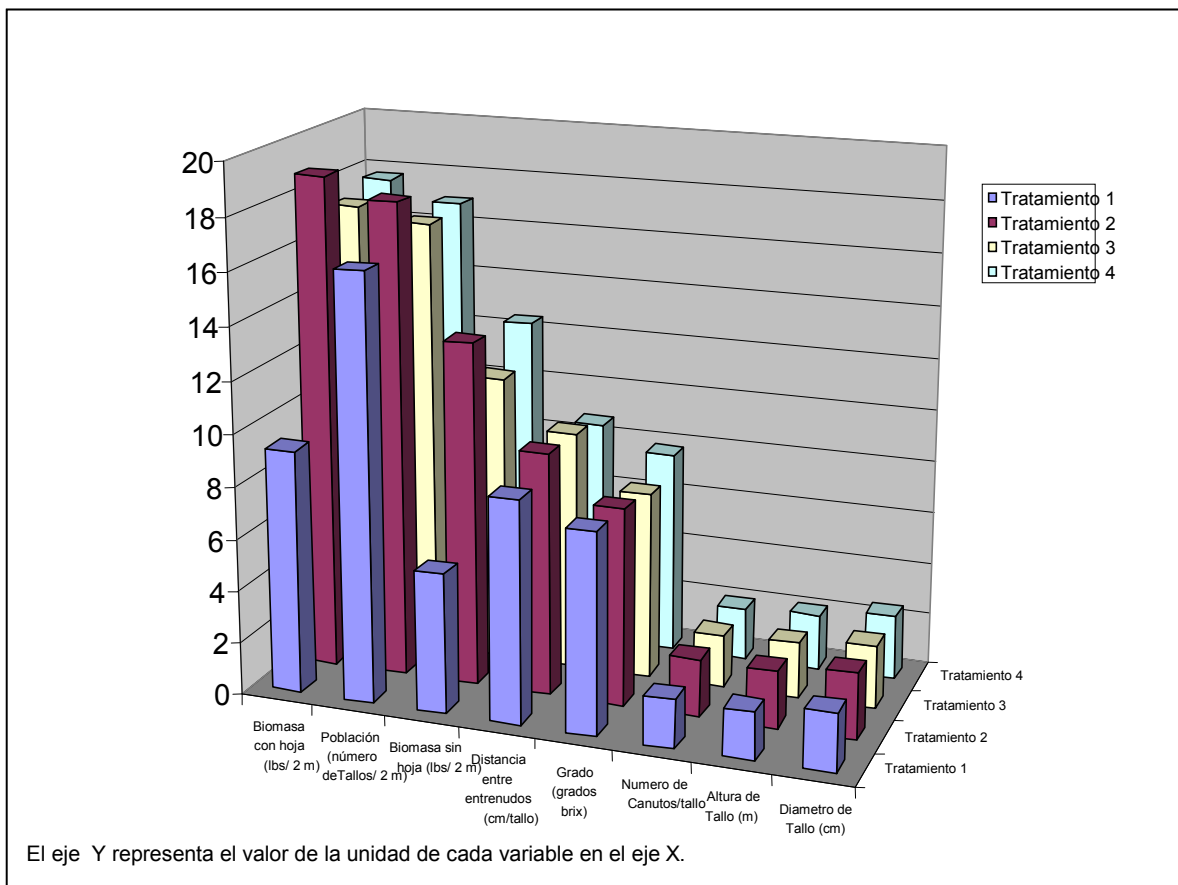


Tabla 6. ANOVA. Comparación de F de fisher para cada una de las variables de desarrollo

	Población						Grado						Número de Canutos					
	T2		T3		T4		T2		T3		T4		T2		T3		T4	
	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit
T1	0.45	4.30	0.05	4.30	0.10	4.30	0.05	3.92	1.33	3.92	0.08	3.92	2.41	3.88	0.67	3.88	0.49	3.88
T3	0.25	4.30					1.14	3.92					0.58	3.88				
T4	0.20	4.30	0.01	4.30			0.25	3.92	1.83	3.92			0.74	3.88	0.01	3.88		

	Altura de Tallo *						Biomasa con Hoja *						Biomasa sin Hoja *					
	T2		T3		T4		T2		T3		T4		T2		T3		T4	
	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit
T1	41.86	3.88	36.58	3.88	32.35	3.88	65.53	4.30	112.1	4.30	70.31	4.30	43.50	4.30	55.67	4.30	43.12	4.30
T3	3.78	3.88					1.76	4.30					2.69	4.30				
T4	2.04	3.88	0.09	3.88			0.72	4.30	0.19	4.30			0.23	4.30	1.36	4.30		

	Distancia entre entrenado						Diámetro de Tallo *					
	T2		T3		T4		T2		T3		T4	
	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit	F	F crit
T1	3.49	3.88	3.07	3.88	0.25	3.88	18.73	3.88	6.43	3.88	9.40	3.88
T3	0.08	3.88					5.82	3.88				
T4	2.58	3.88	2.16	3.88			2.34	3.88	0.59	3.88		

Un dato interesante es el resultado de ANOVA de la extrapolación del tratamiento 2 con el tratamiento 3 del diámetro de tallo en la tabla 6. Este resultado despliega que si hay elementos diferenciales entre el tratamiento 2 y 3. Para poder confirmar esto se realizó a esta variable una prueba (LSD) de Fisher y otra de (W) Tukey. Los resultados del análisis de Fisher muestran que no existe diferencia entre el tratamiento 2 y 3. Para poder afirmar esto Fisher se basa en un modelo de distribución normal, en este modelo se compara el número LSD “Least Significant Difference” con la diferencia entre las medias de los tratamientos como se puede observar en la tabla 7. La comparación del LSD con la diferencia de las medias en los tratamientos 2 y 3 da un resultado negativo, lo que confirma que son iguales, aunque muy cercanos, y sería un riesgo aceptar que los tratamientos son diferentes porque se tendría únicamente un 5% de probabilidad de estar en lo cierto. Esto quiere decir que el LSD es poco más grande que la diferencia de las medias de ambos tratamientos, por lo tanto, aún se encuentra bajo el área de la curva en la cual se rechaza la hipótesis de que sean los tratamientos distintos a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 7. Análisis (LSD) fisher para diámetro de tallo

Prueba de Fisher			
D. Tallo	LSD=	0.1196	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	0.2955	0.1759	Yes
T4-T1	0.2182	0.0986	Yes
T3-T1	0.1775	0.0579	Yes
T2-T3	0.1180	-0.0016	Neg
T4-T3	0.0407	-0.0789	Neg
T2-T4	0.0773	-0.0423	Neg

Para confirmar los resultados que mostró la prueba LSD de Fisher debido a la cercanía del punto LSD y el punto de la diferencia de medias T2 y T3 se realizó la prueba de W Tukey, la cual es más drástica que Fisher porque existe una probabilidad alta de declarar que las medias de los tratamientos que se comparan muestren diferencias. Los resultados fueron los mismos) al confirmar que no existe diferencia estadística en el desarrollo del diámetro del tallo entre el tratamiento 2 y 3. Lo cual se puede confirmar en la tabla 8.

Tabla 8. Análisis (W) tukey para diámetro de tallo

Prueba W de Tukey			
Diámetro de Tallo	W= 0.15672		
Operación	Dif. λ medias	Dif con W	Significación
T2-T1	0.2955	0.1388	Yes
T4-T1	0.2182	0.0614	Yes
T3-T1	0.1775	0.0208	Yes
T2-T3	0.1180	-0.0387	Neg
T4-T3	0.0407	-0.1161	Neg
T2-T4	0.0773	-0.0794	Neg

No se puede afirmar que existen diferencias con respecto al desarrollo del diámetro de tallo entre los tratamientos 2, 3 y 4 debido que los 3 análisis estadísticos dicen lo contrario y en la gráfica 3 se observa un crecimiento similar entre estos cuando se grafican sus medias.

6.3.2 Altura de Tallo: Los resultados de evaluar la variable diámetro de tallo según el ANOVA que se presenta en la tabla 6 nos dicen que los tratamientos 2, 3 y 4 son significativamente distintos al tratamiento 1. Esto quiere decir que los tratamientos 2, 3 y 4 muestran un mayor crecimiento en cuanto a altura comparados con el tratamiento 1. Sin embargo, cuando se comparan estos tratamientos entre sí la F estadística es más pequeña que la F crítica. Esto quiere decir que estos tratamientos no poseen diferencias

significativas en cuanto a crecimiento debido que sus medias no presentan elementos estadísticos diferenciales.

Los análisis de Fisher y Tukey ayudan a confirmar los resultados del ANOVA desplegando resultados en los que se confirma que los tratamientos T2, T3 y T4 no son diferentes entre ellos y los 3 son diferentes al T1. (Tabla 9 y 10).

Tabla 9. Resultados de análisis de fisher para altura de tallo

Prueba de Fisher			
Altura de Tallo	LSD= 0.0858		
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	0.3525	0.2667	Yes
T4-T1	0.2958	0.2100	Yes
T3-T1	0.2871	0.2013	Yes
T2-T3	0.0654	-0.0204	neg
T4-T3	0.0087	-0.0771	neg
T2-T4	0.0567	-0.0291	neg

Tabla 10. Resultados de análisis de tukey para diámetro de tallo

Prueba W de Tukey			
Altura de Tallo	W= 0.1124		
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T2-T1	0.3525	0.2401	Yes
T4-T1	0.2958	0.1834	Yes
T3-T1	0.2871	0.1747	Yes
T2-T3	0.0654	-0.0470	neg
T4-T3	0.0087	-0.1037	neg
T2-T4	0.0567	-0.0557	neg

6.3.3 Biomasa (Peso Fresco): Como se dijo antes, el tratamiento 2 es el que tuvo la media más alta en la mayoría de variables y la biomasa no fue la excepción. La biomasa se evaluó con hojas (fig. 2) y sin hojas (fig 3.).

Figura 2. Peso de biomasa con hoja



Figura 3 .Peso de biomasa sin hoja



Las diferencias de la media son claras y el peso más alto en lb. lo tuvo en tratamiento 2 con 18.9 lb. , seguido por el tratamiento 4 con 17.68 lb. , luego el tratamiento 3 con 17.2 lb. y por último el tratamiento 1 con 9.3 lb.

El análisis de ANOVA en la tabla 6 nos dice que los tratamientos 2, 3 y 4 fueron bastante superiores en peso en lb. al tratamiento 1. Esto se deduce fácilmente al comparar la F estadística que es mucho más grande que la F crítica. Las pruebas de Fisher y Tukey respaldan este resultado tal y como se muestra en la tabla 11 y 12.

Tabla 11. Resultados del análisis de fisher para biomasa con hoja

Prueba de Fisher			
Biomasa con Hoja	LSD=	2.2522	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	9.5850	7.3328	Yes
T4-T1	8.3600	6.1078	Yes
T3-T1	7.8808	5.6286	Yes
T2-T3	1.7042	-0.5480	neg
T4-T3	0.4792	-1.7730	neg
T2-T4	1.2250	-1.0272	neg

Tabla 12. Resultados del análisis tukey para biomasa con hoja

Prueba W de Tukey			
Biomasa con Hoja		W= 3.0794	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T2-T1	9.5850	6.5056	Yes
T4-T1	8.3600	5.2806	Yes
T3-T1	7.8808	4.8014	Yes
T2-T3	1.7042	-1.3752	Neg
T4-T3	0.4792	-2.6002	Neg
T2-T4	1.2250	-1.8544	Neg

El peso de la biomasa sin hoja no fue distinto a los resultados expuestos en la biomasa con hoja. Aunque esta variable causa mucha incertidumbre porque al cortar las hojas no siempre se es equitativo con cada manojó. Los resultados se repiten mostrando siempre la diferencia de los últimos 3 tratamientos con el primero. Los tratamientos 2,3 y 4 no muestran diferencias significativas con respecto al peso sin hojas. (4)

En cuanto a producción se refiere, se podría hacer una diferenciación de esta en base a las medias de las variables biomasa con hoja y biomasa sin hoja que aparecen en la tabla 13 A y B. Sin embargo confiar en los resultados y afirmar que el tratamiento 2 es el mejor y que los tratamientos 2,3 y 4 son distintos sería un grave error porque se estaría contradiciendo las pruebas estadísticas que nos demuestran que los tratamientos son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 13. Promedio por ha. de peso en base a la media de cada tratamiento a 1.5 mts. entre surcos**A. Biomasa con hojas**

	T/Ha
T1	15.533
T2	31.500
T3	28.667
T4	29.467

B. Biomasa sin hojas

	T/Ha
T1	8.967
T2	21.917
T3	18.375
T4	20.717

4. Observar el apéndice 4, resultados estadísticos de biomasa sin hojas en las variables de desarrollo.

6.3.4 Grado de azúcar. Los resultados de la tabla 14 demuestran que la media del grado de azúcar en todos los tratamientos fue muy cercana. Al observar el valor de F crítica se puede afirmar que la F experimental estuvo muy lejos de esta. Los cuatro tratamientos están bajo el área de la curva y quiere decir que no existen elementos diferenciales para poder decir que son distintos.

El resultado anterior se confirmó por medio de una prueba de Fisher y Tukey que marcan la diferencia entre tratamientos. Como se muestra en la tabla 15 y 16 no hubo diferencia entre tratamientos. El resultado más cercano a ser distinto fue el de los tratamientos 3 y 4, pero se debe a elementos aleatorios que ocurren al azar entre la población de estos tratamientos. Por medio de los resultados se puede determinar que la caña aún no ha llegado a su madurez. Con 7 Grados brix se cuenta en el campo con un aproximado de 50 libras de azúcar por tonelada de caña y se espera que en la madurez llegue a un promedio de 220 a 250 lbs. de azúcar por tonelada de caña.

Tabla 14. ANOVA. Grado de azúcar

Anova: Single Factor						
Grado		Todos los tratamientos				
SUMMARY						
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
T1	60	458.7	7.645	6.502517		
T2	60	453.25	7.5541667	3.96816		
T3	60	428.85	7.1475	4.699612		
T4	60	467.05	7.7841667	8.617076		
ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>Df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	13.481198	3	4.4937326	0.75565	0.520053	2.642849
Within Groups	1403.4545	236	5.9468413			
Total	1416.9357	239				

Tabla 15. Prueba de fisher para grado de azúcar

Prueba de Fisher			
Grado	LSD= 0.8726		
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T4-T3	0.6367	-0.2359	neg
T1-T3	0.4975	-0.3751	neg
T2-T3	0.4067	-0.4659	neg
T4-T2	0.2300	-0.6426	neg
T1-T2	0.0908	-0.7818	neg
T4-T1	0.1392	-0.7334	neg

Tabla 16. Prueba de tukey para grado de azúcar

Prueba W de Tukey			
Grado	W= 1.1428		
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T4-T3	0.6367	-0.5061	neg
T1-T3	0.4975	-0.6453	neg
T2-T3	0.4067	-0.7361	neg
T4-T2	0.2300	-0.9128	neg
T1-T2	0.0908	-1.0520	neg
T4-T1	0.1392	-1.0036	neg

6.3.5 Población. La población de un cañal es importante porque la producción al final depende directamente de esta variable. Otro de los factores que afectan la población del cañal son la siembra, el método de siembra y la distancia de siembra. Como se dice en la metodología, el cañal es una siembra nueva, con este resultado se puede constatar que ésta fue buena porque los resultados estadísticos nos dicen que no hubo diferencia entre la cantidad de tallos que se usaron por muestreo en cada tratamiento (Ver tabla 17).

Tabla 17. ANOVA de población

Anova: Single Factor						
Población		Todos los Tratamientos				
SUMMARY						
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
T1	12.000	195.000	16.250	27.659		
T2	12.000	218.000	18.167	69.424		
T3	12.000	201.000	16.750	28.568		
T4	12.000	203.000	16.917	23.720		
ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	23.896	3.000	7.965	0.213	0.887	2.816
Within Groups	1643.083	44.000	37.343			
Total	1666.979	47.000				

Aunque la población afecta la biomasa por metro lineal con los resultados de la tabla 18 se puede determinar que no hubo diferencia entre la población de ninguno de los tratamientos. Sin embargo en los análisis de biomasa si hubo diferencia entre los pesos de biomasa del tratamiento uno con el resto de tratamientos. Esto significa que aunque hubo la misma cantidad de tallos por metro lineal los del tratamiento 1 pesaban menos que el resto de tratamientos. Tanto el peso como la población aumentan en los primeros tres años y luego comienzan a decaer. Este tipo de comportamiento tiene la forma de una distribución normal y en el segundo año la cantidad de tallos por metro lineal aumenta aumentando también el peso de la biomasa.

Tabla 18. Análisis de Fisher para la variable población

Prueba de Fisher			
Población	LSD=	4.8890	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	1.9167	-2.9723	Neg
T4-T1	0.6667	-4.2223	Neg
T3-T1	0.5000	-4.3890	Neg
T2-T3	1.4167	-3.4723	Neg
T4-T3	0.1667	-4.7223	Neg
T2-T4	1.2500	-3.6390	Neg

6.3.6 Distancia entre entrenudos. Al observar los resultados del ANOVA se puede ver que la diferencia entre la F estadística y la F crítica es de 0.62 cm y según este análisis los tratamientos poseen características similares en el crecimiento del tallo por medio de la separación de los entrenudos. Sin embargo, se hubiera esperado que los tratamientos 2,3 y 4 fueran diferentes estadísticamente en esta variable en vista de que éstos sí difieren en las pruebas de altura de tallo. Sin embargo, en la Tabla 19, en el análisis de Fisher se observa que el único tratamiento distinto a T1 es el tratamiento 2. El tratamiento 3 es casi igual LSD por lo que se considera que el LSD puede ser mayor o igual, cuando se tiene este tipo de resultados se puede establecer que los tratamientos son iguales para no tomar el riesgo o bien realizar otra prueba estadística para confirmar los resultados.

Tabla 19. Análisis de Fisher para distancia entre entrenudos

Prueba de Fisher			
Entrenudos	LSD=	0.71456	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	0.7583	0.0438	Yes
T3-T1	0.6583	-0.0562	neg
T4-T1	0.1917	-0.5229	neg
T2-T4	0.5667	-0.1479	neg
T3-T4	0.4667	-0.2479	neg
T2-T3	0.1000	-0.6146	neg

La prueba de Tukey para esta variable da como resultado que se rechaza la hipótesis que los tratamientos son distintos, porque no existe diferencia entre sus medias. Como se observa en la tabla 20, el número W de Tukey es más grande que la diferencia entre las medias de los tratamientos y para confirmar los resultados de Fisher se llega a la conclusión por medio de éste que los cuatro tratamientos son iguales.

Tabla 20. Análisis de Tukey para distancia entre entrenudos

Prueba W de Tukey			
Entrenudos	W=	0.9358	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T2-T1	0.7583	-0.1774	neg
T3-T1	0.6583	-0.2774	neg
T4-T1	0.1917	-0.7441	neg
T2-T4	0.5667	-0.3691	neg
T3-T4	0.4667	-0.4691	neg
T2-T3	0.1000	-0.8358	neg

Los resultados de la variable número de canutos no muestra elementos útiles de discusión porque sus pruebas de ANOVA, Fisher y Tukey demuestran claramente que los tratamientos son iguales tal y como se puede verificar en el apéndice 4.

6.4 Análisis de Costos

Al evaluar los costos, se hace una comparación entre el Nitrógeno total y el Nitrato de amonio para establecer por medio de un porcentaje la diferencia entre fertilizar con N-Total o Nitrato de Amonio por hectárea. Como se observa en la tabla 21 al fertilizar con N-Total a una dosis de 49.3 kg N/Ha los costos disminuyen en un **39.17%** por hectárea. Tomando en cuenta que los costos de aplicación son los mismos en ambos fertilizantes porque se supone que el jornal en ambos casos constituye la fertilización completa de una hectárea por cualquiera de los dos métodos. Aunque la fertilización con bomba de mochila comparada con la aplicación al voleo, es más eficiente debido que esta dirigida a la macolla y las personas hacen menos esfuerzo haciendo un mejor trabajo. Ambos fertilizantes se pueden aplicar con tractor al adaptar un aguilón a una rastra pulidora para aporcar y fertilizar al mismo tiempo. Este tipo de fertilización mecanizada es la que se utiliza actualmente, debido que con ese aporque se controla maleza, se airea el terreno y se incorpora el fertilizante. Al tener la facilidad de este implemento se puede aprovechar para aplicarlo en 2 ó 3 tantos para evitar las pérdidas del nitrógeno que son bastante altas y controlar la maleza que brota entre las mesas del cañal.

Tabla 21. Análisis de Costos de la evaluación

Análisis de Costos por Hectárea a una dosis de 80 Kg de N/Ha							
	Kg/Ha	qq/Ha	U\$/Kg	U\$/Ha	M. Obra/Ha 2 aplicaciones	Total en U\$	Dif en %
Nitrato de Amonio (T2)	242.40	5.33	0.28	67.87	11.00	78.87	
N-Total (T3)	49.30	0.99	0.75	36.98	11.00	47.98	39.17
N-Total (T4)	89.64	1.79	0.75	67.23	11.00	78.23	

6.4.1 Costos de manejo de una plantación de caña de azúcar. Los costos de manejo de la plantación se disparan durante el primer año como se ve en la tabla 22. Esto se debe a los gastos de siembra, entre ellos se puede mencionar: 1- Costo de semilla, 2- Siembra, tapado y aplicación de insecticida al suelo, 3- transporte de semilla y de personal al campo, 4- Costos indirectos. También los costos de mecanización son elevados debido a las labores de subsuelo, volteo y pulida que solo se realizan en el momento de la siembra. En el primer año el rubro fertilizante con nitrato de amonio representa al proyecto el 22% del presupuesto comparado con el 16% que representa el N-Total (ver tabla 22), en el segundo año los costos generales bajan porque no hay siembra y aún así el N-Total representa el 25% contra el 36% del nitrato de amonio.

Asumiendo que los rendimientos sean como se muestra en la tabla 23 al final de 5 años se tendría una utilidad total de Q 1528.45 ó 305.69 quetzales anuales. Para cumplir esto el N-total tiene que mantenerse igual o mejor que el nitrato de amonio durante los 5 años que dura la época de producción. Si al fertilizar los rendimientos bajan 7 toneladas anuales por hectárea, quiere decir que sería lo mismo fertilizar con nitrato de amonio que con nitrógeno total, porque si se asume que se tiene una utilidad líquida de 45 quetzales por tonelada anuales, al multiplicar esto por siete toneladas anuales que se pierden no se estaría teniendo utilidad económica de este producto.

Tabla 22. Costos de labores en Quetzales de manejo de caña de azúcar por hectárea con nitrato de amonio y N-Total (4)

Año	Nitrato de Amonio				N-Total			
	1		2		1		2	
	Costo/Ha	%	Costo/Ha	%	Costo/Ha	%	Costo/Ha	%
Siembra	1100	24	0	0	1100	25	0	0
Mecanización	850	19	200	9	850	20	200	11
Control Maleza	200	4	200	9	200	5	200	11
Fertilizante	1000	22	760	36	662.31	16	462.31	25
Herbicidas	625	14	625	29	625	15	625	32
Insecticidas	580	13	180	8	580	14	180	10
Administración	200	4	200	9	200	5	200	11
Total	4555	100	2165	100	4217.31	100	1867.31	100

Tabla 23. Utilidad líquida de nitrato de amonio y N-Total después de 5 años (4)

Año	Nitrato de Amonio			N-Total			Producción
	Costo	Utilidad	Diferencia	Costo	Utilidad	Diferencia	
1	4555	4500	-55	4217.31	4500	282.69	100
2	2165	5400	3235	1867.31	5400	3532.69	120
3	2165	6750	4585	1867.31	6750	4882.69	150
4	2165	6750	4585	1867.31	6750	4882.69	150
5	2165	5400	3235	1867.31	5400	3532.69	120
Utilidad			15585			17113.45	

(4) La utilidad líquida se tomo en base al estimado de producción y el costo de Q 45.00 es el resultado anual de liquidación de la finca Asunción de Maria por tonelada de caña anual por parte de Pantaleón S.A

7. CONCLUSIONES

- El Nitrato de Amonio y el N-Total mostraron diferencias positivas y significativas de desarrollo en altura de tallo, diámetro de tallo y Biomasa (Peso Fresco) con respecto al tratamiento control.
- Los grados Brix no variaron estadísticamente en ninguno de los tratamientos y no existe diferencial a favor del N- Total
- El Nitrato de Amonio no mostró diferencia estadística significativa en cuanto a las variables de desarrollo: Diámetro de Tallo, Altura de Tallo, Biomasa con hojas, Grados Brix y población de la caña de azúcar con respecto al N-Total. Esto demuestra que aparentemente el N-Total tiene mejor asimilación por parte del cultivo al estar presente en una dosis menor de elemento activo por unidad de área.
- La aplicación de la dosis de N-total 19.2 kg N/Ha baja el 39.17% del costo de insumos de fertilizante comparado con aplicar Nitrato de Amonio. 78.87 U\$/Ha
- No se recomienda utilizar la dosis de 34.95 kg N/Ha (T4) porque mostró los mismos resultados estadísticos que los tratamientos 2 (81.2 kg N/Ha) y 3 (19.2 kg N/Ha) a los cuatro meses de edad de la planta, y no muestra respuesta fisiológica a favor del cañal ni ahorro de capital.

8 RECOMENDACIONES

- Evaluar el fertilizante N-Total en la cosecha cuando vaya para fábrica, determinar las libras de azúcar por tonelada y la influencia que tiene este fertilizante en la calidad de los jugos de la dosis de 19.2 kg N/Ha.
- Evaluar el producto en diferentes tipos de suelo para determinar que no fue favorecido por la materia orgánica del suelo en el cual se realizó este estudio. Es importante continuar con la investigación por lo menos por otras dos cosechas, para demostrar que los resultados que se presentan en este estudio no se deben al azar y no fue favorecido ningún tratamiento por restos de fertilizante de la cosecha pasada.
- Incorporar el fertilizante directamente al suelo haciendo uso de un aguilón con ganchos subsoladores para que en la aplicación se volatilice la menor cantidad de nitrógeno posible y ésta sea más económica.
- Evaluar el producto en diferentes variedades de caña de azúcar para determinar cual de ellas tiene mejor respuesta al mismo debido que la literatura nos dice que cada variedad responde diferente a las dosis nitrogenadas que se le aplican.
- Dar seguimiento al presente estudio hasta que el cañal llegue a su madurez fisiológica para así poder determinar la relación nitrógeno azufre en la cosecha la cual en teoría debe ser igual a 12 y cumplir con las recomendaciones dadas anteriormente.

9. LITERATURA CITADA


- Acevedo, Cristóbal., et al. 2002. “Lixiviación del Nitrógeno por espaciamento entre drenes subterráneos”. *Agro-ciencia*. 36. (3): 25-34
- Aloma, J.; Cuellar, I. 1975. *La fertilización de la caña de Azúcar*. Cuba. ATAC 34: pp. 55-65..
- Boddey, R.M; Urquiaga, S. 1995. *Biological nitrogen fixation associated with sugar cane*. Sugar Journal, June 1995.
- (<http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/ca%F1aazucar.pdf>).
- Fauconier, R.; D. Bassereau. 1975. *La Caña de Azúcar*. Primera ed. Barcelona. Blume. pp 423.
- INTECAP. 1976. *Producción rentable y futuro de la caña de azúcar*. Seminario. Guatemala pp. 55.
- Mavolta, E.; Haag, H.P.; 1967. *Nutrición mineral de lagunas especies vegetales tropicales*. Sao Paulo.. 251 pp.
- Meyer, J,H.; Word, R,A.; Leibbrandt, N,B. 1986. *Recent advances in determinig the N requirement of sugar cane in South African sugar industry*. Durban, South Africa. pp. 205-211.
- MSTAT, 1988. *Users Guide Statics Esast Lansing. Crop and Soil Science*. Michigan
- Olivares Pascual. J. 1999. *Fijación biológica de nitrógeno*. Estación Experimental de Zaidín, Granada. S.P. www.eez.csis.es/olivares/prensa/ds29-07-99.htm.
- Ott, Lyman. 1977. AN INTRODUCTION TO STATISTICAL METHODS AN DATA ANALYSIS. California, USA. 730 pp.
- Pérez, O.; Ovalle, W.; Rodas, A.; López E.; Hernández, F.; 2003. *BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO EN CAÑA DE AZUCAR*. Métodos para la multiplicación y comportamiento de variedades promisorias en campo. CENGICANÑA, Guatemala, CONCYT. 26 p.
- Perafán, Felipe.; 2003, *Guía del cultivo de caña de azúcar*. Cali-Colombia. azucar@perafan.com

- Quintero, D,R.; 1993. *Interpretación del Análisis de Suelo y Recomendaciones de Fertilizantes para la caña de azúcar* . Cali. CENICAÑA.. 18 p. Serie Técnica No. 14.
- Russell, E,J.; Russell, E,W. 1968. *Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas* . Madrid. 801 pp.
- Schmelkes C,. 1996. *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación (tesis)*,. México ,. Editorial Latinoamericana, S.A. de C.V.,. 214 pp.
- Tisdale, S,L; Nelson, W,L; 1966. *Soil fertility and fertilizers*. New York, Macmillan.. 694 pp.
- Villegas, R.; Iznaga, O.; Ramos, T. 1986. *Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre la producción de 4 variedades de caña de azúcar*. Boletín INICA, No. 2. pp. 24.

10 APÉNDICE I

Análisis de suelo de los cuatro tratamientos

Figura 4. Análisis de suelo de tratamiento 1



**Soluciones
Analíticas**
Agrupación (Laboratorio)

11 Avenida 36-40, Zona 11 - Guatemala, C.A.
Teléfono: PAX 442-3422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com


INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente :	HERRERA CERVANTES (1594)	Número de orden :	45636
Persona Responsable :	HERRERA CERVANTES	Código de muestra :	03.05.22.04.07
Finca :	AGRICULTOR DE MARCA (E)	Fecha de ingreso :	12/05/2003
Localización :	LA BARRERILLA, BUCHEMULA	Fecha del Informe :	18/05/2003
Referencia Cliente :	CONTRATA Anuncio de compra : 0000490 00718		
Cultivo :	CAÑA DE AZÚCAR -Saccharum spp (33)		

PARAMETROS DEL SUELO		RANGO RECOMENDADO	
pH	6.2	5.5 - 7.2	
Concentración de Nitrógeno (C.N.)	0.05 40/m	0.2 - 0.8	
Actuación Orgánica (M.O.)	< 0.0 %	2.0 - 4.0	
C.C.T. a	0.2 mg/100 ml	5.0 - 15.0	
Saturación N	1.2 %	4% - 6%	
Saturación Ca	80.0 %	60% - 80%	
Saturación Mg	7.0 %	10% - 20%	
Saturación Al+H	0.0 %	< 10 %	

ELEMENTO	UNID.	CENC. (g/g)	NIVEL		RANGO RECOMENDADO (g/g)	DOSIS (kg/ha)
			BAJO	ALTO		
Nitrógeno	N-NO3	< 5.0	2		25 - 250	150 N
Fósforo	P	< 10.0	2		30 - 75	60 220P
Potasio	K	40.0	22		150 - 300	200 K2O
Calcio	Ca	3660.0	22222222222222222222		1000 - 2000	
Magnesio	Mg	86.0	22222222		100 - 250	80 MgO
Cobre	Cu	0.4	222222		1 - 7	1 Cu
Hierro	Fe	20.0	2222222		40 - 250	
Manganeso	Mn	1.0	2		10 - 250	5 Mn
Zinc	Zn	1.5	2222222222		1 - 25	1 Zn
Boro	B	< 0.0	2		< 100	

* Kg/ha = 1.54 * lb/ha


Revisado: 
Jefe de Laboratorio Agrícola

Metodología con base en:
Sparks G. (ed) (1996), Methods of Soil Analysis Part 1: Chemical Methods.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio. La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas. Este informe es válido únicamente en su impresión original.

Pág. 1/1

Figura 5. Análisis de suelo de tratamiento 2



Soluciones Analíticas
Agrupada • Asociada • Certificada

11 Avenida 36-40, Zona 11, Guatemala, C.A.
Teléfono: PHN 442-1422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : RUBEN CHEVRI (1504)
Persona Responsable: RUBEN CHEVRI
Finca : ASOCIACION DE SANTA I B)
Localización : LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA
Referencia Cliente : NITRATO AMONIO Asesor Asignado : RODOLFO ORTIZ
Cultivo : CABA DE ASOCHU - Saccharum offi (11)

Número de orden : 41533
Código de muestra: 01-09-12-36-35
Fecha de Ingreso: 12/09/2003
Fecha del Informe: 18/09/2003

PARAMETROS DEL SUELO		RANGO ADECUADO	
pH	6.2	5.5	7.4
Concentración de sales (C.S.)	0.04 dS/m	0.2	0.8
Materia Orgánica (M.O.)	4.0 %	3.0	4.0
C.T.C.e	7.8 meq/100 ml	5.0	15.0
Saturación N	3.4 %	4%	6%
Saturación Ca	90.0 %	60%	80%
Saturación Mg	7.8 %	30%	50%
Saturación Al+H	0.0 %	< 10 %	

ELEMENTO	CANT. ppm (g/g)	NIVEL			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSE kg/ha *
		BAJO	ACERCA	ALTO		
Nitrato N-N23	< 5.0 g				25 - 150	150 N
Fosforo P	< 10.0 g				20 - 75	40 500P
Potasio K	43.2 g				150 - 300	200 820
Calcio Ca	1619.9 g				1000 - 3000	
Magnesio Mg	72.4 g				100 - 250	70 850
Cobre Cu	9.6 g				1 - 7	1 Cu
Hierro Fe	26.5 g				40 - 250	
Manganeso Mn	1.7 g				10 - 250	5 Mn
Zinc Zn	1.3 g				2 - 25	2 Zn
Aluminio Al	< 8.0 g				< 100	

* kg/ha x 1.36 = lbs/ha

Revisado: *Rubén Chevri*
Jefe de Laboratorio Agrícola

Metodología con base en:
Sparks D. (ed) (1996), Methods of Soil Analysis Part 1: Chemical Methods.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio. La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas. Este informe es válido únicamente en su impresión original.

Página 1/1

Figura 6. Análisis de suelo de tratamiento 3

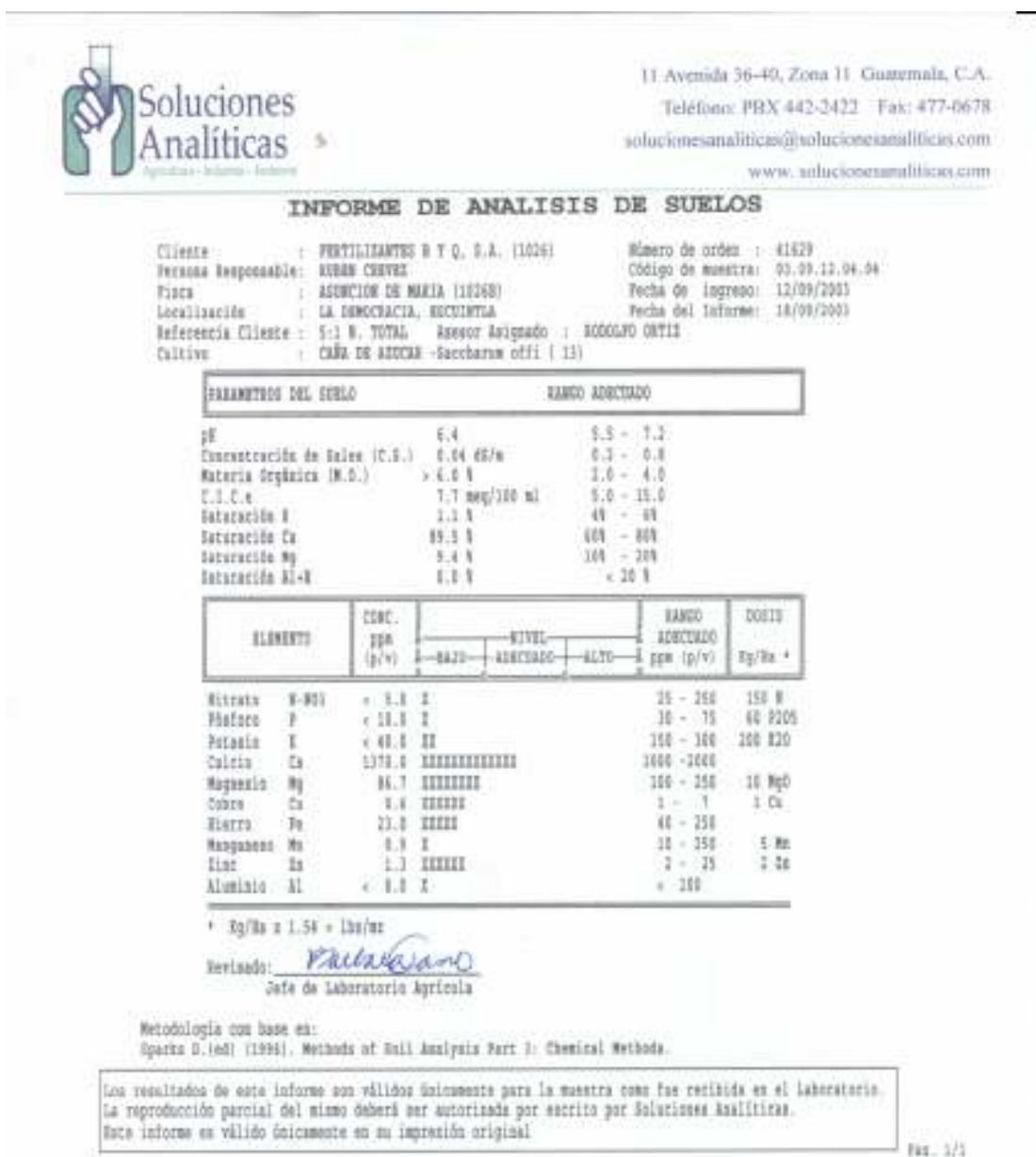



Figura 7. Análisis de suelo de tratamiento 4



Soluciones Analíticas
Agroquímicos - Alimentos - Ambiente

11 Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.
Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : PRODUCCIONES E S S, S.A. (0226)
 Persona Responsable: EDWIN CHAVES
 Finca: ASUNCIÓN DE SANTA (0226)
 Localización: LA DEMOCRACIA, BUQUINOLA
 Deficiente Cliente: S-I N. TOTAL Aseor Agrícola : BOCCAPG 0072
 Cultivo: CAÑA DE AZÚCAR - Saccharum spp (11)

Número de orden : 42629
 Código de muestra: 01.09.33.04.05
 Fecha de ingreso: 12/05/2007
 Fecha de Informe: 28/05/2007

PARAMETROS DEL SUELO	VALOR	RANGO REFERENCIAL
pH	6.5	5.5 - 7.2
Concentración de Sales (C.S.)	0.05 dg/c	0.2 - 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	> 6.0 %	2.0 - 4.0
C.T.C.a	12.0 meq/100 ml	5.0 - 15.0
Saturación K	3.0 %	0% - 6%
Saturación Ca	06.7 %	0% - 20%
Saturación Mg	9.0 %	10% - 30%
Saturación Al+H	0.0 %	< 10 %

ELEMENTO	CONC. ppm (g/g)	NIVEL			RANGO REFERENCIAL ppm (g/g)	EQUIV. Kg/ha *
		B-AJO	INTERMED	ALTO		
Nitrato N-NO3	< 5.0 E				35 - 350	100 N
Fósforo P	< 10.0 E				10 - 75	60 P2O5
Potasio K	170.0 XXXXXXXXXXXXX				150 - 300	110 K2O
Calcio Ca	2020.0 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				1000 - 2000	
Magnesio Mg	150.0 XXXXXXXXXXXXXXX				100 - 350	10 MgO
Cobre Cu	0.0 XXXXXXX				1 - 7	1 Cu
Hierro Fe	20.0 XXXXXX				40 - 250	
Manganeso Mn	1.1 E				10 - 250	5 Mn
Zinc Zn	2.3 XXXXXXXXXXX				2 - 25	
Aluminio Al	< 0.3 E				< 100	

* Kg/ha x 1.56 = lbs/ac

Revisado: Prubaklan
 Jefe de Laboratorio Agrícola

Metodología con base en:
 Sparks D. (ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra con la que se recibió en el Laboratorio. La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas. Este informe es válido únicamente en su impresión original.

Pag. 1/3

10.1 APÉNDICE 2

Análisis foliares de los tratamientos

Figura 8. 1er. Análisis foliar de los tratamientos 1,2,3 y 4



Soluciones Analíticas
Agricultura - Industria - Ambiente

11 Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.
Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente :	ASUNCION DE MARIA (1331)	Número de orden :	41217
Persona Responsable :	ING. RUBEN CHAVEZ	Código de muestra:	83.87.16.83.87
Finca :	ASUNCION DE MARIA (13310)	Fecha de ingreso:	16/07/2003
Localización :	LA DEMOCRACIA, QUICHUZA	Fecha del informe:	24/07/2003
Referencia Cliente :	PROBETA B & Q		
Cultivo :	CAÑA DE AZÚCAR -Saccharum spp (13)		

ELEMENTO	CONC. (p/p)	NIVEL			RANGO AJUSTADO	UNIDAD
		BAJO	INTERMEDIO	ALTO		
MACRO						
Nitrogeno N	1.8	XXXXXXXXXX			1.50 - 2.50	
Fosforo P	0.40	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			0.15 - 0.25	
Potasio K	1.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			1.00 - 1.70	
Calcio Ca	0.3	XXXXXXXXXXXXXXXX			0.10 - 0.40	
Magnesio Mg	0.16	XXXXXXXXXXXXXX			0.08 - 0.25	
PPM						
Boro B	0.9	XXXXXXXX			1 - 10	1.1 B103
Cobre Cu	1.2	XXXXXX			4 - 10	0.3 Cu
Hierro Fe	54.3	XXXXXXXXXXXX			10 - 200	
Manganeso Mn	4.3	XXXX			22 - 200	0.5 Mn
Zinc Zn	15.5	XXXXXXXXXX			11 - 40	

kg/ha * 1.54 - lbs/ha

Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnico de Soluciones Analíticas

Revisado: 


Jefe de Laboratorio Agrícola

Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio. La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.

Pág. 1/1

Figura 10. Análisis foliar del tratamiento 2, muestra 2



Soluciones Analíticas
Agricultura - Industria - Ambiente

El Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.
Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com


INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente : DEFUNCIÓN (111)
 Persona Responsable: ROSAN CHAVEZ
 Plaza : ASOCIACION DE MAJIA (11111)
 Localización : CA DEMOCRACIA, ESCUINTLA
 Referencia Cliente: NITRATO DE AMONIO
 Cultivo : CAÑA DE AZÚCAR - Saccharum offi (11)

Número de orden : 41174
 Código de muestra: 01.07.11.01.01
 Fecha de ingreso: 11/07/2003
 Fecha del Informe: 06/08/2003

ELEMENTO	CONC. (p/p)	NIVEL			RANGO ADECUADO	DOSIS Kg/ha +
		BAJO	ADecuADO	ALTO		
1						
Nitrogeno N	1.9	XXXXXXXXXX			1.50 - 2.50	
Fosforo P	0.22	XXXXXXXXXXXX			0.15 - 0.25	
Potasio K	1.3	XXXXXXXXXXXX			1.00 - 1.70	
Calcio Ca	0.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			0.10 - 0.40	
Magnesio Mg	0.21	XXXXXXXXXXXX			0.00 - 0.25	
ppm						
Boro B	5.6	XXXXXXXXXXXX			1 - 10	
Cobre Cu	5.7	XXXXXXXXXXXX			4 - 10	
Hierro Fe	11.8	XXXXXXXXXXXX			10 - 100	
Manganeso Mn	12.0	XXXXXXXXXXXX			12 - 200	
Zinc Zn	19.1	XXXXXXXXXXXX			10 - 40	

Kg/ha + 1.54 - lbs/m²
 Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnico de Soluciones Analíticas

Enviando: 
 Jefe de Laboratorio Agrícola

Asociación of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio. La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.

Figura 11. Análisis foliar del tratamiento 3, muestra 2

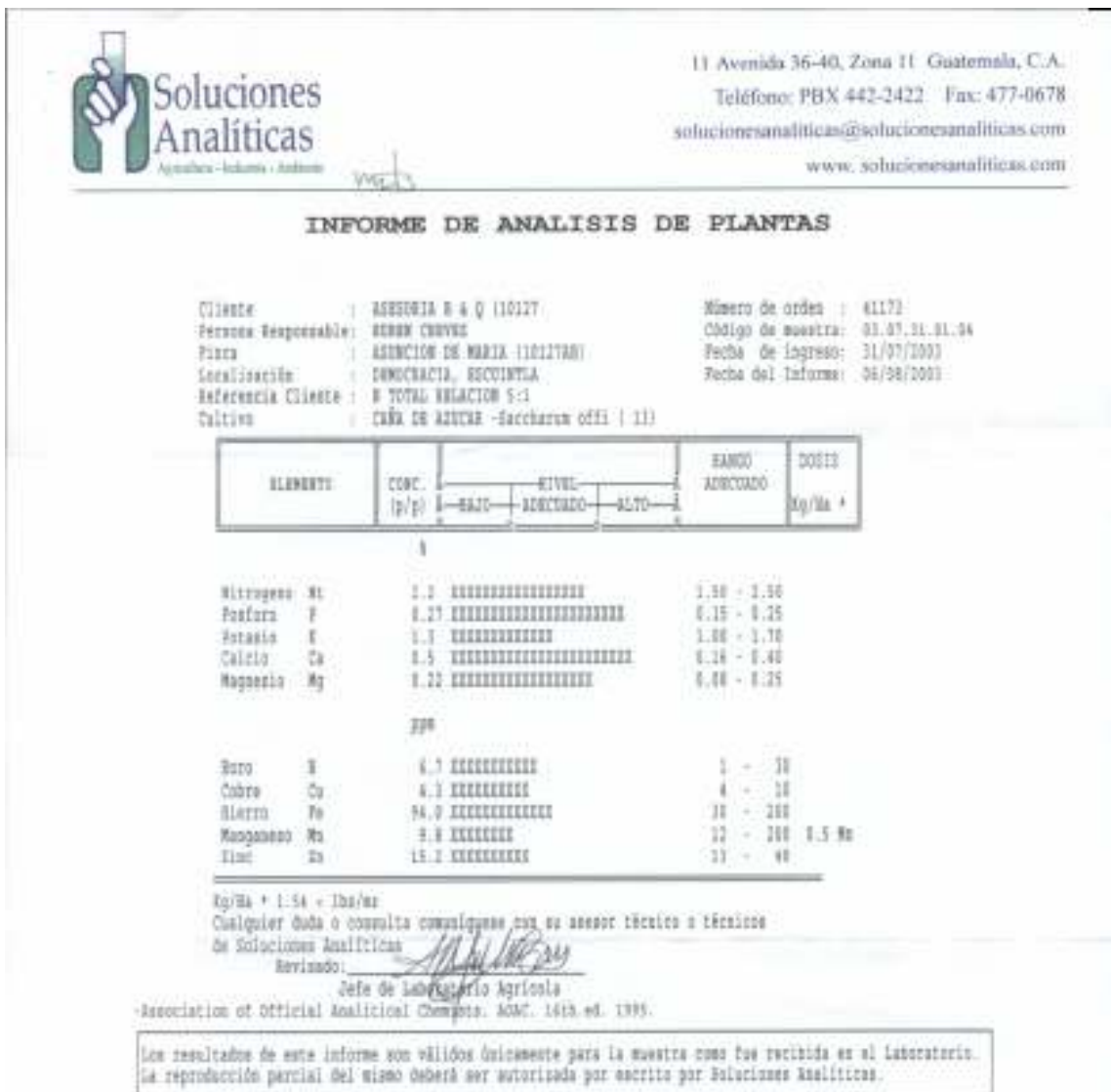



Figura 12. Análisis foliar del tratamiento 4, muestra 2




**Soluciones
Analíticas**
Agrofitos - Insectos - Alimentos

11 Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.
Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente :	ASOCIACION N & Q (10127)	Número de orden :	42171
Persona Responsable:	WISSEN CHAVEZ	Código de muestra:	01.07.11.01.03
Fincas :	ASUNCIÓN DE MARIA (10127AN)	Fecha de ingreso:	31/07/2003
Localización:	DEMOCRACIA, ESCUINTLA	Fecha del Informe:	06/08/2003
Referencia Cliente :	N TOTAL IGUAL COSTOS		
Cultivo :	CANA DE AZÚCAR - Saccharum offi (13)		

ELEMENTO	CONC. (p/p)	NIVEL			RANGO AUMENTADO	UNIDAD Eg/da *
		BAJO	ADecuADO	ALTO		
N						
Nitrogeno Nt	1.9	XXXXXXXXXXXX			1.50 - 2.50	
Fósforo P	0.24	XXXXXXXXXXXX			0.15 - 0.25	
Potasio K	1.3	XXXXXXXXXXXX			1.00 - 1.70	
Calcio Ca	0.5	XXXXXXXXXXXX			0.16 - 0.40	
Magnesio Mg	0.21	XXXXXXXXXXXX			0.08 - 0.25	
PPM						
Boro B	6.4	XXXXXXXXXX			1 - 10	
Cobre Cu	5.8	XXXXXXXXXX			4 - 10	
Níquel Ni	62.5	XXXXXXXXXX			10 - 200	
Molibdeno Mo	7.2	XXXXXX			12 - 200 0.5 Mc	
Zinc Zn	26.9	XXXXXXXXXX			23 - 40	

Eg/da * 1.54 = lbs/ha
Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnico
de Soluciones Analíticas
Revisado: 
Jefe de Laboratorio Agrícola
-Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.

Pag. 1/1

Figura 13. Análisis foliar del tratamiento 1 muestra 3



**Soluciones
Analíticas**
Agricultura - Industria - Ambiente

11 Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.
Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente : **HERNAN CRIVEL (1594)** Número de orden : 41618
 Persona Responsable: **HERNAN CRIVEL** Código de muestra: 01.09.11.01.19
 Finca : **AGUACION DE MARCA (2)** Fecha de ingreso: 12/09/2003
 Localización : **LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA** Fecha del informe: 22/09/2003
 Referencia Cliente : **CONTROL**
 Cultivo : **CASA DE AZÚCAR - Saccharum offic (13)**

ELEMENTO	CONC. (g/g)	NIVEL			RANGO ADECUADO	UNIDAD
		BAJO	ADecuADO	ALTO		
P						
Nitrógeno Nt	1.3	XXXXXX			1.50 - 2.50	**
Fósforo P	0.25	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			0.15 - 0.25	
Potasio K	0.7	XXXXXX			1.00 - 1.70	**
Calcio Ca	0.4	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			0.16 - 0.40	
Magnesio Mg	0.16	XXXXXXXXXXXXXX			0.08 - 0.25	
PP*						
Boro B	1.1	XXXXXXXXXX			1 - 30	
Cobre Cu	2.3	XXXX			4 - 10	0.1 Cu
Hierro Fe	46.9	XXXXXXXXXX			10 - 200	
Manganeso Mn	2.9	XX			11 - 200	0.5 Mn
Zinc Zn	9.1	XXXXXXXX			13 - 40	0.5 Zn


Eg/ha * 1.54 = lbs/ha

** Las deficiencias de elementos primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg, S)
 se sugiere corregirlas con aplicaciones al suelo.
 Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnicos
 de Soluciones Analíticas
 Revisado: *Pavaskano*
 Jefe de Laboratorio Agrícola
 -Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 15th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.

Pag. 1/1

Figura 14. Análisis foliar del tratamiento 2, muestra 3



**Soluciones
Analíticas**
Agricultura - Industria - Ambiente

11 Avenida 36-40, Zona 11 - Guatemala, C.A.
Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente :	RIBEN CHEVEZ 11504	Número de orden :	41630
Persona Responsable:	RIBEN CHEVEZ	Código de muestra:	05.09.12.01.18
Firma :	ASOCIACION DE MAJIA (E)	Fecha de ingreso:	12/09/2003
Localización :	LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA	Fecha del Informe:	17/09/2003
Referencia Cliente :	NITRATO AMONÍO		
Cultivo :	CAÑA DE AZÚCAR - Saccharum offi (L)		

ELEMENTO	CONC. (p/p)	NIVEL			RANGO ASOCIADO	DORIE Eg/ha *
		BAJO	ADCUADO	ALTO		
Nitrogeno Nt	1.1				1.50 - 2.50	**
Fosforo P	0.15				0.15 - 0.25	**
Potasio K	0.7				1.00 - 1.70	**
Calcio Ca	0.4				0.15 - 0.40	
Magnesio Mg	0.15				0.08 - 0.25	
PPM						
Boro B	0.8				1 - 30	1.1 B201
Cobre Cu	2.1				4 - 10	0.1 Cu
Zinc Zn	49.0				10 - 200	
Manganeso Mn	5.4				12 - 200	0.5 Mn
Selenio Se	11.5				13 - 40	0.5 Se

Eg/ha * 1.54 = lbs/ha


** Las deficiencias de elementos primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg, S) se sugiere corregirlas con aplicaciones al suelo.
Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnicos de Soluciones Analíticas
Revisado: *Parhaxcano*
Jefe de Laboratorio Agrícola

-Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.

Pág. 1/1

Figura 15. Análisis foliar del tratamiento 3, muestra 3



Soluciones Analíticas
Agricultura - Industria - Ambiente

11 Avenida 36-40, Zona 11, Guatemala, C.A.
Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente: FERTILIZANTES D Y Q, S.A. (1016) Número de orden: 41629
 Persona Responsable: BEREN CERVEN Código de muestra: 01.09.12.01.16
 Finca: ASUNCION DE MARIA (1016B) Fecha de ingreso: 12/09/2001
 Localización: LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA Fecha del Informe: 17/09/2001
 Referencia Cliente: S:1 N. TOTAL
 Cultivo: CAÑA DE AZÚCAR -Saccharum offi (11)

ELEMENTO	CNC. (p/p)	NIVEL			RANGO ACEPTADO	DOSIS kg/ha *
		BAJO	ACEPTADO	ALTO		
Nitrogeno Nt	1.1	XXXXXX			1.50 - 2.00	**
Fosforo P	0.11	XXXXXXXX			0.15 - 0.25	**
Potasio K	0.9	XXXXXXXX			1.00 - 1.70	**
Calcio Ca	0.3	XXXXXXXXXXXXXXXX			0.16 - 0.40	
Magnesio Mg	0.11	XXXXXXXXXXXX			0.06 - 0.25	
ppm						
Boro B	1.3	XXXXXXXXXX			1 - 10	
Cobre Cu	1.4	XX			4 - 10	0.3 Cu
Hierro Fe	41.7	XXXXXXXXXX			10 - 200	
Manganeso Mn	2.7	XX			11 - 200	0.5 Mn
Zinc Zn	0.4	XXXXXXXX			11 - 40	0.5 Zn


kg/ha * 1.38 = lbs/ha

** Las deficiencias de elementos primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg, S) se sugiere corregirlas con aplicaciones al suelo.
 Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnicos de Soluciones Analíticas
 Revisado: *[Signature]*
 Jefe de Laboratorio Agrícola
 -Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio. La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.

Pag. 1/1

Figura 16. Análisis foliar del tratamiento 4, muestra 3



Soluciones Analíticas
Agricultura - Alimentos - Ambiente

11 Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.
Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente : FERTILIZANTES B Y O, S.A. (1026)
 Persona Responsable: AIDEN CHEVES
 Finca : ASUNCION DE MARIA (1026B)
 Localización : LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA
 Referencia Cliente : 1:1 N. TOTAL
 Cultivo : CAÑA DE AZÚCAR - Saccharum offi (1)

Número de orden : 41429
 Código de muestra: 01.09.12.01.17
 Fecha de Impreso: 12/09/2003
 Fecha del Informe: 17/09/2003

ELEMENTO	CONC. (p/p)	NIVEL			RANGO ADecuADO	DOSIS Eg/ha *
		BAJO	ADecuADO	ALTO		
v						
Nitrogeno Nt	1.2	XXXXXXX			1.30 - 2.50	**
Fósforo F	0.21	XXXXXXX			0.15 - 0.25	**
Potasio K	0.7	XXXXXXX			1.00 - 1.70	**
Calcio Ca	0.4	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			0.16 - 0.40	
Magnesio Mg	0.15	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			0.08 - 0.25	
ppm						
Boro B	0.7	XXXXXXX			1 - 10	1.1 B2O3
Cobre Cu	2.1	XXXXX			4 - 10	0.3 Cu
Hierro Fe	56.6	XXXXXXXXXXXX			30 - 200	
Manganeso Mn	5.1	XXXX			12 - 200	0.5 Mn
Zinc Zn	21.6	XXXXXXXXXX			13 - 40	0.5 Zn

Eg/ha * 1.54 - lbs/ha

** Las deficiencias de elementos primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg, S)
se sugiere corregirlas con aplicaciones al suelo.
Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnicos
de Soluciones Analíticas

Revisado: *P. Palacios*
Jefe de Laboratorio Agrícola

-Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 14th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.

Pag. 1/1

10.3 APÉNDICE 4

Análisis de variables de desarrollo

10.3.1 Resultados estadísticos de producción

Tabla 36. ANOVA de producción

Anova: Single Factor						
Población		Todos los Tratamientos				
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	12.000	195.000	16.250	27.659		
T2	12.000	218.000	18.167	69.424		
T3	12.000	201.000	16.750	28.568		
T4	12.000	203.000	16.917	23.720		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	23.896	3.000	7.965	0.213	0.887	2.816
Within Groups	1643.083	44.000	37.343			
Total	1666.979	47.000				

Tabla 37. Pruebas de Fisher y Tukey para producción

Prueba de Fisher			
Población	LSD= 4.8890		
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	1.9167	-2.9723	Neg
T4-T1	0.6667	-4.2223	Neg
T3-T1	0.5000	-4.3890	Neg
T2-T3	1.4167	-3.4723	Neg
T4-T3	0.1667	-4.7223	Neg
T2-T4	1.2500	-3.6390	Neg
Prueba W de Tukey			
Población	W= 6.685779		
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T2-T1	1.9167	-4.7691	Neg
T4-T1	0.6667	-6.0191	Neg
T3-T1	0.5000	-6.1858	Neg
T2-T3	1.4167	-5.2691	Neg
T4-T3	0.1667	-6.5191	Neg
T2-T4	1.2500	-5.4358	Neg

10.3.2 Resultados estadísticos de grado.

Tabla 38. ANOVA de grado

Anova: Single Factor						
Grado		Todos los tratamientos				
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	60.0000	458.7000	7.6450	6.5025		
T2	60.0000	453.2500	7.5542	3.9682		
T3	60.0000	428.8500	7.1475	4.6996		
T4	60.0000	467.0500	7.7842	8.6171		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	13.4812	3.0000	4.4937	0.7557	0.5201	2.6428
Within Groups	1403.4545	236.0000	5.9468			
Total	1416.9357	239.0000				

Tabla 39. Pruebas de Fisher y Tukey para Grado

Prueba de Fisher			
Grado	LSD= 0.8726		
Operación	Dif. \bar{y} medias	Dif con LSD	Significación
T4-T3	0.6367	-0.2359	neg
T1-T3	0.4975	-0.3751	neg
T2-T3	0.4067	-0.4659	neg
T4-T2	0.2300	-0.6426	neg
T1-T2	0.0908	-0.7818	neg
T4-T1	0.1392	-0.7334	neg
Prueba W de Tukey			
Grado	W= 1.1428		
Operación	Dif. \bar{y} medias	Dif con W	Significación
T4-T3	0.6367	-0.5061	neg
T1-T3	0.4975	-0.6453	neg
T2-T3	0.4067	-0.7361	neg
T4-T2	0.2300	-0.9128	neg
T1-T2	0.0908	-1.0520	neg
T4-T1	0.1392	-1.0036	neg

10.3.3 Resultados estadísticos de distancia entre entrenudos

Tabla 40. ANOVA de distancia entre entrenudos

Anova: Single Factor						
D. entre entrenudos		Todos los Tratamientos				
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	120.000	1022.000	8.517	11.260		
T2	120.000	1113.000	9.275	8.520		
T3	120.000	1101.000	9.175	5.692		
T4	120.000	1045.000	8.708	6.427		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	47.823	3.000	15.941	1.999	0.113	2.624
Within Groups	3796.008	476.000	7.975			
Total	3843.831	479.000				

Tabla 41. Pruebas de Fisher y Tukey para distancia entre entrenudos

Prueba de Fisher			
Entrenudos	LSD=	0.71456	
Operación	Dif. Δ medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	0.7583	0.0438	Yes
T3-T1	0.6583	-0.0562	neg
T4-T1	0.1917	-0.5229	neg
T2-T4	0.5667	-0.1479	neg
T3-T4	0.4667	-0.2479	neg
T2-T3	0.1000	-0.6146	neg
Prueba W de Tukey			
Entrenudos	W=	0.9358	
Operación	Dif. Δ medias	Dif con W	Significación
T2-T1	0.7583	-0.1774	neg
T3-T1	0.6583	-0.2774	neg
T4-T1	0.1917	-0.7441	neg
T2-T4	0.5667	-0.3691	neg
T3-T4	0.4667	-0.4691	neg
T2-T3	0.1000	-0.8358	neg

10.3.4 Resultados estadísticos de diámetro de tallo.

Tabla 42. ANOVA de diámetro de tallo

Anova: Single Factor						
D. tallo						
Todos los Tratamientos						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	120.000	268.570	2.238	0.430		
T2	120.000	304.030	2.534	0.129		
T3	120.000	289.870	2.416	0.158		
T4	120.000	294.750	2.456	0.177		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	5.639	3.000	1.880	8.404	0.000	2.624
Within Groups	106.471	476.000	0.224			
Total	112.110	479.000				

Tabla 43. Pruebas de Fisher y Tukey para diámetro de tallo

Prueba de Fisher			
D. Tallo	LSD=	0.1196	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	0.2955	0.1759	Yes
T4-T1	0.2182	0.0986	Yes
T3-T1	0.1775	0.0579	Yes
T2-T3	0.1180	-0.0016	Neg
T4-T3	0.0407	-0.0789	Neg
T2-T4	0.0773	-0.0423	Neg
Prueba W de Tukey			
Diametro de Tallo	W=	0.15672	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T2-T1	0.2955	0.1388	Yes
T4-T1	0.2182	0.0614	Yes
T3-T1	0.1775	0.0208	Yes
T2-T3	0.1180	-0.0387	neg
T4-T3	0.0407	-0.1161	neg
T2-T4	0.0773	-0.0794	neg

10.3.5 Resultados estadísticos de biomasa sin hoja

Tabla 44. ANOVA de biomasa sin hoja

Anova: Single Factor						
Biomasa sin hoja		Todas las variables				
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	12.000	64.600	5.383	1.697		
T2	12.000	157.750	13.146	14.926		
T3	12.000	132.300	11.025	5.164		
T4	12.000	149.100	12.425	12.103		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	445.942	3.000	148.647	17.545	0.0000001	2.816
Within Groups	372.794	44.000	8.473			
Total	818.736	47.000				

Tabla 45. Pruebas de Fisher y Tukey para biomasa sin hoja

Prueba de Fisher			
Biomasa sin hoja	LSD=	2.3290	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	7.7625	5.4335	Yes
T4-T1	7.0417	4.7127	Yes
T3-T1	5.6417	3.3127	Yes
T2-T3	2.1208	-0.2082	neg
T4-T3	1.4000	-0.9290	neg
T2-T4	0.7208	-1.6082	neg
Prueba W de Tukey			
Biomasa sin Hoja	W=	3.1846	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T2-T1	7.7625	4.5779	Yes
T4-T1	7.0417	3.8571	Yes
T3-T1	5.6417	2.4571	Yes
T2-T3	2.1208	-1.0638	neg
T4-T3	1.4000	-1.7846	neg
T2-T4	0.7208	-2.4638	neg

10.3.6 Resultados estadísticos de biomasa con hoja

Tabla 46. ANOVA de biomasa con hoja

Anova: Single Factor						
Biomasa con Hoja		Todos los tratamientos				
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	12.000	111.830	9.319	1.858		
T2	12.000	226.850	18.904	14.966		
T3	12.000	206.400	17.200	4.796		
T4	12.000	212.150	17.679	10.071		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	685.511	3.000	228.504	28.842	1.807E-10	2.816
Within Groups	348.593	44.000	7.923			
Total	1034.104	47.000				

Tabla 47. Pruebas de Fisher y Tukey para biomasa con hoja

Prueba de Fisher			
Biomasa con Hoja	LSD=	2.2522	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	9.5850	7.3328	Yes
T4-T1	8.3600	6.1078	Yes
T3-T1	7.8808	5.6286	Yes
T2-T3	1.7042	-0.5480	neg
T4-T3	0.4792	-1.7730	neg
T2-T4	1.2250	-1.0272	neg
Prueba W de Tukey			
Biomasa con Hoja	W=	3.0794	
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T2-T1	9.5850	6.5056	Yes
T4-T1	8.3600	5.2806	Yes
T3-T1	7.8808	4.8014	Yes
T2-T3	1.7042	-1.3752	neg
T4-T3	0.4792	-2.6002	neg
T2-T4	1.2250	-1.8544	neg

10.3.7 Resultados estadísticos de altura de tallo

Tabla 48. ANOVA de altura de tallo

Anova: Single Factor						
Altura de Tallo		Todos los Tratamientos				
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	120.000	219.710	1.831	0.245		
T2	120.000	262.010	2.183	0.111		
T3	120.000	254.160	2.118	0.025		
T4	120.000	255.200	2.127	0.079		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	9.051	3.000	3.017	26.223	1.03E-15	2.62364
Within Groups	54.767	476.000	0.115			
Total	63.818	479.000				

Tabla 49. Pruebas de Fisher y Tukey para altura de tallo

Prueba de Fisher			
Altura de Tallo		LSD= 0.0858	
Operación	Dif. > medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	0.3525	0.2667	Yes
T4-T1	0.2958	0.2100	Yes
T3-T1	0.2871	0.2013	Yes
T2-T3	0.0654	-0.0204	neg
T4-T3	0.0087	-0.0771	neg
T2-T4	0.0567	-0.0291	neg
Prueba W de Tukey			
Altura de Tallo		W= 0.1124	
Operación	Dif. > medias	Dif con W	Significación
T2-T1	0.3525	0.2401	Yes
T4-T1	0.2958	0.1834	Yes
T3-T1	0.2871	0.1747	Yes
T2-T3	0.0654	-0.0470	neg
T4-T3	0.0087	-0.1037	neg
T2-T4	0.0567	-0.0557	neg

10.3.8 Resultados estadísticos de número de canutos.

Tabla 50. ANOVA de número de canutos

Anova: Single Factor						
# de canutos	Todos los tratamientos					
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
T1	120	221	1.8416667	3.041947		
T2	120	264	2.2	3.354622		
T3	120	243	2.025	3.016176		
T4	120	240	2	3.12605		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	7.75	3	2.5833333	0.824109	0.481008	2.62364
Within Groups	1492.11667	476	3.1346989			
Total	1499.86667	479				

Tabla 51. Pruebas de Fisher y Tukey para número de canutos

Prueba de Fisher			
# de canutos	LSD= 0.44799		
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con LSD	Significación
T2-T1	0.3583	-0.0897	neg
T3-T1	0.1833	-0.2647	neg
T4-T1	0.1583	-0.2897	neg
T2-T4	0.2000	-0.2480	neg
T3-T4	0.0250	-0.4230	neg
T2-T3	0.1750	-0.2730	neg
Prueba W de Tukey			
Altura de Tallo	W= 0.5856		
Operación	Dif. \bar{x} medias	Dif con W	Significación
T2-T1	0.3583	-0.2284	neg
T3-T1	0.1833	-0.4034	neg
T4-T1	0.1583	-0.4284	neg
T2-T4	0.2000	-0.3867	neg
T3-T4	0.0250	-0.5617	neg
T2-T3	0.1750	-0.4117	neg

