

RESPUESTA DEL CULTIVO DE CAÑA PANELERA *Saccharum officinarum* L. A LA FERTILIZACION FOSFATADA¹

RESPONSE OF THE CULTURE OF SUGAR CANE *Saccharum officinarum* L. TO THE PHOSPHATED FERTILIZATION

**Ana Julia Guerrón M.²
Jorge Fernando Navia E.³**

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre los meses de Enero a Agosto de 2008 en la Vereda La Pradera, Corregimiento de La Caldera, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño; el lote se encuentra a una altura de 2.163 m. y una temperatura promedio de 18° C. El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento del cultivo a la fertilización fosfatada con diversas dosis de fosfato diamónico DAP. Se empleó un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, T1: testigo absoluto; T2: fertilización orgánica, (MONOMEROS (3,0 % de fósforo total)); T3: 125 kg. /ha de P₂O₅; T4: 150 kg. /ha de P₂O₅ y T5: 225 kg. /ha de P₂O₅. Se evaluaron variables como: altura de planta, diámetro del tallo, distancia entre nudos, número de macollas o rebrotes. El análisis de varianza realizado indica que el T4 es el de mejor respuesta frente a las variables evaluadas con altura promedio de 3,17 m., diámetro del tallo promedio de 9,65 cm., número de macollas 8,09 y distancia entre nudos 18,16 cm. para el cultivo de *Saccharum officinarum* L. El análisis económico realizado a los diferentes tratamientos demostró que este tratamiento genera mayores ganancias en el cultivo de caña panelera para un tiempo de cuatro años.

¹ Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 2008.

² I. AF. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. E-mail: julianita-gm@hotmail.com

³ I. A. M.Sc. Ph.D. Profesor Asistente. Director del Programa de Ingeniería Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. 2008

Palabras clave: *Saccharum officinarum* L., fertilización fosfatada, fosfato diamónico, caña de azúcar.

ABSTRACT

The present work was realized between the months of January and August of 2008 in a village called “La Pradera” located in “La Caldera”, municipality of Pasto, Department of Nariño; the lot is in an altitude of 2163 m. and with a temperature between the 18° average. The aim of the present work was to determine the behaviors of cultivation before the phosphated fertilization with diverse doses of diammonium phosphate DAP. It was employed a design of complete blocks at hazard with five treatments and three repetitions, T1: without any fertilizer treatment; T2: organic fertilizer, (MONOMEROS (3,0% total phosphorus)); T3: 125 kg./ha. of P₂O₅; T4: 150 kg./ha. and T5: 225 kg/ha. Was a used variable like: altitude of plants, diameter of stalk, distance between knots, numbers of re-bud or bunch. The analysis of variance realized indicates that the T4 give the best answer to the evaluated variables with an average of 3,17 m., in the diameter of stalk average of 9,65 cm. and about the number of bunch 8,09, and the distance between knots it showed 18,16 cm. to the cultivation of *Saccharum officinarum* L. The economical analysis of the different treatments showed that this treatment generated a major profit in the cultivation for a time of four years.

Key words: *Saccharum officinarum* L., phosphated fertilization, diammonium phosphate, sugar cane.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña, en el departamento de Nariño, en los últimos cinco años, ha alcanzado gran importancia económica, expandiéndose hacia otras regiones como en el Corregimiento La Caldera, ya que surge como una alternativa de alto potencial para la obtención de panela y constituye una fuente importante de ingresos para quienes la producen (Martínez, 2000). Infortunadamente, este sector carece de asistencia técnica permanente, en comparación con otras regiones paneleras del departamento, dificultando la producción en cantidad y calidad sin prácticas de fertilización, importantes para la nutrición

vegetal (Guerrero, 2002). Por otra parte, los suelos de la zona, son deficientes en fósforo (suelos andisoles) donde hay una alta fijación de este elemento, siendo este el principal factor limitante en algunos suelos derivados de cenizas volcánicas (Espinoza, 2004). Por lo tanto se requiere una fertilización adecuada que se pueda recomendar en toda la región, buscando nuevas alternativas de producción, como lo puede ser el cultivo de la caña panelera, que además, es una especie que se puede implementar dentro de los sistemas agroforestales por su alta producción de biomasa, donde se puede utilizar para forraje como suplemento en la alimentación animal (Ibazeta, 2004); puede ayudar a conservar la biodiversidad y así mejorar las condiciones físicas de los suelos (Cataño, 1993).

La planta de caña posee altos requerimientos nutricionales en consideración a su elevada capacidad de extracción, y remoción de nutrientes del suelo y a su alta producción de materia verde y seca. La capacidad de absorción de los nutrientes del suelo cambia con la variedad, algunas de ellas, en igualdad de condiciones pueden absorber mayores cantidades y rendir mejores cosechas de caña y de panela (Posada, 2000).

En cuanto al fósforo, se encuentra en todas las zonas de crecimiento de la planta de caña, tanto de raíces como de meristemas terminales, haciendo parte del protoplasma celular. El fósforo es indispensable en las transformaciones de azúcares simples a sacarosa. Este elemento es requerido por las plantas de caña especialmente en los primeros meses de crecimiento porque estimula el desarrollo radical, el macollamiento vigoroso y la formación de tallos. También el fósforo acelera los procesos de maduración y es necesario para la formación de almidones. Cuando el contenido de fósforo es bajo en la planta, la caña no utiliza todo el nitrógeno absorbido y, como consecuencia, se retarda la maduración. Sus deficiencias se manifiestan por: hojas de color verde oscuro a azul verdoso. En éstas frecuentemente aparecen manchas rojo-púrpura, particularmente en los ápices o bordes. Las hojas se secan prematuramente. Los tallos son cortos y delgados, ocurre muy poco macollamiento y el sistema radical es restringido. Los jugos son difíciles del clarificar y en general, la panela es de mala calidad (CENICAÑA, 1995).

El presente estudio tuvo como objetivo: evaluar el comportamiento del cultivo de Caña Panelera *S. officinarum L.* a la fertilización fosfatada, teniendo en cuenta: altura, diámetro, distancia entre nudos y número de macollas; además realizar un análisis financiero de presupuestos parciales en cada uno de los tratamientos, para determinar el más recomendable para el cultivo.

METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en la Granja Integral La Pradera, ubicada en la vereda La Pradera, corregimiento La Caldera, a 25 km. del Municipio de San Juan de Pasto. El lote experimental se localizó al occidente del meridiano de Greenwich a 77°19'38,3" longitud oeste y 1°18'47,5" latitud norte, a una altura de 2163 m.s.n.m., con temperatura media anual de 18°C. (IDEAM, 2008). Los suelos de la zona se caracterizan por ser suelos Andisoles, los cuales tienen incidencia de materiales volcánicos, en cuanto a sus propiedades físicas, son suelos bien estructurados, profundos con buena retención de humedad, baja densidad aparente y fácil de arar. Presentan niveles bajos a medios de fósforo, su fertilidad puede ser moderada, su mayor limitante es que fijan el fósforo (IGAC, 1985)

La variedad de caña utilizada fue la POJ 2878, la cual se caracteriza por poseer tallos largos, diámetro mediano a grueso, color amarillo verdoso, entrenudos de longitud media, cubierto con cerosina, hábito de crecimiento semierecto, hojas abiertas. La maduración es tardía y la floración es escasa, tiene jugos de buena calidad. Su germinación es muy buena, es vigorosa; resistente al pisoteo; en cuanto a plagas es tolerante al barrenador. La producción promedia por hectárea es aceptable de 39 ton/ha de miel y panela (Rodríguez et al, 2004). Es resistente al carbón, roya y mosaico, susceptible a raya clorótica y al raquitismo de las socas, y moderadamente a mancha de anillos (Ayalde, 1998).

La fuente utilizada de fertilizante químico, fue el fosfato diamónico DAP (18-46-6). Los fosfatos de amonio, poseen excelentes propiedades físicas, resultando actualmente los

fertilizantes fosfatados más populares. Entre otras ventajas son los fertilizantes más concentrados del mercado 62 y 64% de nutrientes. El fósforo de los fosfatos de amonio es totalmente soluble en agua, lo que asegura una rápida respuesta a la fertilización. El Fosfato Diamónico DAP (18-46-6) es arrancador de los cultivos extensivos, debido a su mayor contenido de nitrógeno, es bueno para los cultivos que requieren dicho nutriente en su etapa inicial. El Nitrógeno incluido permite cubrir parte de las necesidades del cultivo durante el primer período de crecimiento de la planta. La fertilización con fósforo es clave, no solo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua (YPF Fertilizantes, 2003).

La fertilización orgánica se realizó con abono orgánico gallinaza, (procedente de la empresa Monómeros S.A.) la cual esta constituida por: nitrógeno total 2.0%, fósforo total 3.0%, potasio soluble en agua 2.0%, calcio 12.0%, azufre 2.0%, silicio 25.0%, carbono 8.0%, cenizas 59.0%, humedad máxima 6.0%, pH 7.5% y densidad 10.0%.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a: T1: testigo absoluto, manejo del cultivo sin ninguna aplicación de fertilización fosfatada. T2: abono orgánico usando gallinaza (Monómeros S.A.), que contiene 3,0 % de fósforo total, en dosis de 150 g. /planta. T3: Fertilización fosfatada de 125 kg./ha de P_2O_5 . T4: Fertilización fosfatada de 150 kg./ha de P_2O_5 . T5: Fertilización fosfatada de 225 kg./ha de P_2O_5 .

El área experimental en total fue 2845 m.², con tres bloques de 35 m. de largo por 14m. de ancho; dentro de cada bloque se trazaron cinco parcelas experimentales de 7 m. de ancho por 14 m. de largo que hicieron referencia a cada uno de los tratamientos empleados. Para la toma de datos de las variables establecidas, se ubicaron tres parcelas útiles dentro de cada parcela experimental con un área de 9 m.² respectivamente.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Altura (m.): Se tomaron registros desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja bandera u hoja principal.

Diámetro del tallo (cm.): Se tomaron datos con un pie de rey en la base, en el centro y en la parte superior del tallo, obteniendo finalmente un promedio total de diámetro.

Distancia entre nudos (cm.): Se realizaron mediciones a cada distancia existente entre estos para obtener un promedio general.

Número de rebrotes o macollas (No.): Se contó el número de rebrotes y macollas durante el periodo de fertilización de esta investigación.

Los resultados obtenidos se sometieron al análisis de varianza; luego se realizó una prueba de comparación de promedios de Tukey entre las dosis de fertilización fosfatada empleadas. También se determinaron los costos de instalación y mantenimiento que requiere el cultivo en cada uno de los tratamientos. Se realizó un flujo de caja del cultivo de Caña panelera, calculando la relación beneficio/costo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis de varianza para cada uno de los tratamientos, como se muestra en la Tabla 1, se puede observar que se presentan diferencias altamente significativas entre estos. Para la evaluación de la variable altura, al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey presentada en la Figura 1, los tratamientos, T4 y T5 presentaron los mejores comportamientos con respecto a los demás y el de menor comportamiento fue el T1. El mayor promedio en altura se dio para el T4 alcanzando 3,17 m. y el de menor promedio lo presentó el T1 con 2,64 m.

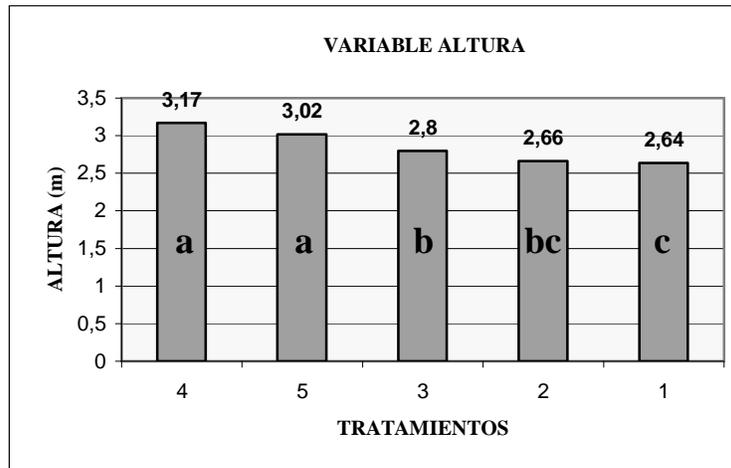
Tabla 1. Análisis de Varianza para la variable Altura

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Tratamientos	6	0.69854667	0.11642444	40.24	**
Bloques	8	0.02314667	0.00289333		
Total	14	0.72169333			

* Significativo

** Altamente significativo

Figura 1. Prueba de Comparación de medias de Tukey para la variable Altura



En primera instancia, un análisis de suelo, según lo planteado por Pereira, et al. (1986), sirve como una guía para poder recomendar la aplicación de fertilizantes necesaria. Si un suelo dado presenta deficiencias de algún nutriente es esperada con alta probabilidad una respuesta a la fertilización. Por lo tanto, el fósforo aplicado en este tipo de suelo en cantidades de 150 kg./ha., demuestra que posiblemente, es asimilado por la planta en forma positiva para su crecimiento en altura, debido en gran parte a que en los suelos de esta zona existe baja disponibilidad natural de este macroelemento y al ser incorporado al suelo en grandes cantidades, es aprovechado por la planta, a través de la absorción radical. Por otra parte, en el caso del T5 (225 kg./ha.) es probable que el empleo en dosis mayores de fósforo, implica efectuar un gasto innecesario en la aplicación de fertilizantes, que no se recuperará, ya que el incremento logrado en altura por dosis mayores es mínimo y sin justificación económica. Estudios realizados por Martiarena et al., (2002) concuerdan con resultados similares en ensayos con otras especies como: *Araucaria angustifolia*, *Eucaliptus grandis*, *Pinus sp.* y en *Grevillea robusta*; implantadas en suelos con baja disponibilidad de fósforo, al momento de ser incorporado, mediante la fertilización química, es asimilado en forma positiva por la planta, incrementándose su crecimiento en altura en los primeros meses de desarrollo.

En la evaluación de la variable diámetro del tallo, como se observa en la Tabla 2, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Al realizar la prueba de comparaciones de medias de Tukey (Figura 2), se observa que el T4 presentó diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos, alcanzando promedios de diámetro de tallo de 9,65 cm. diferenciándose con el T1 con menores promedios que corresponden a 3,71 cm.

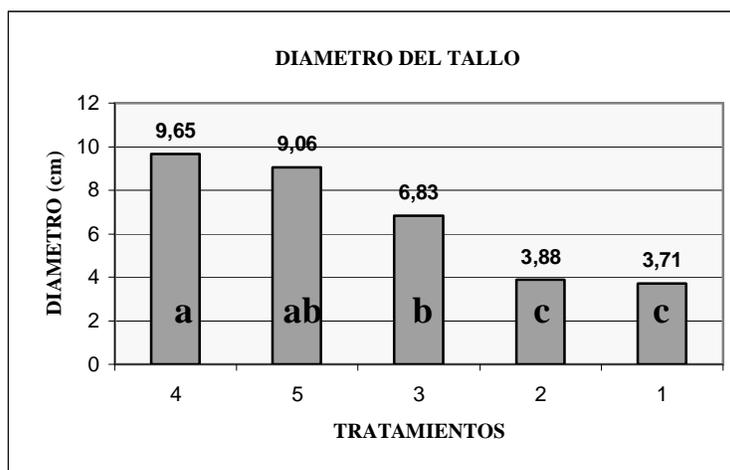
Tabla 2. Análisis de Varianza para la variable Diámetro del Tallo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Tratamientos	6	93.65686667	15.60947778	21.30	**
Bloques	8	5.86150667	0.73268833		
Total	14	99.51837333			

* Significativo

** Altamente significativo

Figura 2. Prueba de Comparación de medias de Tukey para la variable Diámetro del Tallo



El tallo constituye el órgano más importante de la planta de la caña, ya que en él se almacenan los azúcares (Osorio 2007). Al adicionar la fertilización fosfatada de 150 kg./ha. en suelos donde es deficiente como en este caso (4 ppm Bray II), se podría decir que

esta dosis es la adecuada para obtener un buen desarrollo de la planta, de esta manera se puede afirmar lo mencionado por Pérez et al, (2000) quienes dicen que el fósforo es importante para la nutrición y para obtener altas producciones. Por otra parte el fósforo, actúa en la transformación de los azúcares simples en sacarosa, (CENICAÑA, 1995) y al encontrarse en buenas proporciones dentro de la planta, probablemente se incrementan los azúcares dentro de la misma, aumentado de igual manera el grosor o diámetro del tallo.

Para la variable distancia entre nudos, el análisis de varianza demostró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos como se indica en la Tabla 3. En la prueba de comparaciones de medias de Tukey, (Figura 3) se observa que el T4 presenta diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos, con una distancia entre nudos promedio de 18,16 cm., mientras que el T1 alcanzó los menores promedios de distancia entre nudos con 10,15 cm. El T5 se diferencia estadísticamente del T3 y este a su vez presenta diferencias con el T2.

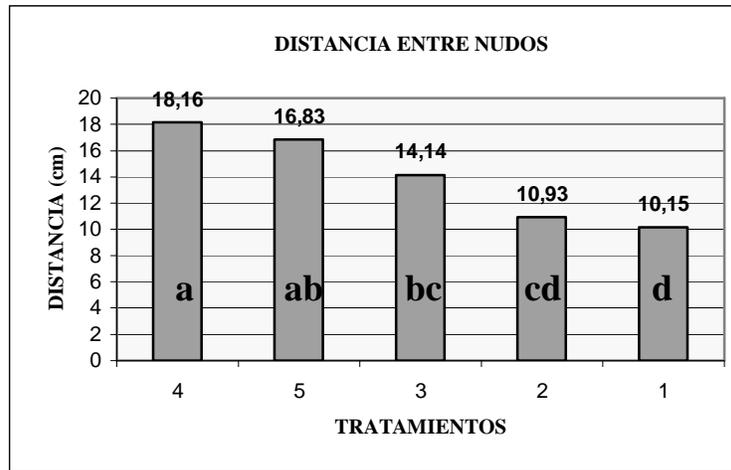
Tabla 3. Análisis de Varianza para la variable Distancia entre nudos

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Tratamientos	6	157.3911867	26.2318644	15.43	**
Bloques	8	13.6031867	1.7003983		
Total	14	170.9943733			

* Significativo

** Altamente significativo

**Figura 3. Prueba de Comparación de medias de Tukey para la variable
Distancia entre nudos**



La distancia entrenudos, probablemente, se encuentra estrechamente relacionada con las variables de altura y diámetro, ya que al incrementarse éstas con la aplicación de la dosis de fertilización fosfatada de 150 kg./ha., podría suceder que se aumente de igual manera la distancia entre nudos, mejorando así, las condiciones para, aprovechar todos los nutrientes, ya que en estos se concentra la mayor cantidad de azúcares reductores (glucosa y fructosa), fibra, proteína y agua que son los más indicados para la alimentación animal (Hernández et al, 1987). Igualmente una buena nutrición vegetal favorece a la formación de tallos vigorosos y bien formados, mejorando así las condiciones para la obtención de una buena semilla, ya que se requieren plantas, libres de plagas y enfermedades para fomentar el uso de variedades y especies comerciales desde el punto de vista económico. (Osorio, 2007). La producción de tallos y la concentración de azúcares en la caña dependen de la variedad, el período vegetativo y las condiciones físicas en que se desarrolla el cultivo (García, 2006), de acuerdo a lo anterior, la variedad POJ 2878, obtiene una distancia entre nudos de 10.15 cm. de longitud, sin ningún tratamiento de fertilización, lo cual al comparar con el T4 (150 kg/ha) se observa una gran diferencia con una longitud de 18,16 cm., concluyendo así que las condiciones físicas y de nutrición vegetal de este tratamiento, favorecen al desarrollo del cultivo.

Para el número de macollas, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (Tabla 4). En la prueba de comparación de medias de Tukey presentada en la Figura 4, se observa que el T4 difiere significativamente de los demás tratamientos. En promedio, los resultados en cuanto al número de macollas para el T4 fue de 8,09 y para el T1 fue de 3,59 macollas.

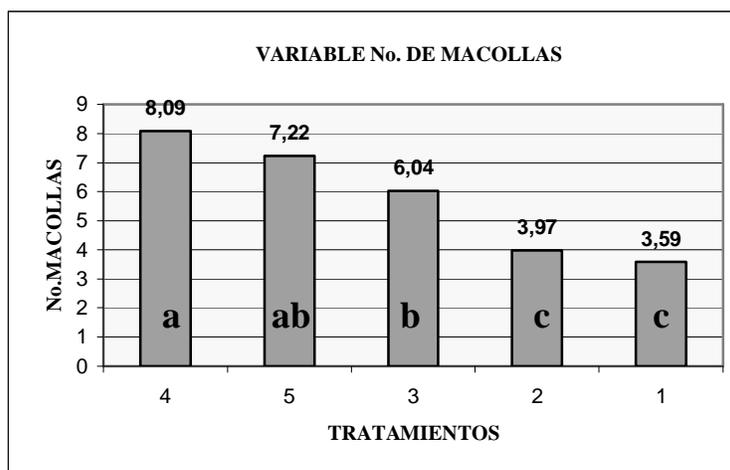
Tabla 4. Análisis de Varianza para la variable Número de Macollas

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Tratamientos	6	46.76857333	7.79476222	31.84	**
Bloques	8	1.95836000	0.24479500		
Total	14	48.72693333			

* Significativo

** Altamente significativo

Figura 4. Prueba de Comparación de medias de Tukey para la variable Número de Macollas



La asimilación del fósforo en el suelo, actúa primordialmente sobre el desarrollo radical, favoreciendo la proliferación de las células radicales. De acuerdo a la fertilización fosfatada aplicada en este tipo de suelo (150 kg/ha), es muy probable que existe una gran asimilación

de este macronutriente y por lo tanto el número de macollas o rebrotes aumenta a partir de la formación de nuevas raíces, las cuales se forman a partir de los anillos de crecimiento radical de los nuevos brotes; estas raíces son numerosas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta (Osorio 2007). En un estudio realizado en Tucumán Argentina, relacionado con la fertilización fosfórica sobre los niveles productivos de caña de azúcar (Pérez et al 2000) consideraban en un principio que de los tres elementos esenciales (NPK), el fósforo era el que se extraía en menor cantidad en el cultivo de caña de azúcar, pero al realizar comparaciones con los rendimientos de producción de otras zonas cañeras, se encontraron diferencias significativas, lo cual hizo que se realizaran estudios acerca de este comportamiento. En los experimentos encontraron que al utilizar fertilización fosfórica, las condiciones del cultivo se mejoraron y por ende se incrementaron los niveles de producción en un 61.5% de los casos. Al igual que en esta investigación, se podría decir que estos resultados, demuestran que en suelos donde el fósforo es deficiente, se requiere de aplicaciones de este macroelemento y que estas pueden ser diagnosticadas en base a un análisis de suelos, ya que la práctica de no utilizar fertilizante fosfórico limita el desarrollo del cultivo y el potencial de la producción de caña de azúcar.

ANÁLISIS FINANCIERO

En la realización del análisis financiero se tuvo en cuenta el salario mínimo legal vigente (SMLV) para el año 2008 que fue de \$461.500, y se trabajaron con los costos de jornales (\$10.000/jornal) que se manejan en el Corregimiento La Caldera. Para el T1, testigo absoluto, el costo de producción y mantenimiento por hectárea tiene un valor de \$12.364.042/ha, tratamiento en el cual no se aplicó ninguna dosis de fertilización fosfatada y por lo tanto el beneficio que se obtiene es muy bajo respecto a los costos \$6.050.475/ha. Por lo cual se considera, que se hace necesario implementar un plan de fertilización adecuado que mejore las condiciones del cultivo, pensando que tanto el suelo como la planta, necesitan de nutrimentos, que contribuyan a su conservación, mantenimiento y desarrollo. En este tratamiento, no se observan ganancias, ya que la caña no tiene ningún

manejo técnico y probablemente sus características morfológicas no son las adecuadas para el momento de la comercialización.

El mayor costo de producción y mantenimiento lo presentó el T5, que fue de \$13.441.278/ha, donde se aplicó la dosis máxima de fertilización fosfatada, incrementándose los costos por la mayor cantidad de fertilizante empleado y por el aumento en el número de jornales necesarios para esta aplicación. Posiblemente, este es un gasto que difícilmente se recuperará, ya que los beneficios que se obtienen del cultivo son bajos, respecto a los costos (\$13.311.046/ha) y por lo tanto se ha desperdiciado, el uso del fertilizante y la producción del cultivo no presenta condiciones favorables al aplicarse la dosis máxima de 225 kg./ha.

El análisis financiero, realizado para un tiempo de cuatro años, demostró que el T4 es más rentable económicamente, aunque en el momento de establecimiento del cultivo (primer año) se generan pérdidas por las labores de implementación y mantenimiento. A medida que el cultivo se desarrolla se empiezan a presentar ganancias, ya que los gastos disminuyen en cuanto a la preparación del terreno como se especifica en la Tabla 5. Para un tiempo de cuatro años de desarrollo del cultivo, el T4 tendrá una relación beneficio/costo de 1,01 (Tabla 6), lo cual significa que la dosis de fertilización fosfatada recomendada para un buen rendimiento de caña panelera en la zona es de 150 kg./ha. de P_2O_5 , en este tipo de suelo.

En la aplicación de abono orgánico gallinaza T2, los costos en cuanto a su cuidado y establecimiento son aún mayores (\$12.933.148/ha) en comparación con las ganancias que se obtienen del cultivo (\$7.260.571/ha), debido probablemente a que la gallinaza empleada, no le aporta al suelo los requerimientos necesarios. Por otra parte la comunidad de la vereda La Pradera, utiliza de una manera no tecnificada esta clase de abono orgánico, provocando contaminación, ya que la gallinaza incorporada a los cultivos no tiene ningún manejo de preparación.

Tabla 5. Costos de producción y mantenimiento durante el periodo de evaluación para el T4: (Fertilización fosfatada con 150 kg/ha. De P₂O₅). La Caldera/Nariño 2008

ITEM	Uni.	Cant.	Vr. Unitario	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
1. Insumos							
Semilla	Toneladas	4	340.000	1`360.000			
DAP	Bultos	3	150.000	450.000			
2. Preparación del terreno							
Limpia	Jornal	60	10.000	600.000			
Trazado	Jornal	60	10.000	600.000			
Surcado	Jornal	60	10.000	600.000			
Siembra	Jornal	90	10.000	900.000			
Resiembra	Jornal	60	10.000	600.000			
3. Labores culturales							
1ra limpia	Jornal	60	10.000	600.000	600.000	600.000	600.000
2a limpia	Jornal	60	10.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Plateo y aporque	Jornal	90	10.000	900.000	900.000	900.000	900.000
Fertilización	Jornal	50	10.000	500.000	900.000	900.000	900.000
4. Cosecha							
Deshoje	Jornal	90	10.000		900.000	900.000	900.000
Corte y alce	Jornal	120	10.000		1`200.000	1`200.000	1`200.000
TOTAL POR HECTÁREA				7`710.000	5`100.000	5`100.000	5`100.000

SMLV/2008: \$461.500

Tabla 6. Relación Beneficio/Costo para el T4: (Fertilización fosfatada con 150Kg/Ha. de P₂O₅), La Caldera/Nariño 2008

Año	Beneficio Anual (B)	Costo Anual (C)	B - C	B - C Actualizado	Beneficio Actualizado	Costo Actualizado
1	0	7.710.000	-7.710.000	-6.268.293	0	6.268.293
2	8.140.000	5.100.000	3.040.000	2.009.386	5.380.395	3.371.009
3	8.140.000	5.100.000	3.040.000	1.633.647	4.374.305	2.740.658
4	8.140.000	5.100.000	3.040.000	1.328.168	3.556.346	2.228.177
SUMATORIA				-1.297.091	13.311.046	14.608.137

Relación B/C= 13`311.046 / 14.608.137 = 1.01

Para la fertilización fosfatada, T3 con dosis de 125 kg./ha, los costos de establecimiento no son rentables económicamente (\$13.034.774/ha) y de igual manera la caña panelera que se

obtiene, no presentan condiciones favorables para el momento de comercialización, ya que los beneficios obtenidos son menores respecto a los costos, en donde se obtiene un beneficio de \$11.798.427, lo cual no supera a los costos de mantenimiento y establecimiento. Por lo tanto esta dosis de fertilización en este tipo de suelo no es la más recomendable para el desarrollo del cultivo, ya que no se mejoran las condiciones de desarrollo de la planta.

CONCLUSIONES

El cultivo de caña panelera *Saccharum officinarum* L. presentó mejor desarrollo con la fertilización fosfatada de 150 kg./ha., alcanzando los mayores promedios en altura, diámetro de tallos, distancia entre nudos y número de macollas o rebrotes, ya que al incorporarse el fosforo donde es deficiente como en este tipo de suelos (andisoles), en grandes cantidades es asimilado por el sistema radical de la planta de forma más rápida y eficiente incrementándose la nutrición y el crecimiento. Además el fósforo es un macroelemento que interviene en los procesos de crecimiento de la planta y al ser aplicado en dosis de 150 kg/ha, las variables evaluadas se vieron favorecidas y presentaron un mejor comportamiento respecto a los demás tratamientos.

Respecto al análisis financiero el tratamiento que presentó la mejor relación beneficio/costo fue el T4 con **1.01**, debido a que los ingresos que se van a obtener para un tiempo de cuatro años van a ser mayores que los gastos empleados en el momento del establecimiento del cultivo y su posterior manejo. Por tanto, este es un cultivo que será rentable y traerá consigo un beneficio social, al obtenerse una relación beneficio/costo mayor a 1, lo que indica que es un plan de fertilización que se puede recomendar, en la zona siempre y cuando se realice de una manera tecnificada que asegure las condiciones de rentabilidad de los agricultores.

La aplicación de fertilizantes, se basa principalmente en los requerimientos nutricionales del cultivo con base a un análisis de suelos, para que se pueda mantener la fertilidad por

medio del uso racional de los recursos y los insumos y evitar la contaminación de aguas y suelos, optimizando beneficios y minimizando pérdida de nutrientes. Debido a esto en el Corregimiento de La Caldera, se hace necesario brindar una asistencia técnica permanente en cuanto al uso de fertilizantes, sin dejar a un lado las prácticas tradicionales pero si tecnificando, las practicas de fertilización necesarias para la nutrición vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

Ayalde, G. 1998. Caña de azúcar. Manual de asistencia técnica No. 9. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Palmira, Colombia. 261 p.

Cataño, A. 1993. Un residuo agroindustrial usado en la agricultura biológica Cachaza de caña como alternativa de abonamiento. Revista La Era Agrícola. p. 13.

Centro De Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia - CENICAÑA. 1995. El cultivo de la caña en la zona Azucarera de Colombia. Cali, Colombia. 412 p

Espinoza, J. 2004. Fijación de Fósforo en suelos Derivados de Ceniza Volcánica. En: XVI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo. Cartagena de Indias, Colombia. 2004.

García, 2006. Proceso tecnológico producción de panela. Copoica. Revista Programa de procesos agroindustriales. p 97.

Guerrero, R. 2002. Manual técnico de los fertilizantes Sólidos. Caracas, Venezuela. 163 p.

Henríquez, C., Calbaceta, G., Bertsch, F., Alvarado, A. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Principales suelos de Costa Rica. En: Responde Ministerio de Agricultura y Ganadería. Gobierno de Costa Rica. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/suelos-cr.html. 1p.; consulta: octubre 2008.

Hernández, E., Cortes, A. y Rincón, J. 1987. La Caña Panelera recomendaciones Técnicas para su cultivo. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias – FONAIAP. Caracas, Venezuela. p. 12.

Ibazeta, H. 2004. Pastos de corte en la región San Martín. Revista El Porvenir Agrario. p. 69.

Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales De Colombia. 2008. Estación Antonio Nariño. IDEAM.

Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1985. Nariño Aspectos Geográficos. Subdirección de investigación y divulgación geográfica. Santa Fé de Bogotá, Colombia. p. 20.

Martínez, H. 2000. Acuerdo de Competitividad de Panela en el Departamento de Nariño. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia. p. 24.

Martiarena, R., Fernandez, R., Domec, C., Hampel, H., Pahr, N., Gauchat, M. y Sorge, F. 2002. Efecto de la aplicación de NPK sobre el crecimiento inicial de *Grevillea robusta* A. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Puerto Madryn, Argentina.

Osorio, G. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM- en la Producción de Caña y Panela. FAO. Medellín, Colombia. 200p.

Pérez, F., Scandaliaris, J., Villegas, R. y FaddA, G. 2000. Efecto de la fertilización fosfórica sobre los niveles productivos de caña de azúcar en Tucumán. XVII Congreso de Ciencia del Suelo, Mar del Plata, Argentina.

Pereira, P., Piñero, G., Rodríguez, M. y Valladares, J. 1986. Respuesta de la plantilla de caña de azúcar a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en la región Centro Occidental. Revista Caña de Azúcar. 04 (2): 85-123.

Posada, R. 2000. Análisis económico de los experimentos con fertilizantes en caña de azúcar. Centro de Investigación de la Caña de azúcar de Colombia – CENICAÑA. Cali, Colombia. p. 73.

Rodriguez, G., Garcia, H., Roa, Z. y Santacoloma, P. 2004. Producción de Panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 2004.

YPF Fertilizantes. 2003. Nota técnica DAP Fosfato Diamonico. Responde Petroban, <http://www.petroban.com.ar/docs/CTFertilizantes/DAP.pdf> 2p.; consulta: octubre 2008.