

EFFECTO DE SEIS FUENTES NITROGENADAS SOBRE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), EN UN ULTISOL DE PÉREZ ZELEDÓN, COSTA RICA. PROMEDIO DE 4 COSECHAS.

Julio Cesar Barrantes M¹. y Marco Chaves S.²

Palabra Clave: Caña de Azúcar, Nitrógeno, Fertilización, Pérez Zeledón.

RESUMEN

El Nitrógeno constituye el nutrimento esencial que por excelencia es el que más se utiliza en la fertilización comercial de la caña de azúcar en el mundo y, por ende en Costa Rica, en virtud de su reconocido efecto favorable promotor del tonelaje; además del hecho de que nutricionalmente se estima que una gran mayoría de los suelos del país presentan serias limitaciones respecto a su contenido. Con el objeto de maximizar el beneficio y optimizar el mejor uso, tanto técnico como económico de la gran diversidad de fuentes comerciales de fertilizantes nitrogenados que existen en el mercado en la actualidad, se estableció la presente investigación de campo, utilizando un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones. Se analizó comparativamente en la Finca El Porvenir, perteneciente a Coopeagri El General R.L, ubicada en San Pedro de Pérez Zeledón, el comportamiento agroindustrial de 6 Fuentes Nitrogenadas: Sulfato de Amonio (21% N, 23,7% S), Nutrasul (27% N, 8,33% S), Nitrato de Calcio (15,5% N, 19% CaO), Nitrato de Amonio (33,5% N), Nitramón (20% N, 8% CaO) y Urea (46% N). La fertilización base general fue de 150 kg de N, P₂O₅ y K₂O/ha, respectivamente en ciclo planta, y la misma dosis de N y K₂O en las socas. El promedio de 4 cosechas de la variedad SP 71-5574 a los 12 meses de edad, indica que el Sulfato de Amonio resultó ser la Fuente nitrogenada más eficiente, superando al Testigo (-N) con carácter estadístico en un 35,8 % (35,5 TM) en producción agrícola (caña /ha) y en un 31% (4,5 TM) en producción agroindustrial (azúcar/ha); estableciendo a su vez una diferencia importante con respecto al resto de los tratamientos, lo que justifica tanto técnica como económicamente su empleo. Se concluye además, que el elemento acompañante al N en la formulación comercial, es influyente y determinante en los resultados productivos finales, sobresaliendo positivamente en éste sentido el Azufre (S). La diferencia entre el Nutrasul, el Nitrato de Calcio y el Nitrato de Amonio es más de carácter económico que técnico, como lo demuestran los índices de productividad obtenidos. El valor unitario y la concentración de N en la fórmula afectan el costo final, el cual es negativo para el Nitrato de Calcio, el Nitramón y el Sulfato de Amonio.

¹ Coordinador de DIECA Región Sur. E-Mail: jcbarrantes2001@yahoo.com

² Director Ejecutivo de DIECA. E-Mail: mchavez@laica.co.cr

Presentado en Congreso de ATACORI “Ing. Agr. José Luis Corrales Rodríguez”, 15, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2003. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre. p: 299-304.

INTRODUCCIÓN

Como afirma CHAVES (1996, 1997, 1999ab), el N constituye el macro nutriente esencial que por excelencia y tradición más se utiliza en la fertilización comercial de la caña de azúcar, en virtud de su efecto positivo inductor y promotor de tonelaje; además del hecho de que nutricionalmente se considera que casi la totalidad de los suelos cañeros del país presentan limitaciones respecto a su contenido (CHAVES y ALVARADO, 1994).

Por otra parte, fisiológicamente el N es componente fundamental de la mayoría de las moléculas orgánicas involucradas en los procesos metabólicos de crecimiento y desarrollo vegetal (CHAVES, 1997, 1999b). La baja disponibilidad de N en los suelos de la región cañera sur, predominantemente del orden Ultisol; constituye uno de los factores limitantes para la producción del cultivo; este problema se agudiza por la facilidad con que dicho elemento se pierde ya sea por volatilización, lavado, lixiviación, descomposición microbiana y por el consumo mismo que las plantas ejercen.

Las condiciones climáticas imperantes en la zona, favorecen y aceleran esos procesos de pérdida y obligan al uso y la aplicación de fertilizantes nitrogenados, para poder suplir dichas deficiencias y satisfacer las necesidades nutricionales de un cultivo exigente y fuertemente extractor de ese nutriente, como es la caña de azúcar (CHAVES, 1996, 1999a). Son muchas las opciones comerciales que el agricultor dispone en la actualidad para elegir la mejor alternativa a utilizar, lo que por lo general ésta se fundamenta en su precio.

Por éstas y otras circunstancias es que se consideró de mucha relevancia realizar ésta investigación, procurando con ello determinar las mejores opciones nitrogenadas desde el punto de vista técnico, productivo y económico para el cultivo de la Caña de Azúcar en la Región Sur de Costa Rica.

Se han hecho numerosos estudios en caña de azúcar que demuestran una respuesta muy positiva por parte del cultivo a la aplicación de fuentes nitrogenadas. Se ha verificado casi de manera genérica, que las deficiencias de N provocan un desarrollo raquítrico de las plantas y serios problemas en el aprovechamiento del agua por parte del cultivo, lo que repercute y se manifiesta en bajos tonelajes de caña; sin embargo, los excesos de N provocan por otro lado una baja calidad de mieles y jugo, como también se a podido en la práctica verificar.

LEIVA (1986) y LEIVA y CHAVES (1983) afirman, que la adición de N aumenta significativamente la producción de caña y con ello la de azúcar por hectárea, pero complementariamente baja la concentración de sacarosa del jugo, debido a un aumento en los azúcares reductores y la promoción de una mayor humedad en los tejidos de la caña.

Investigaciones realizadas por DIECA (1990) en Turrialba, demuestran que evaluando dosis crecientes de N en la variedad PINDAR, hubo un aumento de las toneladas de caña y azúcar cuando se incrementó la dosis, especialmente cuando éste se complementó con las dosis de K necesarias, siendo el tratamiento de 200 kg/ha de N el más rentable. Un estudio similar fue realizado por DIECA en Pérez Zeledón con la misma variedad de caña, obteniendo la mejor respuesta con la dosis de 150 kg de N/ha (DIECA, 1989).

Asegura CHAVES (1999a), que “*La condición de cultivo extensivo propia de la caña de azúcar, aunada a su gran capacidad extractora y productora de materia seca, hacen que los requerimientos nutricionales del N sean en éste caso particularmente elevados*”.

OBJETIVO

Evaluar comparativamente el efecto productivo agroindustrial inducido por la adición de 6 Fuentes comerciales de N, respecto a un Testigo sin N, y determinar la Fuente más conveniente desde una perspectiva técnica, productiva y económica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la Finca El Porvenir, propiedad de Coopeagri El General R.L., ubicada en el Distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón, en las Coordenadas Geográficas 09°16'53" Latitud Norte y 83°33'03" Longitud Oeste, a una altitud es de 560 msnm. La zona posee en promedio una precipitación total anual de 4.146,0 mm/año y una temperatura media de 24,9 °C, respectivamente. El tipo de suelo en el cual se estableció la prueba pertenece al orden Ultisol, cuya condición química inicial fue: pH 4,8; Ca 2,74; Mg 0,12 y K 0,3 cmol (+)/l; el contenido de P fue de 12 y el Zn de 1,6 µg/ml.

Las fuentes de N evaluadas fueron: Urea (46% N), Nitrato de Amonio (33,5% N) , Nutrasul (27 % de N y 8,33 % S) , Sulfato de Amonio (21 % N y 23,7 % S), Nitramón (20 % N y 8 % de MgO) y Nitrato de Calcio (15,5% de N y 19 % de CaO).

La fertilización base general en el ciclo de planta fue de 150 kg de N, P₂O₅ y K₂O /ha, respectivamente; la misma cantidad de N y K₂O /ha se adicionó en las socas. Aproximadamente 25 días antes de realizar la siembra se incorporó 1,0 TM/ha de CaCO₃. Todos los Tratamientos (Fuentes) evaluados calibraron y equipararon la dosis de N en 150 kg, no así sus nutrientes complementarios (S, Mg y Ca), que representaron un factor variable propio y adicional de cada fuente que no fue controlado. La fertilización base se fraccionó en partes iguales a los 30 y 45 días, excepto el P que se incorporó todo al fondo del surco al momento de la siembra. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones, donde la parcela total fue de 70 m² y la útil de 42 m².

La fecha de siembra del experimento fue el 20 de mayo de 1997 y finalizó el 15 de mayo del 2001, luego de efectuar un total de 4 cosechas a la edad de 12 meses. Se cultivo la variedad SP 71-5574, mayoritariamente sembrada con excelentes resultados por los productores de la Región Sur (CHAVES *et al*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las 4 cosechas de las principales variables agroindustriales (TM de caña y azúcar/ha) se muestran en el Cuadro 1; ya previamente se habían publicado los resultados promedio de las dos primeras cosechas (BARRANTES y CHAVES, 1999). Los resultados obtenidos evidencian que efectivamente la fuente nitrogenada utilizada en la fertilización de las

áreas de caña, incide directamente sobre los rendimientos agroindustriales potencialmente esperables, mostrando diferencias estadísticas significativas (5%) en las dos últimas cosechas (segunda y tercera soca) y también en el promedio agrícola de las 4 cosechas (TM de caña/ha). En el caso del azúcar, hubo diferencias estadísticas exceptuando en el tercer corte, las cuales fueron evidentes en el resto de cosechas y consecuentemente en el promedio general de 4 cortes de esa importante variable agroindustrial (TM de azúcar/ha).

Un análisis más detallado de los resultados mostrados en el Cuadro 1, revela que el Sulfato de Amonio fue consistente y dominante en su excelencia productiva, puesto que en el caso particular de la producción de caña (TM/ha), fue la Fuente que más materia prima caña produjo individualmente en cada una de las 4 cosechas realizadas y consecuentemente, fue en promedio la mejor. En la tercera y cuarta cosecha mostró diferencia estadística (5%) con la Urea y el tratamiento Testigo, cobertura que amplio al Nitrato de Amonio y el Nitramón en el promedio de las 4 cosechas.

En el caso de la producción de azúcar (TM/ha) aconteció algo semejante al caso anterior, donde el Sulfato de Amonio ocupó el primer lugar en todas las cosechas, exceptuando la tercera, donde el Nitrato de Amonio fue el más productivo y eficiente. En esta variable hubo aún más diferencias estadísticas, puesto que las dos fuentes más productivas siempre se diferenciaron del Testigo, así como del Nitrato de Calcio y la Urea en el primer y segundo corte, respectivamente. En el promedio de las 4 cosechas, el Sulfato de Amonio marcó diferencia estadística con el Nitramón y la Urea, a los cuales superó ampliamente.

La concentración de sacarosa en los tallos del tratamiento Testigo fue al promediar las 4 cosechas la más alta (145,0 kg/TM), y la Fuente Urea contrariamente la de menor rendimiento con apenas 139,96 kg/TM, como se observa en el Cuadro 2. Se comprobó nuevamente lo que en innumerables ocasiones se ha asegurado, respecto el efecto negativo que el N provoca sobre la calidad de los jugos. En el caso del Nitrato de Amonio, el Nitramón y la Urea, la afección alcanzó los 5,0 kg de sacarosa/TM de caña, lo que fue equivalente al 3,2%.

Para las variables de rendimiento agroindustrial (TM de caña y azúcar/ ha), el mejor comportamiento promedio de 4 cortes (Cuadro 1) lo obtienen aquellas fuentes nitrogenadas que llevan como elemento acompañante el Azufre (SO₄); siendo el Sulfato de Amonio la de mejor relación productiva, ya que incrementó la producción de caña/ha en un 35,8% (35,53 TM) y el azúcar en un 31% (4,45 TM), respecto al Testigo sin nitrógeno. Le siguió el Nutrasul que incrementó la producción de caña en un 25,3 % (25,1 TM) y la de azúcar en un 23,7% (3,4 TM). El Nitrato de Calcio que contiene CaO como elemento acompañante, fue la Fuente que siguió en excelencia el comportamiento productivo de las 6 fuentes proveedoras de N evaluadas, logrando aumentos para la variable de TM de caña/ha del 25,2% (25,0 TM), y del 23,3% en la variable de TM de azúcar/ha (3,34 TM).

CUADRO 1.
RESULTADOS AGROINDUSTRIALES DEL ESTUDIO DE FUENTES DE NITROGENO.
PROMEDIO DE CUATRO COSECHAS. SAN PEDRO, PEREZ ZELEDON, 2001.

| TRATAMIENTO/ CORTE | VARIABLE | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|---------------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
| | TONELADAS DE CAÑA /ha | | | | | | | |
| | CORTE 1 | CORTE 2 | CORTE 3 | | CORTE 4 | | PROMEDIO | |
| SULFATO AMONIO | 114,53 | 135,64 | 143,87 | a | 145,01 | a | 134,76 | a |
| NUTRASUL | 99,37 | 132,28 | 137,95 | abc | 127,64 | abc | 124,31 | ab |
| NITRATO CALCIO | 89,74 | 133,08 | 140,06 | ab | 133,90 | ab | 124,20 | abc |
| NTRATO AMONIO | 104,79 | 130,77 | 124,83 | abc | 123,76 | abc | 121,04 | bc |
| NITRAMON | 96,64 | 129,29 | 124,62 | abc | 122,05 | abc | 118,15 | bc |
| UREA | 96,64 | 118,60 | 119,60 | bc | 120,63 | bc | 113,87 | bc |
| TESTIGO (-N) | 86,84 | 99,32 | 109,37 | c | 101,42 | c | 99,24 | c |
| PROMEDIO | 98,36 | 125,57 | 128,61 | | 124,92 | | 119,37 | |
| CV (%) | 11,63 | 9,98 | 4,10 | | 4,83 | | 7,64 | |

| TRATAMIENTO/ CORTE | TONELADAS DE AZÚCAR /ha | | | | | | | | | REL. SAC | PRT |
|--------------------|-------------------------|----|--------------|----|--------------|--------------|---------|--------------|----------|------------|-----|
| | CORTE 1 | | CORTE 2 | | CORTE 3 | | CORTE 4 | | PROMEDIO | | |
| SULFATO AMONIO | 17,47 | a | 17,77 | a | 19,85 | 20,15 | a | 18,81 | a | 7.2 | 131 |
| NUTRASUL | 14,43 | ab | 16,70 | ab | 20,77 | 19,12 | ab | 17,76 | ab | 7.0 | 124 |
| NITRATO CALCIO | 13,46 | b | 17,30 | a | 20,36 | 19,69 | ab | 17,70 | abc | 7.0 | 123 |
| NITRATO AMONIO | 15,44 | ab | 16,87 | ab | 17,82 | 18,06 | ab | 17,05 | abc | 7.1 | 119 |
| NITRAMON | 14,83 | ab | 16,18 | ab | 18,43 | 17,15 | ab | 16,65 | bc | 7.1 | 116 |
| UREA | 13,82 | ab | 14,88 | b | 17,61 | 17,38 | ab | 15,92 | bc | 7.2 | 111 |
| TESTIGO (-N) | 13,37 | b | 13,34 | b | 15,55 | 15,16 | b | 14,36 | c | 6.9 | 100 |
| PROMEDIO | 14,69 | | 16,15 | | 18,63 | 18,10 | | 16,89 | | 7.1 | |
| CV% | 9,47 | | 9,85 | | 8,1 | 6,93 | | 8,70 | | | |

VALORES CON IGUAL LETRA EN UNA MISMA COLUMNA NO DIFIEREN ESTADÍSTICAMENTE ENTRE SI, SEGUN TUCKEY 5%.

REL. SAC: CANTIDAD NECESARIA (t) DE MATERIA PRIMA PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE AZÚCAR.

P.R.T: DIFERENCIA PORCENTUAL RESPECTO AL TESTIGO SIN NITROGENO PARA LA VARIABLE t AZÚCAR/Ha.

El Nitrato de Amonio, el Nitramón y la Urea fueron en ese mismo orden, las Fuentes que siguieron en su capacidad de respuesta productiva (TM de caña/ha), con incrementos del 22% (21,8 TM), 19,1% (18,9 TM) y 14,8% (14,6 TM), respecto al Testigo sin N. De la misma forma, éstas últimas tres Fuentes nitrogenadas tuvieron incrementos del 18,7% (2,7 TM), 15,9% (2,3 TM) y 10,9% (1,6 TM) para la variable de TM de azúcar/ha, al compararse con la no aplicación de N (Testigo).

El Sulfato de Amonio resultó ser como ya se indicó, la Fuente de N incuestionablemente más eficiente y rentable, superando en un 35,8 % (35,5 TM) la producción agrícola (TM de caña /ha) y en un 31% la producción agroindustrial (4,45 TM de azúcar/ha); marcando a su vez una diferencia productiva importante con respecto al resto de los tratamientos, que justifica tanto técnica como económicamente su utilización.

El resultado promedio de las 2 primeras cosechas (BARRANTES y CHAVES, 1999) fue muy similar al obtenido al final del experimento, puesto que el Sulfato de Amonio fue la mejor Fuente

al superar con diferencia estadística (5%) al Testigo en 32,0 TM (34,4%) de caña/ha y 4,33 TM (32,3%) de azúcar/ha. Le siguieron en productividad de azúcar en relación con el Testigo el Nitrato de Amonio (21,3%), el Nitramón (17,4%), el Nutrasul (17,2%), el Nitrato de Calcio (16,3%) y la Urea (7,8%), respectivamente. Como se aprecia los incrementos fueron en todos los casos muy importantes.

Se concluye además que el elemento acompañante en la formulación comercial es influyente y determinante en los resultados productivos que potencialmente se puedan esperar, sobresaliendo entre estos el Azufre cuya respuesta por parte de la caña ha sido por antecedentes muy buena, como lo señalan CHAVES y ALVARADO (1994), CHAVES SOLERA (1996, 1997, 1999ab).

La diferencia entre el Nutrasul, el Nitrato de Calcio y el Nitrato de Amonio es más de carácter económico que técnico, al menos entre las dos primeras fuentes, como lo demuestran los índices de productividad alcanzados (Cuadro 2). El valor unitario y la concentración (%) del elemento (N) en la fórmula comercial afectan el costo final, el cual es negativo para el caso del Nitrato de Calcio, el Nitramón y el Sulfato de Amonio. Se puede concluir que en la decisión de elegir la mejor fuente comercial de N, debe tomarse muy en cuenta el mejoramiento productivo que el elemento acompañante incorpora, lo cual enriquece el balance nutritivo general de la planta.

CUADRO 2.
RESULTADOS AGROINDUSTRIALES DEL ESTUDIO DE FUENTES DE NITROGENO
PROMEDIO DE 4 COSECHAS. SAN PEDRO, PEREZ ZELEDON, 2001.

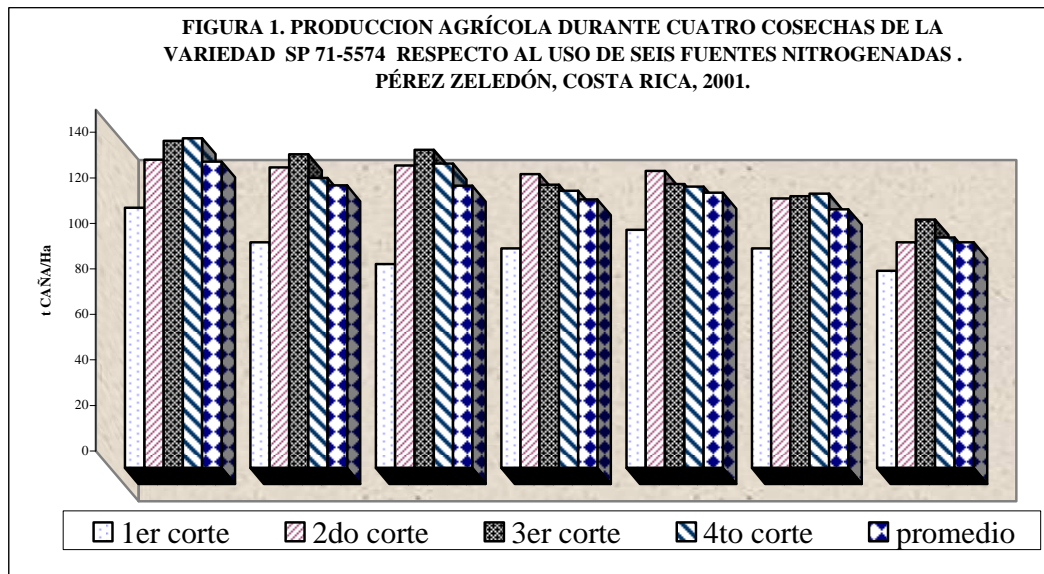
| TRATAMIENTOS | PORCENTAJE | | | | RENDIMIENTO kg azúcar/TM | PRODUCCION TM/ha | | | | REL. | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|------------------|-----|--------------|-----|------------|-----|
| | BRIX | POL | PUREZA | FIBRA% C | | CAÑA | | AZUCAR | | SAC | PRT |
| SULFATO AMONIO | 22,08 | 20,39 | 92,35 | 14,48 | 143,27 | 134,76 | a | 18,81 | a | 7,2 | 131 |
| NUTRASUL | 22,22 | 19,96 | 89,83 | 14,86 | 142,96 | 124,31 | ab | 17,76 | ab | 7,0 | 124 |
| NITRATO CALCIO | 22,06 | 20,09 | 91,06 | 14,72 | 143,09 | 124,20 | abc | 17,70 | abc | 7,0 | 123 |
| NITRATO AMONIO | 21,44 | 19,66 | 91,70 | 14,46 | 140,00 | 121,04 | bc | 17,05 | abc | 7,1 | 119 |
| NITRAMON | 22,56 | 20,08 | 88,99 | 14,53 | 140,46 | 118,15 | bc | 16,65 | bc | 7,1 | 116 |
| UREA | 22,02 | 20,08 | 91,19 | 14,79 | 139,96 | 113,87 | bc | 15,92 | bc | 7,2 | 111 |
| TESTIGO (-N) | 22,24 | 20,24 | 91,01 | 14,56 | 145,00 | 99,23 | c | 14,36 | c | 6,9 | 100 |
| PROMEDIO | 22,09 | 20,07 | 90,87 | 14,63 | 142,10 | 119,37 | | 16,89 | | 7,1 | |
| CV (%) | 12,20 | 4,04 | 3,15 | 4,07 | 5,19 | 7,82 | | 8,70 | | | |

VALORES CON IGUAL LETRA EN UNA MISMA COLUMNA NO DIFIEREN ESTADÍSTICAMENTE ENTRE SI, SEGUN TUCKEY 5%.

RELACION SACAROSA: CANTIDAD NECESARIA (TM) DE MATERIA PRIMA PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE AZÚCAR.

PRT: DIFERENCIA PORCENTUAL RESPECTO AL TESTIGO SIN NITROGENO PARA LA VARIABLE TM AZÚCAR/ha.

FIGURA 1. PRODUCCION AGRÍCOLA DURANTE CUATRO COSECHAS DE LA VARIEDAD SP 71-5574 RESPECTO AL USO DE SEIS FUENTES NITROGENADAS . PÉREZ ZELEDÓN, COSTA RICA, 2001.



CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, puede concluirse lo siguiente:

- El N representa un nutrimento fundamental para inducir el incremento de la producción de caña y azúcar (TM/ha), motivo por el cual debe formar parte de los programas de fertilización de la caña de azúcar.
- Es posible que el N afecte la concentración de sacarosa en los jugos de la caña, lo cual pareciera ir ligado en algún grado con la Fuente utilizada y obviamente a la dosis, la época y la edad en que se adicione. El N induce y promueve la formación de azúcares reductores afectando la sacarosa.
- El resultado productivo de la fertilización nitrogenada está fuertemente ligado y determinado en un alto grado por la Fuente de N que se emplee, y fundamentalmente por el elemento acompañante del N. En este sentido el Azufre reviste y desempeña un rol muy positivo, en virtud de que favorece los altos rendimientos de caña y azúcar (TM/ha).
- El Sulfato de Amonio fue la mejor fuente de N de las 6 evaluadas, mostrando en forma consistente altas productividades de caña y azúcar (TM/ha) durante todas las cosechas; además de producciones muy superiores respecto a las del resto de Fuentes estudiadas.
- El Sulfato de Amonio superó al Testigo (-N) como promedio de 4 cosechas en un significativo 35,8%, correspondiente a 35,5 TM de caña/ha y un 31% equivalente a 4,45 TM de azúcar/ha. En el caso de la concentración de sacarosa, la adición de N por medio de esa Fuente fue negativa y provocó una disminución de -1,73 kg/TM (-1,21%).
- En producción de caña (TM/ha) las Fuentes nitrogenadas: Nitrato de Amonio, Nitramón y Urea fueron junto con el Testigo, diferentes estadísticamente (5%) e inferiores en productividad respecto al Sulfato de Amonio. En cuanto a productividad de azúcar (TM/ha) el mismo efecto aconteció con el Nitramón, la Urea y el tratamiento Testigo. La concentración de sacarosa fue como se indicó, disminuida sin carácter estadístico por

todas las Fuentes de N aplicadas, verificando la Urea la mayor disminución de -5,04 kg/TM correspondiente a un -3,5%.

- La eficiencia porcentual en producción de azúcar(TM/ha) luego de 4 cosechas en relación con el tratamiento Testigo (-N), fue como sigue: Sulfato de Amonio (31%), Nutrasul (23,7%), Nitrato de Calcio (23,3%), Nitrato de Amonio (18,7%), Nitramón (15,9%) y Urea (10,9%). El mismo comportamiento se verificó en la variable producción de caña (TM/ha).
- Como indicadores de selección de la Fuente de N adecuada, deben considerarse y ponderarse los siguientes: concentración de N, elemento acompañante, forma química presente (Amoniacal, Ureica, Nítrica), precio, solubilidad y antecedentes, entre otros. No es conveniente emplear en la selección un único criterio.

LITERATURA CITADA

1. BARRANTES, J.C.; CHAVES, M. 1999. Efecto de Seis Fuentes Nitrogenadas Sobre la Producción Agroindustrial de Caña de Azúcar en un Ultisol de Pérez Zeledón. Promedio de Dos Cosechas. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 341.
2. CHAVES SOLERA, M.A.; ALVARADO H., A. 1994. Manejo de la Fertilización en Plantaciones de Caña de Azúcar (*Saccharum spp*) en Andisoles de Ladera de Costa Rica. In: 15 th World Congress of Soil Science. Internacional Society of Soil Science (ISSS). Memorias. Acapulco, México, del 11 al 15 de julio de 1994. Volumen 7^a. p: 353-372.
3. CHAVES SOLERA, M. 1996. Experiencias con la Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica. In: Congreso de ATACORI “*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*”, 10, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica. p: 76-84.
4. CHAVES SOLERA, M.A. 1997. El Nitrógeno y la Caña de Azúcar. In: Congreso de ATACORI “*Roberto Mayorga C.*”, 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, ATACORI. Tomo I. p: 39-65.
5. CHAVES, M. 1999a. Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José. Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. V.3. p: 193-214.
6. CHAVES SOLERA, M. 1999b. El Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la Caña de Azúcar. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, setiembre. 130 p.

7. CHAVES S., M.; RODRÍGUEZ R., M; VILLALOBOS M., C.; ANGULO M., A.; CALDERON A., G.; ALFARO P., R.; RODRIGUEZ F., J.M.; BARRANTES M., J.C. 2001. Censo de Variedades de Caña de Azúcar de Costa Rica Año 2000. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, marzo. 87 p.
8. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1989. Informe Anual 1988. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA p: 60.
9. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1990. Informe Anual 1989. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA. p: 105.
10. LEIVA, J.M. 1986. Respuesta de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) a Dosis Crecientes de Fósforo en un Suelo de Pérez Zeledón. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 126 p.
11. LEIVA, J.; CHAVES, M. 1986. Respuesta de la Caña de Azúcar a la Fertilización Fosfórica en un Suelo Ultisol de la Región de Pérez Zeledón. In: Congreso Agronómico Nacional, 7 y Congreso de Horticultura ASHS- Región Tropical, 33, Heredia, Costa Rica, 1986. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical- ASHS, CATIE y W.K. Kellogg, julio. p: 125-127.