

FERTILIZACIÓN NITROGENADA A PARTIR DE LA DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO EN EL SUELO Y LOS REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE SORGO. CAMPAÑA INVIERNO 2012¹



Marco Antonio Kiyuna Kikuyama

KIYUNA KIKUYAMA, MARCO ANTONIO²; CLEMENTELLI O, ALFREDO³

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación Agrícola dependiente de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Cristiana de Bolivia (UCEBOL), la cual está ubicada en el km. 11 sobre la carretera al norte en la provincia Warnes. La zona presenta una temperatura media anual de 24.3 °C y una precipitación media anual de 1439 mm. El objetivo fue determinar las respuestas a las aplicaciones de diferentes dosis de fertilizantes nitrogenados a partir de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo y los requerimientos del cultivo de sorgo, en la campaña invierno 2012, sobre las características agronómicas, el rendimiento de grano del cultivo de sorgo y realizando un análisis económico para determinar la rentabilidad económica. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizado, con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron las dosis de 30, 45, 60, 90, 120 kg de N/ha, comparados con un Testigo sin aplicar. De los resultados no se obtuvo efectos significativos en las características agronómicas, como ser altura de planta, tamaño de panoja, peso de 100 granos, debido a la fertilización con nitrógeno. La respuesta en el rendimiento del cultivo a las dosis de nitrógeno solo fue estadísticamente significativos el tratamiento de 90 kg/ha. Pero, hubo incremento de rendimiento de los tratamientos nitrogenados con respecto al testigo de 9, 6, 10, 23 y 11 %, respectivamente. Según el análisis económico solo el tratamiento de 90 kg/ha de N, muestra una Tasa de Retorno Marginal de 23 %, significando que se obtiene 0.23 Bs por 1 Bs. invertido. Los demás tratamientos resultaron negativos.

ABSTRACT

This research was conducted at the Agricultural Research Center dependent Agronomical Engineering Christian University of Bolivia (UCEBOL), which is located at km. 11 on the highway north of the province Warnes. The area has an average annual temperature of 24.3 °C and an average annual rainfall of 1439 mm. The objective was to determine the answers to the application of different doses of nitrogen fertilizers from the availability of soil nitrogen and sorghum crop requirements in winter season 2012 on the agronomic characteristics, grain yield of the crop sorghum and conducting an economic analysis to determine profitability. Experimental design was a randomized complete block with 6 treatments and 3 replications. The treatments were the doses of 30, 45, 60, 90, 120 kg of N / ha compared with an untreated applied. From the results obtained significant effects on agronomic traits, such as plant height, panicle size, weight of 100 grains, due to nitrogen fertilization. In response to the crop yield nitrogen dose was statistically significant treatment 90 kg / ha. But performance was increased nitrogen treatments compared with the control of 9, 6, 10, 23 and 11%, respectively. According to the economic analysis of treatment only 90 kg / ha of N, shows a marginal return rate of 23%, meaning you get 0.23 Bs per 1 Bs invested. Other treatments were negative.

PALABRAS CLAVE: Fertilización nitrogenada; Cultivo; Sorgo

KEYWORDS: Nitrogen; Fertilization; Cultivation; Sorghum

INTRODUCCION

La siembra del sorgo en Bolivia se inicia en 1976 con 1.200 has. Llegó de la mano de la avicultura, gracias a que es uno de los granos esenciales para el alimento balanceado para este rubro, además para la porcicultura y también para la lechería en menor proporción.

En Bolivia el sorgo es un cultivo muy poco difundido, se cultiva solamente en los departamentos de Santa Cruz y Tarija.

En Santa Cruz tiene singular importancia como materia prima destinada a la elaboración de alimentos balanceados para aves y ganado; es una excelente alternativa como sustituto del maíz en épocas de escasez de este último. Su rusticidad y excelente adaptación, sumada a las utilidades y ventajas que ofrece, determinaron una rápida expansión de

este cultivo en los últimos años, por lo que en la actualidad Santa Cruz es el departamento con la mayor superficie de siembra y producción a nivel nacional.

Por tanto, el cultivo de sorgo siempre va tener un mercado seguro, por la avicultura en nuestro medio, puesto que es un sector que siempre va a demandar sorgo por ser el principal elemento para la elaboración de alimento balanceado.

El sorgo también se produce en los suelos que están en vías de degradación, es decir los agricultores que quieren rehabilitar sus suelos, siembran sorgo. De esta manera se logra mejorar gran parte de los suelos agrícolas.

La reducción de la capacidad del suelo para aportar nutrientes puede ser compensada con el empleo de fertilizantes químicos.

1 Trabajo de tesis para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. UCEBOL

2 Tesista, estudiante de la Carrera de Ingeniería Agronómica. UCEBOL

3 Docente asesor. Ing. Agr. Carrera de Ingeniería de Agronomía. UCEBOL

El trabajo de investigación que se realiza, partir de un análisis de suelo para ver la disponibilidad de nutrientes y los requerimientos de este cereal para obtener rendimientos satisfactorios y mantener la fertilidad del mismo a través de un balance nutricional.

Se toma en cuenta el macro nutriente nitrógeno, como el requerimiento a prueba. El suelo presenta una cantidad disponible de nutrientes para el desarrollo de las plantas, estos con el pasar del tiempo en las campañas cultivadas, reduce su aporte de nutrientes. Al aplicar fertilizantes químicos al cultivo, según el requerimiento del sorgo desde la siembra hasta la cosecha, se mantendrán la disponibilidad de nutrientes al suelo, tomando en cuenta un análisis físico-químico, para comprobar el balance nutricional.

Se pretende demostrar la conveniencia y rentabilidad de las aplicaciones nitrogenadas en el cultivo de sorgo, por medio de un análisis económico.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar las respuestas a las aplicaciones de diferentes dosis de fertilizantes nitrogenados a partir de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo y los requerimientos del cultivo de sorgo, en la campaña invierno 2012.

Objetivos específicos

Determinar el efecto de diferentes niveles de fertilizantes nitrogenados sobre las características agronómicas del cultivo de sorgo.

Determinar el efecto de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento de grano del cultivo de sorgo.

Realizar un análisis económico para determinar la rentabilidad económica.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación Agrícola dependiente de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Cristiana de Bolivia (UCEBOL), la cual está ubicada en el km. 11 sobre la carretera al norte en la provincia Warnes. Geográficamente se encuentra a 17.650085' y 63.161956 UTM, a una altura de 333 msnrn. La zona presenta una temperatura media anual de 24.3 °C y una precipitación media anual de 1439 mm.

Suelo

Análisis químico y físico del suelo

Se sacaron 5 submuestras de suelo a profundidad de 0 - 20 cm aproximadamente antes de realizar la preparación de suelo, se obtuvo una muestra homogénea y se hizo su análisis respectivo en el laboratorio del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT).

Cuadro 3. Análisis químico y físico del suelo. CIA Viru Viru. Invierno 2012

Componentes	Valores	Interpretación
pH en agua Rel. 1:5	8,1	Fu e r t e m e n t e alcalino
Conductividad electrica (uS cm ⁻¹)	148	Sin problemas de salinidad
Ca (cmol kg ⁻¹)	21,0	Alto
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,2	Alto
Na (cmol kg ⁻¹)	0,13	Medio
K (cmol kg ⁻¹)	0,42	Medio
T.B.I.	22,8	Medio
C.I.C.E	22,8	Medio
Saturación de bases (%)	100	Medio
Fósforo (mg. Kg ⁻¹)	27	Alto
Nitrógeno Total (%)	0,25	Alto
Materia Orgánica (%)	3,7	Medio
Arena (%)	47	Medio
Limo (%)	41	
Arcilla (%)	12	
Textura		Franco Arcilloso

Fuente: CIAT (2005), Villaroel (1998), www.fertiberia.com

Material Vegetal

Híbrido de Sorgo DAS-5000

Según Dow AgroSciences, este híbrido tiene lo siguiente:

Aspectos principales

Tipo de híbrido: simple

Ciclo: Intermedio- Tardío

Días a floración: Invierno: 60-65 ; Verano 55-60

Días a cosecha: Invierno 130-135; Verano 120-130

Fecha de siembra: Verano e invierno sin restricción

Zonas de cultivo: Este, Sur, Norte

Característica de la planta

Altura: 1.60 m

Porte: Mediano

Panoja

Tipo de panoja: Semi abierta

Longitud: 0.20 - 0.30 m

Longitud de excursión: 18 cm

Característica del grano

Color: Marrón claro

Contenido de tanino: sin tanino

Recomendaciones de siembra

Población recomendada: 150.000 a 200.000 plantas por hectáreas

Distancia entre surco: 0.4 - 0.52 m

Semillas por metro lineal: 8-12

Material químico - Fertilizantes

Fertilizante UREA con 46 % de nitrógeno.

Tratamientos

Los tratamientos se aplicaron de acuerdo a la disponibilidad de nitrógeno del suelo y a la extracción de nitrógeno del suelo por el cultivo de sorgo.

De acuerdo a Villarroel (1998), el cultivo de sorgo necesita extraer del suelo 100 kg de nitrógeno por hectárea para producir 4 toneladas. De acuerdo a estas consideraciones, se realizó el cálculo.

Cuadro 4. Cálculo de la demanda de nitrógeno del cultivo de sorgo a partir del porcentaje de materia orgánica. CIA Viru Viru. Invierno 2012.

MO (%)	Densidad aparente (gr/cm ³) Textura	N Disponible de la MO (Kg/ha)	N Disponible del N total (Kg/ha)	N requerido del cultivo Kg/ha	Disponibilidad de N	N a ser aplicado Kg/ha	Urea (46%) (kg/ha)
3,7	FY	96,2	130	100	143	47	101

Fuente: Elaboración Propia

En base a estos cálculos se aplicaron los tratamientos.

Los tratamientos aplicados fueron:

- T1: Testigo absoluto sin aplicación de nitrógeno.
- T2: Nitrógeno 30 kg/ha (UREA 65 Kg/ha)
- T3: Nitrógeno 45 kg/ha (Urea 97.5 kg/ha)
- T4: Nitrógeno 60 kg/ha (UREA 130 Kg/ha)
- T5: Nitrógeno 90 kg/ha (UREA 195 Kg/ha)
- T6: Nitrógeno 120 kg/ha (UREA 260 Kg/ha)

Diseño Experimental

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (BCA), con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

Tamaño de parcelas

Cada unidad experimental comprendió 15 m² (5 metros de largo por 3 m de ancho), con un espaciamiento de surco a surco de 0.6 m. y entre plantas en el surco de 0.1 m. El tamaño total de la parcela experimental fue de 297 m².

Preparación de Suelo

La preparación de suelos se realizó 15 días antes de la siembra y se utilizó el sistema de labranza convencional, con una pasada de Rome Plow y dos pasadas de rastra liviana, esta última para nivelación.

Siembra

Se realizó primeramente la demarcación de las parcelas, y se sembró con una sembradora manual con surcos distanciados a 60 cm y a 10 cm entre planta. Se depositó 3 semillas por golpe, a una profundidad de 3 a 5 cm., utilizando aproximadamente entre 8 a 10 kg/ha. Posteriormente a la emergencia se realizó un raleo dejando de una planta por sitio.

Aplicación del fertilizante

Se aplicó el fertilizante urea al 46% de nitrógeno, a los 20 días después de la germinación del cultivo, colocando las

dosis correspondiente por tratamiento, se abrió un surco al lado del cultivo, se colocó el fertilizante y luego se lo tapó.

Labores Culturales

Las labores culturales a realizadas en el presente trabajo de investigación y durante un ciclo del cultivo fueron las siguientes:

Control de Malezas

El control de malezas se efectuó de forma manual, las veces que requirió el cultivo, con la finalidad de mantener el suelo limpio de éstas.

Control de Plagas

Para el control de gusanos se aplicó el insecticida Novo (Emamectin-benzoate) a razón de 0.15 kg/ha y Fenuron (Lufenuron) a razón de 0.4 l/ha. Para pulgones se aplicó Salvador (Imidacloprid) en dosis de 0.2 l/ha.

Control de Enfermedades

Se realizó una aplicación del fungicida Foker (Tebuconazole) a una dosis de 0.8 l/ha.

Cosecha

Una vez llegado el cultivo a su madurez, se realizó la cosecha cortando manualmente las panojas, en los tres surcos centrales de cada unida experimental. Las panojas fueron secadas al sol, trilladas y el grano limpiado mediante el venteador.

Toma de datos

Para evaluar el efecto de los tratamientos experimentales sobre las características agronómicas se registrarán los siguientes datos:

Condiciones Climáticas

Se obtuvieron los datos de temperaturas y precipitación, durante ciclo del cultivo de la estación meteorológica del aeropuerto de Viru Viru, que está al frente del Centro de Investigación.

Altura de la Planta

Se midió la altura en centímetros, desde 1a base de la planta hasta el inicio de la formación de la panoja, se tomaron 10 plantas por parcela y luego se determinó el promedio.

Tamaño de Panoja

Se registró en centímetros el promedio de 10 panojas por parcela elegidas al azar, se midieron las panojas desde la prolongación final del pedúnculo hasta el ápice del mismo.

Peso de 100 granos

Se realizó el conteo de 100 granos, 3 veces por cada tratamiento y se pesó en gramos y luego se promedió.

Peso de Campo

Luego de ser cosechados los tres surcos centrales de cada tratamiento, se trillaron las panojas y se registró el peso del gramo húmedo en kilogramos se ajustó la humedad al 11 % y se determinó el rendimiento.

Rendimiento

El peso de campo obtenido fue convertido a rendimiento de grano al 11 % de humedad a través de la siguiente fórmula:

$$R = Pc \times (100 - Hc) / (100 - Hs) \times A / Ap \text{ Kg/ha}$$

Donde:-

R: Rendimiento (Kg/ha)

Pc: Peso de Gramo cosechado (Kg)

Hc: Porcentaje de Humedad

Hs: Porcentaje de Humedad Estándar

A: Área de una hectárea (10.000 m²)

Ap: Área útil de una parcela

Análisis Estadístico

Las variables consideradas en el presente ensayo fueron sometidas a un análisis de varianza mediante la prueba de «F», de acuerdo al diseño experimental de bloques al azar. En los análisis de varianza que se encontraron diferencias estadísticas, estas características se sometieron a una comparación mediante la prueba de Tukeys Honestly Significant Difference Test.

Para este análisis se utilizó el programa estadístico MSTAT-C.

Análisis Económico

Se realizó mediante la Tasa de Retorno Marginal, que es el beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresada en un porcentaje.

Se tomaron datos de los Beneficios Netos para cada tratamiento, y el Total de Costos Variables, y con ellos se determinó la Tasa de Retorno Marginal, mediante la siguiente fórmula:

$$TRM = BN2 - BN1 / CV2 - CV1$$

Donde: BN = Beneficio neto del tratamiento;

CV = Total de costos variables del tratamiento

RESULTADOS Y DISCUSION

Condiciones edafoclimáticas

Precipitación

Según la Estación Meteorológica del aeropuerto de Viru Viru, la precipitación total registrada durante el ensayo fue de 218.5 mm. En la figura 1, se observa que el mes de abril fue el que más llovió con 75 mm y el mes de marzo fue el de menor precipitación con 38 mm.

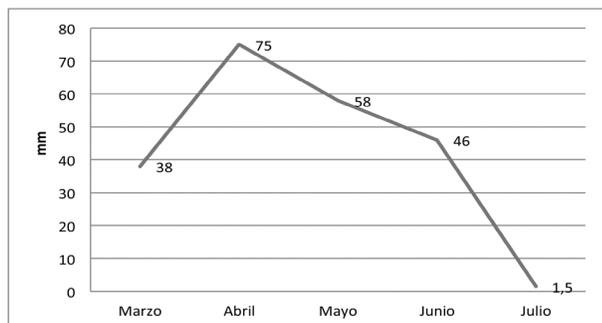


Figura 1. Distribución mensual de la precipitación pluvial durante el desarrollo del ensayo. Estación meteorológica de Viru Viru. Invierno, 2012.

Según los datos obtenidos, la precipitación durante el ciclo del ensayo dio para producir granos, ya que según el manual técnico del sorgo (2005), este cultivo requiere un mínimo de 250 mm durante su ciclo para llegar a producir grano y pueden obtenerse buenos rendimientos con 350 mm. Pero, para lograr altas producciones, el requerimiento de agua varía entre 450 a 600 mm, dependiendo del ciclo del híbrido y de las condiciones ambientales.

Temperatura

Al igual que las precipitaciones, la temperatura también se registró desde la siembra, hasta la cosecha (marzo-julio), donde el mes de julio tuvo la menor temperatura media de 18,8 °C y el mes de marzo con 25,0 °C, dando un promedio de temperatura media durante el ciclo del cultivo de 22,0 °C, datos tomados de la Estación Meteorológica de Viru Viru.

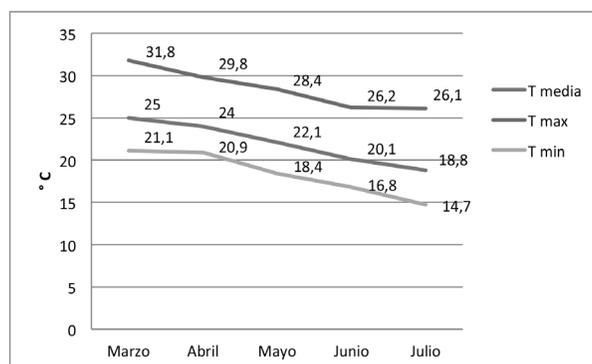


Figura 2. Datos registrados de temperaturas durante el ensayo. Viru Viru, 2012

El sorgo a ser un cultivo de clima tropical, se desarrolla con temperaturas altas, siendo la optima durante todo su ciclo de 26 °C, pues las plantas a temperaturas inferiores a los 15 °C no se desarrollan bien y a temperatura superiores a los 35 °C van disminuyendo su rendimiento (Orozco y Zeballos, 1998).

Las temperaturas medias en general, durante el trabajo de investigación fueron de 22,0 °C, por debajo de la ideal, pero está dentro de los parámetros de exigencia del cultivo de sorgo.

Condiciones del suelo

El lote donde se instaló el trabajo de investigación, es un suelo de textura franco arcilloso, que es adecuado para el cultivo de sorgo, con un pH de 8.1, fuertemente alcalino.

Para Orozco y Zeballos (1998), el sorgo se adapta bien a muchos tipos de suelo, desde los suelos pesados (arcillosos) a los livianos (arenosos); sin embargo y en los que generalmente se obtienen mayores producciones son en los suelos de tipo franco (franco arcilloso y franco arenoso).

Los mismos autores mencionan que el sorgo se adapta a una amplia reacción del suelo, desde suelos ácidos de pH 5.5 a los francamente alcalinos de pH 8.5, también el sorgo se considera una planta con mayor tolerancia a la salinidad que el maíz.

En cuanto a la materia orgánica tuvo un valor de 3.7 % interpretada como medio, lo que según Villarroel (1998), con ese valor se necesita nitrógeno para el mantenimiento del suelo.

Con respecto al fósforo con valor de 27 mg.kg⁻¹ y el potasio con 0.42 cmol kg⁻¹, son considerados alto y medio, según la interpretación del CIAT (2005).

Características agronómicas del cultivo

Altura de planta

En esta variable no se observó significancia estadística entre tratamientos. La figura 3 muestra que los tratamientos testigo y con 45 kg de N, presentan mayor altura de planta con 125 cm, seguido de los tratamientos 90 y 120 kg de N con 124 cm y de último los tratamiento de 60 y 30 kg de N con 123 y 120 cm de altura de planta.

Según Zabala (2011), encontró diferencias estadísticas entre altura de planta con 260 y 120 kg de N adicionando 60 Kg de P, con un tratamiento testigo sin aplicación. Lo que aduce que la diferencia de altura de planta con el testigo, puede deberse a la aplicación de fósforo. Ya que entre los tratamientos con N no encontró diferencia estadística.

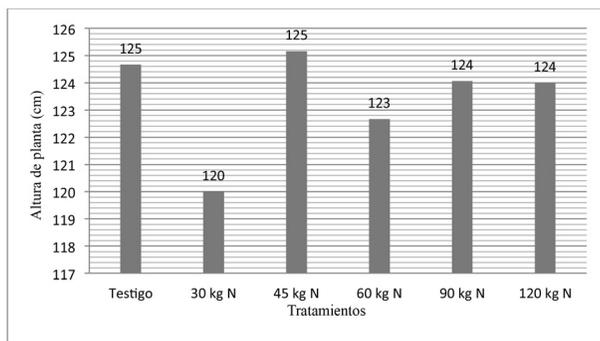


Figura 3. Altura de planta a la madurez fisiológica del sorgo. CIA Viru Viru. Invierno, 2012.

Tamaño de panoja

El tamaño de panoja representa una variable no evaluada en trabajos revisados, sin embargo sus resultados son importantes, como lo indica en la figura 4. No se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamiento con relación al testigo, pero se observa un mayor tamaño en los tratamiento con 30, 45, 90 y 120 kg de N de 25 cm comparado con el testigo y 60 kg de N con 23 y 22 cm respectivamente, que se reflejará posteriormente en rendimiento de grano obtenido.

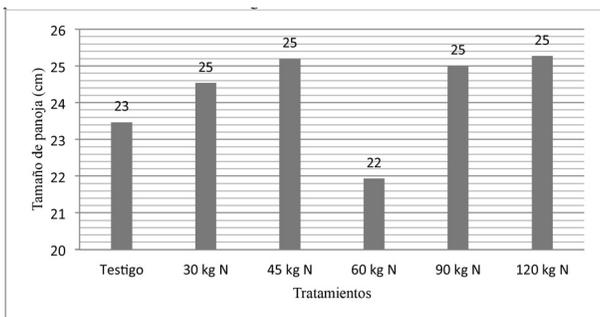


Figura 4. Resultados graficados de la variable tamaño de panoja. CIA Viru Viru. Invierno, 2012.

Peso de 100 granos

En esta característica de peso de 100 granos después de la cosecha del cultivo, no se observó diferencia estadística al 5% de probabilidad ($P < 0,05$). Todos los tratamientos con diferentes niveles de fertilización reportaron similar peso de 100 granos estadísticamente. Los tratamientos con 30 y 90 Kg de N /ha, fueron superiores (3 gr), a los tratamientos Testigo, 45, 60 y 120 Kg de N/ha, con menor peso (2.7 gr).

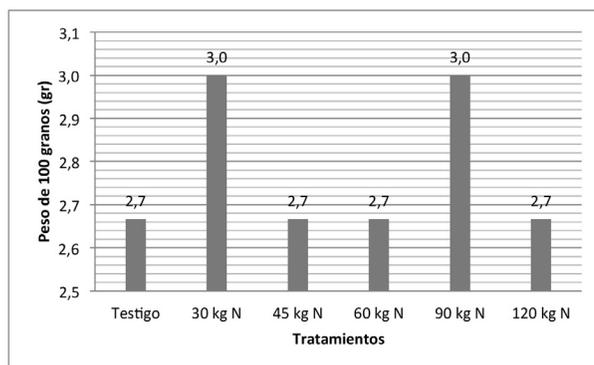


Figura 5. Resultados graficados de la variable peso de 100 granos. CIA Viru Viru. Invierno, 2012.

Peso de grano en campo y rendimiento de grano

Como puede observarse en la figura 6, en los tratamientos de 30,45, 60 y 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea, no se encontró diferencia significativa con respecto al testigo sin fertilizar.

Se encontró respuesta significativa en las dosis de 90 kilogramos de nitrógeno, con respecto al testigo.

En general se puede observar que en todos los tratamientos con fertilización nitrogenada se obtuvieron respuestas adicionales en el peso de grano y con una tendencia creciente en la respuesta al mismo nutriente hasta la dosis de 90 kilogramos por hectárea, a partir de la cual disminuye el rendimiento en las condiciones del ensayo, si bien el tratamiento de 120 kg/ha de N, es superior a las dosis de 30,45, 60 kg/ha de N, pero no existe diferencias estadísticas significativas entre estos tratamientos.

Según García, et al (2005), en la fertilización nitrogenada de sorgo en siembra directa, en tratamientos de 30 y 60 kilogramos de nitrógeno por hectárea, no encontró diferencia significativa con respecto a un testigo sin fertilizar. Encontró respuesta significativa en las dosis de 90 y 120 kilogramos de nitrógeno, con respecto al testigo.

Y pudieron observar que en todos los tratamientos con fertilización nitrogenada se obtuvieron respuestas adicionales en rendimiento y con una tendencia creciente en la respuesta al mismo nutriente hasta la dosis de 90 kilogramos por hectárea, a partir de la cual disminuye el rendimiento en las condiciones del ensayo, si bien el tratamiento de 120 (Kg. ha), es superior a las dosis de 30 y 60 (Kg.ha).

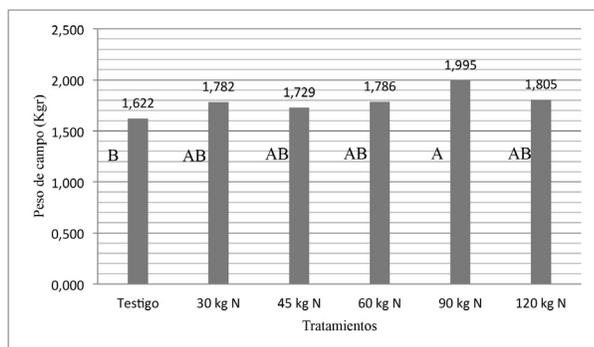


Figura 6. Resultados de la variable peso de grano en campo (gr). CIA Viru Viru. Invierno, 2012.

Con respecto al rendimiento de grano en kg/ha (Figura 7), el mayor fue el tratamiento con 90 kg/ha de N, que fue de 3694 kg de grano/ha, aproximándose al requerimiento calculado para producir 4000 kg/ha. De acuerdo a Villarreal (1998), el cultivo de sorgo necesita extraer del suelo 100 kg de nitrógeno por hectárea para producir 4 toneladas.

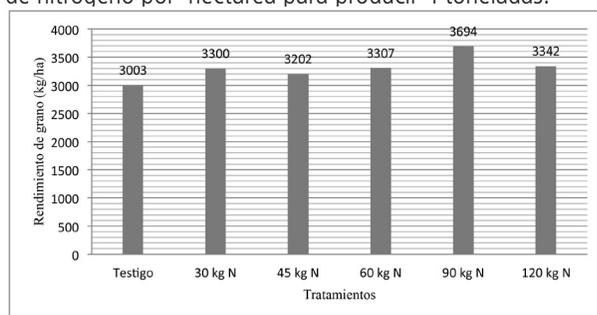


Figura 7. Rendimiento de grano (kg/ha) en base a los datos obtenido de peso de grano en campo. CIA Viru Viru. Invierno, 2012.

Análisis económico

En base al análisis de la Tasa de Retorno Marginal, tomando en cuenta los beneficios netos y los costos variable por tratamiento, se observa que el único tratamiento que obtuvo un beneficio fue el de 90 kg/ha de N con un 32 % de Tasa de Retorno Marginal, lo que significa que cada 1 Bs. invertido se gana 0.32 Bs.

Cuadro 5. Análisis de Tasa Marginal de Retorno de la aplicación de nitrógeno.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Precio sorgo (Bs/kg)	Beneficio Bruto (Bs/ha)	Urea (kg/ha)	Costo urea (Bs/kg)	Costo Urea (Bs/ha)	Costo aplicación (Bs/ha)	Costo variable (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	TRM (%)
Testigo	3003	0,54	1502	0	0	0	0	0	1502	
30 kg de N	3300	0,54	1650	65	2,4	156	34	190	1460	-16
45 kg de N	3202	0,54	1601	98	2,4	235,2	34	269,2	1332	-167
60 kg de N	3307	0,54	1654	130	2,4	312	34	346	1308	-26
90 kg de N	3694	0,54	1847	196	2,4	470,4	34	504,4	1343	32
120 kg de N	3342	0,54	1671	260	2,4	624	34	658	1013	-224

Fuente: CIA Viru Viru. Invierno, 2012.

Este análisis está muy influenciado por el precio del sorgo y del fertilizante. A medida que el precio suba o baje la Tasa Marginal de Retorno, puede variar, así como también con el precio del fertilizante.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llega a las siguientes conclusiones:

Los valores que arrojan el análisis de suelo del ensayo, muestran en su interpretación que permite la producción de sorgo, requiriendo de fertilizante nitrogenado solo para su mantenimiento.

Con el balance nutricional efectuado se demuestra que es posible alcanzar los rendimientos requeridos en base al manejo de la fertilización de cultivos y se basa fundamentalmente en el análisis de suelo, con el fin de evaluar la capacidad de aportes del suelo para el cultivo. Esto significa que el objetivo de la fertilización es complementar el aporte de nutrientes del suelo.

No se obtuvo efectos significativos en las características agronómicas, como ser altura de planta, tamaño de panoja debido a la fertilización con nitrógeno, sin embargo, se observa una tendencia de que a mayor cantidad de nitrógeno, aumenta el tamaño de la planta y la panoja.

La respuesta en el rendimiento del cultivo a las dosis de nitrógeno solo fue estadísticamente significativos el tratamiento de 90 kg/ha. Pero, hubo incremento de rendimiento de los tratamientos nitrogenados con respecto al testigo de 9, 6, 10, 23 y 11 %, respectivamente

Según el análisis económico solo el tratamiento de 90 kg/ha de N, muestra una Tasa de Retorno Marginal de 23 %, significando que se obtiene 0.23 Bs por 1 Bs. invertido. Los demás tratamientos resultaron negativos.

RECOMENDACIONES

Se debe continuar investigando la fertilización del cultivo de sorgo, para confirmar los resultados hasta el momento obtenido y de acuerdo a los resultados de los análisis de suelos e incluir otros fertilizantes que el cultivo necesite.

En este tipo de suelo en donde se realizó el ensayo, realizar la fertilización con macronutrientes para proporcionar a la planta los nutrientes, para que ésta no los extraiga de los contenidos que tiene el suelo, si no hay que proporcionárselos con fertilización y así mantener este suelo en un buen nivel productivo y sostenible

BIBLIOGRAFIA (RESUMEN)

ARIAS, I; GUZMÁN, E. 1984. Algunas Consideraciones sobre Fertilización en el cultivo del Sorgo. FONAIAP Divulga N° 16.

CANEDO, E. 2002. Requerimiento agroecológico de las principales plantas cultivadas. AGROCONSULT. MC. Multimedia. Santa Cruz, Bolivia.

CENTRO DE INVESTIGACION AGRICOLA TROPICAL. 2005. Tabla de interpretación de resultados analíticos de suelo para el trópico boliviano. Santa Cruz – Bolivia.

GARCIA, P; FERREO, A; GOUJON, M. Fertilización nitrogenada en siembra directa de sorgo. Cátedra Cultivos I - Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE. Sargento Cabral 2131 - (3400) Corrientes - Argentina