

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica



TESIS

Efecto del abono Orgánico en el comportamiento del Cultivo de

***Saccharum officinarum L.* “Caña de azúcar” bajo**

condiciones del sector Sta. Inés, Sayán.

PRESENTADO POR:

EVANGELISTA ESPINOZA, DESIDERIO PABLO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRONOMO

HUACHO-PERU

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentaria y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica



TESIS

Efecto del abono Orgánico en el comportamiento del Cultivo de

***Saccharum officinarum L.* “Caña de azúcar” bajo**

condiciones del sector Sta. Inés, Sayán.

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Dr. Sergio Contreras Liza
Presidente

Dra. María del Rosario Útia Pineda
Secretaria

Mg. Sc. Celso Quispe Ojeda
Vocal

Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo
Asesor

HUACHO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, por facilitarme sabiduría, entendimiento y perseverancia en este camino.

A los cañicultores del sector Sta. Inés, Sayán, a quienes dedico esta investigación, donde gesté la idea.

A mis padres quienes me dieron la vida, educación y consejos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por ser mi alma mater y haberme acogido en sus aulas durante el pregrado.

Un agradecimiento muy especial a mi asesor Dr. Edison Palomares Anselmo, por compartir sus conocimientos y dedicación al asesorarme en este trabajo de investigación.

A mi familia que es la razón de mí ser, porque a ellos debo mi formación profesional, gracias por sus consejos y por creer en mí.

Quiero agradecer a todos mis buenos amigos, porque de alguna manera han tomado parte de mi formación profesional.

ÍNDICE

	Pag.
PORTADA	
CONTRAPORTADA	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	13
2.1 Antecedentes de la investigación	13
2.1.1 Investigaciones en el extranjero.	13
2.1.2 Investigaciones nacionales	14
2.2 Bases teóricas.	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Lugar de ejecución	25
3.3. Equipos, materiales e insumos	25
3.4. Área, Sector y Programa	26
3.5. Tipo de investigación	26
3.6. Población y muestra	26
3.7. Determinación de variables e indicadores	26
3.8. Diseño estadístico	28
3.9. Técnicas e instrumentos para la obtención de datos	29
3.10. Procesamiento y análisis estadístico de datos.	29
3.11. Impacto agroclimático.	29
3.12. Conducción del experimento.	32
IV. RESULTADOS	34
4.1. Efecto del abono orgánico en altura de planta de la Caña de Azúcar.	34
4.2. Número promedio de brotes.	36
4.3. Número de nudos por planta.	38
4.4. Efecto de tratamientos de abono orgánico en factores de calidad.	41

4.5	Rendimiento de caña de azúcar por hectárea.	41
V.	DISCUSION.	44
VI,	CONCLUSIONES	46
VII	RECOMENDACIONES	48
VIII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	ANEXO	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tratamientos utilizados.	28
Tabla 2.	Prueba de Análisis de Varianza (anova)	30
Tabla 3.	Información meteorológica durante el experimento.	31
Tabla 4.	Análisis de varianza del promedio de altura de planta	35
Tabla 5.	Prueba Tukey de promedios de altura de planta	36
Tabla 6.	Análisis de varianza del promedio de brotes emergidos	37
Tabla 7.	Prueba Tukey del comparativo de promedios de brotes emergidos	38
Tabla 8.	Análisis de la variancia del promedio de N° de nudos por planta	39
Tabla 9.	Prueba Tukey comparativos promedios de N° de nudos por planta.	40
Tabla 10.	Análisis de maduración. Fecha final: abril del 2019	42
Tabla 11.	Análisis de variancia del promedio de rendimiento abril 2019	39
Tabla 12.	Prueba Tukey del comparativo de promedios de rendimiento	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar	20
Figura 2.	Promedio de altura de planta	35
Figura 3.	Promedio del N° de brotes por planta.	38
Figura 4.	Promedio del N° de nudos por planta	40
Figura 5.	Promedio del rendimiento por tratamiento a la cosecha.	44
Figura 6.	<i>Figura 6</i> Instalación del experimento	55
Figura 7.	<i>Figura 7</i> Aplicación del abono orgánico.	55
Figura 8.	<i>Figura 8</i> Crecimiento del experimento	55
Figura 9.	<i>Figura 9</i> Evaluación de los experimentos	55
Figura 10.	<i>Figura 10</i> Evaluación de las U.E	55
Figura 11	<i>Figura 11</i> Evaluando número de brotes.	55
Figura 12	<i>Figura 12</i> Evaluando altura de planta	56
Figura 13	<i>Figura 13</i> Evaluando el N° de nudos.	56
Figura 14	<i>Figura 14</i> Anotación de las observaciones	56
Figura 15	<i>Figura 15</i> Después de la quema, el corte.	56

Efecto del abono Orgánico en el comportamiento del Cultivo de *Saccharum officinarum* L. “Caña de azúcar” bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán.

RESUMEN

Objetivo: determinar efecto de dosis del abono orgánico, en el comportamiento del cultivo *Saccharum officinarum* L. “Caña de azúcar”, bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán, Métodos: La investigación se realizó en el campo san Tolentino, sector santa Inés, distrito Sayán, Se empleó el diseño de bloques completo al azar, el análisis de varianza y la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$, con tres bloques y seis tratamientos consistente en 0 t.mo.ha⁻¹, 5 t.mo.ha⁻¹, 10 t.mo.ha⁻¹, 15 t.mo.ha⁻¹, 20 t.mo.ha⁻¹, 25 t.mo.ha⁻¹, las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de brotes, número de nudos, análisis de maduración y rendimiento por hectárea. **Resultados:** la altura de planta de caña de azúcar según el anva hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos, el primer lugar lo ocuparon los tratamiento T6 con 4.7 m. y T5 con 4.4 m. de altura. evidenciando que hubo efecto del abono orgánico. En cuanto al número de brotes por planta hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos el primer lugar lo ocupan los tratamientos T6 con 14.52 y T5 con 13.53 respectivamente, respecto al número de nudos por planta hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos el primer lugar lo ocupan los tratamientos T6 con 23.83, T5 con 23.33 y T4 con 22.37, en relación a la calidad hubo un incremento en sacarosa de 18.2 % por encima del testigo. En cuanto al rendimiento ocupó el primer lugar el tratamiento T6 con un rendimiento de 180.40 t.mo ha⁻¹, en segundo lugar T5 con 168.36 t.mo ha⁻¹ y en tercer lugar T4 con 159.20 t.mo ha⁻¹ **Conclusiones:** Los tratamientos con dosis del abono orgánico superaron estadísticamente a los controles, caso de altura de planta, número de brotes, número de nudos, análisis de maduración y rendimiento por hectárea.

Palabras clave: abono orgánico, Comportamiento del cultivo, caña de azúcar.

ABSTRAC

Objective: to determine the effect of the dose of the organic fertilizer, on the behavior of the *Saccharum officinarum* L. "Sugarcane" crop, under conditions of the Sta. Inés sector, Sayán,

Methods: The investigation was carried out in the San Tolentino field, in the Santa Inés sector, Sayán district, the randomized complete block design, the analysis of variance and the Tukey test were used with $\alpha = 0.05$, with three blocks and six treatments consisting of 0 t.mo ha⁻¹, 5 t.mo ha⁻¹, 10 t.mo ha⁻¹, 15 t.mo ha⁻¹, 20 t.mo ha⁻¹, 25 t.mo ha⁻¹, the variables evaluated were: plant height, number of shoots, number of nodes, maturation analysis and yield per hectare.

Results: the height of sugarcane plant according to the anva there was a highly significant difference between treatments, the first place was occupied by the T6 treatment with 4.7 m. and T5 with 4.4 m. Tall. evidencing that there was an effect of organic fertilizer. Regarding the number of shoots per plant, there were highly significant differences between treatments, the first place is occupied by treatments T6 with 14.52 and T5 with 13.53 respectively, with respect to the number of knots per plant there was a highly significant difference between treatments, the first place is occupied by treatments T6 with 23.83, T5 with 23.33 and T4 with 22.37, in relation to quality there was an increase in sucrose of 18.2% above the control. In terms of performance, T6 treatment with a yield of 180.40 t.ha⁻¹ was in first place, secondly T5 with 168.36 t.ha⁻¹ and thirdly T4 with 159.20 t.ha⁻¹

Conclusions: The treatments with organic fertilizer dose exceeded statistically to controls, case of plant height, number of shoots, number of nodes, maturation analysis and yield per hectare.

Keywords: organic fertilizer, crop behavior, sugar cane.

I. INTRODUCCIÓN

La fertilización orgánica de *Saccharum officinarum* L. “Caña de azúcar” es una actividad fundamental en su cultivo porque permite una producción con un enfoque sostenible.

Existen trabajos de investigaciones sobre los beneficios de los abonos orgánicos en muchos cultivos, sin embargo en este cultivo existe poca investigación sobre el beneficio de su manejo, por esta razón es necesario desarrollar tecnología que apoye una producción competitiva.

Una de las propiedades del suelo necesarias para cumplir los requerimientos de fertilidad en Caña de azúcar, es el contenido de materia orgánica (MO), considerado uno de los componentes más importantes, siendo responsable en en la mayoría de los casos de la capacidad de intercambio catiónico y aniónico (CIC – CIA) del suelo, actuando como fuente de N, K, P y S y dependiendo del material, también liberando micronutrientes, regulando la acidez e influyendo en la estabilización de su estructura, la capacidad de retención de agua y el mejoramiento de la porosidad y por ende reduciendo su densidad. De forma adicional la MO puede ser una fuente de energía de alta disponibilidad para la biota, estimulando la biodiversidad de los suelos, incrementando la actividad biológica y afectando la funcionalidad de los microorganismos (González et al., 2010).

Por esas razones, es necesario desarrollar tecnología que analice el efecto de niveles de fuentes orgánica, determinando que dosis de materia orgánica presenta mejores resultados en el comportamiento del cultivo, investigación que será un aporte a nuestros agricultores cañeros y que puedan enriquecer los conocimientos de las ventajas y limitaciones de la eficiencia de la fertilización orgánica, por consiguiente, para fines del presente trabajo se plantea como: objetivo general de la investigación, determinar el efecto de dosis del abono orgánico, en el comportamiento de la Caña de azúcar, bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán. Los objetivos específicos fueron: Establecer el efecto de dosis del abono orgánico, en el

comportamiento de la Caña de azúcar sobre altura de planta, bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán,

Identificar el efecto de dosis del abono orgánico, en el comportamiento de la Caña de azúcar sobre número de brotes por planta, bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán,

Precisar el efecto de dosis del abono orgánico, en el comportamiento de la Caña de azúcar sobre número de nudos, bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán,

Explicar el efecto de dosis del abono orgánico, en el comportamiento de la Caña de azúcar sobre grados brix, bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán, Analizar el efecto de dosis del abono orgánico, en el comportamiento de la Caña de azúcar sobre pol (%), bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán.

Determinar el efecto de dosis del abono orgánico, en el comportamiento de la Caña de azúcar sobre sacarosa (%), bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán.

Determinar el efecto de dosis del abono orgánico, en el comportamiento de la Caña de azúcar sobre rendimiento por hectárea bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones en el extranjero.

Actualmente, el cultivo de caña de azúcar orgánica representa el principal rubro producido bajo sistema orgánico en nuestro país, tanto en volumen como en superficie. Paraguay está considerado como el primer productor de azúcar orgánica a nivel mundial y hasta hoy se constituye en el principal. La producción de azúcar orgánica, en cuyo proceso productivo no se utilizan agroquímicos, elaborada a partir de materia prima proveniente de cultivos de cañicultores minifundistas, se convirtió en una opción válida para varios ingenios azucareros paraguayos y también para los productores de la materia prima. La producción de azúcar orgánica generó factores externos positivos para las comunidades, las ciudades y los pueblos situados en la zona de influencia de las plantas fabriles. El empleo intensivo de mano de obra, el fomento a la asociación de productores, y el cambio cultural que representa la adopción de la agricultura orgánica implican un beneficio de mucho valor. (Paraguay orgánico 2013)

Por otra parte, la creciente necesidad del campo mexicano al uso de fertilizantes, los altos costos de éstos y la calidad restringida de sus suelos, aunado al factor climático (pérdida de estacionalidad de la lluvia), ha dado como resultado la búsqueda de alternativas que mitiguen dichos problemas, pero que además les proporcione seguridad en cuanto a la obtención y calidad de los productos sembrados. Es innegable que el uso de los fertilizantes orgánicos pudiera ser una buena alternativa para la mejora de los suelos o tierras del campo mexicano, y yendo más allá para la salud de los aplicadores de fertilizantes convencionales (“químico” para la mayoría de los productores), pero también es indudable que esta práctica aún no es muy bien aceptada por algunos productores mexicanos que de manera inicial solo buscan mayores rendimientos y una producción a corto plazo, a costa de su propia salud y la del medio ambiente. (Caballero y Mellado, 2009).

Afirma que los fertilizantes orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico mejorando sus características físicas, químicas y biológicas (Sagarpa, 2012).

En cuanto a los abonos orgánicos constituyen un elemento importante para la regulación de muchos procesos relacionados con la producción agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina, 2010).

La agricultura orgánica es una de las mejores formas de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas (Soto, 2008).

Debemos ir incrementando la eficiencia de utilización de los fertilizantes orgánicos para evitar la degradación ambiental. Por eso, es necesario implementar tecnologías que permitan la aplicación de estos en el sitio y cultivo específico con el fin de cumplir la demanda del mismo (Delgado y Salas, 2006).

2.1.2 Investigaciones nacionales

En una investigación realizada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias Huacho, se estableció como objetivo fundamental, demostrar mediante pruebas estadísticas que el uso de abonos orgánicos como el compost, el estiércol de vacuno, y el humus, logran dotar al cultivo de las mismas condiciones para obtener rendimientos iguales a los adquiridos con el fertilizante sintético y pues tienen costos menores al de uso convencional. Los experimentos con caña de azúcar, demostraron que la aplicación en bandas, de fertilizantes orgánicos generalmente aumentó el crecimiento de las plántulas y el desarrollo vegetativo incrementando por consiguiente el porcentaje de plantas grandes. (Heredia y Mendoza, 2008).

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Taxonomía de la caña de azúcar.

Sánchez (1972) señala la siguiente clasificación botánica:

Reino: vegetal

División: espermatofitas o fanerógamas.

Subdivisión: angiospermas.

Orden: zacates o glumifloras

Familia: gramíneas.

Subfamilia: panicoideae.

Tribu: anfrosogoneae.

Género: saccharum

Especie: *S. officinarum spp*

2.2.2 Morfología de la caña de azúcar.

Investigando sobre morfología señala que en la literatura científica peruana, la descripción de la morfología externa de las variedades de caña de azúcar es escasa, destacando que la falta de información ha creado confusión y dudas sobre la identificación de las variedades (Helfgott, 1997).

2.2.2.1 La raíz.

Estudios realizados por Sánchez, (1972), ha comprobado que la caña de azúcar tiene dos tipos de raíces, las cuales son: raíces primordiales que se originan de los primordios radicular, son delgadas y ramificadas y raíces permanentes las cuales brotan cuando se desarrollan los tallos nuevos, como consecuencia del macollamiento siendo de mayor diámetro, más numerosas y largas. Su número aumenta de acuerdo al desarrollo del resto de la planta.

2.2.2.2 El tallo.

Es el órgano más importante de la planta, donde se almacenan el total de los azúcares, forma cepas constituidas por la aglomeración de los tallos, que se originan de las yemas de los nuevos brotes subterráneos. El número, el diámetro, el color y el hábito de crecimiento del tallo dependen principalmente de las variedades (Amaya, Cock, Hernández, & Irvine, 1995).

2.2.2.3 La hoja.

Órgano especializado cuya función principal es llevar a cabo la fotosíntesis; proceso mediante el cual los cloroplastos convierten la energía lumínica en energía química. además las hojas cumplen un papel importante en el proceso de respiración celular, en la transpiración y en el intercambio gaseoso. Las hojas son alternas, colocadas más o menos en el mismo plano de adherencia, el nudo está constituido por el limbo y la vaina (yagua), y ésta, es la parte que envuelve el tallo. La zona de la unión entre el limbo y la vaina se denomina cuello y está provisto de 2 lengüetas, con una membrana que crece en la cara interna de la vaina que recibe el nombre de lígulas (Amaya et. al., 1995).

2.2.2.4 El nudo.

Parte más dura y fibrosa que cumple la tarea de separar dos entrenudos cercanos o juntos en el tallo. El nudo, está conformado por el anillo de crecimiento, la banda o franja de raíces, la cicatriz de la hoja, el nudo debidamente dicho, la yema y el anillo ceroso. La forma de la yema y su pubescencia son diferentes en cada variedad y por tanto muy usadas para su reconocimiento (López, 2015).

2.2.2.5 El entrenudo.

Parte del tallo que se encuentra entre dos nudos. El grosor, el color, el aspecto y la extensión varían según la variedad. El color es ordenado por causas de carácter genético, esta expresión se puede dar por condiciones fundamentalmente del ambiente. Su apariencia más

común puede ser de forma cilíndrica, abarrilada, constreñida, coneiforme y curvada (López, 2015).

2.2.2.4 Flor

La flor es bisexual de un solo óvulo. Es una inflorescencia en panícula sedosa en forma de espiga. Las espiguillas dispuestas a lo largo de un raquis contienen una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pubescencias largas que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso. La floración ocurre cuando las condiciones ambientales de fotoperiodo, temperatura y disponibilidad de agua y niveles de nutrientes en el suelo son favorables. (Fauconnier y Bassereau, 1975).

2.2.2.5 Inflorescencia.

Es una panoja muy ramificada cuya forma y tamaño son característicos de la especie y a veces de la variedad. constituida por un eje principal al cual se insertan los ejes laterales primarios que a su vez conforman ejes secundarios y a veces terciarios. Esta ramificación está más desarrollada en la base que en el vértice. Las espiguillas están dispuestas por pares en cada articulación. Una es sésil y la otra pedunculada. Están rodeadas de largos pelos que dan a la inflorescencia un aspecto sedoso. La flor es bisexual de un solo óvulo. La semilla de caña es el fruto o cariósipide extremadamente pequeño, (Fauconnier y Bassereau, 1975).

2.2.2.6 Fruto.

El fruto es en Cariopsis con semillas tan pequeñas que durante mucho tiempo se creyó que no las producía. (Infoagro, 2008)

2.2.2.7 Semilla Botánica.

Es la semilla sexual de caña de azúcar, obtenida de cruces biparentales y múltiples, es utilizada para estudiar nuevas variedades haciendo pruebas de germinación, con la finalidad de determinar sus índices de calidad. La semilla es tratada mecánicamente para eliminar la pelusa que la cubre y así facilitar su manejo y almacenamiento. (Rodríguez et al, 1983).

2.2.2.8 Semilla Vegetativa.

Son los esquejes de los tallos de la caña de azúcar a quienes se les denomina "semilla", este material vegetal se utiliza para la propagación de este cultivo, la siembra consiste en repartir los diferentes esquejes traslapándolos en el surco para posteriormente hacer los cortes necesarios con el objetivo de quedarnos con un material vegetal de unos 50 cm de longitud y con 3 o 4 yemas. (Infoagro 2008)

2.2.3 Aspectos climáticos que requiere el cultivo de caña

2.2.3.1 Precipitación.

El agua es indispensable para la formación de carbohidratos (azúcares) y es un factor determinante de la producción. La caña necesita de 8-9 mm de agua/ha/día durante la época de verano (días calurosos), y entre 3-4 mm/ha/día en la época más fría (García, et al., 2007).

2.2.3.2 Temperatura.

Estudiando los efectos de la temperatura, junto con la humedad indica que son los factores que más relevancia tienen en el proceso de germinación y desarrollo. La temperatura óptima para la germinación de las yemas y el desarrollo del cultivo se ubica entre los 27-33 °C. A valores de 20 °C el crecimiento disminuye notoriamente; y si la temperatura disminuye más, el crecimiento prácticamente se paraliza. Cuando la temperatura es mayor a los 35 °C, aumenta la respiración y disminuye la tasa fotosintética, lo que ocasiona una reducción en el crecimiento, y por lo tanto, una menor acumulación de materia seca. Con temperatura, superiores a 36 °C, las plantas pueden mostrar signos de marchitez, aunque existe una buena reserva de agua en el suelo. Las variaciones en temperatura nocturna y diurna influyen en el macollamiento. Cuando estas variaciones se presentan y el valor promedio es de 26 °C, se favorece esta característica; sin embargo, se reduce cuando los valores medios son menores a 21 °C (Subíros, 2000).

2.2.3.3 La radiación.

Arias (2008) en un estudio sobre radiación afirma que es la principal fuente de energía de las plantas. La caña de azúcar pertenece al grupo de plantas que posee un sistema fotosintético C4, que es capaz de fijar de forma más eficiente la radiación solar. La asimilación clorofílica es proporcional a la intensidad y a la duración de las radiaciones luminosas, además la absorción de agua, transpiración y absorción de nutrientes es sensiblemente afectada por la cantidad de radiación solar.

2.2.4 Etapas fenológicas del cultivo

En un trabajo de investigación sobre “Fisiología de la caña de azúcar” se muestra en forma precisa y clara el comportamiento fisiológico de la caña de azúcar en sus diferentes etapas de desarrollo, poniendo énfasis también en los factores que influyen en ellas, tomando en cuenta otras experiencias podemos señalar que en el desarrollo de la planta de caña de azúcar es importante conocer y distinguir las siguientes etapas: germinación, macollamiento o ahijamiento, crecimiento y maduración, así como los factores que las influyen, con el propósito de hacer un mejor manejo de las variedades en cultivo comercial, así como generar y/o emplear tecnologías que efficienten los procesos que interviene en dichas etapas. Bajo este contexto se describen a continuación: (Camargo, 1976).

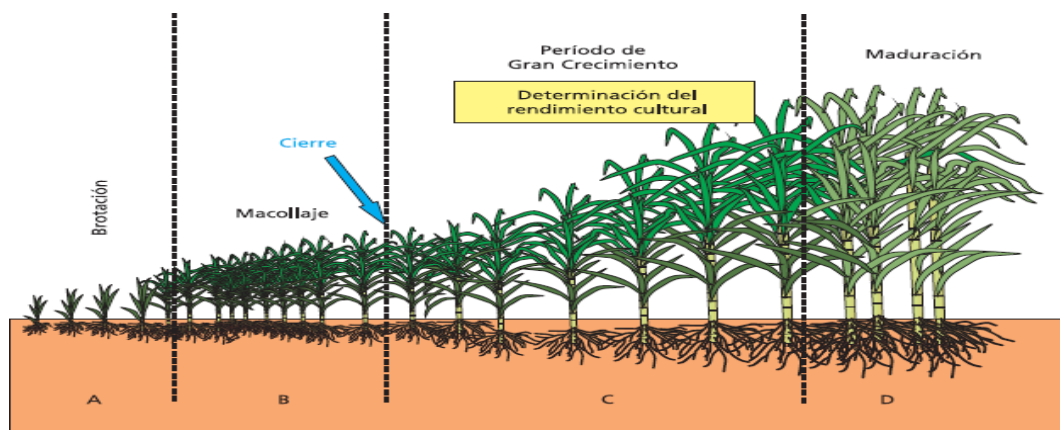


Figura 1 Etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar (Avibert, 2012).

2.2.4.1 Germinación y emergencia.

La germinación por lo general se efectúa entre la tercera y la cuarta semana de verificada la plantación. La velocidad en la germinación y desarrollo de las yemas se reduce a temperaturas del suelo inferiores a 18°C, y cuando esta es de 6°C, el desarrollo prácticamente cesa. La germinación termina con la emisión de las raíces primordiales que se originan de los meristemas radiculares de la banda de raíces en los entrenudos del tallo de la semilla (Sánchez, 1972).

2.2.4.2 Desarrollo vegetativo.

El termino desarrollo corresponde a una serie de transformaciones de tipo morfológico y fisiológico que ocurre en la planta en forma continua. El clima y los factores que en el intervienen tales como la temperatura, luminosidad, humedad relativa y capacidad de campo del suelo cultivado, determina el desarrollo y producción de cosecha. El gran periodo de desarrollo se basa en que durante las primeras fases, los órganos de asimilación y absorción están constituidos por hojas y raíces muy pequeñas que desempeñan sus funciones en forma limitada produciendo materia también limitada. A medida que estos órganos aumentan en numero, tamaño y área, las funciones metabólicas de la planta crecen correspondiéndole un aumento en materia, tamaño y peso (Sánchez, 1972)

2.2.4.3 Fisiología de la brotación.

La caña cortada comienza a invertir su sacarosa cambiando a productos no cristalizados, glucosa y fructosa, debido a la enzima invertasa producida por la bacteria *Leuconostae*. El contenido de glucosa en la semilla de la caña de azúcar tiene influencia directa en la brotación. Así, la planta necesita invertir parte de la sacarosa para suplir una necesidad como es el caso de la brotación de yemas de caña por el estímulo externo que cesa la dominancia apical. Cuando la caña florece, consume los azúcares reductores del cogollo, y si no se corta oportunamente,

comienza a invertir sacarosa para el desarrollo de las yemas superiores, lo que aumenta el porcentaje de la glucosa al momento del corte (Buenaventura, 1990).

Las semillas mayores de 10 meses de edad tienen yemas corchosas y contienen auxinas que retrasan su germinación, la inhiben o la debilitan. Además, corresponden a entrenudos ricos en sacarosa que no alcanzan a invertir para acelerar la brotación. Mientras más largo sea el trozo de semilla, más se retarda la brotación de yemas por efecto de dominancia apical (Buenaventura, 1990).

2.2.4.4 Periodo de macollamiento.

Proceso de crecimiento de los nuevos brotes que formarán la cepa. La plantía que nació de la yema original empieza formando nudos y entrenudos, los cuales a su vez tienen yemas y primordios radicales, debido a las condiciones favorables de temperatura y humedad se promueve la brotación de dichas yemas, las que dan lugar a nuevos tallos y así sucesivamente va incrementando gran número de plantías, hasta que se forma la cepa (Flores, 1976).

2.2.4.5 Rápido crecimiento

Etapas donde se da la formación y elongación de la caña con rapidez. Así mismo, en esta fase también se presenta una gran acumulación de materia seca y la planta alcanza su máxima área foliar (hojas). Esta etapa puede prolongarse de acuerdo a la variedad, la temperatura y la humedad. Sin embargo, como referencia puede citarse que comienza alrededor de los 120 días después de la plantación y es a los 180 días aproximadamente cuando queda definido la población de tallos (sólo sobreviven entre el 40 y el 50% de los hijuelos o retoños). En esta fase el cultivo requiere temperaturas sobre los 30°C, disponibilidad de nutrientes y buena condición de humedad. (FIRA, 2010)

2.2.4.6 Maduración

En esta etapa de desarrollo de la planta de caña se da el proceso de síntesis y acumulación de sacarosa en los tallos de la caña. La maduración de la caña es de la base al

ápice (extremo superior) de la planta. Esta parte del desarrollo tiene una duración de unos 2 a 3 meses. Los factores que favorecen el almacenamiento de sacarosa son aquellos que inhiben el crecimiento de la planta, entre ellos la presencia de noches frescas (temperaturas de 18°C), días calurosos y secos. Aplicaciones elevadas o extemporáneas de nitrógeno tiene un efecto negativo porque retarda la maduración. (FIRA, 2010). Los cultivares (variedades) constituyen un factor intrínseco de gran importancia en la maduración, registrándose entre ellos diferencias en la modalidad y en la producción de azúcar por hectárea. (Romero et al, 2012)

2.2.4.7 Cosecha

El trabajo de la recolección se lleva a cabo entre los once y los dieciséis meses de la plantación, es decir, cuando los tallos dejan de desarrollarse, las hojas se marchitan y caen y la corteza de la capa se vuelve quebradiza. Se quema la plantación para eliminar las malezas que impiden el corte de la Caña, así como posibles plagas (ratas de campo, víboras, tuzas, etc.) que pudiesen causar daño a los cortadores. Actualmente existe maquinaria para realizar el corte de la caña, sin embargo, la mayor parte de la zafra o recolección sigue haciéndose manualmente. El instrumento usado para cortarla suele ser un machete grande de acero con hoja de unos 50 cm de longitud y 13 cm de anchura, un pequeño gancho en la parte posterior y empuñadura de madera. La caña se corta cerca del suelo al igual que por el extremo superior, cerca del último nudo maduro, ya cortadas se apilan a lo largo del campo, de donde se recogen a máquina para su transporte al Ingenio. (Aguilar, R. 2011).

2.2.5 Materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo puede ser agrupada en dos categorías: la primera está constituida por el material relativamente estable, denominada humus, que es resistente a una rápida descomposición y la segunda constituye aquellos materiales de rápida descomposición como residuos frescos de la cosecha hasta aquellos que por una cadena de reacciones de descomposición se aproxima a un cierto grado de estabilidad (Tisdale y Nelson, 1991).

2.2.6 Abonos orgánicos aplicados al suelo

La materia orgánica aplicada al suelo promueve la actividad biológica, la capacidad de intercambio de nutrientes, el balance hídrico, el contenido de materia orgánica y la estructura del suelo. Como consecuencia de esto, los suelos están menos propensos a la erosión, tienen una mejor capacidad de retención de nutrientes y un mejor desarrollo radicular de los cultivos, lo cual contribuirá a mejorar la eficiencia de los fertilizantes minerales incrementando la producción, haciendo de esta manera su uso más económico (Guerrero, 1993).

2.2.7 Fertilizantes minerales

Aquellos productos que se extraen de yacimientos (mina) y luego de un proceso mecánico (molienda, tamizado, etc.) que se aplican directamente a los cultivos; o también son productos de procesos industriales que implican reacciones físico-químicas. La principal ventaja de los fertilizantes minerales o químicos, es su alta concentración de elementos y rapidez de su efecto. (Villagarcía y Aguirre, 1994).

2.2.8 Descomposición de materia orgánica

Todos los compuestos orgánicos usualmente empiezan a descomponer simultáneamente con la acción microbiana cuando el tejido fresco es agregado al suelo. Los compuestos más simples como los azúcares y proteínas simples se descomponen más fácilmente, mientras que los complejos como las ligninas son más resistentes (Brady, 1990).

2.2.9 Estiércoles

Son compuestos de deyecciones sólidas y líquidas que resultan como desechos del proceso de digestión de los animales que consumen. Las principales ventajas que se logra con la incorporación de estiércol, es el aporte de nutrientes, incremento de la retención de humedad y mejora de la actividad biológica del suelo. Entre los estiércoles se tiene: gallinaza, camélidos, ovinos, vacunos, animales menores, porcino, etc. (Salazar, 2001).

2.2.10 Fertilización.

Actividad de facilitar nutrientes químicos y orgánicos al suelo para el aprovechamiento del cultivo. Es uno de los factores que definen la productividad del cultivo. Usualmente se realiza en forma mecánica, excepto en condiciones donde se realiza en forma manual (Azasgua, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo por ser de investigación aplicada cuantitativa, se instaló en el el campo San Tolentino, sector Santa Inés, perteneciente a la empresa Azucarera Andahuasi S.A., ubicado cerca al centro poblado de Andahuasí, en el distrito de Sayán, provincia de Huaura, departamento de Lima, geográficamente el área se localiza en las coordenadas: UTM: Este 250328.39205265572 m, 8768064.51955999 m, 18, Sur y a una altura de 584 msnm.

3.2 Equipos, materiales e insumos

3.2.1 Equipos

- Bomba de mochila para fumigar (20 L de agua)
- Implementos de estercolado.

3.2.2 Materiales

- Letreros
- wincha.
- vernier.
- balanza
- baldes
- lampa
- estacas
- machete
- rafia

3.2.3 Insumos

- tercios de caña semilla
- Fertilizantes
- Cal

- Estiércol de vacuno

3.4 Área Sector y Programa

Código: 0101 0104

Área: Producción y Competitividad

Sector: Agricultura, agroindustria y Agro Exportación.

Subsector Agrícola.

Línea: Tecnificación del riego y fertilización del suelo.

3.5 Tipo de investigación

La presente investigación por su naturaleza es de tipo experimental y por su alcance será correlacional explicativa, se utilizó el método comparativo analítico, para alcanzar los objetivos del presente trabajo y comprobar las hipótesis planteadas.

3.6 Población y muestra

3.6.1 Población

Está conformado por todas las plantas de caña de azúcar del sector Santa Inés, perteneciente a la empresa azucarera Andahuasi.

3.6.2 Muestra

Se considerará 180 plantas de caña de azúcar en total (10 plantas por 6 tratamientos por 3 repeticiones).

3.7 Determinación de variables e indicadores

En el presente trabajo de investigación se evaluó los siguientes factores:

3.7.1 Variables independientes

Los factores a estudiar fueron los siguientes:

X₁: dosis de abono orgánico.

Tabla 1

Tratamientos utilizados.

Tratamientos	Dosis de abono orgánico (estiércol de vacuno)
T1 (testigo)	0 t.ha ⁻¹
T2	5 t.ha ⁻¹
T3	10 t.ha ⁻¹
T4	15 t.ha ⁻¹
T5	20 t.ha ⁻¹
T6	25 t.ha ⁻¹

Fuente: elaboración propia del autor

3.7.2 Variables dependientes (Y)

Se realizó las siguientes evaluaciones en diez plantas del surco central de cada unidad experimental.

3.7.2.1 Altura de planta.

Esta medición se evaluó desde la superficie del suelo o desde la base del tallo hasta la parte superior del tallo de la planta, utilizando una wincha graduada de 10 metros. La medida se realizó en 10 plantas ubicadas en el surco central de la parcela, donde se registró en un formato especial.

3.7.2.2 Número de brotes

El número de brotes emergidos se evaluó contando el total de brotes emergidos de cada una de las diez plantas elegidas del surco central.

3.7.2.3 Número de nudos por planta.

El número de nudos por planta, se evaluó contando el total de entrenudos de cada una de las diez plantas elegidas del surco central.

3.7.2.4 El valor brix (%) del jugo absoluto.

Viene hacer el porcentaje de sólidos solubles totales en el jugo de caña y se lo determinó empleando un refractómetro. Se tomó 1 muestra por unidad experimental.

3.7.2.5 El pol (%) en caña,

Viene hacer todos los azúcares solubles existentes en el jugo de la caña que ocasionan una determinada rotación de la luz polarizada, hacia la derecha (dextrógiro) o hacia la izquierda (levógiro) se determinó usando el polarímetro. Se tomó 1 muestra por unidad experimental.

3.7.2.6 La sacarosa (%)

Se determinó según los resultados y comparándolos con los valores promedios:

Menos del 12 %	.....	Bajo
12.0 – 13.0 %	.....	Bueno
Mayor de 13.0 %	.....	Excelente

Se tomó 1 muestra por unidad experimental.

3.7.2.7 Rendimiento por Ha.

Para determinar esta variable se procedió a la pesada de caña por unidad experimental proyectándose luego por ha.

3.7.2.8 Análisis estadístico y económico de los tratamientos.

Se realizó el análisis estadístico y económico de cada uno de los tratamientos.

3.8 Diseño estadístico

Al tratarse de una investigación de tipo experimental; el diseño estadístico fue de bloques completamente al azar DBCA el cual constó de 6 tratamientos con 3 repeticiones, para la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey a un nivel de confianza con $\alpha = 0.05$.

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Medición de la variable respuesta.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto de la i -ésimo block.

β_j : Efecto de la j -ésimo tratamiento.

ε_{ij} : Efecto del error experimental.

Tabla 2

Prueba de Análisis de Varianza (ANVA)

Fuente de Variabilidad	SC	Gl	CM	Fcal	Fcal		Signif.
					0.05	0.01	
Bloque	SCB	3	SCB/3	CMB/CME	-	-	-
Tratamiento	SCTrat	5	SCTrat/5	CMTrat/CME	-	-	-
Error	SCE	15	SCE/15	-	-	-	-
TOTAL	SCT	23					

Fuente: elaboración propia del autor

3.9 Técnicas e instrumentos para la obtención de datos

Referente al registro de la información de evaluaciones biométricas en campo, se realizó con un formato cartilla, donde se registró todas las variables dependientes.

3.10 Procesamiento y análisis estadístico de datos

El procesamiento y análisis se ejecutó con el software estadístico InfoStat desarrollado por docentes – investigadores de estadística, biometría y de diseño de experimentos de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), versión estudiantil. Se aplicó el Análisis de la variancia y para hacer las comparaciones entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey con un margen de error de $\alpha = 0.05$.

3.11 Impacto agroclimático.

Como se puede apreciar en la Tabla 3, se observa que se presentaron temperaturas promedio mínimo de 16 °C y máximo de 30 °C entre enero y diciembre respectivamente, siendo estas

condiciones favorables para el buen desarrollo vegetativo, para luego en la madurez realizar el agoste de la caña de azúcar para que pueda concentrar sacarosa en pleno verano siendo esto lo más adecuado, ya que le es favorable altas temperaturas y bajas humedades relativas a la maduración.

Tabla 3

Información meteorológica durante el experimento.

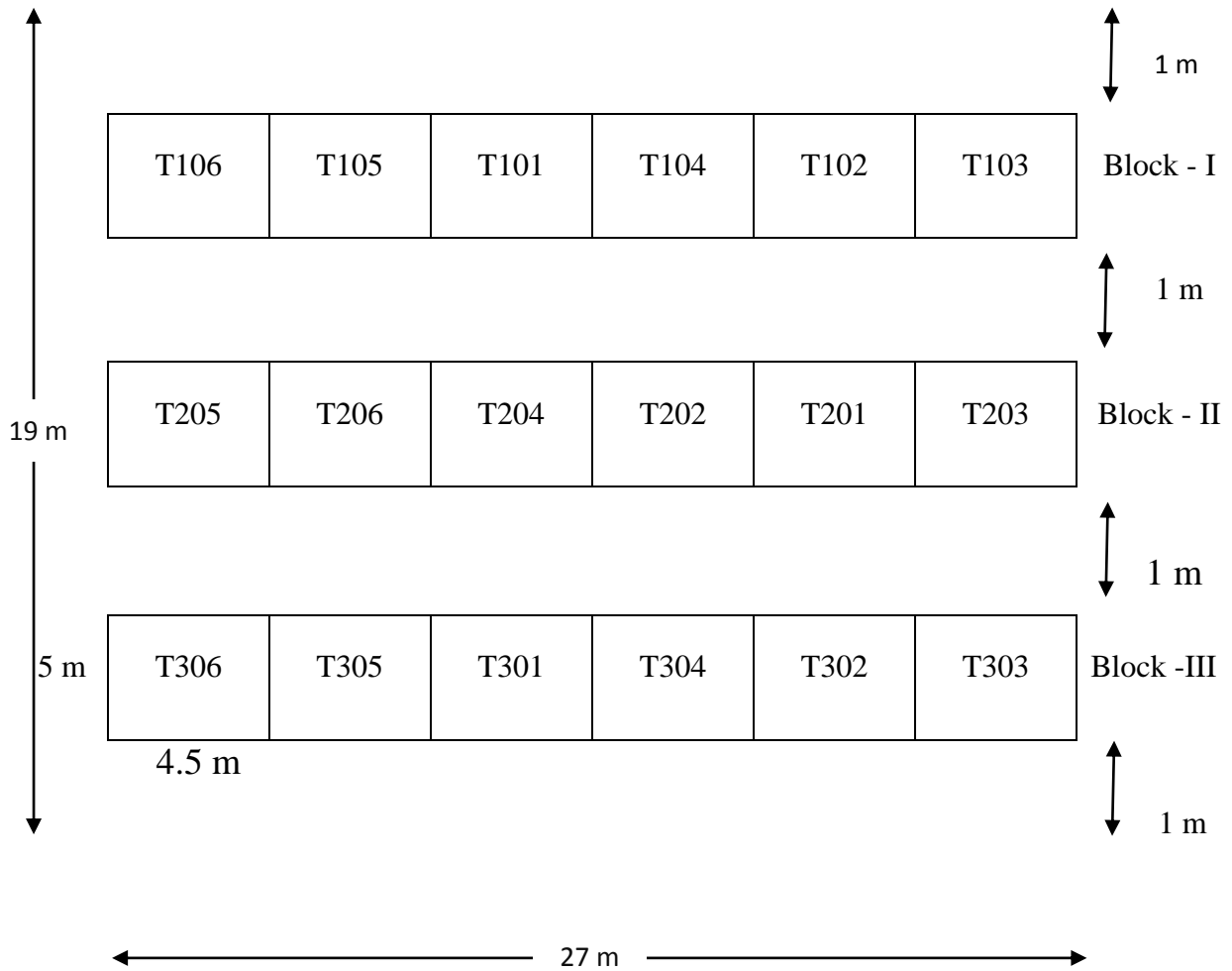
Meses	Temperaturas °C		Humedad relativa (%)
	Mínima	Máxima	
Enero	21.0	28.0	68
Febrero	23.0	29.0	67
Marzo	23.0	30.0	66
Abril	18.0	24.0	69
mayo	16.0	20.0	85
Junio	16.1	19.8	89
Setiembre	16.5	22.5	89
Octubre	17.2	22.9	88
Noviembre	18.5	23.3	87
Diciembre	21.0	24.8	73
Promedio	19.0	24.4	78
Mínimo	16.0	19.8	66
Máximo	23.0	30.0	89

Fuente: Estación Acaray 2018.

CROQUIS DEL CAMPO DE ENSAYO.

Área total: 513 m²

Área Unidad experimental: 22.5 m²



3.12 Conducción del experimento.

3.12.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno de investigación se empezó con un rozamiento de todo rastrojo anterior y quema del mismo seguidamente se empezó con la preparada del mismo, con dos pasadas de subsolador, una grada de disco pesado y finalmente el surcado a 1.5 m entre surco, delimitando el terreno experimental con cordel y yeso, ubicando todos los tratamientos y los bloques a utilizar.

3.12.2 Manejo del cultivo de la caña de azúcar.

Luego de haber hecho las labores preliminares se implementó la investigación instalando cada uno de los tratamientos en los tres bloques respectivos, luego se sembró el 01 de enero y se realizó el riego de enseño durante dos días consecutivos quedando en marcha dicho proyecto.

3.12.3 Riegos

Los riegos suministrados fueron ligeros y frecuentes cada 7 días que coincide con el turno de agua teniendo en cuenta la temperatura medio ambiental y de la humedad del suelo.

3.12.4 Fertilización

La fertilización utilizada durante el experimento fue de 271 kg/ha de N, 46 kg/ha de P_2O_5 y 90 kg/ha de K_2O . Ejecutándose la primera fertilización al mes y medio con 6 bolsas de urea, 3 bolsas de fosfato di amónico y 2 bolsas de cloruro de potasio, incorporándolo al fondo del surco localizándolo con lampa a 10 cm de la planta. La segunda fertilización se realizó a los 75 días después de la primera fertilización con 6 bolsas de urea en forma localizada a lampa.

3.12.5 Control de maleza

El control químico se realizó después de la siembra con el herbicida ametrina 2.5 lt/200 lt y 2,4 D 1.5 lt/ 200 lt, Luego el siguiente fue a los 15 días con glifosato a razón de 3 lt/ 200 lt, con lo cual se repitió una segunda vez, siendo suficiente para mantener limpio el campo durante el experimento.

3.12.6 Establecimiento del experimento.

El ensayo experimental se estableció con las dosis establecidas en los tratamientos, aplicándose cada una de ellas antes de la siembra.

3.12.7 Cosecha

Se procedió a la realización de la quema del campo experimental, previo corte en forma manual y después de 2 meses de agoste de la caña de azúcar, procediéndose al pesado de las cañas por parcela.

IV. RESULTADOS

Los resultados de los análisis estadísticos de todas las evaluaciones de las variables se realizaron según su planteamiento.

4.1 Efecto del abono orgánico en altura de planta de la Caña de Azúcar.

4.1.1 Altura de planta junio 2018.

En la tabla 4, se muestran los resultados del análisis de varianza respecto a la altura de planta de los tratamientos utilizados en la investigación, donde se observa que no hay diferencia significativa entre bloques, mientras que estadísticamente entre tratamiento presenta diferencia altamente significativa, el coeficiente de variabilidad es de 4.00 lo que indica que el experimento presenta una buena precisión experimental (Calzada, 1982).

En la parte inferior de la misma tabla 4 se observa el valor del $R^2 = 0.89$ (coeficiente de determinación), que nos indica que el 89 % de la variabilidad en el promedio de altura de planta, se debe a la variabilidad de los tratamientos de abono orgánico utilizados en las unidades experimentales.

Tabla 4

Análisis de la variancia del promedio de altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significación
Bloques	0.26	2	0.13	5.90	0.0203	*
Tratamientos	2.85	5	0.57	25.80	<0.0001	**
Error	0.22	10	0.02			
<u>Total</u>	<u>3.33</u>	<u>17</u>				

* = significativo.

** = altamente significativo

CV. = 4.00

$R^2 = 0.89$

Observando el análisis de la prueba de Tukey, tabla 5, muestra respecto al comparativo de medias de altura de planta durante su periodo vegetativo, una distribución notoria de niveles de respuesta, en dicha tabla observamos la respuesta de alturas de planta, debido a cada uno de los tratamientos.

Tabla 5

Prueba Tukey del comparativo de promedios de altura de planta

Tratamientos	medias	Prueba de Tukey			
T6: Estiércol de vacuno 25 t.ha ⁻¹	4.70	A			
T5: Estiércol de vacuno 20 t.ha ⁻¹	4.40	A	B		
T4: Estiércol de vacuno 15 t.ha ⁻¹	4.15		B	C	
T3: Estiércol de vacuno 10 t.ha ⁻¹	3.84			C	D
T2: Estiércol de vacuno 5 t.ha ⁻¹	3.79			C	D
T1: Testigo	3.51				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En relación a la figura 2, se observa que la característica altura de planta fluctúa en 1.19 m, entre el menor tratamiento T1 y el mayor tratamiento T6, visualizándose que los tratamientos utilizados muestran cuatro grupos bien definidos, obteniendo el último lugar el tratamiento testigo.

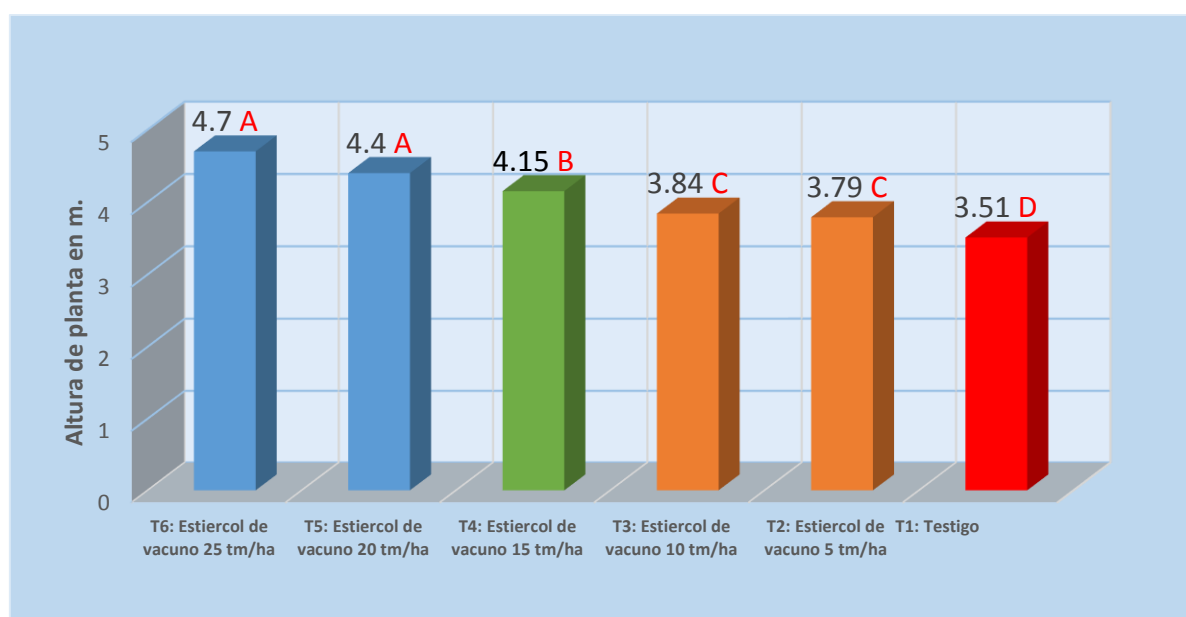


Figura 2. Promedio de altura de planta

4.2 Número promedio de brotes

En la tabla 6, se observan los resultados del análisis de varianza respecto al número de brotes emergidos en los tratamientos en estudio durante el desarrollo vegetativo del cultivo, donde se aprecia que hay diferencia altamente significativa entre tratamientos, el coeficiente de variabilidad es de 5.00 lo cual indica que el experimento presenta una buena precisión experimental (Vanderlei, 1996).

En la misma tabla 6 se observa el valor del $R^2 = 0.90$ (coeficiente de determinación), nos indica que el 90 % de la variabilidad en el número promedio de brotes, se debe a la variabilidad de los tratamientos de los abonos orgánicos utilizados en las unidades experimentales.

Tabla 6

Análisis de la variancia del promedio de brotes emergidos al 23 abril 2018

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significación
Bloques	2.17	2	1.09	3.13	0.0878	ns.
Tratamientos	54.41	5	10.88	31.42	< 0.0001	**
Error	3.46	10	0.35			
Total	60.05	17				

ns. = no significativo.

** = altamente significativo

CV. = 5.00

$R^2 = 0.90$

En el análisis de la prueba de Tukey, tabla 7, se observa respecto al comparativo de medias de brotes emergidos durante el desarrollo vegetativo del cultivo, que los tratamientos dieron resultados por que muestran notorias respuestas a los tratamientos utilizados.

Tabla 7

Prueba Tukey del comparativo de promedios de brotes emergidos

Tratamientos	N° de brotes	Prueba de Tukey		
T6: Estiércol de vacuno 25 t.ha ⁻¹	14.53	A		
T5: Estiércol de vacuno 20 t.ha ⁻¹	13.53	A	B	
T4: Estiércol de vacuno 15 t.ha ⁻¹	12.33		B	C
T3: Estiércol de vacuno 10 t.ha ⁻¹	11.53			C D
T2: Estiércol de vacuno 5 t.ha ⁻¹	10.1			D
T1: Testigo	9.67			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Respecto a la figura 3, se observa que la característica número de brotes fluctúa en 4.86 brotes, entre el menor tratamiento T1 y el mayor tratamiento T6, visualizándose cinco grupos o niveles definidos durante el desarrollo vegetativo del cultivo.

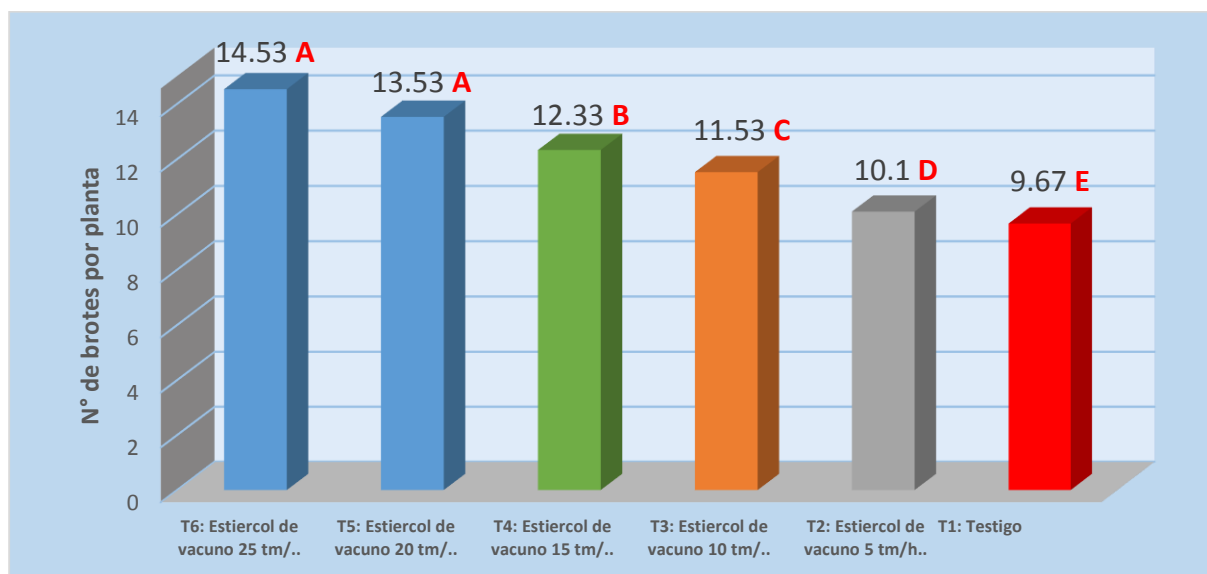


Figura 3 Promedio del N° de brotes por planta.

4.3 Número de nudos por planta.

El número de nudos se evaluó contando el total de nudos de cada una de las diez plantas elegidas del surco central en cada unidad experimental. La tabla 8 muestra los resultados del análisis de varianza respecto al número de nudos por planta de los tratamientos en estudio, donde se puede observar que no presento diferencia significativa entre bloques, pero si diferencia altamente significativa entre tratamientos, el coeficiente de variabilidad es de 5.00 lo cual indica que el experimento presenta una buena precisión experimental (Calzada, 1982).

En la parte inferior de la misma tabla 8 se observa el valor del $R^2 = 0.88$ (coeficiente de determinación), que nos indica que el 88 % de la variabilidad en el número promedio de nudos por planta, se debe a la variabilidad de los tratamientos de los abonos orgánicos utilizados en las unidades experimentales.

Tabla 8

Análisis de la variancia del promedio de N° de nudos por planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significación
Bloques	9.22	2	4.61	4.49	0.0405	*
Tratamientos	125.32	5	25.06	24.43	< 0.0001	**
Error	10.26	10	1.03			
Total	144.8	17				

* = significativo.
** = altamente significativo

CV. = 5.00
 $R^2 = 0.88$

Realizado el análisis de la prueba de Tukey, tabla 9, se observa respecto al comparativo de medias de número de nudos por planta durante el desarrollo vegetativo del cultivo, una distribución notoria de niveles de respuesta, en dicha tabla visualizamos la respuesta de número de nudos por planta, debido a la utilización de los abonos orgánicos en cada uno de los tratamientos de la investigación.

Tabla 9

Prueba Tukey del comparativo de promedios de N° de nudos por planta.

Tratamientos	N° de nudos	Prueba de Tukey		
T6: Estiercol de vacuno 25 t.ha ⁻¹	23.83	A		
T5: Estiercol de vacuno 20 t.ha ⁻¹	23.33	A		
T4: Estiercol de vacuno 15 t.ha ⁻¹	22.37	A	B	
T3: Estiercol de vacuno 10 t.ha ⁻¹	19.93		B	C
T2: Estiercol de vacuno 5 t.ha ⁻¹	17.97			C D
T1: Testigo	16.93			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En relación a la figura 4, se observa que la característica número de nudos por planta fluctúa en 6.9 nudos, entre el menor tratamiento T1 y el mayor tratamiento T6, observándose que los tratamientos con la utilización de abonos orgánicos muestran respuesta a su efecto.

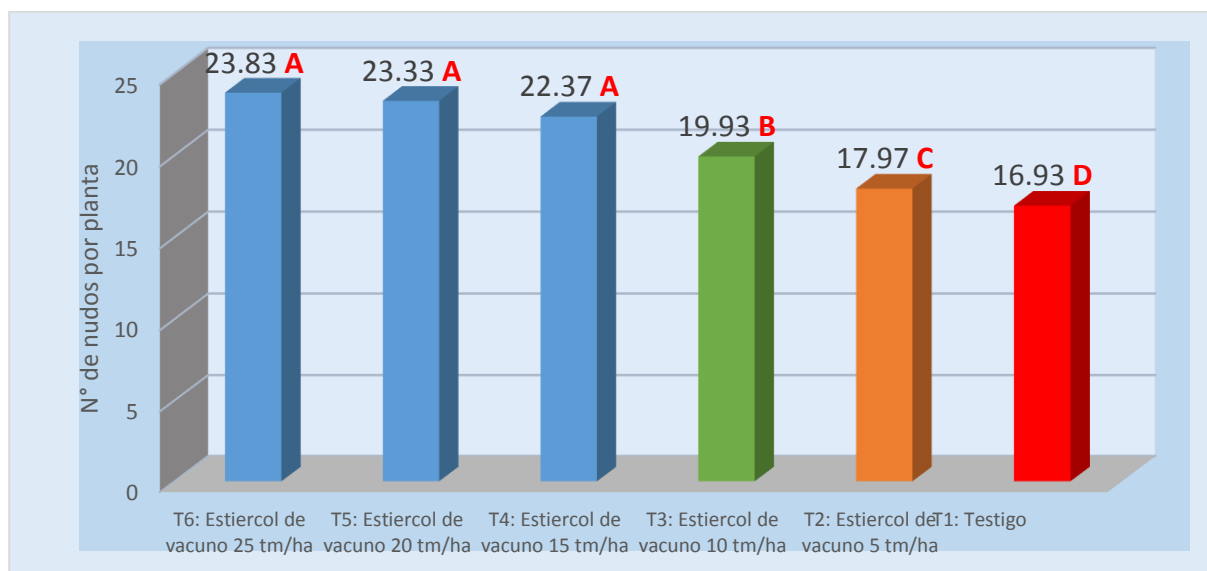


Figura 4. Promedio del N° de nudos por planta

4.4 Efecto de tratamientos de abono orgánico en factores de calidad de Caña de Azúcar.

Según Carrión (2006) indica los rangos de los parámetros en su manual de caña de azúcar, por lo que se puede afirmar que en el resultado de muestreo promedio tabla 10, de raíz, medio, cogollo, para Brix, los tratamientos T4, T5, T6 califican porque sus valores están entre 18.08 y 19.83 calificándolos como excelente según escala, menos los tratamientos T3 , T2 y el testigo T1 (12.80%), que está por debajo de 16 %, calificándose de bajo respectivamente. Respecto al Pol. Su comportamiento indica que todos los tratamientos que utilizaron abono orgánico califican de bueno, menos el testigo que ocupa último lugar con 15.70. En relación a la Pureza sus valores promedios de los tratamientos que utilizaron los abonos orgánicos se ubican entre la escala de bueno a excelente. En cuanto a Reductores los tratamientos T6 y T5 se ubican menor a 0.4 que es el óptimo, los tratamientos T4 y T3 calificaron con bueno y los tratamientos T2 y T1 calificaron negativamente. Respecto a la sacarosa se puede observar que el tratamiento T6 fue favorecido por el abono orgánico con el calificativo de excelente, los tratamientos T3, T4 y T5 favorecidos con el calificativo de bueno y T2, T1 calificaron con baja sacarosa, En Relación al contenido de humedad el tratamiento T6 calificó como optimo por ser menor a 65 %, T4 y T5 calificaron con bueno y T1, T2 y T3 calificaron con alto o sea negativamente.

Tabla 10

Análisis de maduración. (Promedio de análisis).

Tratamiento	BRIX	POL.	PUREZA	REDUCT.	SAC.%	Humedad
T6	19.83	17.36	89.15	0.37	13.30	64.00
T5	18.76	16.87	88.54	0.39	13.00	65.10
T4	18.08	16.33	87.58	0.43	12.50	67.90
T3	15.40	16.13	85.65	0.48	12.14	68.11
T2	13.20	16.01	83.40	0.54	11.36	69.28
T1	12.80	15.70	78.87	0.60	11.25	72.13

4.5 Rendimiento de caña de azúcar por hectárea.

En la tabla 11, se observan los resultados del análisis de varianza respecto al rendimiento de caña de azúcar en los tratamientos en estudio a la cosecha, observándose que hay diferencia significativa entre bloques y diferencia altamente significativa entre tratamientos, el coeficiente de variabilidad es de 6.88 lo cual indica que el experimento presenta una buena precisión experimental (Vanderlei, 1996).

En la misma tabla 11 se observa el valor del $R^2 = 0.84$ (coeficiente de determinación), que nos indica que el 84 % de la variabilidad en el rendimiento promedio de caña de azúcar, se debe a la variabilidad de los tratamientos del efecto del abono orgánico utilizados en las unidades experimentales.

Tabla 11

Análisis de variancia del promedio de rendimiento en caña de azúcar a abril 2019

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significación
Bloques	47.36	2	23.68	7.93	0.0086	**
Tratamientos	3199.09	5	639.82	214.24	< 0.0001	**
Error	29.87	10	2.99			
Total	3276.32	17				

ns. = no significativo.

** = altamente significativo

CV. = 6.88

R² = 0.84

En el análisis de la prueba de Tukey, tabla 12, se observa respecto al comparativo de medias de rendimiento de caña de azúcar a la cosecha, una distribución notoria de 4 grupos de respuesta, en esta etapa el abono orgánico esta aplicado y se podría afirmar que es una respuesta final cuando el producto ha sido procesado por la planta y muestra sus respuestas específicas en cada uno de los tratamientos, observando que diferencia a los tratamientos en 4 grupos.

Tabla 12

Prueba Tukey del comparativo de promedios de rendimiento a abril 2019

Tratamientos	Rendimiento t.ha ⁻¹	Prueba de Tukey
T6	180.40	A
T5	168.36	B
T4	159.20	C
T3	147.78	D
T2	145.90	D
t1	143.64	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Respecto a la figura 5, se observa que la característica rendimiento de caña de azúcar fluctúa en 36.7 t. ha⁻¹, entre el menor tratamiento T1 y el mayor tratamiento T6, visualizándose cuatro grupos o niveles definidos.

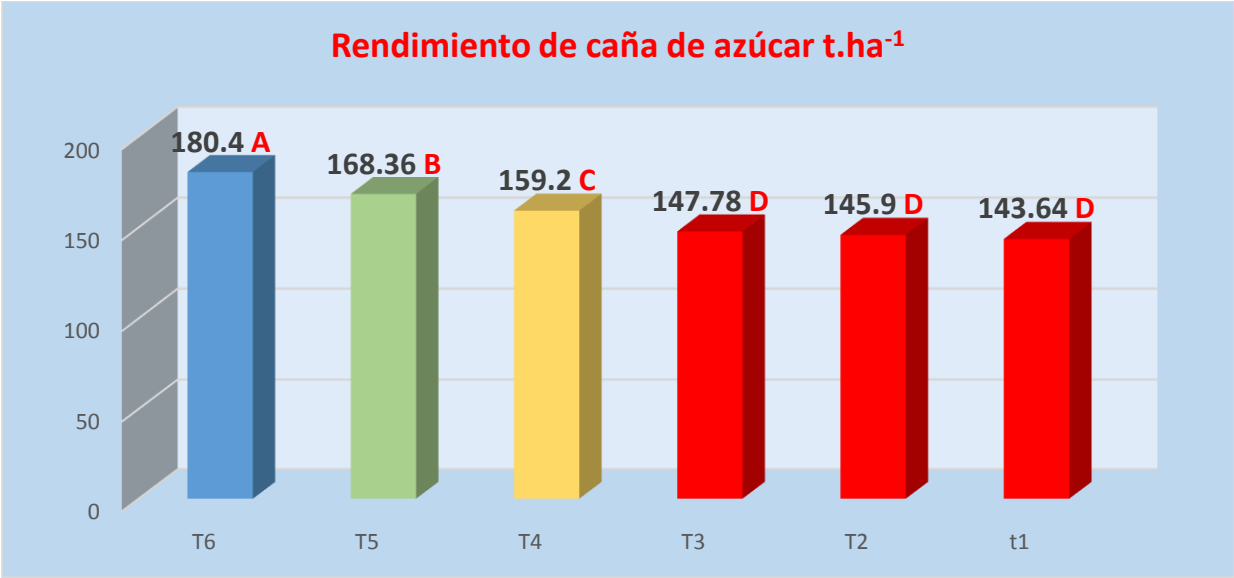


Figura 5 Promedio del rendimiento por tratamiento a la cosecha.

V DISCUSIÓN

5.1 Respecto al efecto del abono orgánico sobre el crecimiento en altura de planta.

Respecto a la altura de planta de caña de azúcar según el análisis de varianza hubo diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, según la prueba estadística de tukey agrupó en el primer lugar el tratamiento T6 con 4.7 m. y T5 con 4.4 m. de altura. evidenciando que hubo efecto del abono orgánico en altura de planta por ser la misma variedad mexicana para todo el experimento, lo que coincide con Heredia y Mendoza lo cuales sostienen en el 2008 que aplicaciones en bandas de fertilizantes orgánicos aumentó el crecimiento de las plantulas en caña de azúcar incrementandose el porcentaje de plantas en altura.

5.2 Respecto al efecto del abono orgánico respecto al desarrollo en número de brotes:

En relación al número promedio del número de brotes por planta según el análisis de varianza hubo diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, según tukey indica que el primer lugar lo ocuparon los tratamientos T6 con 14.53 brotes y T5 con 13.53, indicando que hubo efecto del abono orgánico en número de brotes por planta lo que coincide con Heredia y Mendoza en una investigación realizada el 2008 donde concluyen que aplicaciones en bandas de fertilizantes orgánicos incrementa el desarrollo vegetativo lo cual involucra al número de brotes de las plantulas en caña de azúcar.

5.3 Respecto al efecto del abono orgánico sobre el desarrollo en número de nudos:

En cuanto al número de nudos por planta según el análisis de varianza hubo diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos y según tukey los agrupo a los tratamientos en cuatro grupos, concluyendo que el grupo que ocupa el primer lugar lo ocupan los tratamientos T6 con 23.83, T5 con 23.33 y T4 con 22.37 respectivamente, lo que evidencia que hubo respuesta del abono orgánico en esta característica, coincidiendo con Heredia y Mendoza quienes afirman el 2008 que aplicaciones en bandas de fertilizantes orgánicos incrementa el desarrollo vegetativo lo cual involucra al número de nudos de las plantulas en caña de azúcar.

5.4 En relación al efecto del abono orgánico en factores de calidad de la Caña de Azúcar.

El incremento debido al efecto del abono orgánico en el comportamiento del cultivo en los factores de calidad favoreció en valores de Pol a todos los tratamientos excepto el testigo, en cuanto a Reductores favoreció a partir de la dosis de 10 tm/ha, respecto a los grados Brix favoreció a los tratamientos T6, T5, T4 y en relación a la sacarosa se observa que los tratamientos T6, T5, T4, T3 se ubicaron en la escala de bueno a excelente y en el último lugar se ubicó el tratamiento testigo, teniendo en cuenta el promedio máximo de los tratamientos en sacarosa y el promedio del tratamiento testigo, existe una diferencia de 2.05 % de sacarosa debido al efecto de los tratamientos que significa un incremento hasta del 18.2 % por encima del testigo coincidiendo lo que indica Medina et al. (2010), que los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de la productividad agrícola lo que involucra la calidad de la caña de azúcar.

5.5 En relación al efecto del abono orgánico en el rendimiento de la Caña de Azúcar.

En cuanto al rendimiento se puede afirmar que el análisis de varianza indica que si hubo respuestas altamente significativas entre tratamientos y que la prueba de tukey indica el agrupamiento de los tratamientos en 4 grupos, indicando dentro de los más destacados en primer lugar el tratamiento T6 con un rendimiento de 180.40 t.ha⁻¹, en segundo lugar T5 con 168.36 t.ha⁻¹. y en tercer lugar T4 con 159.20 t.ha⁻¹.

VI CONCLUSIONES

1. Respecto a la altura de planta de caña de azúcar según el análisis de varianza hubo diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, según la prueba estadística de tukey agrupó en el primer lugar el tratamiento T6 con 4.7 m. y T5 con 4.4 m. de altura. evidenciando que hubo efecto del abono orgánico en altura de planta por ser la misma variedad mexicana para todo el experimento.
2. En relación al número promedio del número de brotes por planta según el análisis de varianza hubo diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, según tukey indica que el primer lugar lo ocuparon los tratamientos T6 con 14.53 brotes y T5 con 13.53, indicando que hubo efecto del abono orgánico en número de brotes por planta
3. En cuanto al número de nudos por planta según el análisis de varianza hubo diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos y según tukey los agrupo a los tratamientos en cuatro grupos, concluyendo que el grupo que ocupa el primer lugar lo ocupan los tratamientos T6 con 23.83, T5 con 23.33 y T4 con 22.37 respectivamente, lo que evidencia que hubo respuesta del abono orgánico en esta característica.
4. El incremento debido al efecto del abono orgánico en el comportamiento del cultivo en los factores de calidad favoreció en valores de Pol a todos los tratamientos excepto el testigo, en cuanto a Reductores favoreció a partir de la dosis de 10 t.ha⁻¹, respecto a los grados Brix favoreció a los tratamientos T4, T5, T6 y en relación a la sacarosa se observa que los tratamientos T3, T4, T5 y T6 se ubicaron en la escala de bueno a excelente y en el último lugar se ubicó el tratamiento testigo, teniendo en cuenta el promedio máximo de los tratamientos en sacarosa y el promedio del tratamiento testigo, existe una diferencia de 2.05 % de sacarosa debido al efecto del de los tratamientos que significa un incremento hasta del 18.2 %. por encima del testigo.

5. En cuanto al rendimiento se puede afirmar que el análisis de varianza indica que si hubo respuestas altamente significativas entre tratamientos y que la prueba de tukey indica, 4 grupos respuesta ocupando el primer lugar el tratamiento T6 con un rendimiento de 180.40 t.ha^{-1} , en segundo lugar el tratamiento T5 con 168.36 t.ha^{-1} y en tercer lugar el tratamiento T4 con 159.20 t.ha^{-1} .

VII RECOMENDACIONES

Repetir el experimento en el mismo lugar para obtener resultados eficientes con los mismos tratamientos, criterios y metodología de la investigación.

Se recomienda utilizar la dosis de 15, 20 y 25 t.ha⁻¹ de abono orgánico para obtener rendimientos de 159, 168 y 180 t.ha⁻¹.

Realizar investigaciones bajo condiciones de otras localidades para observar los comportamientos de los tratamientos.

Realizar Investigaciones con diferentes fuentes de materia orgánica, diferentes dosis para ver su respuesta en el cultivo de caña de azúcar.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA

8.1 Fuentes bibliográficas

- Aguilar, R. N. (2011). Competitividad de la Agroindustria Azucarera de la Huasteca México. Tesis de doctorado en ciencias ambientales. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina. Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Amaya, A., Cock, J., Hernandez, A., & Irvine, J. (13 de Mayo de 1995). Centro De Investigacion De La Caña De Azucar De Colombia - Cenicaña. Obtenido de [cenicana.org:http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p31-62.pdf](http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p31-62.pdf)
- Arias, E. (13 de diciembre de 2008). Diagnóstico de rendimientos de caña de azúcar utilizando factores climatológicos Obtenido de: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/65/1/T2544.pdf>
- Asazgua. (2012). Producción en línea. Guatemala. Consultado 20 jun. 2012. Disponible en <http://w.w.w.azúcar.com.gt/historia.html>.
- Avibert, (2012). Características y ecofisiología <http://avibert.blogspot.com/2012/04/fases-fenologicas-cana-de-azucar-eeaoc.html>
- Buenaventura, C.E. (1990). Semilleros y siembra de la caña de azúcar. Colombia, Cenicaña. 10 p. (Serie técnica, no. 6).
- Brady.N.(1990). The Nature and properties of soil. Mac Millan publishing company. New York. USA.
- Caballero y Mellado J. (2009). Producción industrial de biofertilizantes. Seminario: Los biofertilizantes y su importancia en la agricultura y el medio ambiente. UNAM, SAGARPA, COFUPRO y CID. México, D. F.
- Calzada, J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación, tercera edición Lima-Perú, S.A. 644 Paginas.

- Camargo, P.N.(1976).Fisiología de la caña de azúcar. Folleto n° 6 serie Divulgación técnica. IMPA, México.
- Carrión, Z. (2006). Manual del sembrador de caña de azúcar. Paramonga Perú: Editorial Juan Gutemberg.
- Delgado, R. y Salas, A. M. (2006). Consideraciones para el desarrollo de un sistema integral de evaluación y manejo de la fertilidad del suelo y aplicación de fertilizantes para una agricultura sustentable en Venezuela. *Agronomía Tropical*, , vol. 56, pp. 289-323. ISSN 0002-192X.
- Fauconnier R.; Bassereau, D. (1975). La caña de azúcar. Barcelona, Blume. P. 433.
- FIRA. (2010). Producción Sostenible de Caña de Azúcar en México en Boletín Informativo, Nueva Época, Núm. 11, Año 2010.
- Flores, S. (1976). Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 172 p.
- García, H., Albarracin, L., & Toscano, A. (13 de Mayo de 2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera. Obtenido de conectarural.org: http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Guia_panelera.pdf
- González, M. y otros, (2010). Influence of organic amendments on soil quality potential indicators in an urban horticultural system. *Bioresource technology*, Volumen 101, p. 8897–8901.
- Guerrero, J (1993). Abonos orgánicos, tecnología para el manejo ecológico de los suelos. Perú.
- Helfgott, S.(1997). El Cultivo de la Caña de Azúcar en la Costa Peruana. UNALM, Lima, Perú.495 p.
- Heredia, L. y Mendoza, E. (2008). Influencia de los abonos orgánicos en el cultivo de "caña de azúcar" con relación a los rendimientos y siete niveles de abonamiento Tesis Unjfsc Huacho, Perú.

Infoagro (2008), El cultivo de la caña de azúcar.

https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp

Lopez J. (2015). La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de panela caso: Nordeste del departamento de Antioquia. Escuela de ciencias agrícolas pecuarias y del medio ambiente. Medellín, Colombia. Obtenido de repository.unad.edu.co: <http://repository.unad.edu.co/retrieve/5313/1042996781.pdf>

Medina, L. A.; Monsalve, Ó. I. y Forero, A. F. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. Ciencias Hortícolas, 2010, vol. 4, no. 1, pp. 109-125. ISSN 2011-2173.

Paraguay orgánico, (2013). Boletín Paraguay orgánico, Asunción Paraguay. <http://www.paraguayorganico.org.py/>

Rodriguez. M.; Enriquez R. (1983). Medidas fitosanitarias para el intercambio de variedades en caña de azúcar. Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar. Inédito. Mexico.

Romero, E. R., J. Scandalariis, P. A. Digonzelli, M. F. Leggio Neme, J. A. Giardina, J. Fernández de Ullivarri, S. D. Casen, M. J. Tonatto y L. G. P. Alonso. 2012. Página Web de NETAFIM, <http://www.sugarcane crops.com/introduction/>

Salazar Sosa Enrique, (2001). Distribución de nitrógeno en el suelo abonado con estiércol de bovino en maíz forrajero.

Sagarpa. (2012). Abonos orgánicos. Secretaría Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Desarrollo Rural.

Sánchez N.E. (1972). Materia prima: caña de azúcar. Ed. Porrúa, hnos. primera edición México

Soto, J. (1995). Prototipo varietal de caña de azúcar para la agroindustria azucarera guatemalteca. Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA. (Documento Técnico no. 5).

- Subirós, F. (2000). "El cultivo de la caña de azúcar". San Jose- Costa Rica: Editoria Universidad Estatal a Distancia (EUNED).
- Soto, M. Bananos: técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización. [CDROM]. 4a ed. San José (CR): Litografía e Imprenta LIL. 2008. ISBN 9977-47-154-1.
- Tisdale, S y Nelson, W. (1991). Fertilidad de los suelos y fertilizantes. México.
- Vanderlei, F. (1996). Estadística Experimental aplicada a Agronomía. Universidad Federal de Alagoas Centro de Ciencias Agrarias. 2da. ed. Estado de Alagoas, Br, 31 pág.
- Villagarcia, S y Aguirre, G. (1994). Manual de uso de fertilizantes. UNALM Lima-Perú.

ANEXO

Anexo 1. Interpretación de un análisis de maduración en Caña de azúcar.

2.- INTERPRETACIÓN DE UN ANÁLISIS DE MADURACIÓN

1).- Pol

Valores promedios

Menos de 16.0%	.....	Bajo
16.0 – 18.0%	.....	Bueno
Mayor de 18.0%	.....	Excelente

2).- Sacarosa

Valores promedios

Menos de 12.0%	.....	Bajo
12.0 – 13.0%	.....	Bueno
Mayor de 13.0%	.....	Excelente

3).- Reductores

Valores promedios

Menos o igual a 0.4.0%	.....	Óptimo
0.41 – 0.50%	.....	Bueno
Mayor de 0.50%	.....	Alto(negativo)

4).- Brix

Valores promedios

Menos de 16.0%	.....	Bajo
16.0 – 18.0%	.....	Bueno
Mayor de 18.0%	.....	Excelente

5).- Puraza

Valores promedios

Menos de 80.0%	.....	Bajo
80.0 – 85.0%	.....	Bueno
Mayor de 85.0%	.....	Excelente

6).- Humedad

Valores promedios

Menos o igual a 65.0%	.....	Óptimo
65.01 – 68.0%	.....	Bueno
Mayor de 68.0%	.....	Alto (negativo)

Fuente: Carrión Ordoñez, Zózimo 2006



Figura 6 Instalación del experimento



Figura 7 Aplicación del abono orgánico.



Figura 8 Crecimiento del experimento.



Figura 9 Evaluación de los experimentos



Figura 10 Evaluación de las U.E.



Figura 11 Evaluando número de brotes.



Figura 12 Evaluando altura de planta



Figura 13 Evaluando el N° de nudos.



Figura 14 Anotación de las observaciones.



Figura 15 Después de la quema, el corte.