



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

TESIS

**“EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE CAÑA DE
AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) Y SU EFECTO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y SU RENDIMIENTO
COMO FORRAJE EN EL FUNDO ZUNGAROCCHA, SAN
JUAN BAUTISTA- 2018”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
RONALD PINEDO AMARINGO**

**ASESOR:
Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.**

IQUITOS, PERÚ

2021



FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 016-CGYT-FA-UNAP-2021



En Iquitos, mediante la plataforma virtual de Google Meet, a los 28 días del mes de junio del 2021, a horas 05:00 p.m., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis titulada: **“EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) Y SU EFECTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y SU RENDIMIENTO COMO FORRAJE EN EL FUNDO ZUNGAROCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA- 2018”**, aprobado con Resolución Directoral N° 002A-2019-DEFPA-FA-UNAP, presentado por el Bachiller **RONALD PINEDO AMARINGO**, para optar el Título Profesional **DE INGENIERO (A) AGRÓNOMO** que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal **N° 013-CGYT-FA-UNAP-2021**, está integrado por:

Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M. Sc.
Ing. VICTORIA REÁTEGUI QUISPE, Dra.
Ing. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, Dr.

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: **SATISFACTORIAMENTE.**

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La Sustentación pública y la Tesis han sido: **APROBADO** con la calificación **MUY BUENA.**

Estando el Bachiller **APTO** para obtener el Título Profesional de **INGENIERO (A) AGRÓNOMO.**

Siendo las **07:00 pm.**, se dio por terminado el acto **ACADÉMICO.**



Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M. Sc.
Presidente (a)



Ing. VICTORIA REÁTEGUI QUISPE, Dra.
Miembro



Ing. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, Dr.
Miembro



Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

Tesis aprobada en sustentación pública mediante la plataforma virtual de Google Meet el día 28 de junio del 2021; por el jurado ad-hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos, para optar el título profesional de:

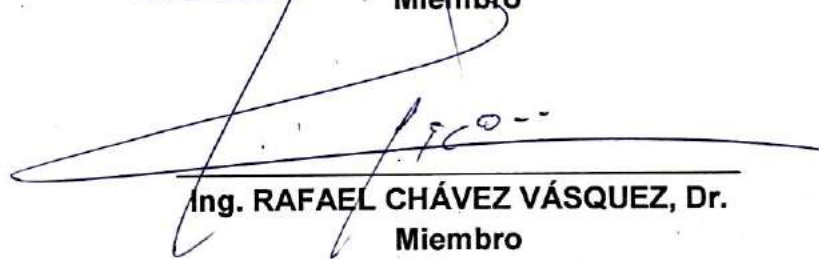
INGENIERO AGRÓNOMO



**Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M.Sc.
Presidente (a)**



**Ing. VICTORIA REÁTEGUI QUISPE, Dra.
Miembro**



**Ing. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, Dr.
Miembro**



**Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Asesor**



**Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M.Sc.
Decano**



DEDICATORIA

A **Dios**, por ser mi guía y por haberme permitido que llegar hasta este punto de mi vida y por darme salud y sabiduría para lograr este objetivo.

A mis Padres y esposa, por confiar en mí siempre; a mis compañeros de estudios, maestros y amigos.

AGRADECIMIENTO

El rotundo Agradecimiento al Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, Docente Auxiliar de nuestra prestigiosa FACULTAD DE AGRONOMIA de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, por su valioso y fundamental aporte en la orientación y ejecución del presente trabajo de Investigación.

A la prestigiosa FACULTAD DE AGRONOMIA de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, y a los DOCENTES de la misma, que me brindaron la oportunidad para realizarme como estudiante y así ser un profesional de éxito.

A mis amigos, por la comprensión y el respaldo que siempre mostraron durante nuestra ÉPOCA UNIVERSITARIA.

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|---|--------|
| PORTADA | i |
| ACTA DE SUSTENTACIÓN | ii |
| JURADO Y ASESOR..... | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ÍNDICE GENERAL | vi |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | viii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | ix |
| RESUMEN..... | x |
| ABSTRACT | xi |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO | 3 |
| 1.1. Antecedentes..... | 3 |
| 1.2. Bases teóricas | 4 |
| 1.2.1. Caña de azúcar | 4 |
| 1.2.2. Morfología | 4 |
| 1.2.3. Fenología | 5 |
| 1.2.4. Taxonomía | 6 |
| 1.2.5. Importancia del cultivo | 9 |
| 1.2.6. Introducción de la caña de azúcar en el Perú | 10 |
| 1.3. Definición de términos básicos..... | 12 |
| CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES..... | 15 |
| 2.1. Formulación de la hipótesis | 15 |
| 2.1.1. Hipótesis general..... | 15 |
| 2.1.2. Hipótesis específicas | 15 |
| 2.2. Variables y su operacionalización | 15 |
| 2.2.1. Identificación de las variables | 15 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA | 16 |
| 3.1. Tipo y diseño. | 16 |
| 3.1.1. Tipo de investigación..... | 16 |
| 3.1.2. Diseño de la investigación | 16 |
| 3.2. Diseño muestral..... | 16 |
| 3.2.1. Población..... | 16 |
| 3.2.2. Muestra | 17 |
| 3.2.3. Criterios de selección | 17 |

| | |
|---|----|
| 3.3. Procedimientos de recolección de datos..... | 17 |
| 3.3.1. Instrumentos de recolección de datos | 17 |
| 3.3.2. Características del campo experimental | 18 |
| 3.3.3. Manejo agronómico del cultivo | 18 |
| 3.3.4. Instrumento y evaluación..... | 19 |
| 3.4. Procesamiento y análisis de los datos | 20 |
| 3.5. Aspectos éticos..... | 21 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 22 |
| 4.1. Características agronómicas..... | 22 |
| 4.1.1. Altura de planta (m)..... | 22 |
| 4.1.2. Materia verde de planta entera (kg/m ²)..... | 24 |
| 4.1.3. Materia seca de planta entera (kg/m ²) | 26 |
| 4.1.4. Rendimiento de materia verde planta entera (Kg/parcela) | 28 |
| 4.1.5. Rendimiento de materia verde planta entera (t/ha) | 30 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIONES | 32 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES | 34 |
| CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES | 35 |
| CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN | 36 |
| Anexo I. Datos meteorológicos 2018 | 39 |
| Anexo II. Datos de campo | 40 |
| Anexo III. Pruebas de normalidad y de homogeneidad de varianzas de las variables en estudio..... | 42 |
| Anexo IV. Análisis de suelo - caracterización..... | 43 |
| Anexo V. Diseño del área experimental | 44 |
| Anexo VI. Diseño de la parcela experimental..... | 45 |
| Anexo VII. Panel fotográfico..... | 46 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página |
|---|---------------|
| Cuadro 1. Tratamientos en estudio | 16 |
| Cuadro 2. Análisis de varianza | 16 |
| Cuadro 3. Análisis de varianza de altura de planta (m) | 22 |
| Cuadro 4. Prueba de Duncan de altura de planta (m) | 22 |
| Cuadro 5. Análisis de varianza de materia verde de planta entera (kg/m ²). | 24 |
| Cuadro 6. Prueba de Duncan de materia verde de planta entera (kg/m ²) | 24 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza de materia seca de planta entera (kg/m ²)..... | 26 |
| Cuadro 8. Prueba de Duncan materia seca planta entera (kg/m ²) | 26 |
| Cuadro 9. Análisis de varianza de rendimiento de materia verde planta entera (Kg/parcela)..... | 28 |
| Cuadro 10. Prueba de Duncan de rendimiento de materia verde planta entera (Kg/parcela)..... | 28 |
| Cuadro 11. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea (t/ha) | 30 |
| Cuadro 12. Prueba de Duncan del rendimiento por hectárea (t/ha) | 30 |
| Cuadro 13. Altura de Planta (m) | 40 |
| Cuadro 14. Materia verde de planta entera (kg/m ²) | 40 |
| Cuadro 15. Materia seca de planta entera (Kg/m ²) | 40 |
| Cuadro 16. Rendimiento por Parcela (kg) | 40 |
| Cuadro 17. Rendimiento por hectárea (t/ha.) | 41 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Página |
|---|---------------|
| Gráfico 1. Promedios de altura de planta (m)..... | 23 |
| Gráfico 2. Promedios de materia verde de plata entera (kg/m ²) | 25 |
| Gráfico 3. Promedios de materia seca de planta entera (kg/m ²) | 27 |
| Gráfico 4. Promedios de rendimiento de materia verde planta entera (Kg/parcela)..... | 29 |
| Gráfico 5. Promedios del rendimiento por hectárea (t/ha) | 31 |

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana en la Facultad de Agronomía en el taller de Vacunos en el Fundo de Zungarococha, titulado EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) Y SU EFECTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y SU RENDIMIENTO COMO FORRAJE EN EL FUNDO DE ZUNGAROCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA – 2018. Las evaluaciones fueron realizadas a la dieciséis semana después de la siembra con semilla vegetativa (estacas), en parcelas de 5 m x 2 m (10 m²) y un área experimental de 495 m². Con un Diseño de Bloques Completo al Azar (D.B.C.A), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos en estudio fueron:

T0 (Pennisetum sp cv King grass verde), T1 (*Saccharum officinarum* Var. amarilla), T2 (*Saccharum officinarum* Var. negra) y T3 (*Saccharum officinarum* Var. ceniza), obteniendo los siguientes resultados: En la producción de materia verde de planta entera, la variedad de caña Amarilla (T1), logro el promedio más alto con 9,66 kg/m², seguido de T2 (var. Negra) con 9,37 kg/m² y T3 (var. Ceniza) con 9,16 kg/m² pero estadísticamente son homogéneas. En el rendimiento de materia verde por hectárea (t/ha.), la variedad amarilla logro 96,63 t, sin embargo, las tres variedades de caña no difieren estadísticamente, lo cual está por debajo del promedio nacional que es de 100 t/ha.

Palabras clave: caña, características agronómicas y rendimiento.

ABSTRACT

The research work was carried out at the National University of the Peruvian Amazon at the Faculty of Agronomy in the cattle workshop in the Zungarococha Farm, entitled EVALUATION OF THREE VARIETIES OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum*) AND THEIR EFFECT ON THE AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND ITS YIELD AS FORAGE IN THE ZUNGAROCOCHA FUND, SAN JUAN BAUTISTA - 2018. The evaluations were carried out sixteen weeks after sowing with vegetative seed (cuttings), in plots of 5 m x 2 m (10 m²) and an experimental of 495 m². With a Random Complete Block Design (D.B.C.A), with four treatments and four repetitions, the treatments under study were:

T0 (*Pennisetum* sp cv King grass green), T1 (*Saccharum officinarum* Var. Yellow), T2 (*Saccharum officinarum* Var. Black) and T3 (*Saccharum officinarum* Var. Ash), obtaining the following results: In the production of green plant matter Whole, the Yellow cane variety (T1), achieved the highest average with 9.66 kg / m², followed by T2 (Black variety) with 9.37 kg / m² and T3 (Ash variety) with 9.16 kg / m² but statistically they are homogeneous. In the yield of green matter per hectare (t / ha.), The yellow variety achieved 96.63 t, however, the three varieties of cane do not differ statistically, which is below the national average that is 100 t / ha.

Keyword: cane, agronomic characteristics and yield

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), tradicionalmente se ha utilizado para la producción de azúcar, sin embargo los residuos como la melaza y el bagazo ha sido introducido en dieta animal sobre todo en las regiones de la costa y la sierra por la escases de los forrajes en algunos meses del año. En la amazonia peruana las variedades de cañas han sido cultivadas principalmente para la producción de aguardiente, además de chancaca y/o panela.

Hoy en día la caña de azúcar se considera también como un forraje destinado para la alimentación animal, ante la escasez de forrajes y se han desarrollado técnicas de manejo para aumentar la producción de materia verde por hectárea.

Los pastos y forrajes es la base fundamental para que se mantenga una explotación ganadera y sea rentable el negocio. En la amazonia generalmente las explotaciones ganaderas se desarrollan a base de pastos bajo el sistema de pastoreo esta actividad genera compactación del suelo por ende la producción de los forrajes disminuye en el tiempo, por lo que requiere constante innovación en la producción de alimento para el ganado. La caña de azúcar es una buena opción para la producción de forraje ya que tiene un rendimiento promedio de 100 tn/ha, y está a nivel de otras pasturas adaptaras en la zona, la ventaja es que se puede producir durante todo el año y se aprovecha todas las partes de la planta (tallos, hojas y cogollos), se puede dar de forma entera directa en los potreros o picada en los comederos.

En el presente trabajo de investigación, se estudiaron y evaluaron tres variedades de caña para forraje, de las cuales las diferencias en la producción de forraje verde son mínimas. Con este estudio se pretende que el productor ganadero busque nuevas alternativas de alimentación con forrajes que se producen durante todo el año.

La caña de azúcar, su contenido en proteína bruta es muy bajo (menor al 4,5 % de la MS total), grasas, inferior al 2 %, pero tiene un alto valor de hidratos de carbono de tipo estructural (celulosa, hemicelulosa y lignina) lo que convierte a la caña de azúcar en un forraje voluminoso de mediana calidad (valor medio 58,9 % de nutrientes totalmente digestibles NTD). (www.produccion-animal.com.ar) por lo que recomienda complementar el uso de caña con otras especies forrajeras con alto contenido de proteínas y grasas.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

LOPEZ ⁽¹⁾. Menciona que después del estudio de 8 variedades de caña, la variedad MEX 83-482, a pesar de tener la menor digestibilidad ($P < 0.05$), mostró la mejor perspectiva forrajera, pues tuvo mayor cantidad de cogollo o puntas ($P < 0.05$), y su digestibilidad a las 12 h fue mayor del 50 % en caña integral y tallos.

PALMA et al ⁽²⁾, **URDANETA**⁽³⁾ e **IRIONDO et al** ⁽⁴⁾ indicaron que la suplementación de raciones basadas en caña de azúcar con otras fuentes forrajeras puede contribuir al mejoramiento del comportamiento animal. Lo antes referido podría atribuirse al aporte de nutrientes que mejoran el ecosistema ruminal. Además, este efecto podría obedecer a una estimulación de la velocidad de pasaje por el efecto de la fibra larga y a la disminución en tiempo de la concentración de azúcares, por dilución o incremento del número de bacterias celulolíticas, debido al aporte de paredes celulares más colonizables.

MARTIN ⁽⁵⁾. En el uso de la caña en producción de carne, la información aquí revisada sugiere que la caña de azúcar mantiene su importancia como alimento para el ganado vacuno. Su producción de materia seca y energía metabolizable por hectárea es superior a la de cualquier cultivo conocido, su producción coincide con el período del año en que no llueve y la producción de hierba en los potreros disminuye, y existen tecnologías disponibles para lograr un buen aprovechamiento de este alimento por los animales que la consuman. Se conoce el efecto de la suplementación proteica sobre el consumo de forraje de caña y la ganancia de peso y producción de leche. También han quedado establecidas las necesidades de suplementación.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Caña de azúcar

La caña de azúcar es originaria de Nueva Guinea, de donde se distribuyó a Asia y a las islas del Pacífico. Alejandro Magno se llevó a Persia. Los árabes la trasladaron a Siria, Palestina, Arabia y Egipto, donde se extendió por todo el continente africano. Colon la trajo a las islas del Caribe y de allí pasó a toda la América tropical.

La caña de azúcar es la más grande competidora de la remolacha. Suministra el 70% de la demanda internacional de azúcar. La producción mundial de azúcar de caña se estima en más de 40 millones de toneladas. La caña fue de las primeras plantas tropicales adaptadas al cultivo agroindustrial en gran escala.

La caña de azúcar provee un jugo fresco azucarado y dulce. Sus hojas y tallo se utilizan como forraje para animales. Los diferentes tipos de azúcar que produce, desde la panela o piloncillo, hasta el azúcar refinado, son alimentos básicos para el hombre y materia prima para la industria. Esta los transforma en alcohol etílico, ácido láctico y cítrico, dextrosa y glicerina. Las melazas, subproductos del azúcar, se emplean para la fabricación de bebidas alcohólicas. Las fibras del bagazo, que quedan después de la molienda, se usan en la producción de papel y madera prensada.

1.2.2. Morfología

Las características morfológicas de la caña de azúcar son:

- **Raíces.** Se origina de los nudos del esqueje o trozo de tallo que se planta. En caña desarrollada el mayor porcentaje de raíces es superficial. Se diferencian raíces del esqueje y raíces de tallo.

- **Raíces del esqueje.** Son de vidas cortas, delgadas, muy ramificadas y superficiales.
- **Raíces del tallo.** Reemplazan a las anteriores. Al principio son blancas, más carnosas y menos ramificadas, luego se tornan suberosas.
- **Tallo.** Está formado de nudos y entrenudos, de longitud entre 5 y 25 cm. diámetro hasta de 6 cm. en caña desarrolladas, la longitud total del tallo puede ser de 3 hasta 6 m.
- **Macolla de caña adultas.** Está formado por un conjunto de tallos de diámetro, altura y edad diferentes.
- **Hojas.** Se origina de los nudos. Son alternas, alargadas y formadas por la vaina y el limbo. Esta unidas por una articulación. La vaina es tubular, envolvente, más ancha en su base. El limbo tiene una nervadura central prominente y los bordes ligeramente dentados. La articulación entre la vaina y el limbo se llama collar y posee lígula aurículas.
- **Inflorescencia.** Es una panoja ramificada con muchas espiguillas dispuestas en pares, una sésil y otra pedunculada. La flor es bisexual y con un solo ovulo. La semilla es muy pequeña.

1.2.3. Fenología

CONDESUCA ⁽⁶⁾, lo describe de la siguiente manera: La duración de la etapa de germinación puede variar de 7 a 10 días después de la siembra, el intervalo óptimo de temperatura es de 24 a 37 °C.

En la etapa de macollamiento, la cual caracterizada por el brote de varios tallos en los nodos de las articulaciones situados en las base de tallos primarios. El comienzo de esta etapa se da de 35 a 40 días después de

la plantación, esta etapa es importante ya que se define el número potencial de órganos que se pueden cosechar.

Rápido crecimiento, en esta etapa se presenta la elongación de la planta con rapidez, y es aquí donde también hay acumulación de materia seca alcanzado la máxima área foliar, esta etapa comienza alrededor de los 120 días posterior a la plantación.

En la etapa de maduración es cuando se presenta la acumulación de sacarosa en los tallos, el proceso de esta etapa tiene alrededor de dos a tres meses.

La cosecha se lleva a cabo alrededor de los 11 a 16 meses de plantación, en este periodo el desarrollo de los tallos llega a su fin, las hojas se marchitan y la corteza de las plantas se hace quebradiza.

En la imagen se muestra una representación de las etapas fenológicas de la caña de azúcar.

1.2.4. Taxonomía

Las cañas de azúcar pertenecen a dos especies poliploides, de número básico $x:10$. Estas especies son:

- *Saccharum officinarum*, $2n: 80$, las llamadas “cañas nobles”, con cerca de un centenar de clones, derivadas posiblemente de *S. robustum*;
- *Saccharum sinense* (*S. barberi*), “cañas indias”, híbridos naturales entre *S. officinarum* y *S. spontaneum*, con $2n = 124$.

Se conoce además tres especies silvestres de *Saccharum*:

1. ***S. spontaneum***, que crece desde el norte de África y sur de Rusia hasta Oceanía y Japón, con su centro de mayor diversidad en India.

En un grupo de clones que ofrece las mayores variantes en forma y

tamaño; el porte de la planta, por ejemplo, puede variar de 0.5 a seis metros. Los tallos son delgados y muy nudosos, por lo común los nudos más anchos que los entrenudos. Las hojas tienen vainas envolventes que pertenece adheridas a los tallos, al contrario de las cañas nobles, en que se separan y caen.

2. ***S. robustum***, que crece desde Borneo a Nuevas Hébridas, con su mayor diversidad en Nueva Guinea, $2n: 80$, con un número reducido de clones; plantas hasta de 10 m de alto, con tallos más anchos cerca de los nudos, a menudo huecos en el centro y con jugo escaso. Ha sido utilizado en cruces para formar híbridos comerciales con las cañas cultivadas.
3. ***S. edule***, de Nueva Guinea y Melanesia, un grupo aberrante de clones caracterizados por inflorescencias gruesas y carnosas, que los nativos comen como hortalizas.

Saccharum sinense se diferencia de *S. officinarum* por tener la primera pelos largos en el eje central y en las axilas de la inflorescencia, y que son muy cortos o faltan de todo en la segunda, y por tener flores con cuatro glumas la primera, generalmente con tres, a veces cuatro la segunda.

Nomenclatura. La mayoría de los cultivares actuales de caña son resultados de cruces y retrocruces entre *S. officinarum*, *S. spontaneum* y *S. robustum*. La aplicación de un nombre específico, o la designación del parentesco híbrido, resulta impropia en el primer caso e incómoda y a menudo dudosa en el segundo, esto puede evitarse utilizando únicamente el nombre del clon, ya que en la mayoría de los casos sea publicado su progenie.

Origen y dispersión de las cañas nobles. La explicación más aceptable del origen de *S. officinarum* es que resulto de la domesticación de tipos silvestres de *S. robustum*, seleccionados para masticar por su mayor contenido de azúcar y menor cantidad de fibra. Sin embargo, existe la posibilidad de que en el origen de *S. officinarum* hubiera cruza con especies de *Erianthus*, un género muy afín; también sea sugerido que *S. robustum* es muy posible híbridos entre *S. spontaneum* y *Miscanthus floridulus*, una especie silvestre de afinidad genética con *Saccharum*.

La domesticación se hizo posiblemente en Nueva Guinea; de allí las cañas nobles se extendieron hacia el este, hasta alcanzar los límites de Polinesia y por el oeste hasta la India.

Las cañas nobles dieron los materiales para la producción industrial de azúcar en el viejo y el nuevo mundo, que se desarrolló a partir del siglo XVI. Clones como "Bourbon", "Otaheite", "Cheribon", "Badila" y otros con los cuales se inició la industria, fueron suplantados desde fines del siglo pasado por nuevas variedades en su mayoría híbridas, a cuya formación contribuyeron. A pesar de su calidad superior, las cañas nobles debieron ser reemplazadas por clones más resistentes y muchas de ellas han desaparecidos.

Origen y dispersión de las cañas indias. La introducción de las cañas nobles de Nueva Guinea a India tuvo dos consecuencias importantes: la primera fue la inversión del proceso de convertir el jugo de caña de azúcar, hecho hace unos 3 000 años, que transformó un alimento primitivo en un producto industrial. El otro evento de gran importancia fue su cruzamiento con tipo silvestre de *S. spontaneum*, dando origen a las cañas del norte de la india. Estos híbridos permitieron extender el cultivo

de la caña a las regiones subtropicales. Las cañas híbridas han recibido nombres específicos: *S. sinense* y *S. barberi*; en realidad son grupos de clones seleccionados y propagados por el hombre, algunos de ellos como “Uba” que se cultiva en todos los trópicos.

<http://pastosyforrajes.com/cana-forrajera/> ⁽⁷⁾

FAUCONNIER (1975) ⁽⁸⁾, indica que la caña de azúcar es originaria de las regiones tropicales del Sudeste Asiático, Cultivándose en la India hace casi 3000 años, desplazándose luego a los países del cercano oriente (siglo VI), después a la región mediterránea, a España fue llevada por los Árabes durante la conquista de la Península Ibérica y de ahí introducida a América después de la expedición de Colon (siglo XVI).

FAUCONNIER ⁽⁸⁾, había descrito tipos botánicos del género *Saccharum*, donde figuraban en forma armónica los caracteres edáficos y fisiológicos de cada uno de ellos. Se señalaban cuatro especies pertenecientes al género: *S. spontaneum*; *S. barberi*; *S. sinense* y *S. officinarum*; las investigaciones realizadas en Nueva Guinea hicieron que los especialistas identificaran una más *S. robustum*

1.2.5. Importancia del cultivo

USTIMENKO ⁽⁹⁾, sostiene que, en América Latina, la ración es pobre en proteínas, el azúcar y las sustancias ricas en carbohidratos ocupa un importante lugar en la alimentación de la población. Los alimentos que contienen azúcar contribuyen al rápido restablecimiento del vigor físico y la capacidad mental.

1.2.6. Introducción de la caña de azúcar en el Perú

La caña de azúcar fue utilizada y cultivada desde los tiempos más remotos, lo cual motivo su difusión.

MIRANDA ⁽¹⁰⁾, dice que Colon en su segundo viaje, en diciembre de 1493, introduce la caña de azúcar en América, tomándola de la zona de Granada en Andalucía, trasladándola a Santo Domingo (la Española); de ahí pasaron a

Cuba en 1511 de donde el año de 1522 Hernán Cortez las trajo a San Andrés, Tuxtla (Veracruz), primer lugar de México se cultivó la caña de azúcar, llegando a Estados Unidos (Lousiana) hasta 1756.

En el valle de Chicama donde se llevaron a cabo las primeras plantaciones de caña de azúcar, **MIRANDA** ⁽¹⁰⁾, nos informa en sus crónicas: "... yendo más adelante se llega al valle Chicama no menos fértil y abundoso Pacasmayo por su grandeza y fertilidad, por la cual hay en gran cantidad de cañaverales dulce de los que se hacen azúcar muy bueno y otras frutas y conservas..."

Los cronistas e historiadores escriben lo siguiente: "el capitán don diego de moro, uno de los funcionadotes de Trujillo en 1534 fue su primer gobernador, riquísimo encomendero de Huanchaco y Chicama y el primer hacendado que implanto el trapiche y elaboro azúcar en el Perú, después de haber hecho traer de México caña para la plantación. **MIRANDA** ⁽¹⁰⁾

El Proyecto Azúcar Selva del Departamento de San Martín, introdujo a la zona por intermedio del Ministerio de Agricultura, mediante su proyecto Producción de Azúcar en Selva Baja trece cultivares de caña de azúcar encontrándose este Proyecto en el Caserío de Moraliillos Km 15 de la

carretera Iquitos – Nauta. De estos trece cultivares, cuatro son los que mejores características agronómicas e industriales presentaron y que son PR-980, PHIL-5333, L60-25 y NCo-310 **MIRANDA** ⁽¹⁰⁾

FAUCONNIER ⁽⁸⁾, indica que la caña de azúcar es el cultivo Milagro; es la planta que produce mayor número de calorías por unidad de superficie y origina para su transformación la creación de numerosos empleos artesanales e industriales.

SUGAR Y AZÚCAR ⁽¹¹⁾, considera que el bagacillo de la caña de azúcar (hoja) en la planta o caídas y puntas de caña, es responsable de hasta el 25% de la producción total de la materia seca de la planta de caña.

Una tonelada de bagacillo seco (6% de humedad) tiene la energía equivalente a 4,395 KWH de electricidad lo que a su vez equivale a 2.5 barriles de petróleo para combustible.

FAUCONNIER ⁽⁸⁾, afirma que la composición química del azúcar que contiene carbono, oxígeno, hidrógeno y su función polivalente, la convierten en una primera materia que se presta a numerosas reacciones y múltiples utilidades posibles. Esta materia tiene una ventaja de ser inagotable. Este mismo autor menciona que las hojas pueden ser utilizadas en verde y las puntas de los tallos para la alimentación del ganado y seco como materia prima para la fabricación de abono y del bagazo su utilización directa como combustible y pasta de papel, tablero de fibra y tableros conglomerados.

PEÑA ⁽¹²⁾, haciendo un estudio sobre barrenadores de la caña de azúcar en las zonas cañaverales de Iquitos encontró las siguientes plagas: PYRALIDAE (Crambiana), *Diatraea spp*, *Doratapera*, *Antroparsellus*

WALK; *Castniidae: Castnia licus* DRURY, *Coleoptera, Curculionidae, Matamasius spp.*

1.3. Definición de términos básicos

- **Análisis de Varianza:** (Descubierta por Fisher) Es un procedimiento aritmético para descomponer una suma de cuadrados total y demás componentes asociados con reconocidas fuentes de variación.
- **Cobertura:** La producción de superficie del suelo que es cubierta por dosel, visto desde alto.
- **Coefficiente de Variación:** Es una medida de variabilidad relativa que indica el porcentaje de la media correspondiente a la variabilidad de los datos.
- **Densidad:** Es el número de unidades (plantas o tallos) que hay por unidad de área.
- **Desarrollo:** Es la evolución de un ser vivo hasta alcanzar la madurez.
- **Diseño Experimental:** Es un proceso de distribución de los tratamientos en las unidades experimentales; teniendo en cuenta ciertas restricciones al azar y con fines específicos que tiendan a determinar el error experimental.
- **Enmienda mineral:** Cualquier sustancia o producto mineral, natural o sintético, capaz de modificar y mejorar las propiedades y las características físicas, químicas, biológicas o mecánicas del suelo.
- **Enmienda orgánica:** Cualquier sustancia o producto orgánico capaz de modificar o mejorar las propiedades y las características físicas, químicas, biológicas o mecánicas del suelo.

- **Fenología.** La fenología es el estudio de las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año
- **Fertilizante o abono:** Cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal.
- **Fertilizante o abono orgánico:** El que procede de residuos animales o vegetales, conteniendo los porcentajes mínimos de materia orgánica y nutriente, para ellos se determinen en las listas de productos que sean publicadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- **Fertilizante o abono órgano-mineral:** Producto obtenido por mezcla o combinación de abonos minerales y orgánicos.
- **Fertilizante o abono mineral especial:** El que cumpla las características de alta solubilidad, de alta concentración o de contenido de aminoácidos que se determine por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- **Forraje:** Hierba verde o seca que se da al ganado para alimentarlo. "tiene una corta estación vegetativa que se aprovecha para el cultivo de forrajes que permiten el mantenimiento del ganado en la estación muerta"
- **Follaje:** Un término colectivo que se refiere a las hojas de la planta o de una comunidad vegetal.
- **Gramínea:** (gramíneas) Familia de plantas monocotiledóneas de tallo cilíndrico, nudoso y generalmente hueco, hojas alternas que abrazan el tallo, flores agrupadas en espigas o en panojas y grano seco cubierto por las escamas de la flor.
- **Hoja:** Se origina en los nudos y se distribuye en posiciones alternas a lo largo del tallo. Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina y la yagua.

La unión entre estas dos partes se conoce con el nombre de lígula, en cuyo extremo existe una aurícula con pubescencia variable.

- **Lamina foliar:** Es la parte más importante para el proceso de fotosíntesis, su disposición en la planta difiere con las variedades. La lámina foliar es recorrida en toda su longitud por la nervadura central y los bordes presentan protuberancias en forma aserrada. El color de las hojas, dependiendo de la variedad, puede variar desde verde claro a verde más oscuro. La longitud y el ancho también dependen de la variedad.
- **Nudo:** Es la porción dura y más fibrosa del tallo que separa dos entrenudos vecinos. El nudo, a su vez, se encuentra conformado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso. La forma de la yema y su pubescencia son diferentes en cada variedad y, por tanto, muy usados para su identificación
- **Panícula:** Inflorescencia compuesta formada por un racimo cuyos ejes laterales se ramifican de nuevo en forma de racimo o a veces de espiga.
- **Proteínas:** Los únicos nutrimentos que favorecen al crecimiento y reparan los tejidos. La carne magra, el suero de la leche, la soya, son alimentos que contienen grandes cantidades de proteínas.
- **Prueba de Duncan:** Prueba de significancia estadística utilizada para realizar comparaciones precisas, aun cuando la prueba de Fisher en el análisis de varianza no es significativa.
- **Tallo:** Es el órgano más importante de la planta de la caña, puesto que allí se almacenan los azúcares; el número, el diámetro, el color y el hábito de crecimiento dependen de la variedad. La longitud de los tallos, en gran parte depende de las condiciones ambientales de la zona y del manejo que se le dé a la variedad. Los tallos pueden ser primarios, secundarios o terciarios.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

2.1.1. Hipótesis general

Las variedades de caña de azúcar influyen en las características agronómicas y rendimiento como forraje.

2.1.2. Hipótesis específicas

- Las variedades de caña de azúcar influyen en la altura, materia verde, materia seca de planta entera
- Las variedades de caña de azúcar influyen en el rendimiento por parcela y hectárea.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Identificación de las variables

- Variables Independiente.

X1 = Variedades de caña

X.1.1. King gras verde

X.1.2. Caña amarilla

X.1.3. Caña negra

X.1.4. Caña ceniza

- Variables Dependientes.

Y1 = Características agronómicas.

Y1.1: Altura de planta (m).

Y1.2: Materia verde planta entera (kg/m²).

Y1.3: Materia seca planta entera (kg/m²).

Y2 = Rendimiento.

Y2.1. Rendimiento por parcela (kg).

Y2.2. Rendimiento por hectárea (t/ha)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño.

3.1.1. Tipo de investigación

Es una investigación del tipo descriptivo experimental.

3.1.2. Diseño de la investigación

Es experimental cuantitativo transversal. Para cumplir los objetivos planteado se utilizó el Diseño de Bloques Completo al Azar (D.B.C.A), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos en estudio

| Tratamiento | | TRATAMIENTOS |
|-------------|-------|-------------------------------------|
| Nº | Clave | |
| 1 | T0 | Pennisetum sp cv King grass verde |
| 2 | T1 | Saccharum officinarum Var. amarilla |
| 3 | T2 | Saccharum officinarum Var. negra |
| 4 | T3 | Saccharum officinarum Var. ceniza |

Cuadro 2. Análisis de varianza

| Fuente Variación | GL |
|------------------|-----------------------------------|
| Bloques | $R - 1 = 4 - 1 = 3$ |
| Tratamientos | $T - 1 = 4 - 1 = 3$ |
| Error | $(r - 1)(t - 1) = 3 \times 3 = 9$ |
| TOTAL | $Rt - 1 = 4 \times 4 - 1 = 15$ |

3.2. Diseño muestral

Se utilizará un diseño adecuado para las evaluaciones que permitirá maximizar la cantidad de información en el presente trabajo de investigación.

3.2.1. Población

La población del trabajo de investigación es finita que será de 16 unidades experimentales y cada parcela con 40 plantas esto significa que

se tendrá 640 plantas, para procesar la información se utilizará un paquete estadístico de InfoStat, para los cálculos.

3.2.2. Muestra

De las 16 unidades experimentales se tomó 4 plantas por cada unidad experimental, teniendo un muestreo total de 64 plantas.

3.2.3. Criterios de selección

Las plantas que sirvieron para el muestreo fueron las que estaban en medio de la unidad experimental, para evitar el efecto de borde.

- **Criterio de inclusión**

Las 288 plantas de la población fueron incluidas en el trabajo de investigación.

- **Exclusión**

Para la evolución de las plantas de muestreo se excluirán las plantas que estén en los bordes, ya que ellos tienen mayor ventaja, por tener menos competencia en espacio.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos fueron una regla milimétrica y dos balanzas digitales de 100 y 2 kilos de capacidad y libreta de campo.

La recolección de datos de campo se utilizó el método de la Red Internacional de Evaluación de Pastos tropicales (RIEPT).

En campo

La evaluación se realizó a la 16va semana de comenzado el trabajo de investigación, con promedio de 16 plantas evaluadas por cada tratamiento.

El instrumento que se utilizó para la recolección de datos es el registro

3.3.2. Características del campo experimental

a) De las parcelas:

| | |
|-------------|-----------------------|
| Cantidad. | : 16. |
| Largo. | : 5 m. |
| Ancho. | : 2 m. |
| Separación. | : 1.5 m. |
| Área. | : 10 m ² . |

b) De los Bloques:

| | |
|-------------|-----------------------|
| Cantidad. | : 4. |
| Largo. | : 5 m. |
| Ancho. | : 12.5 m. |
| Separación. | : 2 m. |
| Área. | : 62.5 m ² |

c) Del campo Experimental.

| | |
|--------|------------------------|
| Largo. | : 30 m. |
| Ancho. | : 16.5 m. |
| Área. | : 495 m ² . |

3.3.3. Manejo agronómico del cultivo

a. Trazado del campo experimental

Consistió que la demarcación del campo experimental de acuerdo a la distribución planteada en la aleatorización de los tratamientos; delimitando el área del experimento y dividiéndole en los bloques y parcelas.

b. Muestreo del suelo

Se procedió a realizar un muestreo por cada parcela de 5 m x 2 m a una profundidad de 0.20 m, en el cual se obtuvo 16 sub muestras, luego se procedió a uniformizar hasta obtener un Kilogramo. El cual,

fue enviado al laboratorio del suelo para ser analizado y luego efectuar la interpretación correspondiente.

c. Siembra

La siembra se realizó con semillas vegetativas (estacas) de forraje de caña, las estacas fueron sembradas a un distanciamiento de siembra fue de 0.5 m x 0.5 m. estacas por golpe, las estacas fueron de una longitud de 40 centímetros,

d. Aplicación de abono de fondo (vacaza)

Se aplicó a todas las unidades experimentales en forma uniforme la cantidad de cuatro kilos por metro cuadrado.

e. Control de malezas

Esta labor se efectuó en forma manual a la cuarta semana después de la siembra.

3.3.4. Instrumento y evaluación

a. Altura de la planta

La medición se realizó desde la base del tallo (nivel del suelo), hasta el dosel de la planta en la 10ma semana. Esta medición se llevará acabo con la ayuda de una regla métrica.

b. Producción de materia verde

Para medir este parámetro se pesó la biomasa aérea cortado a una altura de 30 cm del suelo, dentro del metro cuadrado (1m²). Luego se pesó el follaje cortado en una Balanza portátil digital y se tomó la lectura correspondiente en kilogramos.

c. Producción de materia seca

Se determinó en el laboratorio, para lo cual se tomó 250 gramo de la muestra de materia verde de cada tratamiento obtenida en el campo y se procedió a llevarlo a la estufa a 60 °C hasta obtener el peso constante. Para la lectura del resultado se utilizó una Balanza portátil digital.

d. Rendimiento

Para el cálculo del rendimiento de parcela, hectárea y hectárea año, se tomó los resultados de materia verde obtenidos en el metro cuadrado.

3.4. Procesamiento y análisis de los datos

Los datos recolectados en las evaluaciones de campo se procesaron en gabinete con el paquete estadístico InfoStat. Primeramente, se analizaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

En los anexos III y IV, se presentan los resultados de los supuestos de las pruebas paramétricas y los estadísticos: La prueba de la normalidad, nos indica que las observaciones provienen de poblaciones normalmente distribuidas para cada grupo o tratamientos, en cada uno de las variables en estudio. La prueba de la homogeneidad de LEVENE, nos indica que las varianzas de los diferentes grupos o tratamientos no son diferentes, es decir hay homogeneidad de varianzas. Los estadísticos descriptivos para todas las variables en estudio expresan parámetros que evidencian cierta normalidad y homogeneidad de varianzas. Bajo esta realidad se realizan pruebas paramétricas para todas las variables en estudio (Análisis de varianza y prueba de Tukey)

3.5. Aspectos éticos

Se respetó el campo y su entorno del ambiente y la metodología. También se trabajó con total claridad con referencia a algunos autores que aportaron información al tema. Se cumplió con las normas éticas establecidas en el plano institucional, nacional e internacional.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Los datos obtenidos durante las evaluaciones, fueron sometidos a las pruebas de Normalidad (Shapiro-Wilks Modificado - RDUO) y homogeneidad de varianza (Prueba de LEVENE, R-ABS), con el programa estadístico **InfoStat**, los resultados obtenidos determinaron realizar pruebas paramétricas para todas las variables. (Anexo III).

4.1. Características agronómicas

4.1.1. Altura de planta (m)

En el Cuadro 3, se presenta el resumen del análisis de varianza de altura de planta (m), donde se observa que para las fuentes de variación Bloque y tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa (p valor < 0.05).

Cuadro 3. Análisis de varianza de altura de planta (m)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|----------|-------|---------|
| Bloques | 0,11 | 3 | 0,04 | 16,25 | 0,0006 |
| Tratamientos | 0,52 | 3 | 0,17 | 74,28 | <0.0001 |
| Error | 0,02 | 9 | 2,40E-03 | | |
| Total | 0,66 | 15 | | | |

C.V = 1.81 %

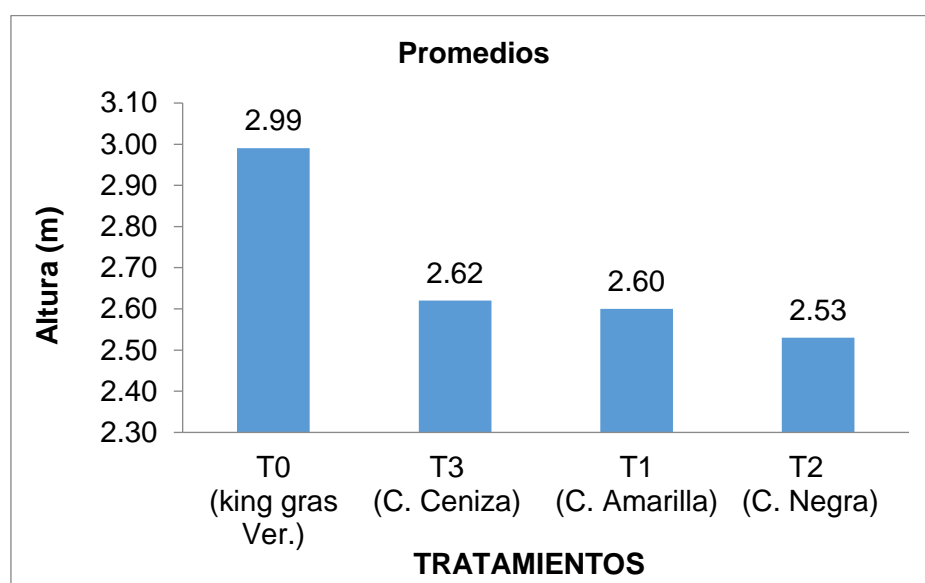
Cuadro 4. Prueba de Duncan de altura de planta (m)

| OM | Tratamientos | Promedios | n | Significancia (5 %) |
|----|---------------------|-----------|---|---------------------|
| 1 | T0 (King gras Ver.) | 2,99 | 4 | A |
| 2 | T3 (C. Ceniza) | 2,62 | 4 | B |
| 3 | T1 (C. Amarilla) | 2,60 | 4 | B C |
| 4 | T2 (C. Negra) | 2,53 | 4 | C |

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

El Cuadro 4 se reporta la prueba Duncan de altura de planta a la 16va semana después de la siembra, donde se observa que el tratamiento T0 (King grass verde), obtuvo el mejor promedio con 2,99 m, seguido de T3 (Caña ceniza) con 2,62 m. el promedio más bajo se obtuvo con el T2 (caña negra) con 2,53 m.

Gráfico 1. Promedios de altura de planta (m)



En el gráfico 1, se puede observar que el **T0** (King grass verde), tiene una altura superior a las variedades de caña de azúcar. Entre las variedades de caña (*Saccharum officinarum*), la variedad ceniza obtuvo 2,62 m. siendo estadísticamente superior a la variedad negra (2,53 m).

4.1.2. Materia verde de planta entera (kg/m²)

En el Cuadro 5, se presenta el resumen del análisis de varianza de materia verde de planta entera (kg/m²), del forraje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) donde se observa que para las fuentes de variación Bloques, no existe diferencia estadística ($p > 0.05$), por el contrario se observa que para las fuentes de variación tratamientos si existe significancia estadística. ($p < 0.05$).

El coeficiente de variación para la evaluación es 4,06 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 5. Análisis de varianza de materia verde de planta entera (kg/m²).

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|------|-------|---------|
| Bloques | 0,45 | 3 | 0,15 | 0,95 | 0,4564 |
| Tratamientos | 5,69 | 3 | 1,90 | 12,13 | 0,0016 |
| Error | 1,41 | 9 | 0,16 | | |
| Total | 7,54 | 15 | | | |

C.V = 4.06 %

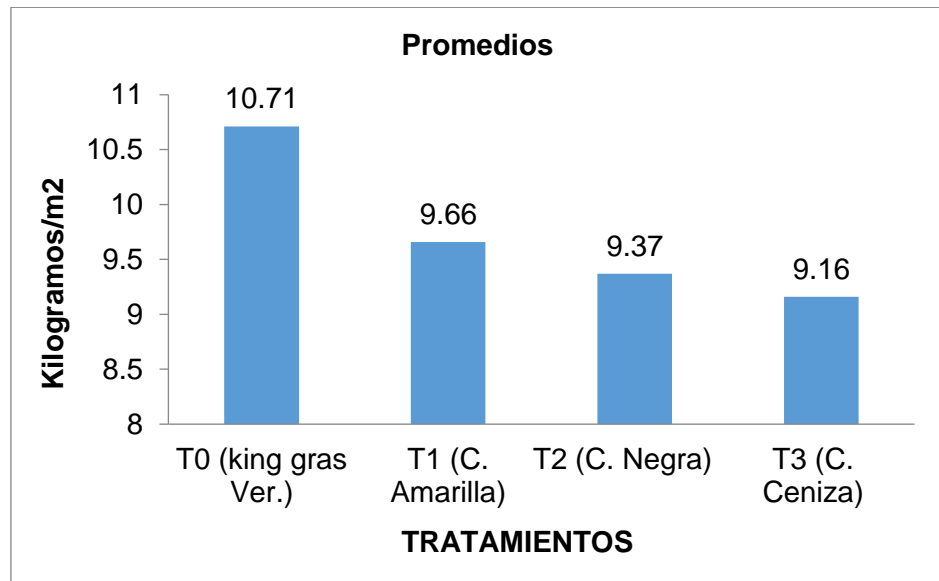
Cuadro 6. Prueba de Duncan de materia verde de planta entera (kg/m²)

| OM | Tratamientos | Promedios | n | Significancia (5 %) |
|----|------------------|-----------|---|---------------------|
| 1 | T0 (king gras V) | 10,71 | 4 | A |
| 2 | T1 (C. Amarilla) | 9,66 | 4 | B |
| 3 | T2 (C. Negra) | 9,37 | 4 | B |
| 4 | T3 (C. Ceniza) | 9,16 | 4 | B |

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

El Cuadro 6 se reporta la prueba Duncan de materia verde de planta entera a la 16va de evaluación, donde se observa que el **T3** (King grass verde) con 10,71 kg/m², es estadísticamente superior a las variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), T1, T2 y T3 con 9,66, 9,37 y 9,16 kg/m² respectivamente, los cuales son estadísticamente iguales. Con dos grupos estadísticamente homogéneos.

Gráfico 2. Promedios de materia verde de plata entera (kg/m²)



En el gráfico 2, se puede observar que el **T0** logro mayor producción de materia verde de planta entera con 10,71 kg/m², siendo superior a las variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), T1, T2 y T3, con 9,66, 9,37 y 9,16 kg/m², los cuales son estadísticamente homogéneos.

4.1.3. Materia seca de planta entera (kg/m²)

En el cuadro 7, se presenta el resumen del análisis de varianza de materia seca de planta entera (kg/m²), del forraje de caña de azúcar "*Saccharum officinarum*", donde se observa que para las fuentes de variación Bloques, no existe diferencia estadística ($p > 0.05$), por el contrario se observa que para las fuentes de variación tratamientos existe significancia estadística ($p < 0.05$).

El coeficiente de variación para la evaluación es 4,03 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 7. Análisis de varianza de materia seca de planta entera (kg/m²)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Bloques | 0,05 | 3 | 0,02 | 0,9 | 0,4774 |
| Tratamientos | 0,22 | 3 | 0,07 | 4,27 | 0,0392 |
| Error | 0,15 | 9 | 0,02 | | |
| Total | 0,42 | 15 | | | |

C.V = 4.03 %

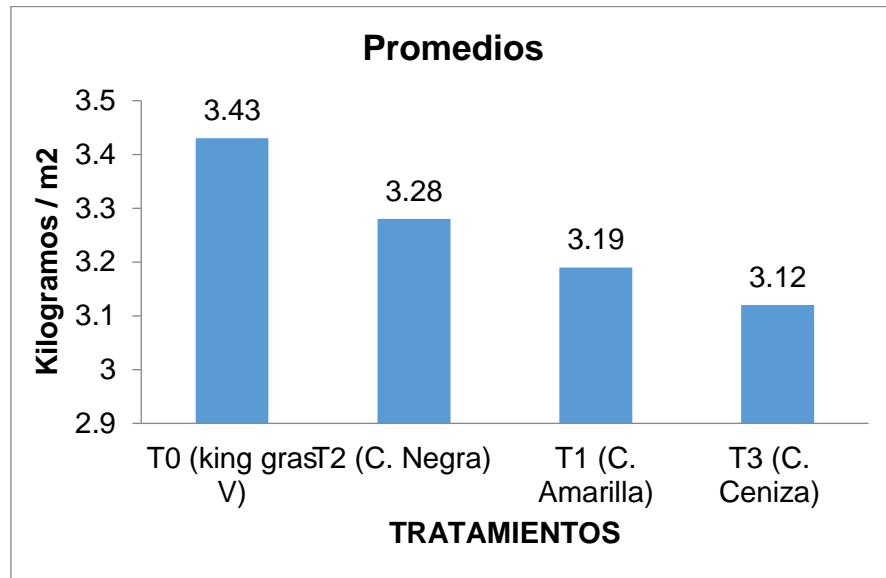
Cuadro 8. Prueba de Duncan materia seca planta entera (kg/m²)

| OM | Tratamientos | Promedios | n | Significancia (5 %) |
|----|--------------------|-----------|---|---------------------|
| 1 | T0 (King gras Ver) | 3,43 | 4 | A |
| 2 | T2 (C. Negra) | 3,28 | 4 | A B |
| 3 | T1 (C. Amarilla) | 3,19 | 4 | B |
| 4 | T3 (C. Ceniza) | 3,12 | 4 | B |

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

El cuadro 8, se reporta la prueba Duncan de materia seca de planta entera a la 16va semana de evaluación, donde se observa dos grupos homogéneos entre sí. El primer lugar ocupa el **T0** (King gras Ver) con un promedio de 3,43 kg/m², y en el último lugar se encuentra **T3** (Caña Ceniza) con un promedio de 3,12 kg/m².

Gráfico 3. Promedios de materia seca de planta entera (kg/m²)



En el gráfico 3, se puede observar que en el **T0** logro mayor cantidad de materia seca (3,43 kg/m²), de las tres variedades de caña de azúcar, la variedad Negra obtuvo 3,28 kg/m², mientras que la variedad ceniza obtuvo el promedio más bajo con 3,12 Kg/m².

4.1.4. Rendimiento de materia verde planta entera (Kg/parcela)

En el cuadro 9, se presenta el resumen del análisis de varianza del rendimiento por parcela (kg) del forraje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), donde se observa que para las fuentes de variación Bloques, no existe diferencia estadística ($p > 0.05$), por el contrario se observa que para las fuentes de variación tratamientos si existe significancia estadística significativa ($p < 0.05$).

El coeficiente de variación para la evaluación es 4,06 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 9. Análisis de varianza de rendimiento de materia verde planta entera (Kg/parcela)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|--------|-------|---------|
| Bloques | 44,58 | 3 | 14,86 | 0,95 | 0,4564 |
| Tratamientos | 568,59 | 3 | 189,53 | 12,13 | 0,0016 |
| Error | 140,66 | 9 | 15,63 | | |
| Total | 753,83 | 15 | | | |

C.V = 4.06 %

Cuadro 10. Prueba de Duncan de rendimiento de materia verde planta entera (Kg/parcela)

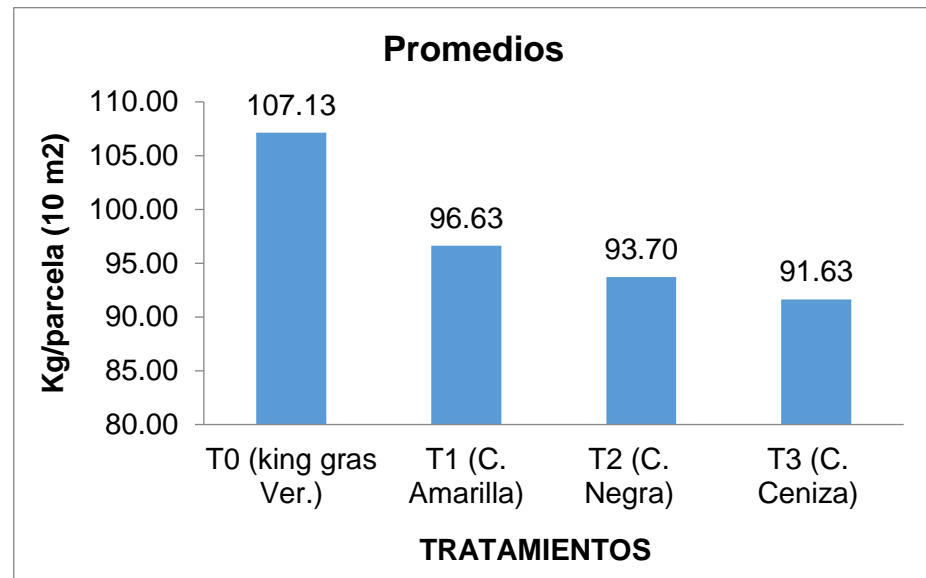
| OM | Tratamientos | Promedios | n | Significancia (5 %) |
|----|------------------|-----------|---|---------------------|
| 1 | T0 (king gras V) | 107,13 | 4 | A |
| 2 | T1 (C. Amarilla) | 96,63 | 4 | B |
| 3 | T2 (C. Negra) | 93,70 | 4 | B |
| 4 | T3 (C. Ceniza) | 91,63 | 4 | B |

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

El cuadro 10, se reporta la prueba Duncan del rendimiento de materia verde de planta entera en kg/parcela (10 m²), a la 16va semana de evaluación, donde se observa dos grupos homogéneos entre sí. El primer lugar ocupa el **T0** con un promedio de 107,13 kg/parcela, y en el

último lugar se encuentra **T3** (Caña Ceniza) con un promedio de 91,63 kg/parcela. No existiendo diferencia estadística entre las variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

Gráfico 4. Promedios de rendimiento de materia verde planta entera (Kg/parcela)



En el gráfico 4, se puede observar que en el **T0** (King grass verde) tiene un promedio de 107,13 kg, lo cual es superior estadísticamente a las tres variedades de caña (*Saccharum officinarum*). En las variedades de caña, la que sobresale es la variedad amarilla con un promedio de 96,63 kg/parcela.

4.1.5. Rendimiento de materia verde planta entera (t/ha)

En el cuadro 11, se presenta el resumen del análisis de varianza del rendimiento de materia verde de planta entera (t/ha.), del forraje de caña de azúcar "*Saccharum officinarum*", donde se observa que para las fuentes de variación Bloques, no existe diferencia estadística ($p > 0.05$), por el contrario se observa que para las fuentes de variación tratamientos si existe significancia estadística. ($p < 0.05$).

El coeficiente de variación para la evaluación es 4,06 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 11. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea (t/ha)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|--------|-------|---------|
| Bloques | 44.58 | 3 | 14.86 | 0.95 | 0.4564 |
| Tratamientos | 568.59 | 3 | 189.53 | 12.13 | 0.0016 |
| Error | 140.66 | 9 | 15.63 | | |
| Total | 753.83 | 15 | | | |

C.V = 4.06 %

Cuadro 12. Prueba de Duncan del rendimiento por hectárea (t/ha)

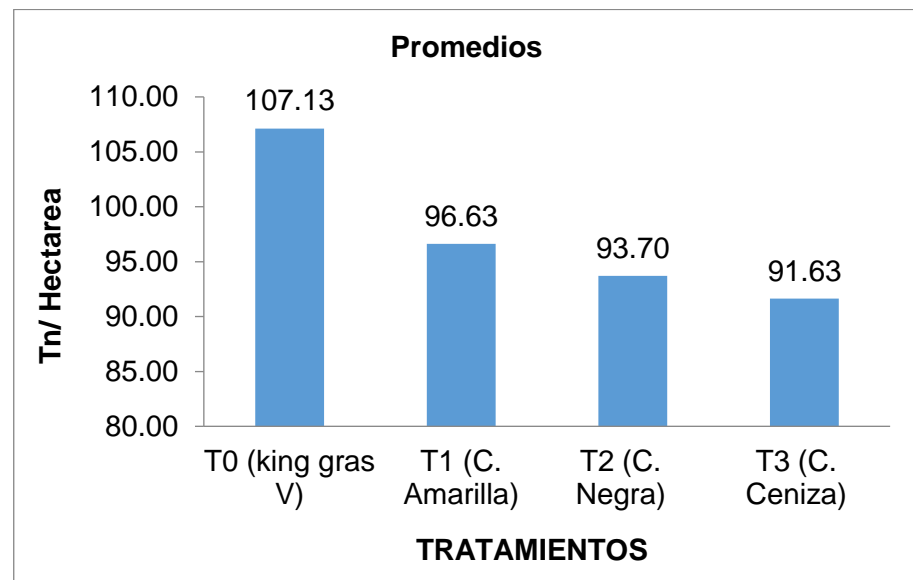
| OM | Tratamientos | Promedios | n | Significancia (5 %) |
|----|--------------------|-----------|---|---------------------|
| 1 | T0 (King gras Ver) | 107.13 | 4 | A |
| 2 | T1 (C. Amarilla) | 96.63 | 4 | B |
| 3 | T2 (C. Negra) | 93.70 | 4 | B |
| 4 | T3 (C. Ceniza) | 91.63 | 4 | B |

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

El cuadro 12, se reporta la prueba Duncan del rendimiento de materia verde de planta entera en t/hectárea, a la 16va semana de evaluación, donde se observa dos grupos homogéneos entre sí. El primer lugar ocupa el **T0** con un promedio de 107,13 t/ha, y en el último lugar se

encuentra **T3** (Caña Ceniza) con un promedio de 91,63 t/ha. No existiendo diferencia estadística entre las variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

Gráfico 5. Promedios del rendimiento por hectárea (t/ha)



En el gráfico 5, se puede observar que en el **T0** (King grass verde) tiene un promedio de 107,13 t/ha, lo cual es superior estadísticamente a las tres variedades de caña (*Saccharum officinarum*). En las variedades de caña, la que sobresale es la variedad amarilla con un promedio de 96,63 t/ha.

CAPÍTULO V: DISCUSIONES

En las características agronómicas como altura de planta, en la caña de azúcar para forraje (*Saccharum officinarum*), en las evaluaciones realizadas se observó que **T3** (Var. Ceniza) logro un promedio de 2,62 m, seguido de **T1** (Var. Amarilla) y **T2** (Var. Negra) con 2,60 m y 2,53 m respectivamente a la 16va semana después de la siembra. La caña de azúcar alcanza una altura de 2 a 5 metros cuando alcanza su madurez.

[http://www.infoagro.com/documentos/el cultivo cana azucar.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp) ⁽¹³⁾

En la presente investigación por tratarse de forraje para la alimentación animal, los datos se tomaron a las 16va semana después de la siembra.

En la producción de materia verde de planta entera (tallos, hojas y cogollo) **T1**, (Var. Amarilla) alcanzo 9,66 kg/m², sin embargo, las tres variedades no difieren estadísticamente. Para la producción de materia seca de planta entera, el **T2**, (Var. Negra) obtuvo el mayor rendimiento de materia seca (kg/m²).

La Caña de Azúcar, puede alcanzar rendimientos que van desde 100 Toneladas por Hectárea, hasta 200 t/ha.) La desventaja que tiene la Caña de Azúcar, es el bajo contenido de Proteína (no más de 2 %, contra no menos del 15 % de una buena alfalfa, sin embargo es un forraje que aporta valores energéticos equivalentes, o superiores al maíz y/o a la alfalfa, **VASSALLO** ⁽¹⁴⁾

En la presente investigación se encontró rendimientos de 96.63 t/ha (T1 var. Amarilla) T2 (C. Negra) con 93.70 t/ha, T3 (C. Ceniza) con 91.63 t/ha, lo cual está por debajo del promedio, no obstante se debe considerar que como es para forraje la caña se cosecha antes de que alcance su madurez total.

La caña de azúcar en el Perú es cultivada en la costa, sierra y selva y se siembra y cosecha durante todo el año, lo cual representa una buena opción para incorporar en

la dieta animal en los trópicos, porque para la producción de forraje requiere de alrededor del 80 % de humedad relativa y temperaturas de entre 25 °C y 38 °C.

CONADESUCA ⁽⁶⁾

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados encontrados en el trabajo de investigación, se concluye que:

- En todas las variedades dependientes o indicadores, el tratamiento testigo (king grass verde) ocupó el primer lugar en comparación a los demás tratamientos que son variedades de caña.
- En altura de planta, se encontró que la caña de la variedad ceniza (**T3**), obtuvo 2,62 m a la 16va semana después de la siembra, seguido de **T1** (Var. Amarilla) con 2,60 m, las cuales son estadísticamente homogéneas.
- En la producción de materia verde de planta entera, la variedad de caña Amarilla (T1), logró el promedio más alto con 9,66 kg/m², seguido de T2 (var. Negra) con 9,37 kg/m² y T3 (var. Ceniza) con 9,16 kg/m² pero estadísticamente son homogéneas.
- En cuanto a materia seca de planta entera, la caña negra (T2) obtuvo el promedio más alto con 3,28 kg/m², siendo homogénea con la variedad amarilla (T1) con 3,19 kg/m², pero superior estadísticamente a la variedad ceniza (T3) que obtuvo 3,12 kg/m².
- En el rendimiento de materia verde por hectárea (t/ha.), la variedad amarilla logró 96,63 t, sin embargo las tres variedades de caña no difieren estadísticamente, lo cual está por debajo del promedio nacional que es de 100 t/ha.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se sugiere sembrar la caña de azúcar para forraje la variedad amarilla (T1), porque fue la que obtuvo mayor producción de forraje verde.
- Se sugiere evaluar estas variedades a diferentes tiempos (grados Brix) para la cosecha de forraje.
- Se sugiere realizar un análisis bromatológico para conocer su calidad nutricional en proteína, fibra, grasa y ceniza en nuestra zona.
- Se sugiere se realicen nuevos trabajos en rumiantes para evaluar la digestibilidad de la caña de azúcar.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1.- **LOPEZ**, Evaluación nutricional de ocho variedades de caña de azúcar con potencial forrajero. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 37, 2003.
- 2.- **PALMA, J.M., MARTÍNEZ, M. & HUMMEL**. The association of sugar cane (*Saccharum officinarum*), alfalfa (*Medicago sativa*) and supplement activador of ruminal functioning in beef production. 2003. IX World Conference on Animal Production. Porto Alegre, Brasil.
- 3.- **URDANETA, J.** Uso de la caña de azúcar y follaje de *Gliricidia sepium* en la producción de leche y ganancias diarias de peso en la época seca. Zootecnia Trop. 2004. 22:3
- 4.- **IRIONDO, E., MARTINEZ, H.L & AROSTICA, I.** Utilización de la caña con leguminosas como alimento voluminoso para la producción de leche.
- 5.- **MARTIN 2005**. El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 39, 2008.
- 6.- **CONDESUCA. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar**. Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) SAGARPA. 2015.19 pag.
- 7.- **<http://pastosyforrajes.com/cana-forrajera/>**
- 8.- **FAUCONNIER, R. y DASSEREAU, D.** La caña de azúcar. Trad. Enrique Bota. Edit. Blume. Barcelona – España. 1975, 433 p.
- 9.- **USTIMENKO, G. V.** El cultivo de plantas tropicales y subtropicales. Edit. MIR, Moscu. Impreso en URSS. 1982, 530 p.
- 10.- **MIRANDA, G.** Proyecto Mejoramiento de Azúcar en Selva Baja. 1984.
- 11.- **SUGAR Y AZÚCAR.**, volumen 79. N° 6, 1984. 81 p.

- 12.- **PEÑA, B.** Los Barrenadores de la caña de Azúcar y efectos del control químico en Iquitos. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. UNAP. 1971, 107 p.
- 13.- **[http://www.infoagro.com/documentos/el cultivo cana azucar.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp)**
- 14.- **VASSALLO, MANUEL.** Caña de azúcar, mandioca y batata para forraje en la producción intensiva de carne. Sitio argentino de Producción Animal. 2007. 3 pag. (www.produccion-animal.com.ar)

ANEXOS

Anexo I. Datos meteorológicos 2018

Datos meteorológicos registrados durante el desarrollo del trabajo de investigación

| Meses | Temperaturas | | Precipitación Pluvial (mm) | Humedad relativa (%) | Temperatura media Mensual |
|-----------|--------------|------|----------------------------|----------------------|---------------------------|
| | Máx. | Min. | | | |
| Junio | 33.66 | 23.5 | 269.8 | 95 | 27.8 |
| Julio | 33.38 | 23.4 | 294.3 | 93 | 27.3 |
| Agosto | 32.29 | 23.3 | 283.9 | 93 | 27.1 |
| Setiembre | 33.23 | 23.8 | 275.2 | 94 | 28.5 |

Fuente: Reporte realizado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI

- ESTACION METEOROLÓGICA SAN ROQUE – IQUITOS 2017.

Anexo II. Datos de campo

Cuadro 13. Altura de Planta (m)

| BLO/TRAT | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | PROM |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I | 3,12 | 2,67 | 2,54 | 2,73 | 11,06 | 2,77 |
| II | 2,86 | 2,45 | 2,41 | 2,53 | 10,25 | 2,56 |
| III | 2,97 | 2,56 | 2,55 | 2,52 | 10,60 | 2,65 |
| IV | 3,02 | 2,71 | 2,61 | 2,71 | 11,05 | 2,76 |
| TOTAL | 11,97 | 10,39 | 10,11 | 10,49 | 42,96 | 10,74 |
| PROM | 2,99 | 2,60 | 2,53 | 2,62 | 10,74 | 2,69 |

Cuadro 14. Materia verde de planta entera (kg/m²)

| BLO/TRAT | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | PROM |
|----------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| I | 10,65 | 9,83 | 9,68 | 8,95 | 39,11 | 9,7775 |
| II | 10,54 | 9,75 | 8,95 | 9,14 | 38,38 | 9,595 |
| III | 11,61 | 9,72 | 9,23 | 9,35 | 39,91 | 9,9775 |
| IV | 10,05 | 9,35 | 9,62 | 9,21 | 38,23 | 9,5575 |
| TOTAL | 42,85 | 38,65 | 37,48 | 36,65 | 155,63 | 38,9075 |
| PROM | 10,71 | 9,66 | 9,37 | 9,16 | 38,91 | 9,73 |

Cuadro 15. Materia seca de planta entera (Kg/m²)

| BLO/TRAT | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | PROM |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I | 3,41 | 3,24 | 3,39 | 3,04 | 13,08 | 3,27 |
| II | 3,37 | 3,22 | 3,13 | 3,11 | 12,83 | 3,21 |
| III | 3,72 | 3,21 | 3,23 | 3,18 | 13,33 | 3,33 |
| IV | 3,22 | 3,09 | 3,37 | 3,13 | 12,80 | 3,20 |
| TOTAL | 13,71 | 12,75 | 13,12 | 12,46 | 52,05 | 13,01 |
| PROM | 3,43 | 3,19 | 3,28 | 3,12 | 13,01 | 3,25 |

Cuadro 16. Rendimiento por Parcela (kg)

| BLO/TRAT | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | PROM |
|----------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
| I | 106,5 | 98,3 | 96,8 | 89,5 | 391,1 | 97,78 |
| II | 105,4 | 97,5 | 89,5 | 91,4 | 383,8 | 95,95 |
| III | 116,1 | 97,2 | 92,3 | 93,5 | 399,1 | 99,78 |
| IV | 100,5 | 93,5 | 96,2 | 92,1 | 382,3 | 95,58 |
| TOTAL | 428,5 | 386,5 | 374,8 | 366,5 | 1556,3 | 389,08 |
| PROM | 107,13 | 96,63 | 93,70 | 91,63 | 389,08 | 97,27 |

Cuadro 17. Rendimiento por hectárea (t/ha.)

| BLO/TRAT | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | PROM |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-------------|
| I | 106,5 | 98,3 | 96,8 | 89,5 | 391,1 | 97,78 |
| II | 105,4 | 97,5 | 89,5 | 91,4 | 383,8 | 95,95 |
| III | 116,1 | 97,2 | 92,3 | 93,5 | 399,1 | 99,78 |
| IV | 100,5 | 93,5 | 96,2 | 92,1 | 382,3 | 95,58 |
| TOTAL | 428,5 | 386,5 | 374,8 | 366,5 | 1556,3 | 389,08 |
| PROM | 107,1 | 96,6 | 93,7 | 91,6 | 389,1 | 97,27 |

Anexo III. Pruebas de normalidad y de homogeneidad de varianzas de las variables en estudio

FICHA

DISEÑO EXPERIMENTAL: DBCA, 4 TRATAMIENTOS, 4 REP.

PRUEBA DE NORMALIDAD: SHAPIRO WILKS MODIFICADO. (RDUO)

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD: PRUEBA DE LEVEN (Res Abs.)

SOFTWARE: INFOSTAT

RESULTADOS

| VARIABLES | NORMALIDAD | HOMOGENEIDAD |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| Altura de Planta (m) | $p = 0.0719$ | $p = 0.6462$ |
| Materia verde (kg/m ²) | $p = 0.9259$ | $p = 0.1937$ |
| Materia seca (kg/m ²) | $p = 0.9465$ | $p = 0.1901$ |
| Rendto kg/ parcela | $p = 0.9259$ | $p = 0.1937$ |
| Rendto por t/hectarea | $p = 0.9259$ | $p = 0.1937$ |

CONCLUSION

Errores aleatorios con distribución normal y varianzas homogéneas todas las variables.

RECOMENDACIÓN

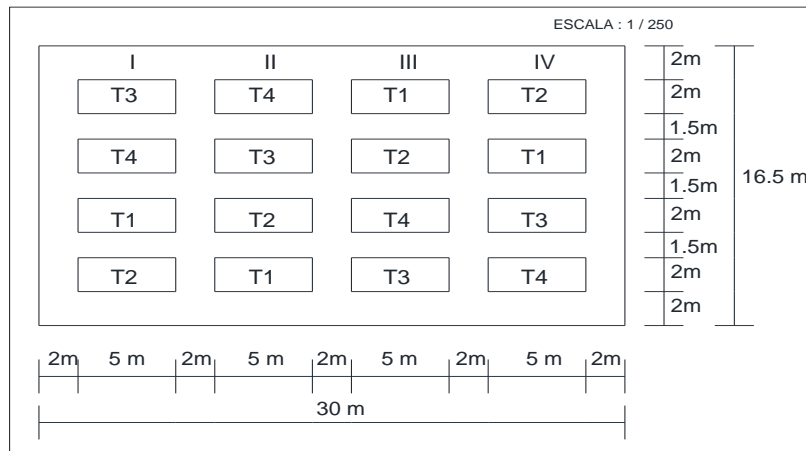
Realizar Pruebas estadísticas Paramétricas para todas las variables en estudio.

Anexo IV. Análisis de suelo - caracterización

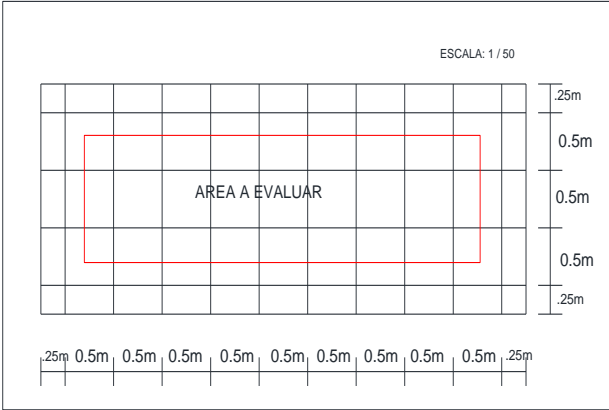
| Análisis Mecánico | | | | pH (1:1) | M.O. % | P ppm | K ppm | Cambiables | | | | | |
|--------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural | | | | | C.I.C. | Ca⁺² | Mg⁺² | K⁺ | Na⁺ | Al⁺³H |
| | | | | | | | | me/100g | | | | | |
| 71 | 23 | 6 | Arena franca | 4.97 | 1.87 | 12.2 | 42 | 11.52 | 2.01 | 1.21 | 0.65 | 0.23 | 1.80 |

Fuente: ALVARES S. 2017

Anexo V. Diseño del área experimental



Anexo VI. Diseño de la parcela experimental



Anexo VII. Panel fotográfico

Fotos de las evaluaciones realizadas





Tratamientos en estudio



Peso de la materia verde



Peso de materia seca