



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE TRES VARIEDADES DE
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* sp híbrido) EN LA PARROQUIA
SIMÓN BOLÍVAR, PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR:

EDGAR RUBÉN IZA GUANOLUISA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. C. JAVIER DOMÍNGUEZ BRITO

Dr. C. REINALDO DEMESIO ALEMÁN PÉREZ

SIMÓN BOLÍVAR – PASTAZA – ECUADOR

2014

PRESENTACIÓN DEL TEMA

RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE TRES VARIEDADES DE
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* sp híbrido) EN LA PARROQUIA
SIMÓN BOLÍVAR, PROVINCIA DE PASTAZA.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

MSc. Sandra Luisa Soria Re

Dr. C. Guillermo Pérez García

Dr. C. Yoel Rodríguez Guerra

2014

AGRACEDIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de vivir cada día, a mis padres, esposa por mostrarme ese apoyo incondicional, a mi hija por ser mi inspiración para concluir esta etapa en la vida, a todos los que han hecho posible la realización de mi sueño; y como no agradecerle a los doctores Javier Domínguez Brito y Reinaldo Demesio Alemán Pérez por la invaluable ayuda brindada.

*Agradecimiento especial a quien fue mi primera guía, la Dra. Luisa Díaz Viruliche,
que en paz descanse.*

DEDICATORIA

A mi hija y esposa por apoyarme en la última etapa de mis estudios y ser mi inspiración.

A la Universidad por ofrecerme la oportunidad de superación y alcanzar conocimientos con sus profesores.

A todos aquellos que me quieren y confían en mí, a Iván Iza mi hermano.

RESPONSABILIDAD

La presente investigación y todo el contenido incluido: datos, figuras, tablas, resultados, discusiones y conclusiones son de justa responsabilidad del autor.

Esta compilación de información está elaborada con la idea de que sirva de material auxiliar, el presente escrito no podrá ser modificado, se exige se respete los derechos del autor.

La propiedad intelectual de la investigación le corresponde al autor y a la Universidad Estatal Amazónica.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la parroquia Simón Bolívar, provincia de Pastaza, en el mismo se evaluó la respuesta agrícola de tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp híbrido) POJ 27-14, Cristalina y la POJ 93 a la fertilización orgánica. Los abonos utilizados fueron pollinaza, a razón de 9060 kg/ha, bagazo con una dosis de fertilización de 9060 kg/ha y el testigo sin la aplicación de abono, con un diseño factorial en bloques al azar, 3 x 3 y tres réplicas para un total de 27 parcelas experimentales. Se evaluaron los principales indicadores morfofisiológicos y agronómicos en diferentes etapas de desarrollo del cultivo. Los mejores resultados en la evaluación de los indicadores agronómicos se obtuvieron en la Variedad POJ 27-14 con medias de 118,1 cm de altura, números de tallos 14 y un rendimiento de 107 t/ha seguido de la Variedad Cristalina con medias de 101,8 cm de altura, número de tallos de 11 y un rendimiento de 59 t/ha y la variedad POJ 93 con medias de 91,4 cm de altura, número de tallos 11 y un rendimiento de 51 t/ha. En cuanto al factor abono los mejores resultados fueron la pollinaza con medias en altura, número de tallos y rendimiento de 162,9 cm, 15 tallos, 142 t/ha respectivamente, seguido del bagazo con medias que fueron 81,9 cm de altura, número de tallos 10 y su rendimiento de 41 t/ha seguido del testigo con medias de 66,6 cm de altura, número de tallos 11 y rendimiento de 35 t/ha.

ABSTRACT

The current research was developed at Simón Bolívar parish, Pastaza province, in which three sugar cane varieties (*Saccharum* sp híbrido) POJ 27-14, Cristaline and POJ 93 agricultural response to organic fertilization was evaluated. The organic fertilizers used were chicken's dung at 9060 kg/ha, chaff with a fertilizer dose of 9060 kg/ha and the indicator without the fertilizer's application, with a completely randomized block design, with a factorial array: 3 x 3 (variety x organic fertilization) and three replicas for a total of 27 experimental plots. The principal morpho - physiological and agricultural indicators were evaluated at different stages in the farming process. The best results from the agricultural evaluation indicators were obtained from the POJ 27-14 variety with an average of 118,1 cm height, stem number 14 and a 107 t/ha efficiency followed by the Cristaline variety with an average of 101,8 cm height, stem number 11 and 59 t/ha and POJ 93 variety with an average of 91,4 cm height, stem number 11 and an efficiency of 51 t/ha. Regarding the fertilizer factor, the best results were exhibited by: the chicken's dung with an average in height, number of stem and efficiency of 162,9 cm, 15 stems, 142 t/ha respectively, followed by chaff with the averages of 81,9 cm height, stem number 10 and their efficiency of 41 t/ha and then followed by the indication with averages of 66,6 cm de height, stem number 11 and an efficiency of 35 t/ha.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRACEDIMIENTO	II
DEDICATORIA	IV
RESPONSABILIDAD	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS	4
1.1.1 Objetivo General.....	4
1.1.2 Objetivos específicos	4
1.2 Hipótesis general.....	4
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Clasificación taxonómica	5
2.2 Características morfológicas de caña de azúcar.....	5
2.2.1 Raíz.....	6
2.2.2 Tallo	6
2.2.3 Nudo	7
2.2.4 Entrenudo	7
2.2.5 Hoja.....	7
2.2.6 La flor.....	9
2.3 Características de las variedades en estudio.	9
2.3.1 Variedad POJ 27-14 (Figura 1)	9
2.3.2 Variedad POJ 93 (Figura 2)	11
2.3.3 Variedad Cristalina (Figura 3).....	12
2.4 Exigencias ecológicas.....	14
2.5 Plantación	15
2.6 Preparación del Terreno.....	15
2.7 Fertilización y abonadura	16
2.7.1 Extracción de nutrientes	16

2.7.2	Pollinaza.....	17
2.7.3	Bagazo	18
2.8	Control de malezas	18
2.9	Plagas.....	19
2.10	Cálculo del índice de madurez	20
2.11	Rendimiento de la caña de azúcar	21
CAPÍTULO III.....		22
3.	MATERIALES Y METODOS	22
3.1	Localización del experimento.....	22
3.2	Condiciones meteorológicas.....	22
3.3	Materiales y equipos	23
3.3.1	Materiales	23
3.3.2	Equipos	23
3.4	Factores de estudio.....	23
3.5	Diseño experimental	23
3.6	Evaluaciones experimentales.....	24
3.7	Manejo del experimento.	25
3.8	Recolección de datos.....	25
3.9	Análisis de los datos.	26
3.10	Análisis económico.....	26
CAPÍTULO IV.....		27
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	27
4.1	Número de brotes por plantón.....	27
4.3	Número de tallos por plantón.	32
4.4	Altura de planta.....	33
4.5	Diámetro del tallo.....	35
4.6	Número de nudos y entrenudos.....	36
4.7	Número de hojas por tallo.	37
4.8	Área foliar.	38
4.9	Índice de Área Foliar	39
4.10	Número de plantas afectadas por salivazo.	40
4.11	Grados brix.....	42
4.12	Rendimiento Agrícola.....	43
4.13	Análisis económico.....	46

CAPITULO V	49
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1 CONCLUSIONES.....	49
5.2 RECOMENDACIONES.....	49
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
7. ANEXOS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variedad POJ 27-14, (fotot del autor).....	10
Figura 2: Variedad POJ 93, (foto del autor).....	11
Figura 3: Variedad Cristalina, (foto del autor).....	12
Figura 4: Mapa de la provincia de Pastaza. a) Sector donde se desarrolló el experimento.....	22
Figura 5: Número de brotes de caña por plantón, factor abono. Simón Bolívar-Pastaza.	29
Figura 6: Forma de plantación usada en el experimento (a) y dominancia apical (b) a los 51 días de la plantación. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	29
Figura 7: Dinámica del ahijamiento en caña de azúcar por plantón. Simón Bolívar-Pastaza.	30
Figura 8: Dinámica del número de tallos en caña de azúcar. Simón Bolívar-Pastaza.	32
Figura 9: Número de tallos de las variedades estudiadas. Simón Bolívar-Pastaza.	33
Figura 10: Dinámica de crecimiento de los tallos para el factor abono. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	34
Figura 11: Área foliar en caña de azúcar para el factor variedad. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	38
Figura 12: Área foliar en caña de azúcar para el factor abono. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	39
Figura 13: Salivazo (<i>Mahanarva andigena</i>) a) adulto b) larvas. Simón Bolívar-Pastaza.	41

Figura 14: Daños causados por salivazo a) variedad POJ 27-14 b) variedad POJ 93. Simón Bolívar-Pastaza.....	42
Figura 15: Rendimiento en t/ha para el factor Variedades. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	43
Figura 16: Rendimiento en t/ha para el factor abono. Simón Bolívar-Pastaza.	44
Figura 17: Respuesta de la variedad al abono, expresado en t/ha. Simón Bolívar-Pastaza.	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información meteorológica de la zona.....	22
Tabla 2. Números de brotes de caña de azúcar por plantón según variedades. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	27
Tabla 3: Variación del número de hijos de caña de azúcar por plantón, según abono orgánico. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	31
Tabla 4: Variación del número de tallos de caña de azúcar por plantón, según abono orgánico <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	33
Tabla 5: Variación de la altura de caña de azúcar. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	34
Tabla 6: Variación del diámetro de tallos. Simón Bolívar-Pastaza.	35
Tabla 7: Variación del número de nudos y entrenudos. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i> . .	36
Tabla 8: Número de hojas totales y hojas activas. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	37
Tabla 9: Índice de área foliar en caña de azúcar. Simón Bolívar-Pastaza.	39
Tabla 10: Infección por salivazo en caña de azúcar. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	41
Tabla 11: Grados Brix en caña de azúcar. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	42
Tabla 12: Costos para el área experimental. <i>Simón Bolívar-Pastaza</i>	46
Tabla 13: Balance económico	47
Tabla 13: Balance económico.....	48

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Según la revisión de García (2012), el origen de la caña de azúcar es, aún en nuestros días, un tema polémico y controvertido, aceptándose en general su origen asiático, sin estar definida con claridad la zona específica, aunque autores tan prestigiosos como Humbert (1963), aceptan a la India como centro de origen.

La caña de azúcar (*Saccharum* sp híbrido) es un cultivo muy antiguo a nivel mundial y en América fue introducida por Cristóbal Colón en su segundo viaje al continente. “Al Ecuador, es posible que el cultivo de la caña panelera haya sido traído desde Colombia, un poco antes de la mitad del siglo XVI, para establecerse en los valles calientes de la Región Interandina y en algunos sectores del Litoral, para posteriormente ubicarse en las estribaciones orientales y occidentales de los Andes” (Suquilanda, 2004).

En Ecuador este cultivo constituye un sector relevante de la economía, ya que el 20 % se destina a la fabricación de panela y el 80 % del área total sembrada está destinada para la producción de azúcar y alcohol etílico a partir del jugo de caña.

En la Región Amazónica ecuatoriana, existen provincias que se destacan por tener cultivos de caña de azúcar, una de ellas es la Provincia de Pastaza siendo la mayor productora artesanal de panela en el país según técnicos del

MAGAP, además de tener un buen mercado de caña de fruta, por sus características en cuanto a los cultivares que se siembran.

La Provincia se dedica a la agricultura y al cultivo de la caña, siendo uno de los productos de sostén de familias desde 1960, además se cultiva también, plátano, banano, naranjilla, yuca, frutas, té, tabaco, maíz (ASOCAP, 2012).

La caña de azúcar es una planta del trópico y crece muy bien en condiciones de alta materia orgánica, requiere un clima húmedo y cálido favorecido con suficiente cantidad de lluvia. En varias partes del país los que la cultivan prefieren tiempo seco en la época de la cosecha, pues así la caña da un zumo más concentrado, además el material usado como semilla debe ser puro en cuanto a la variedad, vigoroso en su germinación, libre de plagas y enfermedades.

El comportamiento de las variedades de caña de azúcar está determinado en más de un 80% por factores ambientales (González, 2004; Martín *et al.*, 1987).

En este cultivo permanente, la cosecha se efectúa entre 12 y 24 meses, la duración de la cepa tiene como promedio entre 5 y 10 cosechas, aunque de acuerdo a su cuidado y mantenimiento puede llegar a dar más cosechas de las mencionadas; sin embargo, esto varía bastante entre regiones y según las distintas prácticas agrotécnicas. Las variedades actuales de la caña de azúcar son híbridos de diferentes especies del género *Saccharum* (Moore *et al.*, 1999).

Según Acosta (1992), la caña de azúcar es un cultivo de extraordinaria capacidad. En buenas condiciones culturales, produce volúmenes superiores

a las 100 t/ha de tallos y si se incluyen las hojas y puntas, que no se emplean para la producción de azúcar; el volumen de biomasa vegetal se eleva un 20%.

De este cultivo el principal producto es el azúcar y la panela, además de la melaza, miel y etanol.

El bagazo de la caña es uno de los subproductos que se usa como fuente de energía. Por cada tonelada de caña se produce alrededor de 264 kg de bagazo (con un 50% de humedad), que se puede utilizar para la producción de energía eléctrica y calórica por medio de la cogeneración (SENER/BID/GTZ, 2006).

En la Provincia de Pastaza existe insuficiente información sobre las características productivas (rendimiento agrícola y grados brix) de las diferentes variedades de caña de azúcar que se cultivan, así como el efecto de los abonos orgánicos en este cultivo.

De lo antes expuesto, surge como **problema científico**: La necesidad de valorar el comportamiento agrícola de tres variedades de caña de azúcar, POJ 27-14; POJ 93 y Cristalina en las condiciones climáticas de la parroquia Simón Bolívar de la provincia de Pastaza con la aplicación de abono orgánico.

La investigación se enmarca dentro de la tercera línea de investigación de la Universidad Estatal Amazónica, producción de alimentos y sistemas agropecuarios, haciendo énfasis en la agrotécnica y el manejo de cultivo de interés regional.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento agrícola de tres variedades de caña de azúcar con fertilización orgánica, en la parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de dos abonos orgánicos (pollinaza y bagazo) sobre indicadores morfofisiológicos de las variedades de caña POJ 27-14, Cristalina y POJ 93.
- Comparar características agronómicas de tres variedades de caña de azúcar POJ 27-14, Cristalina y POJ 93 en diferentes etapas de desarrollo del cultivo, con y sin abono orgánico.
- Determinar la variación de rendimiento agrícola y Grados Brix de las variedades de caña POJ 27-14, Cristalina y POJ 93.

1.2 Hipótesis general

La aplicación de los abonos orgánicos, pollinaza y bagazo, influye en el comportamiento morfofisiológico y productivo de tres variedades de caña de azúcar en la Amazonía alta de la provincia de Pastaza.

CAPÍTULO II

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo a lo publicado por Cronquist, (1988) la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Lilioidae

Subclase: Commelinidae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Saccharu*

Especies: *S. officinarum*, *S. robustum*, *S. spontaneum*, *S. barberi (sinensis)*

2.2 Características morfológicas de caña de azúcar

Van Dillewijn (1978), indica que la morfología es el conocimiento de la forma externa que adoptan los diferentes órganos que constituyen una planta de caña, lo cual permite diferenciar en el cultivo, a las plantas con un buen desarrollo y las afectadas por plagas y enfermedades o las que estén creciendo en condiciones adversas por su manejo agrotécnico. Las características de las diferentes variedades que se cultiven, su identificación, la relación con los procesos tecnológicos o labores agrícolas y familiarizarse con las diferentes etapas de

desarrollo de la planta. A continuación se detalla la morfología de la caña de azúcar.

2.2.1 Raíz

Su sistema radical está conformado por numerosas raíces que se distribuyen en un radio aproximadamente de 30 cm a partir del tallo primario y fundamentalmente en los primeros 30 cm de profundidad, aunque alcanzan escalonadamente a los 60 y más centímetros de profundidad en el suelo (Del Toro, 1980).

2.2.2 Tallo

El tallo es el órgano más importante de la planta de la caña, ya que en él se almacenan los azúcares. La caña de azúcar forma cepas constituidas por la aglomeración de los tallos, que se originan de las yemas del material vegetativo de siembra y de las yemas de los nuevos brotes subterráneos (Amaya *et al.*, 1995).

El tallo de la caña de azúcar se considera como el fruto agrícola, ya que en él se distribuye y almacena el azúcar. Se va acumulando en los entrenudos inferiores disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia el ápice del tallo (Sugarcane crops, 2007).

El tallo además es el órgano que se utiliza como material de propagación. Los tallos se componen de canutos que tanto en la sección basal como apical son muy cortos y en la sección intermedia son más largos. En general los canutos varían en longitud, grosor, forma y color en función de la variedad y las condiciones de crecimiento según Pérez (2008).

2.2.3 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 (Osorio, 2007).

2.2.4 Entrenudo

Es la porción del tallo localizada entre dos nudos. El diámetro, el color, la forma y la longitud cambian con la variedad. El color es regulado por factores genéticos, cuya expresión puede ser influenciada por condiciones del medio ambiente. Sus formas más comunes son cilíndrico, abarrilado, constreñido, coneiforme y curvado según Osorio, (2007).

2.2.5 Hoja

Según Buenaño (2009), las hojas son el órgano de asimilación y a su vez el encargado de mantener el equilibrio de respiración y humedad en la planta. Es la unidad donde la materia prima que recibe del aire (CO_2) y del suelo (agua, nutrientes) se elabora, a través del proceso de la fotosíntesis; formando los compuestos orgánicos en general para el crecimiento y desarrollo de la planta. En la hoja se distribuyen dos partes fundamentales: La lámina o limbo y la vaina.

La vaina abraza el tallo, es de forma tubular, más ancho en la base, estrechándose gradualmente hacia el cuello o unión con la vaina. En la base los márgenes se superponen alrededor del nudo. El lado exterior de la vaina es verde y a menudo vellosa (espinas) en tanto que el lado interior es blancuzco y liso, sin pelusa.

La lámina o limbo es lanceolada, de bordes aserrados, y paralelinervias, con un nervio central más grueso, cóncavo en la parte superior (haz) y convexo en la inferior (envés), que le sirve de sostén (Pérez, 2008).

Según el mismo autor, su longitud varía, pudiendo llegar hasta los 2 m y su ancho entre 1,25 – 10 cm según la variedad, de color verde más intenso en el haz que en el envés. Generalmente poseen 15 hojas pero de estas de 8 a 10 son activas.

Irvine (1970), realizó un estudio clásico en condiciones controladas demostrando que un flujo de aire e intensidad de luz creciente, incrementó la tasa de fotosíntesis en hojas de caña de azúcar. Según este autor la mayor tasa de fotosíntesis se observó cuando el flujo de aire y la intensidad de la luz estuvieron al máximo aun cuando la porosidad fue mínima y los estomas estuvieron cerrados.

La determinación del área foliar constituye un parámetro fundamental en la evaluación del desarrollo y crecimiento de los cultivos, en estudios de requerimientos hídricos y eficiencia bioenergética y en la determinación de daños producidos por patógenos y plagas. Además, por su estrecha relación con la intercepción de la radiación solar, con la fotosíntesis y con el proceso transpiratorio, aspectos fuertemente vinculados a la acumulación de biomasa y a la productividad, constituye una información básica para la modelización del crecimiento, desarrollo y rendimiento agronómico de los cultivos (Elings, 2000; de Oliveira *et al.*, 2007).

El Índice de Área Foliar (IAF), que en la caña de azúcar muestra una gran variabilidad durante el año y sus máximos valores en un año se encuentran

alrededor de los 10 meses después de la plantación, alcanzó valores entre 0,5 y 3,00 (Xavier y Vettorazzi, 2003).

Según Romero, Scandaliarius y Tonatto (2006), al evaluar los efectos de los principales factores de manejo de la plantación en la emergencia de caña planta en Tucumán, Argentina, encontraron valores del Índice de Área Foliar que oscilaron entre 4,27 y 6,41 en dos cultivares de caña de azúcar en su período de mayor crecimiento.

2.2.6 La flor

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 fotoperíodo, temperatura y disponibilidad de agua y niveles de nutrientes en el suelo son favorables, según (Osorio, 2007).

2.3 Características de las variedades en estudio.

2.3.1 Variedad POJ 27-14 (Figura 1)

Sus características visuales son: tallos largos, gruesos, de color morado, entrenudos de longitud media, su hábito de crecimiento es semierecto, ahijamiento escaso, de hojas abiertas, pelusa abundante y con facilidad de deshoje.

Osorio (2007) plantea que es una variedad de amplia adaptación a diferentes agroecosistemas y especialmente en suelos ácidos, además de tener un buen

comportamiento en suelos con laderas. También reconocen que es una variedad con buen nivel de resistencia al Virus del Mosaico de la Caña.



Figura 1: Variedad POJ 27-14, (fotot del autor)

El mismo autor señala que esta variedad genera jugos de excelente calidad, pero su maduración tarda mucho tiempo, 20 meses aproximadamente, cuando ya es molida genera un jugo de fácil limpieza y su contextura es dura y resiste al pisoteo.

En cuanto a la producción de panela granulada, Suquilanda (2004), reportó un rendimiento de 9,8 t/ha para esta variedad.

2.3.2 Variedad POJ 93 (Figura 2)



Figura 2: Variedad POJ 93, (foto del autor)

Es la variedad de caña más cultivada en la provincia de Pastaza, alrededor del 90% corresponde a la POJ 93 y las demás variedades se encuentran únicamente como semilleros, si bien ya en algunos sectores se ha iniciado su explotación agrícola.

No soporta la presencia de malezas, es exigente en labores culturales. Se acama o vira con facilidad, pero es bastante precoz, rinde 80 t/ha de tallos. Un tallo puede pesar hasta 3 kg. Muy susceptible a plagas y enfermedades. Color amarillo rojizo en su madurez total. Entrenudos largos y gruesos. Es utilizada para consumo directo como caña fruta (MIES y MAGAP, 2009).

2.3.3 Variedad Cristalina (Figura 3)



Figura 3: Variedad Cristalina, (foto del autor).

Martín (2010) sostiene que: la caña Cristalina o caña noble es originaria de Java, además que esta variedad fue introducida a Cuba a partir de 1796, y con mayor extensión entre los años 1820 y 1840, llamándose caña ceniza, la misma que fue sembrada en mayor área, durante ese siglo. También se encuentra entre sus características mutaciones espontáneas o Spor Rayados, denominados “caña de cinta”, caña listada o caña de Batavia. En 1915 se observó la enfermedad del mosaico de la caña, que provocó la terminación de la era de estas cañas nobles (Cristalinas), iniciando el boom de las cañas híbridas con dos especies, y actualmente de tres especies.

Esta variedad de caña, según datos que se han podido rescatar mediante entrevistas y conversaciones con algunas personas de mayor edad en la Provincia de Pastaza, se estima que fue introducida hace 50 y 80 años.

En una investigación realizada por Patiño (2011), en la provincia de Morona Santiago, utilizando como testigo a la variedad Cristalina frente a otras variedades de origen cubano, quien reporta en su descripción parámetros promedios para: altura del tallo: 301,27 cm, diámetro del tallo: 3,60 cm, número de hojas: 10 hojas por tallo. El mismo autor indica que la variedad Cristalina tiene una población de tallos con una media de 10,84 tallos/m lineal, siendo menor con respecto a las otras variedades en estudio. Mostrando de la misma forma una media de 14,20 grados Brix superior y con una media de 17,68 grados Brix inferior a la edad de la cosecha.

Con relación a la altura promedio del tallo, según plantea Van Dillewijn (1978), “en las zonas cañeras de Java, donde la caña se corta a una edad entre 14 a 18 meses (los primeros retoños), pueden obtenerse valores considerables de alturas superiores a los 300 cm, en donde se producen grandes variaciones en la longitud de los tallos”.

Buenaño (2009), realiza una caracterización de las cepas de caña de azúcar plantadas en el cantón Pastaza, encontrando que de las variedades Cristalina (limeña rayada), POJ 2878, POJ 2879, POJ 93 (limeña), Pauteña, Brasilera, Puerto Rico, siendo la más representativa la variedad POJ 93 (limeña) con un 46,7%. Además evalúa variables de crecimiento en la variedad POJ 93, Limeña rayada y otras variedades, obteniendo valores medios en altura de tallo de 172 cm, grosor medio de 3,9 cm y un Índice de Área Foliar de 1,64 en la variedad POJ

93 y para la variedad limeña rayada 182 cm en altura de tallo, grosor medio del tallo 3,9 cm y un Índice de Área Foliar de 1,16.

2.4 Exigencias ecológicas

La caña de azúcar es una especie típica de los climas tropicales. Se desempeña bien con una temperatura media de 24 °C, además de una precipitación anual de 1500 mm bien distribuidos durante su ciclo de crecimiento. Cuando las temperaturas de la noche y del día son uniformes, la caña no cesa de crecer y en sus tejidos siempre habrá un alto porcentaje de azúcares reductores. Las variaciones de temperatura superiores a 8 °C son muy importantes en la fase de maduración, porque ayudan a formar y a retener la sacarosa. A mayor radiación solar, habrá mayor actividad fotosintética y mayor translocación de los carbohidratos de las hojas al tallo, produciendo tonelajes más altos de azúcar en la fábrica (Sánchez, 1982; Buenaventura, 1990; citados por Peña, 1997).

El crecimiento está directamente correlacionado con la temperatura. La temperatura óptima para la brotación de los esquejes es de 32 °C a 38 °C. La brotación disminuye por debajo 25 °C, llega a su máximo entre 30-34°C, se reduce por sobre los 35 °C y se detiene cuando la temperatura sube sobre 38 °C (Pereira, 2006).

Las condiciones climáticas del cantón, propician una condición de saturación de humedad del suelo durante casi todo el año, lo cual sólo es posible atenuar con un sistema de drenaje, esto desfavorece la brotación de las yemas utilizando el método de colocar las estacas en el suelo y taparlas. Tales condiciones en las precipitaciones también coinciden con los reportes que existen para la estación climatológica de Puyo (OAS, 2009).

2.5 Plantación

Siendo una planta altamente heterocigótica, su propagación por semilla es dificultosa, por lo que se propaga por medio de estacas o trozos de tallo, siempre que tenga por lo menos una yema y puede ser hasta todo el tallo. A estos trozos de tallo se les conoce como semilla según Osorio (2007).

El sistema de plantación de la caña panelera depende tanto de la tecnología que se utilice como de la topografía del terreno que es una gran limitante. Se emplean dos métodos que son: a chorrillo y mateo. La siembra a chorrillo se basa en poner una semilla acostada en el fondo del surco. Se usa en terrenos con pendientes onduladas y planas o pendientes menores del 30 %. El mateado es recomendado en pendientes mayores a 30 %; en el mateado se utilizan semillas de 2 a 3 yemas por sitio (SENA, 1985).

La distancia se ha establecido en 1,50 x 1,00 m, siendo muy reducida la flexibilidad de esta medida, manteniéndose el método tradicional, enterrado de la pluma o semilla en forma semi vertical (Andrade, 2009). En la provincia de Pastaza los marcos de plantación más usados son 3 x 2 m y 3 x 3 m (Valle, 2014).

2.6 Preparación del Terreno

Las labores previas a la plantación comienzan con la adecuación del suelo que comprende principalmente labores de planificación de los lotes de caña, definir sus dimensiones y construir acequias o zanjas de drenaje y caminos para movilizar la caña cortada. Se eliminan arbustos y materiales vegetales presentes en el lote para realizar el surcado. Posteriormente viene la importante tarea de escoger la semilla de la variedad que se quiere sembrar (Osorio, 2007).

De acuerdo con Andrade (2009), la preparación del terreno se inicia con la eliminación de malezas y maderas utilizables y después de esto dejar el terreno libre de estos restos. Para plantar la caña se puede abrir solamente un agujero para enterrar en él, la estaca de semilla vegetativa, o roturar mullidamente el surco donde va a sembrarse la caña (labranza mínima), como se procede en zonas de ladera.

2.7 Fertilización y abonadura

Según Osorio, (2007), la caña es un cultivo permanente que anualmente remueve, grandes cantidades de elementos nutritivos del suelo, los cuales deben devolverse mediante fertilizaciones minerales.

La capacidad de absorción de nutrientes del suelo, cambia con la variedad sembrada, alguna de ellas en igualdad de condiciones, puede absorber mayores cantidades de nutrientes y rendir mejores cosechas de caña y por ende de panela. Se ha determinado que la brotación y vigor de la planta depende en gran parte del estado nutricional de la estaca, lo cual a su vez, depende de una buena fertilización.

2.7.1 Extracción de nutrientes

La caña de azúcar presenta una elevada capacidad de adaptación en suelos de pH variables, en razón de su rusticidad, desarrollándose bien en una amplia faja de pH que va de 4,0 a 8,3; aunque la mayoría de investigadores asegura que el pH ideal se encuentra ubicado entre 5,5 y 6,5 (Chaves, 1999)

Según Muñoz (citado por Osorio, 2007), “50 toneladas de caña de molienda asimilan del suelo 34 kg. de nitrógeno, 23 kg. de P_2O_5 y 68 kg. de K_2O ”.

Según Osorio, (2007), el nitrógeno en la planta de caña estimula el crecimiento y la formación de azúcares y sacarosa Sin embargo, aplicaciones excesivas y extemporáneas, especialmente tardías, producen efectos indeseables tales como encamado (vuelco), retardo en la maduración, producción de mamones (retoños de agua o chupones) y formación de tallos acuosos y suculentos que, a pesar de dar altos tonelajes de caña, la producción de panela es inferior y de mala calidad, debido fundamentalmente a que el grado Brix es bajo y los jugos formados tienen altos contenidos de azúcares reductores.

El fósforo es requerido por las plantas de caña especialmente en los primeros meses de crecimiento porque estimula el desarrollo radicular, el macollamiento vigoroso y la formación de tallos.

El potasio promueve el desarrollo de raíces, tallos y hojas, y hace menos ostensibles los efectos de sequía, debido a que estimula el transporte de agua y otros elementos dentro de la planta de caña.

2.7.2 Pollinaza

Son subproductos avícolas que contienen las excretas de aves de engorde (pollos), la cual se presenta mezclada con el material que se utiliza como cama para las aves, como aserrín, cascarilla de arroz o paja. Su aporte de nutrientes es: M.O. 50%, pH 8,4, N 2,8%, P 2,1%, K 2,2%, Ca 3,4% Cu 47 ppm, Fe 2200 ppm, (Salas y Ramírez, 2001).

Según Manrique, (1992), la pollinaza aporta 15 kg de N, 10 kg de P y 4 kg de K en 100 kg de estiércol.

2.7.3 Bagazo

El bagazo es un residuo que se obtiene al salir del difusor luego de la extracción del jugo en cuanto a su composición presenta baja densidad y un alto contenido de humedad de 50 a 55 %.

La composición química del bagazo es la siguiente: N 0,87%, P₂O₅ 1,35%, K₂O 0,28%, CaO 2,18%, MgO 0,24%, C 31,2%, Fe 35 ppm, Cu 51 ppm, Mn 590 ppm humedad 74,77% (PLANALSUCAR, 1983)

Con el 50% del bagazo obtenido de la elaboración de la panela, se afirman caminos y se utiliza para la combustión de los hornos paneleros. El 50% restante se utiliza como abono y para alimentación del ganado (ASOCAP, 2012).

En la extracción de los jugos de la caña, el bagazo que no se usa como combustible se debe poner en un sitio adecuado y en un lugar alejado del trapiche para producir abono natural o biológico por medio de procesos como el compostaje, que se pueda utilizar como enmienda orgánica en el mismo cultivo de la caña (Fedepanela, s. f.).

Se recomienda hacer un análisis del suelo para detectar el contenido de elementos nutritivos y de allí cubrir las necesidades que tiene dicho cultivo.

2.8 Control de malezas

Los resultados de investigaciones realizadas entre los años 2008 y 2009 en las cuales se consideraron 3 grados de infestación (alta, media y baja) comparados con un testigo limpio, reflejaron pérdidas de 65.46 %, 53.00 % y 39.65 % respectivamente con relación al testigo (Chaila, S. *et al.*, 2010).

Luego de la siembra se puede realizar el control de malezas de forma manual o mecanizada, la primera se lo efectúa con la ayuda de un machete y la forma mecanizada se realiza con una rozadora, en Pastaza algunos cañicultores para el control de malezas emplean herbicidas (Ranger, Gramoxsone, Glifosato).

2.9 Plagas

El salivazo, *Mahanarva andigena* (Jacobi) (Homóptera: Cercopidae). Esta plaga está circunscrita a varios sectores del país, habiéndose reportado en Guayas (Naranjito, Milagro), El Oro (Zaruma y Piñas), Pastaza (Puyo) y Pichincha.

El ciclo de vida de este insecto comprende tres fases: huevo, ninfa y adulto. Los adultos son de tamaño mediano, existiendo una marcada diferencia entre el macho y la hembra. Los huevos son insertados en la base de las vainas foliares que se encuentran a lo largo del tallo, especialmente en aquellas que están más cerca del suelo. El periodo de incubación es de 16 a 23 días, aunque en condiciones desfavorables (época seca) entran en diapausa o hibernación, permaneciendo en este estado hasta que aparezcan las lluvias o condiciones favorables de humedad. El periodo ninfal comprende cinco instares, con una duración promedio de 8 a 14 días cada uno. Las ninfas recién eclosionadas se localizan en el cogollo y en sus últimos instares se ubican debajo de las vainas foliares a lo largo del tallo, permanecen protegidas de una masa espumosa que ellas elaboran, la cual les sirve como protección de la desecación y de ciertos enemigos naturales. El desarrollo de esta plaga está relacionado con la época lluviosa y aumento de la temperatura.

Tanto las ninfas como los adultos succionan la savia de la planta. Las ninfas lo hacen inicialmente en las hojas que forman el cogollo y posteriormente en los

tejidos de la parte interna de la vaina foliar y del tallo, aparentemente sin causar intoxicación en la planta. Sin embargo, la succión continua de savia y la presencia de la espuma pueden causar un amarillamiento temporal de las hojas del cogollo. Una característica de la presencia de las ninfas es que, al secarse la espuma sobre la superficie de la hoja y del tallo, adquieren una coloración blanquecina que puede afectar el proceso industrial. El daño más importante lo hacen los adultos, pues a más de succionar la savia inyectan sustancias tóxicas que provocan un desorden fisiológico en las hojas. Estos síntomas se manifiestan por la presencia de lesiones amarillentas alrededor de la picadura, que gradualmente se alargan y más tarde adquieren un color castaño – pardo y aspecto necrótico, dando una apariencia de “quemazón” del follaje. Altas infestaciones pueden causar la muerte de las plantas (Mendoza, 2004).

El desarrollo del homóptero se ve favorecido por la alta humedad relativa de la provincia de Pastaza, y provoca grandes pérdidas económicas a los productores de caña (De la Cruz y Cajilima, 2012).

Autores como Mendoza, Mejía, Gualle (2004), reportan que el umbral de salivazos es un adulto por tallo y en larvas es tres por tallo, de allí se considera que la plantación está afectada.

Existen diversas formas para combatir el salivazo. Las más importantes son el control cultural, el biológico, trampas amarillas y el control químico (De la Cruz, 2003).

2.10 Cálculo del índice de madurez

La concentración de sólidos solubles (grados brix) se mide con un refractómetro en el séptimo entrenudo, contando de arriba hacia abajo; de la misma forma se

mide la concentración de sólidos solubles, de varios tallos, en el segundo o tercer entrenudo, a partir del suelo. Luego se divide el resultado obtenido en la parte superior de la planta por el valor obtenido en la base. El índice de madurez de la caña se define con el refractómetro de la siguiente forma: caña inmadura, menor de 0,95; madura, entre 0,95 y 1 y sobremadura, mayor de 1 (Osorio, 2007).

2.11 Rendimiento de la caña de azúcar

“Los cultivos de caña por ser eminentemente monocultivos afrontan problemas de degradación del suelo y pérdida de fertilidad, envejecimiento de la cepa, por lo que en la zona la productividad de las variedades tradicionales de caña ha caído en los últimos años, de 80 t/ha a 40 t/ha promedio” (ASOCAP, 2012). Deficiente organización, falta de capacitación e investigación, malas prácticas agrícolas, afectan económicamente al cañicultor llevándolo a optar por otras alternativas productivas, e incluso la venta de sus fincas (Baca, 2008).

En una investigación realizada por Patiño (2011), en la provincia de Morona Santiago, utilizando como testigo a la variedad Cristalina frente a otras variedades de origen cubano, él reporta un rendimiento agrícola de 78,35 t/ha en promedio.

En el reporte de coyuntura del Sector Agropecuario, el Banco Central del Ecuador (BCE, 2014) reportó rendimientos, en caña destinada para la fabricación de azúcar en ingenios de la costa ecuatoriana, que van desde 61,4 t/ha hasta 157,2 t/ha, también reportó ingresos por la venta de la caña que van desde los 1936 USD/ha hasta 4678 USD/ha.

CAPÍTULO III.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

La investigación se desarrolló en la finca “San Carlos”, ubicada en el recinto Oswaldo Hurtado de la Vía Puyo - Macas km 29 perteneciente a la parroquia Simón Bolívar del cantón Pastaza, provincia de Pastaza (figura 4). A una altitud de 1071msnm, con las siguientes coordenadas geográficas: 18184794E y 9817282N.

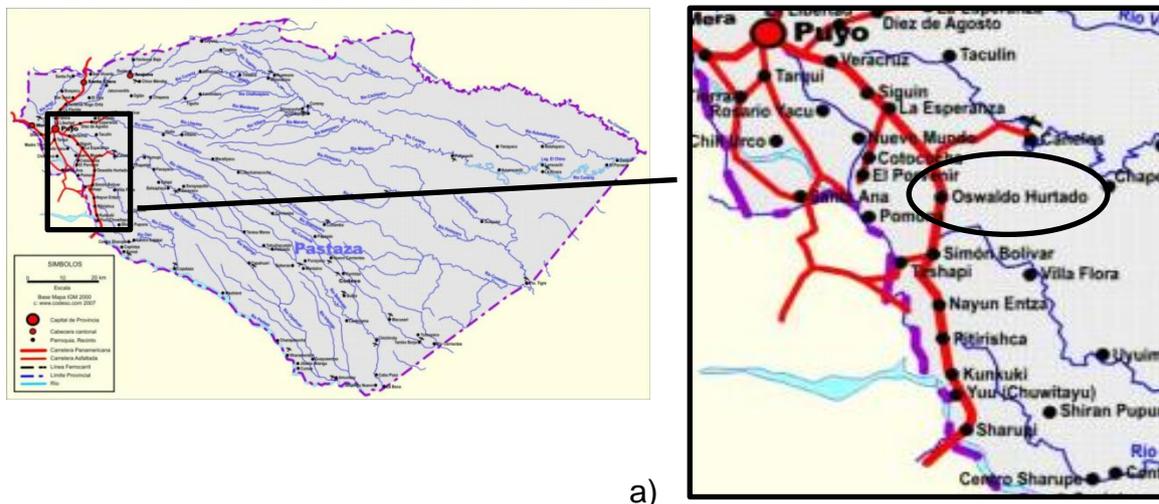


Figura 4: Mapa de la provincia de Pastaza. a) Sector donde se desarrolló el experimento

3.2 Condiciones meteorológicas.

Los datos fueron tomados de la estación meteorológica de la parroquia Veracruz, la más cercana al experimento.

Tabla 1: Información meteorológica de la zona

	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION ANUAL (mm)	HELIOFANIA (HORAS)
VALORES	22,6	87	5103,2	965

Fuente: Estación meteorológica Veracruz, 2013

3.3 Materiales y equipos

3.3.1 Materiales

- Saquillos
- Machete
- Palas
- Flexómetro
- Cuerda
- Estacas
- Libreta de registro
- Materiales de oficina
- Regla
- Calibrador (pie de rey)
- Semillas (estacas apicales)

3.3.2 Equipos

- Bomba manual (Pulverizadora de mochila)
- Refractómetro
- Cámara fotográfica
- GPS

3.4 Factores de estudio

Los factores coinciden con tres variedades (POJ 27-14, Cristalina y POJ 93) y tres abonos que consistieron en dos abonos orgánicos, pollinaza y bagazo más un testigo donde no se realizó abonadura.

3.5 Diseño experimental

El trabajo se realizó con un diseño factorial en bloques completos al azar, combinando 3 variedades por 3 niveles de abonadura, 3 x 3 de ahí que se generaron 9 tratamientos y tres réplicas para un total de 27 parcelas experimentales.

3.6 Evaluaciones experimentales

Las evaluaciones de las variables agronómicas se realizaron según el Manual de Normas y Procedimientos de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba (Jorge *et al.*, 2002).

Las evaluaciones experimentales se realizaron en el momento de la cosecha a excepción del número de brotes por planta y número de hijos.

- ✓ Número de brotes por plantón, en tres plantones por unidad experimental por conteo directo a los 35, 42 y 51 días después de la plantación.
- ✓ Número de hijos por plantón, en tres plantones por unidad experimental, también por conteo directo a los 84, 114 y 145 días después de la plantación.
- ✓ Número de tallos: Se contaron en el medio del surco central de la parcela (equivale a 3 plantones).
- ✓ Altura de planta en metros: Se evaluó con una cinta métrica, tomando al azar 10 tallos de cada parcela cada tres meses hasta la cosecha.
- ✓ Diámetro de tallo en centímetros a partir del quinto nudo bien diferenciado: Se evaluó con un “pie de rey”, tomando al azar 10 tallos de cada parcela en el momento de la cosecha.
- ✓ Número de nudos y entrenudos: se contaron los nudos y entrenudos de la caña molible.
- ✓ Número de hojas por tallo: Se contabilizaron el número de hojas activas al momento de la cosecha.
- ✓ Área foliar: Se tomaron tres hojas por tallo, estrato alto, medio y bajo para las mediciones. Luego se procedió a realizar el cálculo del área foliar de acuerdo a la siguiente fórmula.

El Área Foliar del plantón: (Brito *et al.*, 2007)

$AF = 0,9296$ (Hojas activas*Área Foliar de una Hoja)*Cantidad de tallos.

- ✓ Índice de Área Foliar: se calculó utilizando la fórmula $IAF = \frac{AF}{AV}$ (Vázquez, 2001)

- ✓ Número de plantas afectadas con salivazo: Se contaron las plantas afectadas por el salivazo en tres plantones por unidad experimental.
- ✓ Grados Brix: Con la ayuda de un refractómetro se midió en el séptimo entrenudo, contando de arriba hacia abajo; de la misma forma se midió la concentración de sólidos solubles, de varios tallos, en el segundo o tercer entrenudo, a partir del suelo. Luego se dividió el resultado obtenido en la parte superior de la planta por el valor obtenido en la base (Osorio, 2007).
- ✓ Rendimiento en t/ha: Se cortaron los tallos molibles de dos plantones (en 3 m²) y se pesaron en una balanza, para calcular posteriormente el rendimiento a escala de hectárea.

3.7 Manejo del experimento

Labores de acondicionamiento y preparación del suelo

Desbroce: Se realizó la limpieza del área experimental (810 m²), se aplicó glifosato con una dosis de 2 l/ha, con una bomba manual el 15 de marzo de 2013.

Análisis de suelo: Dos meses antes del desbroce se tomaron las muestras de suelo de acuerdo al método del INIAP, el 15 de enero de 2013.

Ahoyado: Luego de la delimitación de las unidades experimentales, se realizó el ahoyado, con la finalidad de incorporar abono orgánico, se aplicó pollinaza y bagazo con una aplicación de fondo al momento de la plantación y una dosis de 9060 kg/ha, en función del diseño experimental.

Plantación: Se realizó por estacas apicales o cogollos, en los tres cultivares que se evaluaron, sembrándose tres surcos por parcela y dos cogollos por plantón, el 05 de abril de 2013.

3.8 Recolección de datos

La toma de datos en brotes por plantón se realizó a los 35, 42 y 51 días después de la plantación.

La toma de datos en ahijamiento se llevó a cabo los 84, 114 y 145 días desde la plantación.

La toma de datos en número de tallos se efectuó a los 180, 240 y 270 días desde la plantación.

La toma de datos en altura de la planta se efectuó a los 84, 180 y 270 desde la plantación.

La toma de datos en diámetro, número de nudos y entrenudos, número de hojas por tallo, área foliar y número de plantas afectadas por salivazo se efectuaron a los 270 días de la plantación.

A los 300 días desde la plantación se determinó el grado brix y el rendimiento agrícola.

Control de malezas: A los 60 y 150 días después de la plantación se hizo un control de malezas utilizando moto guadaña, con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes.

3.9 Análisis de los datos

Los datos del experimento fueron procesados con el programa estadístico STATGRAPHICS PLUS PROFESIONAL 16.0.03. Se hizo un análisis de varianza a las variables estudiadas y se aplicó la prueba de Tuckey para examinar las diferencias entre las medias para el nivel de significación del 95 % ($P < 0,05$).

3.10 Análisis económico

Se tomaron en cuenta los valores actuales de gastos directos e indirectos para la siembra del área experimental de caña en las diferentes variedades. Se determinaron los costos de producción y utilidades.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

La variedad tiene un papel primordial en la capacidad productiva del cultivo, por la diversidad de condiciones de clima, suelo y manejo en cada región según Osorio, (2007), el mismo autor cita, el conocimiento de la morfología de la planta permite diferenciar y reconocer las especies y variedades existentes; también, relacionarlas con comportamientos en rendimientos y adaptabilidad.

El análisis de suelo demostró que el pH fue de 4,98; con un contenido de MO de 42%; un 2,1% de N; el P mostró un valor de 8,2 ppm; el K 1 ppm y el Ca 18 ppm (anexo 1)

Después de haber analizado los datos obtenidos durante el ciclo del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* sp híbrido), en el período abril 2013 – enero 2014, no se encontraron interacciones entre los factores estudiados, variedades y abonos.

4.1 Número de brotes por plantó

En la tabla 2 y figuras 5 se muestran los valores medios en brotes de plantas a los 35, 42 y 51 días después de la plantación, aplicando la Prueba de Tuckey $p < 0,05$ en los factores variedades y abono, vemos que no existe diferencia estadística en las medias de brotes a los 35 días de la plantación para el factor variedad.

Tabla 2. Números de brotes de caña de azúcar por plantón según variedades. Simón Bolívar-Pastaza

Variedades	35 días		42 días		51 días	
	Brotes	DES	Brotes	DES	Brotes	DES
POJ 27-14	1	X	2	X	2	X
Cristalina	1	X	1,3	X X	2	X
POJ 93	1	X	1	X	2	X

DES – Diferencia Estadística (Tuckey $p < 0,05$).

A los 42 días hay diferencia significativa entre la variedad POJ 27-14 y la variedad POJ 93, pero no difieren estadísticamente la POJ 27-14 y la Cristalina, tampoco existe diferencia entre la Cristalina y la POJ 93. Ya a los 51 días las medias de brotes de plantas por plantón no difieren estadísticamente entre las variedades.

El proceso de brotación se produce por la activación fisiológica de la yema de la estaca de caña utilizada en la plantación. Este proceso comienza a los 7 – 9 días después de que la yema se encuentra en contacto con el suelo húmedo en dependencia de la edad de la planta utilizada para la propagación y la parte del tallo de donde procede.

Brotan primero las yemas procedentes de cañas con 7 – 9 meses de edad y de ella los procedentes de la zona apical. Este proceso se extiende hasta los 30 días aproximadamente, momento en el cual se inicia el ahijamiento, es decir el brote de las primeras yemas axilares de los tallos recién formados.

En esta investigación en cada posición se pusieron 2 estacas de 3 yemas cada una. Puede observarse en la tabla 2 como a los 31 días solo una de estas yemas había brotado en todas las variantes y solo 2 brotes a los 51 días de la plantación. Esto indica que este proceso se realiza muy lentamente en las condiciones climáticas de la Amazonía y puede estar influenciado por la baja temperatura en el suelo dada por la humedad constante y poca incidencia de la luz solar coincidiendo con lo expresado por Pereira (2006), quien plantea que la brotación disminuye con temperaturas por debajo de los 25 °C.

A los 42 y 51 días de la plantación, las medias de brotes de plantas por plantón difieren estadísticamente entre los abonos y también el testigo, los resultados de pollinaza y testigo no se diferenciaron, tampoco los resultados de bagazo y

testigo, si existiendo diferencia estadística entre pollinaza y bagazo para un rango de significancia de Tuckey al 95% de confianza, como se observa en la figura 6.

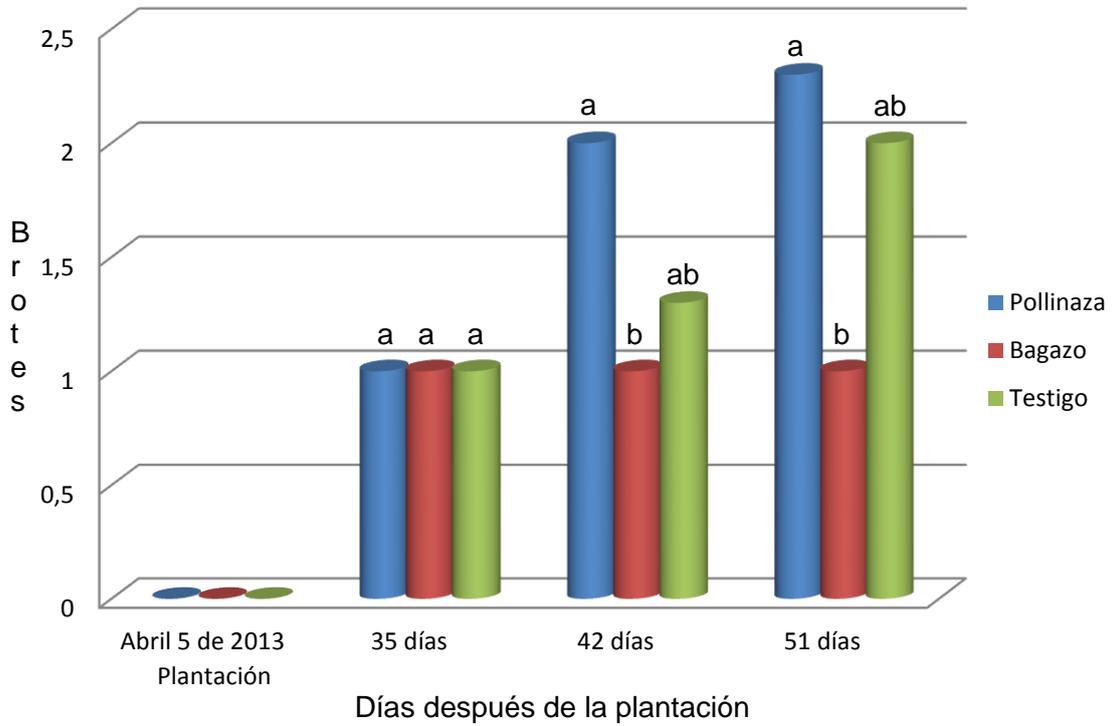


Figura 5: Número de brotes de caña por plantón, factor abono. Simón Bolívar-Pastaza

La baja luminosidad también puede incidir en el retardo a la activación fisiológica de las yemas. Este resultado no coincide con lo reportado por Del Toro (1980) cuando estudió estos fenómenos en otras condiciones climáticas.



a



b

Figura 6: Forma de plantación usada en el experimento (a) y dominancia apical (b) a los 51 días de la plantación. Simón Bolívar-Pastaza

También puede estar incidiendo la forma de plantación, figura 6, que se realiza ubicando las estacas de punta con una inclinación de 45° y esto hace que brote primero la yema apical inhibiendo o retrasando la brotación de las demás yemas, lo cual se justifica por el proceso de “dominancia apical” según Vázquez (2001), sin embargo, el desarrollo del brote apical activa el sistema de reguladores de crecimiento para el enraizamiento y prendimiento de la estaca (Hartmann, *et al* 1990).

4.2 Número de hijos por plantón

En la figura 7 y tabla 3 se observan los valores promedios de hijos por plantón a los 84, 114, 145 días de la plantación en caña de azúcar. Aplicando la prueba de significancia Tuckey $p < 0,05$ obtenemos que a los 84 días de la plantación no hay diferencia estadística entre las medias del factor variedad, pero sobresale la variedad POJ 27-14 con una media de 4 hijos.

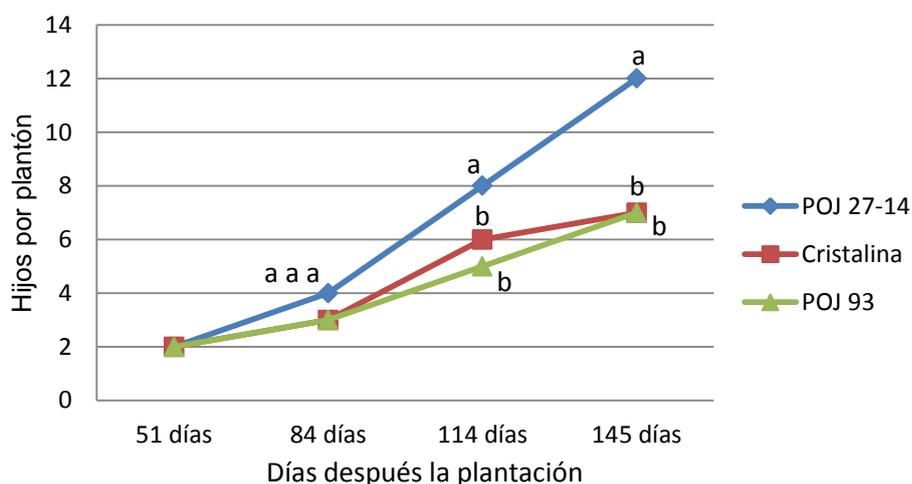


Figura 7: Dinámica del ahijamiento en caña de azúcar por plantón. Simón Bolívar-Pastaza

A los 114 y 145 días de la plantación podemos observar que para el factor variedad existe diferencia estadística entre la variedad POJ 27-14 y las variedades Cristalina y POJ 93.

En cuanto al factor abono, a los 84, 114 y 145 días de la plantación se observa que la pollinaza mostró los mayores valores en cuanto a la variable número de hijos por plantón, diferenciándose estadísticamente del bagazo y del testigo, aunque estos dos no se diferenciaron estadísticamente.

Tabla 3: Variación del número de hijos de caña de azúcar por plantón, según abono orgánico. Simón Bolívar-Pastaza

Abono	84 días		114 días		145 días	
	N° hijos	DES	N° hijos	DES	N° hijos	DES
Pollinaza	5	X	10	X	14	X
Bagazo	2	X	5	X	7	X
Testigo	3	X	5	X	5	X

DES – Diferencia Estadística (Tuckey $p < 0,05$).

A los 84 días de la plantación aún el número de hijos por plantón es muy bajo lo cual puede estar influenciado por lo descrito referente a la temperatura y luminosidad. El ahijamiento también se hace lento, como se observa en la tabla 3 y figura 7, incluso a los 145 días de la plantación aún las plantas estaban formando hijos.

Según Van Dillewijn (1978) el desarrollo heterogónico de la caña de azúcar que incluye la fase de brotación y ahijamiento se produce en los primeros 90 días de la plantación, momento en que ya comienza el cierre del campo en los sistemas de producción convencional de caña de azúcar.

Después de exponer los resultados de la fase de brotación y ahijamiento, podemos concluir que existe coincidencia con lo expuesto por Buenaño, (2009) en el que evaluó la emisión de tallos de primero, segundo y tercer orden en la variedad POJ 93 sembrados a cogollo, dos a dos, inclinados y cruzados, con yema apical, mencionando lo siguiente: este tratamiento continuó un ritmo

creciente de la emisión de tallos de primer orden hasta los 75 días posteriores a la plantación y de hijos entre los 75 y los 125 días período en el cual comenzó la emisión de tallos secundarios, posteriormente a los 125 días el ritmo de ahijamiento disminuyó considerablemente y permaneció más o menos invariable hasta los 185 días de la plantación.

Esto coincide además con lo reportado por Amaya *et al.* (1991), quien reporta que para las condiciones del Valle del Cauca en Colombia un macollamiento rápido en los 3 primeros meses y un crecimiento en altura mínimo y muchos de los tallos formados mueren.

4.3 Número de tallos por plantón.

En las figuras 8 y tabla 4 se aprecian las medias para tallos de caña de azúcar a los 180, 240 y 270 días, donde la fase de gran crecimiento y maduración se hacen presentes.

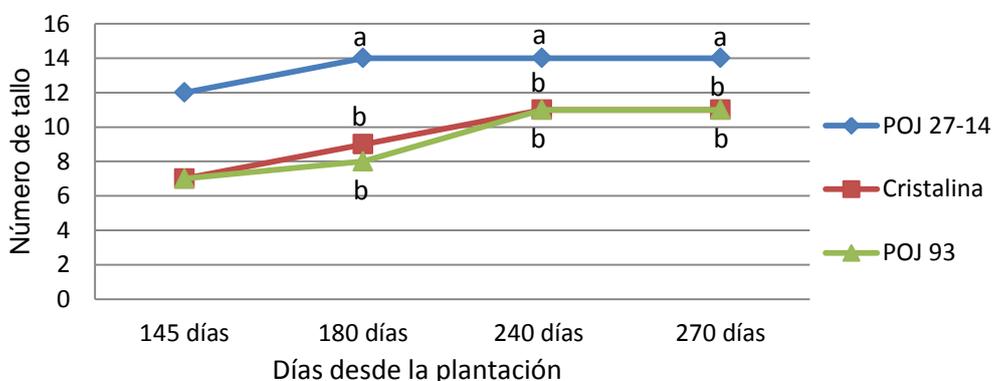


Figura 8: Dinámica del número de tallos en caña de azúcar. Simón Bolívar-Pastaza

El número de tallos por plantón a los 180, 240 y 270 días de la plantación se comportó de la misma manera, la variedad POJ 27-14 mostró los mayores valores y se diferenció estadísticamente de las variedades Cristalina y POJ 93, mientras estas dos no se diferenciaron, como se observa en la figura 8.

Tabla 4: Variación del número de tallos de caña de azúcar por plantón, según abono orgánico *Simón Bolívar-Pastaza*

Abonos	180 Días		240 Días		270 Días	
	Tallos	DES	Tallos	DES	Tallos	DES
Pollinaza	15	X	15	X	15	X
Bagazo	8	X	10	X	10	X
Testigo	9	X	11	X	11	X

DES – Diferencia Estadística (Tuckey $p < 0,05$).

Para el factor abono los resultados se comportan similares al de las variedades, siendo la pollinaza diferente estadísticamente del bagazo y testigo, pero no difieren estadísticamente el bagazo y el testigo, para una prueba de significancia de Tuckey al 95% de confianza.



POJ 27-14

POJ 93

Cristalina

Figura 9: Número de tallos de las variedades estudiadas. *Simón Bolívar-Pastaza*

4.4 Altura de planta.

En la tabla 5 y figura 10 se presentan las medias en altura de planta a los 84, 180 y 270 días desde la plantación, mostrándose a los 84 días diferencias estadística

entre la variedad POJ 27-14 y las otras dos variedades, sin embargo no difieren la Cristalina y la POJ 93. Respuesta similar ocurre a los 180 días de la plantación.

Tabla 5: Variación de la altura de caña de azúcar. Simón Bolívar-Pastaza

Abono	84 días		180 días		270 días	
	Altura	DES	Altura	DES	Altura	DES
POJ 27-14	21,1	X	49,4	X	118,1	X
Cristalina	12,1	X	39,2	X	101,8	X X
POJ 93	14,7	X	38,3	X	91,4	X

DES – Diferencia Estadística (Tuckey $p < 0,05$).

Con los abonos ocurre algo similar, dado que la pollinaza presentó valores superiores y estadísticamente diferentes al bagazo y al testigo, no obstante no se observa diferencia estadística entre el bagazo y el testigo, ocurriendo así a los 84, 180 y 270 días de la plantación.

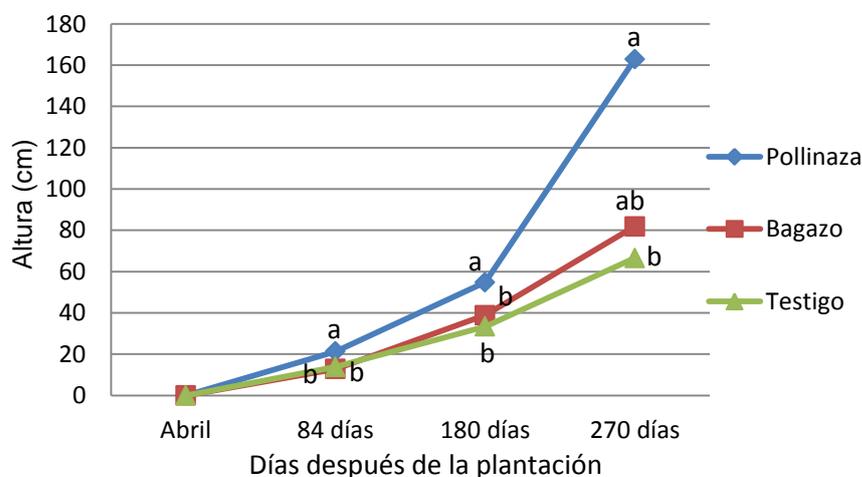


Figura 10: Dinámica de crecimiento de los tallos para el factor abono. Simón Bolívar-Pastaza

A los 270 días de la plantación se observa que la variedad POJ 27-14 no difiere de la Cristalina pero si difiere de la POJ 93, mientras que la Cristalina y la POJ 93 no difieren estadísticamente. La altura de la variedad POJ 27-14 fue superior a las otras dos variedades en los tres momentos de estudio.

Lo antes expuesto no coincide con lo planteado por Patiño (2011), quien en la provincia de Morona Santiago, utilizando como testigo la variedad Cristalina frente a otras variedades de origen cubano, da una descripción de la altura del tallo con una media de 301,27 cm, siendo estos valores superiores a las medias de la variedad POJ 27-14 que fue la de mayor altura en el experimento para la zona de Simón Bolívar, con 118,1 cm y el máximo valor obtenido fue el resultado de la variedad POJ 27-14 más pollinaza cuyo valor fue de 170,1 cm.

4.5 Diámetro del tallo.

En la tabla 6 se muestran las medias para el diámetro de tallo, existiendo diferencia estadística entre la variedad POJ 27-14 y la variedad Cristalina, pero no hay diferencia significativa entre variedad POJ27-14 y la variedad POJ 93, por otra parte la variedad Cristalina no difiere estadísticamente de la variedad POJ 93, para una prueba de significancia de Tuckey al 95% de confianza.

Tabla 6: Variación del diámetro de tallos. Simón Bolívar-Pastaza

	270 días	
Variedades	Diámetro	DES
POJ 27-14	3,7	X
Cristalina	3,2	X
POJ 93	3,3	X X
Abonos		
Pollinaza	3,5	X
Bagazo	3,4	X
Testigo	3,3	X

DES – Diferencia Estadística (Tuckey $p < 0,05$).

En cuanto al factor abono no hay diferencia estadística entre las medias de los dos abonos y el testigo, sin embargo el mayor diámetro se obtuvo con pollinaza.

Los valores expuestos anteriormente, 3,2 cm en la variedad Cristalina, tienen similitud aunque de menor diámetro, con los reportados por Patiño (2011), quien

da una caracterización de diámetro del tallo de la variedad Cristalina con una media de 3,60 cm, para las condiciones de la Provincia de Morona Santiago.

En comparación con los resultados obtenidos por Buenaño (2009), en la localidad de Fátima – Pastaza donde realizó una caracterización de cultivares de caña de azúcar obteniendo una media de 3,9 cm de diámetro de tallo para el cultivar limeña rayada (Cristalina), limeña (POJ 93), siendo estos valores superiores a los de este experimento, que reportan un diámetro de 3,2 cm para la Cristalina y 3,3 cm para la POJ 93, mientras que en el caso de la POJ 27-14 se obtuvo una media de 3,7 cm superior a lo reportado por dicho autor de 3,6 cm de diámetro de tallo para esta variedad.

4.6 Número de nudos y entrenudos

En la tabla 7 observamos las medias para la variable nudos y entrenudos de las variedades evaluadas, existiendo diferencia estadística entre la variedad POJ 27-14 con las variedades Cristalina y POJ 93 para nudos y entrenudos.

Tabla 7: Variación del número de nudos y entrenudos. Simón Bolívar-Pastaza

Variedades	270 días			
	Nº de nudos	DES	Nº de entrenudos	DES
POJ 27-14	15	X	14	X
Cristalina	18	X	17	X
POJ 93	18	X	17	X
Abonos				
Pollinaza	20	X	18	X
Bagazo	15	X	14	X
Testigo	16	X	14	X

DES – Diferencia Estadística (*Tuckey* $p < 0,05$).

La variedad POJ 27-14 presentó menor cantidad de entrenudos que las otras dos variedades, teniendo en cuenta lo ya discutido en el acápite de altura de tallos,

podemos definir que los entrenudos de esta variedad fueron más largos ya que la altura total de los tallos fue superior a la variedad Cristalina y POJ 93.

Se destaca un comportamiento similar para el factor abono, donde la pollinaza presentó valores superiores en ambas variables, no difiriendo estadísticamente el bagazo y el testigo.

4.7 Número de hojas por tallo

En la tabla 8 se reportan los valores de las medias para el número de hojas totales de cada variedad, siendo la variedad POJ 93 la que tiene mayor número de hojas al finalizar su ciclo vital con una media de 26 hojas por tallo, siendo la POJ 27-14 la de menor número de hojas con una media de 22 hojas por tallo.

En cuanto al factor variedad, el número de hojas totales en las variedades Cristalina y POJ 93 fueron superiores y se diferenciaron estadísticamente de la POJ 27-14. El número de hojas activas en la variedad POJ 27-14 fue inferior con diferencia estadística, frente a las otras dos variedades, que no se diferenciaron entre sí.

Tabla 8: Número de hojas totales y hojas activas. Simón Bolívar-Pastaza

	270 días			
Variedades	Nº hojas T	DES	Nº hojas Activas	DES
POJ 27-14	22	X	11	X
Cristalina	25	X	12	X
POJ 93	26	X	12	X
Abonos				
Pollinaza	28	X	12	X
Bagazo	23	X	11	X
Testigo	23	X	11	X

DES – Diferencia Estadística (*Tuckey p<0,05*).

Los valores obtenidos, 12 hojas activas por tallo, son superiores a los reportados por Patiño (2011), quien para la variedad Cristalina reporta medias de 10 hojas

por tallo para las condiciones de Morona Santiago, también Pérez (2008) cita que de 8 a 10 hojas son activas en caña de azúcar en la zona de Fátima, Pastaza.

En cuanto al factor abono, la pollinaza es estadísticamente diferente al bagazo y al testigo, pero estos dos últimos no difieren estadísticamente en ninguna de las variables analizadas teniendo ambos resultados numéricos idénticos, como se muestra en la tabla 8.

4.8 Área foliar

Las hojas son el órgano de asimilación y a su vez el encargado de mantener el equilibrio de respiración y humedad en la planta, constan de dos partes fundamentales: La lámina o limbo y la vaina, según Pérez (2008) su longitud varía, pudiendo llegar hasta los 2 m y su ancho entre 1,25 – 10 cm según la variedad, de color verde más intenso en el haz que en el envés.

En las figuras 11, 12 y anexo 9 se muestran los valores medios del área foliar de las tres variedades a los 270 días de la plantación y en función de la prueba de Tuckey ($p < 0,05$).

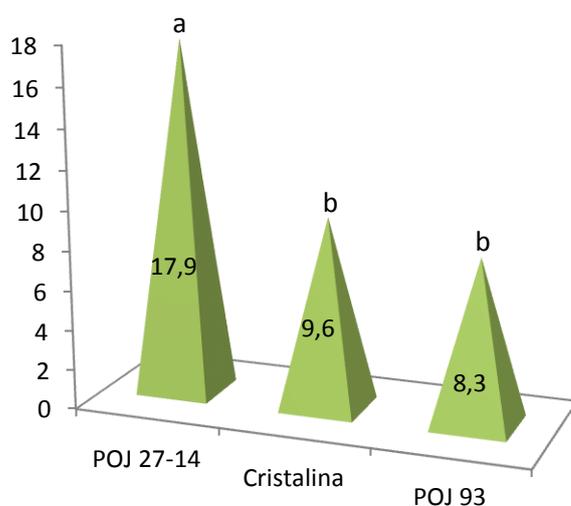


Figura 11: Área foliar en caña de azúcar para el factor variedad. Simón Bolívar-Pastaza

Se observa que la variedad POJ 27-14 posee un área foliar significativamente diferente a la variedad Cristalina y a la variedad POJ 93, sin embargo no se observa diferencia estadística entre la variedad Cristalina y la POJ 93.

En cuanto al factor abono, se aprecia diferencia estadística entre los dos abonos y testigo, siendo el mayor valor para la pollinaza.

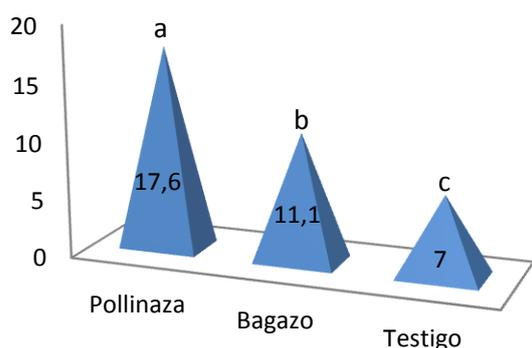


Figura 12: Área foliar en caña de azúcar para el factor abono. Simón Bolívar-Pastaza

4.9 Índice de Área Foliar

En la tabla 9 se aprecia las medias del índice de área foliar a los 270 días de la plantación en las tres variedades, obteniendo para la variedad POJ 27-14 diferencia estadística significativa en relación a las dos variedades restantes.

Tabla 9: Índice de área foliar en caña de azúcar. Simón Bolívar-Pastaza

	270 días	
Variedades	Índice Área foliar	DES
POJ 27-14	5,9	X
Cristalina	3,2	X
POJ 93	2,7	X
Abono		
Pollinaza	5,9	X
Bagazo	3,7	X
Testigo	2,3	X

DES – Diferencia Estadística (*Tuckey* $p < 0,05$).

En cuanto al factor abono las dos variedades y el testigo difieren estadísticamente para Tuckey ($p < 0,05$).

Buenaño (2009), evalúa variables de crecimiento en la variedad POJ 93, limeña rayada y otras variedades, obteniendo valores medios de Índice de Área Foliar de 1,64 en la variedad POJ 93 y para la variedad limeña rayada un Índice de Área Foliar de 1,16, siendo estos valores inferiores a los obtenidos en la presente investigación los cuales son de 2,7 para la variedad POJ 93 y de 3,2 para la variedad Cristalina también conocida como limeña rayada, cuyos valores están por debajo de los promedios de autores como Romero, Scandaliarius y Tonatto (2006), quienes evaluaron los efectos de los principales factores de manejo de la plantación en la emergencia de caña planta en Tucumán, Argentina, encontrando valores del Índice de Área Foliar que oscilan entre 4,27 y 6,41 en dos cultivares de caña de azúcar en el período de mayor crecimiento, sin embargo para las condiciones de Simón Bolívar la variedad POJ 27-14 obtuvo valores de 5,9 valor que está entre los promedios obtenidos por dichos autores.

4.10 Número de plantas afectadas por salivazo

En la tabla 10 observamos los valores medios de larvas y adultos de salivazos en el cultivo de caña. Podemos apreciar que para el factor variedad en promedios de larvas y adultos no hay diferencia estadística, aunque existe una tendencia a un mayor número de adultos por tallos en la variedad POJ 27-14, estando estos valores por debajo de los citados por Mendoza, Mejia, Gualle (2004) para considerar a una plantación afectada, sin embargo en larvas de salivazo si existe infestación.

En cuanto al factor abono no hay diferencia estadística en el promedio de adultos por tallo, sin embargo en cuanto a las larvas por tallo si hay diferencia estadística entre la pollinaza, con bagazo y testigo, pero estos dos últimos no difieren.

Tabla 10: Infección por salivazo en caña de azúcar. Simón Bolívar-Pastaza

Variedades	270 días de la plantación			
	Larvas/Tallo	DES	Adultos /Tallo	DES
POJ 27-14	3	X	0,7	X
Cristalina	3	X	0,4	X
POJ 93	3	X	0,4	X
Abono				
Pollinaza	5	X	0,6	X
Bagazo	2	X	0,5	X
Testigo	2	X	0,5	X

DES – Diferencia Estadística (*Tuckey* $p < 0,05$).

Esta plaga se encuentra propagada por toda la Provincia de Pastaza y su incidencia supera el umbral económico en este experimento. En la figura 13 se observa el adulto (a) y las larvas de esta plaga (b).



Figura 13: Salivazo (*Mahanarva andigena*) a) adulto b) larvas. Simón Bolívar-Pastaza

En la figura 14 se muestra como las plantas presentan color castaño-pardo y necrótico, dando un aspecto de “quemazón” del follaje coincidiendo con Mendoza (2004), sin embargo se observa como en la variedad POJ 27-14 a pesar de manifestar una tendencia a la mayor infestación es la variedad que menor

síntomas visuales presentó. Infiriéndose que la variedad POJ 27-14 presenta una mayor resistencia a la presencia de esta plaga.

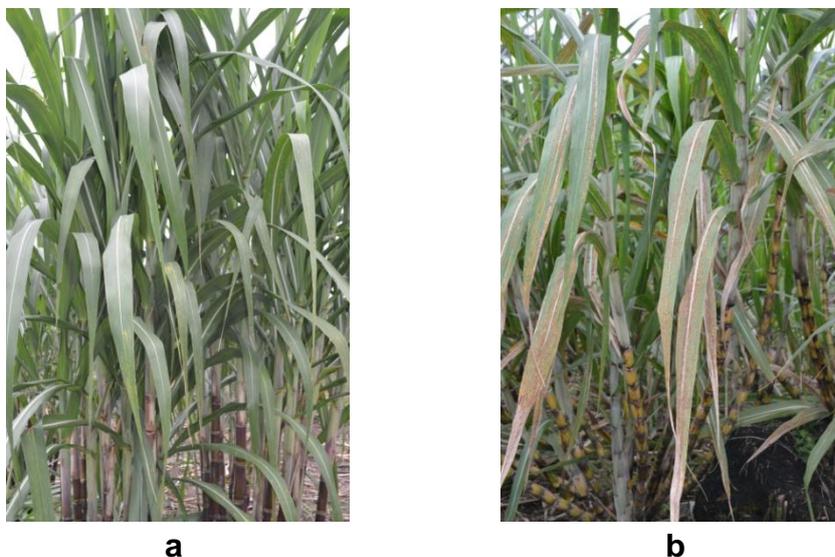


Figura 14: Daños causados por salivazo a) variedad POJ 27-14 b) variedad POJ 93. Simón Bolívar-Pastaza

4.11 Grados Brix

Patiño (2011), da un reporte Grados Brix en la variedad Cristalina con una media de 14,20 Grados Brix superior y con una media de 17,68 Grados Brix inferior, a la edad de la cosecha, estos valores son similares a los de nuestra investigación, en donde se obtiene en la tabla 11.

Tabla 11: Grados Brix en caña de azúcar. Simón Bolívar-Pastaza

Variedades	Dic-27	
	Grados Brix	DES
POJ 27-14	15,0	X
Cristalina	14,7	X
POJ 93	14,3	X
Abono		
Pollinaza	15,9	X
Bagazo	14,3	X
Testigo	13,8	X

DES – Diferencia Estadística (*Tuckey* $p < 0,05$).

Se nota claramente que no hay diferencia estadística entre las variedades; sin embargo, para el factor abono hay diferencia estadística significativa entre la pollinaza, el bagazo y testigo, siendo el valor de la pollinaza mayor, pero el bagazo y el testigo no se diferencian, para Tuckey al 95% de confianza.

4.12 Rendimiento agrícola

En las figuras 15, 16 y anexo 13, se describen los rendimientos promedio en t/ha de las variedades POJ 27-14, Cristalina y la POJ 93. Observándose que la POJ 27-14 es estadísticamente superior a las otras dos variedades, seguido de la variedad Cristalina, no existiendo diferencias estadísticas entre la Cristalina y la POJ 93.

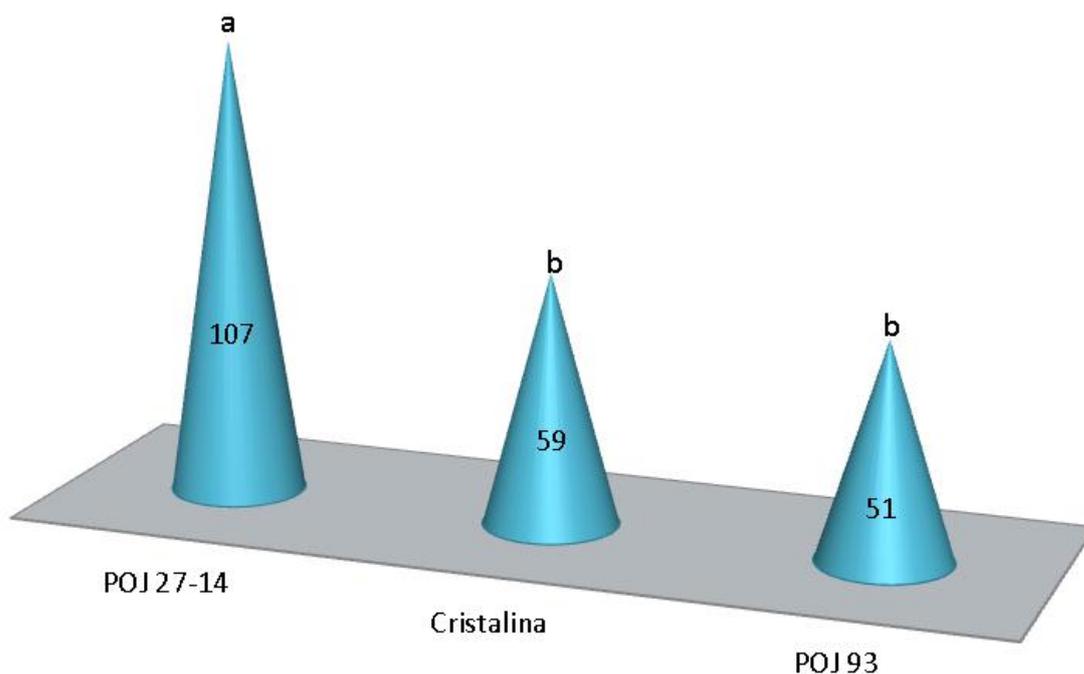


Figura 15: Rendimiento en t/ha para el factor Variedades. *Simón Bolívar-Pastaza*

En el factor abono la pollinaza es estadísticamente significativa al bagazo y testigo, sin embargo el bagazo y el testigo no se diferencian estadísticamente,

pero el bagazo es superior en producción al testigo, para un rango de significancia de Tuckey ($p < 0,05$).

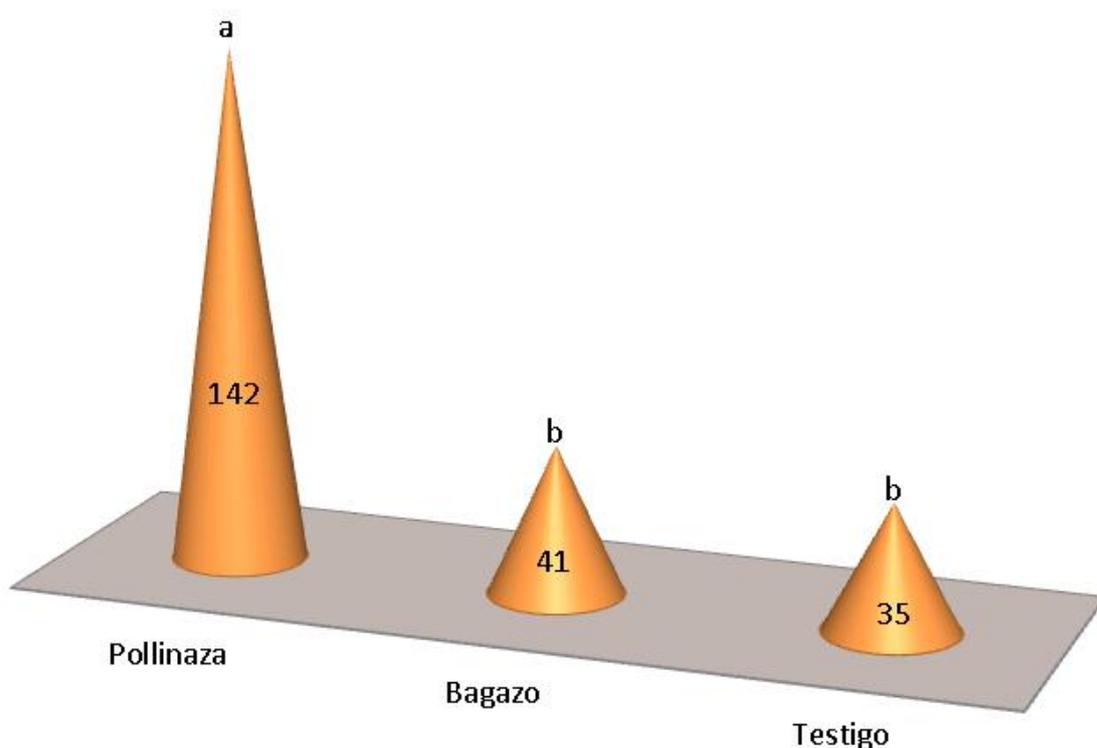
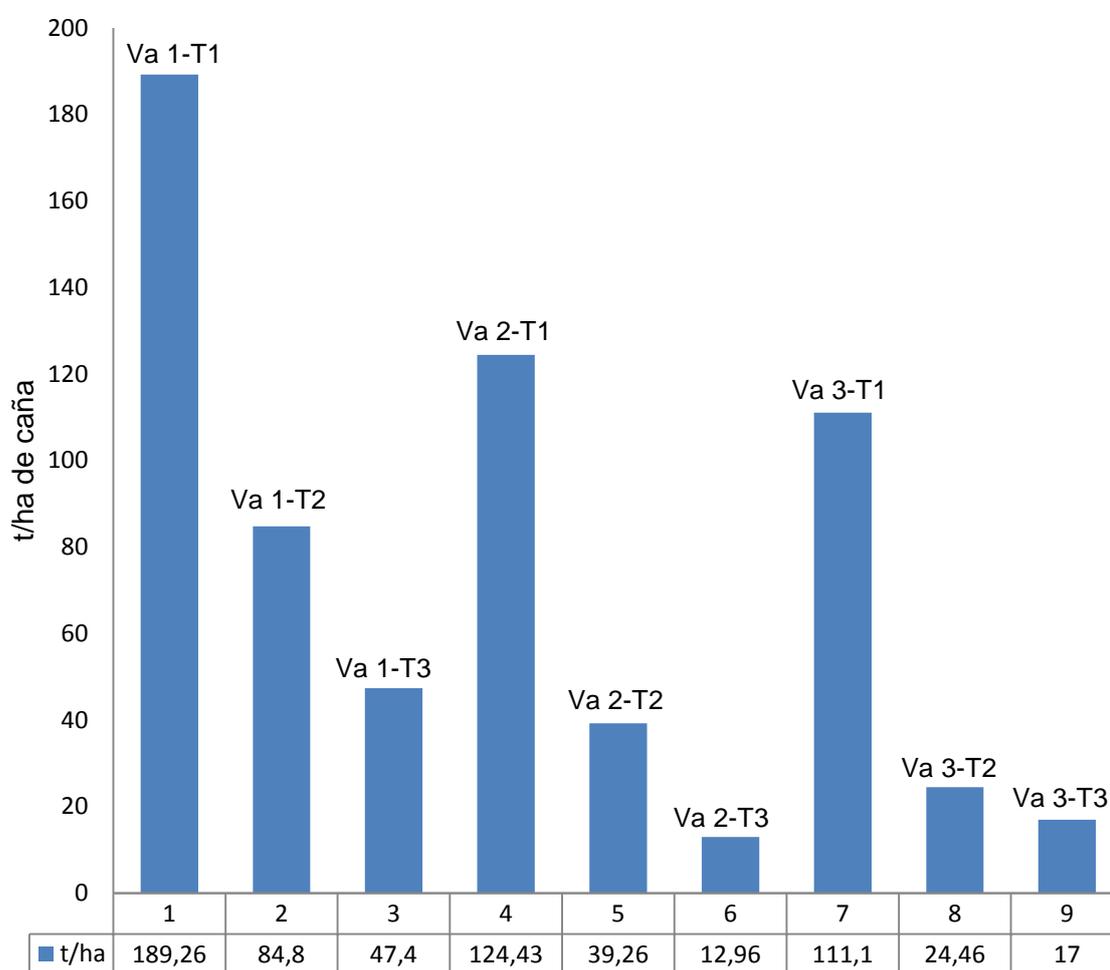


Figura 16: Rendimiento en t/ha para el factor abono. Simón Bolívar-Pastaza

Patiño (2011) en la variedad Cristalina obtuvo un rendimiento agrícola con una media de 78,35 t/ha. En la provincia de Morona Santiago, siendo este valor superior al de 59 t/ha de nuestra investigación, por otro lado, la variedad POJ 27-14 con un promedio de 107 t/ha es superior a los resultados obtenidos por García (2006) en la variedad POJ 28-78 con 88,4 t/ha de rendimiento, también fueron superiores los resultados de la variedad POJ 93 con rendimiento de 51 t/ha a los reportados por la ASOCAP (2012), quienes plantean, que en los últimos años el rendimiento de la variedad POJ 93 en la provincia de Pastaza ha decaído hasta las 40 t/ha.

En la figura 17 se observan las medias de los rendimientos en t/ha de las interacciones entre variedad y abono. Observándose que en las tres variedades el abono pollinaza mostró los mayores rendimientos. Destacándose la respuesta de la variedad POJ 27-14 con un rendimiento de 189,25 t/ha, seguido de la variedad Cristalina con rendimiento de 124,43 t/ha y por último la POJ 93 con rendimiento de 111,1 t/ha. Rendimientos que se encuentran muy por encima de los reportados por Patiño (2011) y ASOCAP (2012).



Va1 – variedad POJ 27-14 Va2 – variedad Cristalina Va3 – variedad POJ 93

Figura 17: Respuesta de la variedad al abono, expresado en t/ha. Simón Bolívar-Pastaza

4.13 Análisis económico

En la tabla 12 se observan los costos para la plantación de un área experimental de 810 m².

Tabla 12: Costos para el área experimental. Simón Bolívar-Pastaza

COSTOS DEL EXPERIMENTO				
DETALLE	Unidad	Cant.	Valor Unitario	Valor Total (\$)
1.- COSTOS DE MANO DE OBRA				
Limpieza de terreno	Jornal	2	15	30
Trazado y ahoyado	Jornal	3	15	45
Aplicación de abono	Jornal	1	15	15
Siembra	Jornal	1	15	15
Resiembra	Jornal	1	15	15
Control de malezas	Jornal	4	15	60
Despaje	Jornal	3	15	45
SUBTOTAL 1				225
2.- INSUMOS Y SERVICIOS				
Semilla	Estacas	450,0	0,2500	113
Abono de bagazo	kg.	97,8	0,0326	3,18
Pollinaza	kg.	97,8	0,0435	4,25
Análisis de suelo		1,0	25,0000	25
Herbicida	l	1,0	7	7
Transporte de insumo	Flete	2,0	20	40
Otros				30
SUBTOTAL 2				222,43
TOTAL				(\$) 447,43

Teniendo en cuenta la distancia de plantación usada en el experimento (1,50 m x 1 m), se podría estimar para una hectárea la densidad de población de 6667 plantones; con los promedios de tallos por plantón para cada uno de los abonos utilizados y los precios actuales del mercado local, tanto para la caña de fruta como para caña destinada a la producción de panela, se muestra el siguiente balance económico:

Tabla 13: Balance económico

	Experimento Pollinaza	Experimento Bagazo	Ingresos Experimento Pollinaza	Ingresos Experimento Bagazo
Tallos/plantón	15	10		
Tallos/ha	100005	66670		
Tallos para Fruta/plantón	7	3		
Tallos para Fruta/ha	46669	20001		
0,60 \$/Tallo			28001,40	12000,60
Tallos para Panela/plantón	8	7		
Tallos para Panela/ha	53336	46669		
m ³	133,3	116,7		
25 \$/m ³			3332,50	2917,50
Ingreso Total (\$/ha)			31333,90	14918,10
Costo producción (\$/Experimento)	142,68	141,61		
Costo producción (\$/ha)	13211,11	13112,04		
Ingreso Neto (\$/ha)			18122,79	1806

Como se observa en la tabla 13 el uso del abono pollinaza proporcionaría ingresos netos por un monto de 18122,79 USD/ha, superiores a los obtenidos con el uso del bagazo que fueron de 1806 USD/ha.

Teniendo en cuenta los precios por tonelada de caña para la producción de azúcar, reportados por el BCE (2014), de 22 a 31,52 USD/t y los rendimientos obtenidos en el experimento pudiera inferirse que los ingresos totales, si esta

caña se destina a la producción de azúcar se comportarían de la siguiente manera:

Tabla 14: Ingresos percibidos por la comercialización de cada variedad

	Variedades			
	Precio USD/t	POJ 27-14	Cristalina	POJ 93
Rendimiento con Pollinaza (t/ha)		189	124	111
Ingresos totales (USD/ha)	22,00	4158	2728	2442
	31,52	5957	3908	3499
Rendimiento con Bagazo (t/ha)		85	39	24
Ingresos totales (USD/ha)	22,00	1870	858	528
	31,52	2679	1229	756

Según reportes del BCE (2014) en la zafra de 2013, de caña destinada a la producción de azúcar, los ingresos totales estuvieron entre 1936 USD/ha y 4678 USD/ha, al comparar los resultados del experimento con estos reportes del BCE observamos que los ingresos totales derivados del uso de la pollinaza en las tres variedades se encuentran en el rango, incluso con ingresos superiores para la variedad POJ 27-14 (5957 USD/ha), no ocurriendo así en el uso del bagazo donde un solo ingreso estuvo acorde con el reportado por la anterior fuente y fue de 2679 USD/ha para la variedad POJ 27-14 (tabla 14).

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con el uso de abonos orgánicos podemos concluir que la pollinaza mostró los mejores resultados en todos los indicadores evaluados en las tres variedades estudiadas.
- En la respuesta de las variedades a los tipos de abonos, se obtuvo diferencias significativas en el uso de la pollinaza sobre bagazo y testigo, mostrando los mayores rendimientos la variedad POJ 27-14 con 189,26 t/ha, superior a lo obtenido en la variedad Cristalina y POJ 93 con 124,43 y 111,1 t/ha respectivamente
- La variedad con mejores características morfofisiológicas fue la POJ 27-14, para las condiciones en que se desarrolló la investigación.
- La variedad POJ 27-14, con 107 t/ha de rendimiento, fue superior y estadísticamente diferente a las variedades Cristalina y POJ 93, las cuales tuvieron rendimientos de 59 y 51 t/ha respectivamente.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar otros estudios fisiológicos relacionados con la dominancia apical y el enraizamiento a estas tres variedades, para reforzar la actual investigación.
- Realizar investigaciones sobre el rendimiento panelero de las variedades estudiadas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta P. (1992). La caña de azúcar: una biomasa efectiva para disminuir las emisiones netas de CO₂. IPCC/AFOS Canberra Workshop. Australia, p1-12
2. Amaya Estévez, A.; Cock, J. H.; Hernández, A.; Irvine, J. Biología En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 1995.
3. Andrade, A., (2009), Estudio y aplicación de la caña de azúcar en la gastronomía de la provincia de Pastaza. Tesis de grado previo a la obtención del título de licenciado en administración gastronómica, Quito.
4. ASOCAP. (2012). Fortalecimiento del circuito del buen alimento mediante el fomento productivo, agroindustrialización y acopio en la cadena de la caña de azúcar de la provincia de Pastaza. Instituto Nacional de Economía y Solidaria. Puyo: s/e.
5. Baca, P. (Julio de 2008). Fortalecimiento del cultivo de caña de azúcar y panela en el cantón Pastaza. Puyo, Pastaza, Ecuador: s/e.
6. Banco Central del Ecuador. (2014). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario. Publicación Técnica N° 86, IV. ISSN 1390 – 0579.
7. Benites, Lozano, Torres, (2014). Recolección, manejo y transformación de la pollinaza en abono orgánico en el cantón Durán. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.
8. Brito, E., E. Romero, S. Casen, L. Alonso y P. Digonzelli. 2007. Método no destructivo de estimación del área foliar por tallo en la variedad LCP 85-384 de caña de azúcar. Rev. ind. agríc. Tucumán v.84 n.2 Las Talitas 2007.

9. Buenaño, D. (2009). Tesis de grado "Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial de la caña de azúcar [*sacharum* spp.] cultivar limeña en suelos del orden inceptisoles de pastaza".
10. Chaila, S.; Sobrero, M.T.; Diaz, L.P.; Nasif, A.M.M.; Arévalo, R.A. y Ginel, I. (2010). XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Memorias. Pp 2460 – 2464.
11. Chaves M. Nutrición y Fertilización de la caña de azúcar Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la caña de azúcar (DIECA-LAICA), XI Congreso Nacional Agronómico/ III Congreso Nacional de Suelos. 1999.
12. De la Cruz W. & Cajilima A. (2012). Control biológico del salivazo (*Mahanarva* andígena) con *Metarhizium* sp.(Fungi: Ascomycota: Clavicipitaceae). Revista Amazónica ciencia y tecnología. Universidad Estatal Amazonica Vol. 1 p. 19
13. De la Cruz W. (2003). El salivazo (*Mahanarva* andígena) de la caña de azúcar y como combatirlo. Disponible en el Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria .Puyo, Pastaza-Ecuador.
14. De Oliveira, R. A.; E. Daros; J. L. Camargo Zambon; H. Weber; O. Teruyo Ido; J. C. Bessalho-Filho; K. C. Zuffellato-Ribas e D. K. Tramujas da Silva. 2007. Área foliar em três cultivares de cana de açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. *Pesq. Agropec. Trop.* 37 (2): 71-76.
15. Del Toro, F. y Col. Botánica de la Caña de Azúcar. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. 1980.
16. Elings, A. 2000. Estimation of leaf area in tropical maize. *Agron.J.* 92: 436-444.
17. FEDEPANELA (s. f.) Recomendaciones para el adecuado manejo ambiental y sanitario de un trapiche panelero. Bogotá.

18. García B., H. 2006. Programa de procesos agroindustriales. Corpoica. Centro de Investigación Tibaitatá. Mosquera, Cundinamarca.
19. García, R. Y., (2012), Selección de cultivares de caña de azúcar en la etapa intermedia del año 2005 en la provincia Ciego de Avila. Tesis en opción del título académico de ingeniero agrónomo, Universidad de Ciego de Avila. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
20. Gonzáles, R. M., Almeida, R., Jorge H., Jorge. Principales variedades de caña de azúcar empleados en Cuba con fines comerciales en los últimos 40 años. 40 Aniversarios de la creación del INICA: CD ISBN-959-246-122-8. 2004.
21. Hartmann, H. T, Kesler, D. E and Davies Jr. F. T. 1990. Plant propagation; principles and practices. 5th ed. New Jersey, p. 256. Prentice Hall.
22. Humbert, R. P. (1963): The growing of Sugar Cane. Elsevierpublishing Co. Ámsterdam.
23. Irvine, JE. Photosynthesis and Stomatal Behavior in Sugarcane Leaves as Affected by Light Intensity and Low Air Flow Rates. U.S. Sugarcane Field Station, Crops Research División, Agricultural Research Service, United States Department of Agricultura, Box 470, Houma, Louisiana, 70360, USA. 1970.
24. MAGAP, MIES. Fortalecimiento del cultivo de caña de azúcar y panela en la Provincia de Pastaza. Ecuador. 2009
25. Martín, J.R.; Gálvez, R. de Armas; R. Espinoza; R. Viera, A. León: La Caña de Azúcar en Cuba, Ed. Científico-Técnico. La Habana, 1987.
26. Mendoza, J.; Mejía, K.; Gualle, D. 2004. El salivazo de la caña de azúcar, mahanarva andigena. El Triunfo, Ecuador. CINCAE, Publicación Técnica N° 4.
27. Moore, P. H. y A. Maretzki. Sugar cane. En: Zamski E.; A. A. Schaffer Photo assimilate distribution in plants and crops. 27: pp. 643-665. 1999.

28. OAS. Climatología.
29. Osorio, G., 2007, "Manual técnico: Buenas Prácticas agrícolas –BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura –BPM- en la producción de caña de Panela", 1ra edición, CTP Print Ltda., Medellín, Colombia.
30. Patiño, A. (2011) "evaluación del rendimiento agroproductivo e industrial de 3 variedades certificadas de caña de azúcar (*saccharum officinarum*) de origen cubano (c 1051-73, c 8751, c 132-81), frente al testigo variedad Cristalina, en la etapa de cosecha, en el cantón huamboya, provincia de Morona Santiago".
31. Peña, M. 1997. Propagación In vitro de la caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. Honduras, Zamorano. 39 p.
32. Pereira. Variabilidade espacial das propriedades físicas e químicas do solo em áreas intensamente cultivadas Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.10(2):294–305. 2006.
33. Pérez G. Clasificación Taxonómica, características anatómicas y morfológicas de la Caña de Azúcar, Fisiología del crecimiento y desarrollo, Disponible en documentos de sistemas de cultivos agroecológicos red la Universidad Estatal Amazónica. 2008 pag.1 -12.
34. Pérez G., L. Cabrera y G. Pumariega. Algunas consideraciones sobre la base genética de los híbridos comerciales cubanos. 1993.
35. PLANASULCAR. Nutrição e adubação da cana de açúcar no Brasil. Colección Planalsucar no. 2. 369. 1983.
36. Romero, Eduardo R., Scandaliaris, Jorge, Tonatto, Javier et al. Efectos de los principales factores de manejo de la plantación en la emergencia de caña planta en Tucumán, Argentina. Rev. Ind. Agrie. Tucumán, 2006.

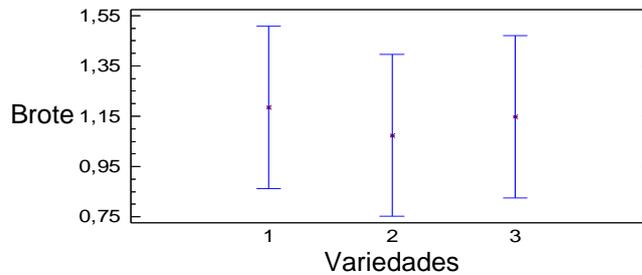
37. Salas E. y Ramírez C. 2001. Bioensayo microbiano para estimar los nutrientes disponibles en los abonos orgánicos: Calibración en el campo. *Agronomía Costarricense*. 25 (1): p. 11-23
38. SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje). 1985. Producción y recomendaciones tecnológicas para el cultivo de la caña en el departamento del Guaviare, Colombia, pp 2-3.
39. SENER/BID/GTZ (2006). Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiésel para el Transporte en México.
40. Suquilanda, M. 2004. Producción Orgánica de Caña Panelera. Cooperativa de producción de panela. El Paraíso, EC. CRIC- FILERAS.
41. Valle, S. 2014. Comunicación personal.
42. Van Dillewijn: Botánica de la caña de azúcar. Op. cit. (1978).
43. Vázquez, E y Torres, S. 2001. Fisiología vegetal. Editorial Félix Varela. Cuba. Tomo I y II.
44. Xavier y Vettorazzi, Índice de área foliar de coberturas de solo en urna microbacia hidrográfica subtropical. *Sci. agríc. Tucumán*. 2003

7. ANEXOS

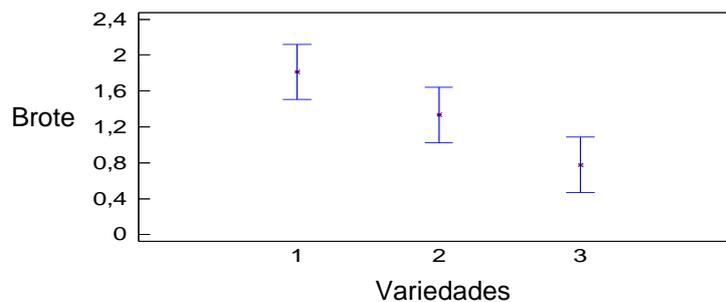
Anexo 1: Análisis de suelo del lugar del experimento.

ANALISIS	Unidad	Valor	Nivel	INTERPRETACION	
suelo:agua 1:2,5		4,98	Ac	M Ac	Muy Acido
C.E. extracto suelo:agua 1:2.5	us/cm	34,97	NS	Ac	Acido
Textura	Clase	Franco		Me Ac	Medianamente Acido
Arena	%	44		L Ac	Ligeramente Acido
Limo	%	28		P N	Practicamente Neutro
Arcilla	%	28		L AL	Ligeramente Alcalino
M.O.	%	42,1	A	Me AL	Medianamente Alcalino
N-TOTAL	%	2,1	A	AL	Alcalino
P	ppm	8,2	B	N	Neutro
K	meq/100 g	0,1	B	B	Bajo
Ca	meq/100 g	1,8	M	M	Medio
Mg	meq/100 g	1,6	A	A	Alto
Cu	ppm	18,0	A	T	Toxico
Fe	ppm	828,4	A	NS	No Salino
Mn	ppm	10,8	M	L S	Ligeramente Salino
Zn	ppm	1,8	B	S	Salino
Ca/Mg	meq/100 g	1,2	B	M S	Muy Salino
Mg/K	meq/100 g	13,5	O	O	Optimo
Ca+Mg/K	meq/100 g	29,1	A		

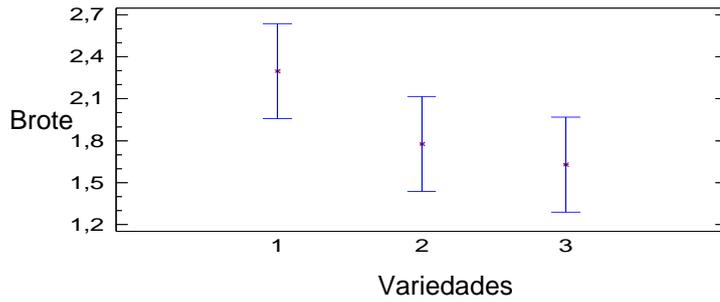
Anexo 2: Número de brotes por planta.



a) Valores medios de Brotes en caña de azúcar, a los 35 días de plantación (Tuckey $p < 0,05$).

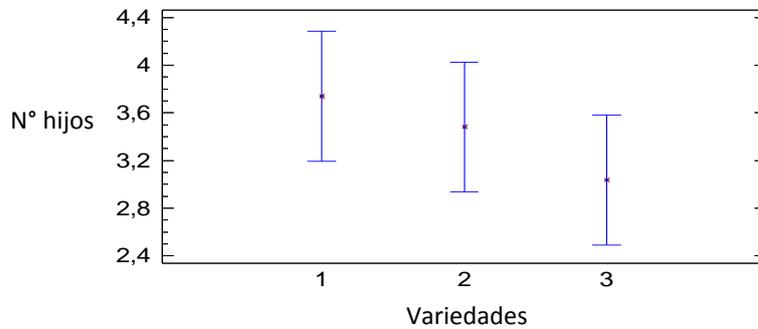


b) Valores medios de Brotes en caña de azúcar, a los 42 días de la plantación. (Tuckey $p < 0,05$).

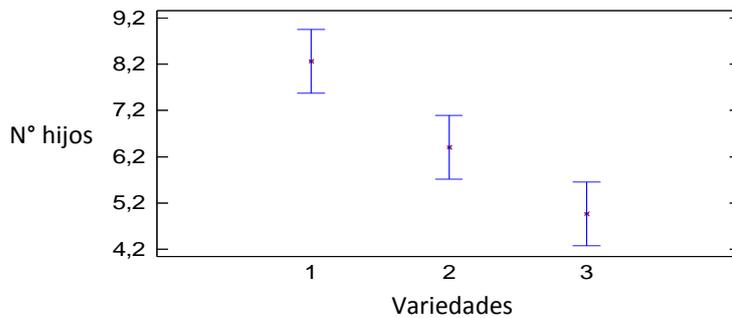


a) Valores medios de Brotes en caña de azúcar, a los 51 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

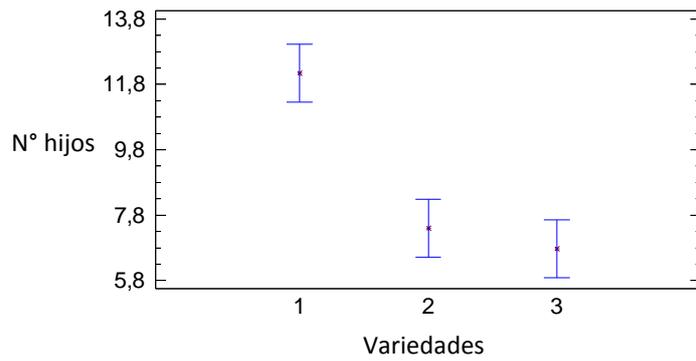
Anexo 3: Ahijamiento del plantón de caña de azúcar.



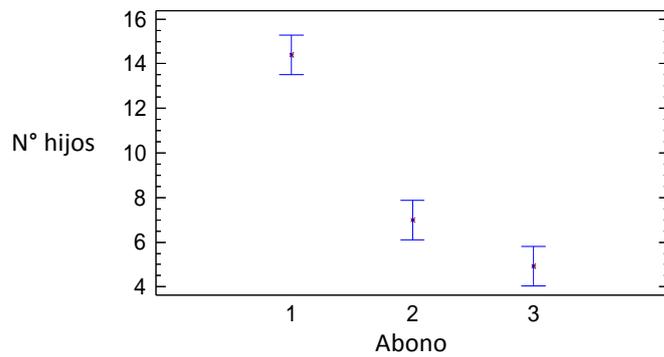
a) Valores medios de ahijamiento en caña de azúcar, a los 84 días de la plantación, (Tuckey $p < 0,05$).



b) Valores medios de ahijamiento en caña de azúcar a los 114 días de la plantación, (Tuckey $p < 0,05$).

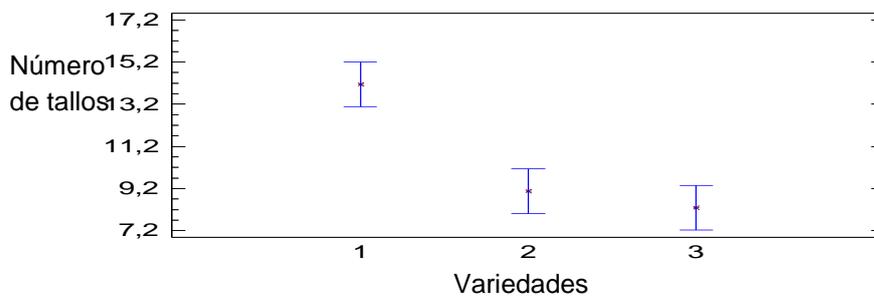


c) Valores medios de ahijamiento en caña de azúcar a los 145 días de la plantación, (Tuckey $p < 0,05$).

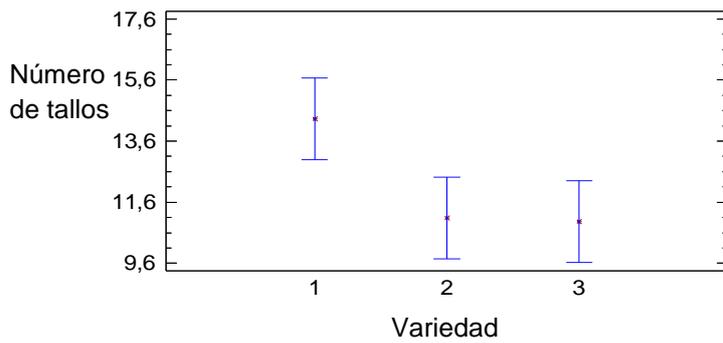


d) Valores medios de ahijamiento en caña de azúcar a los 145 días de la plantación, (Tuckey $p < 0,05$).

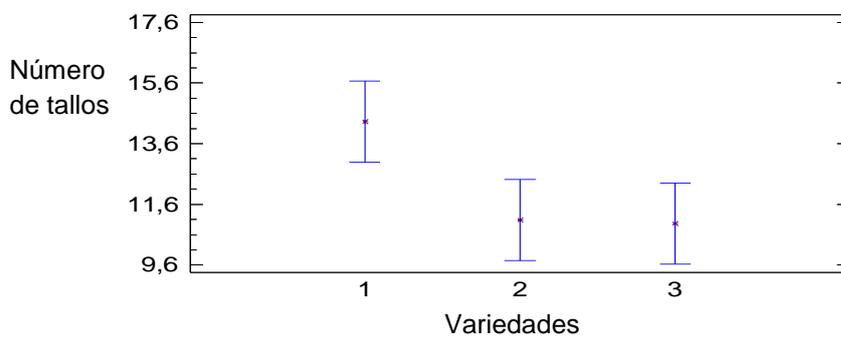
Anexo 4: Número de tallos en caña de azúcar.



a) Valores medios de tallos en caña de azúcar, a los 180 días de la plantación, (Tuckey $p < 0,05$).

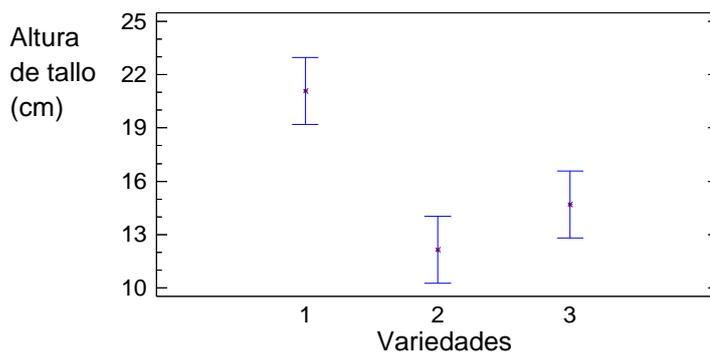


b) Valores medios de tallos en caña de azúcar a los 240 días de la plantación, (Tuckey $p < 0,05$).

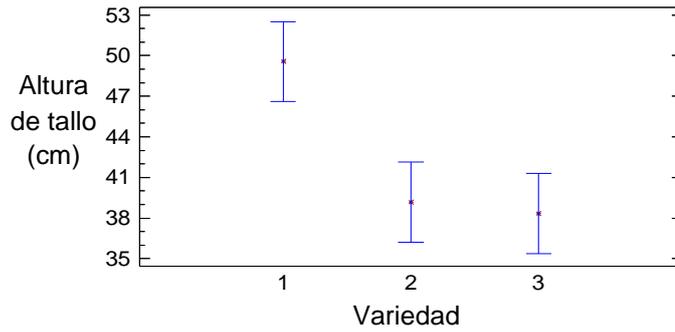


c) Valores medios de Tallos en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación, (Tuckey $p < 0,05$).

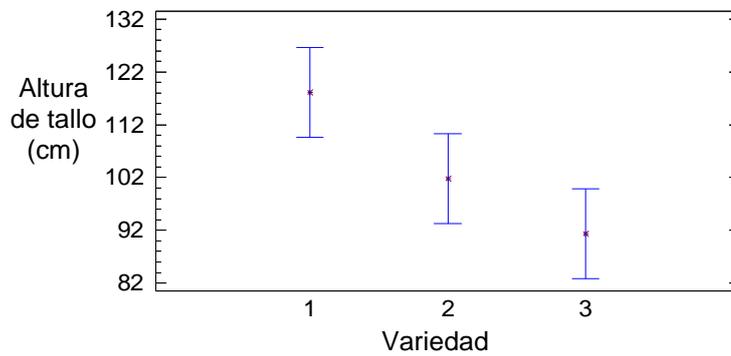
Anexo 5: Altura de tallo.



a) Valores medios de Altura de tallos en caña de azúcar, a los 84 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

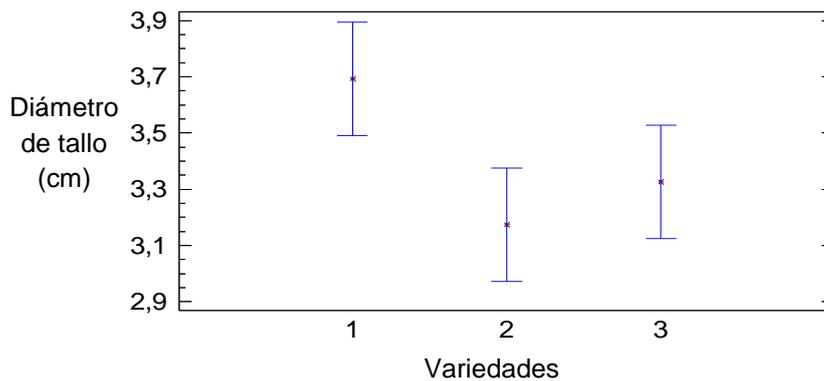


b) Valores medios de Altura de tallos en caña de azúcar, a los 180 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).



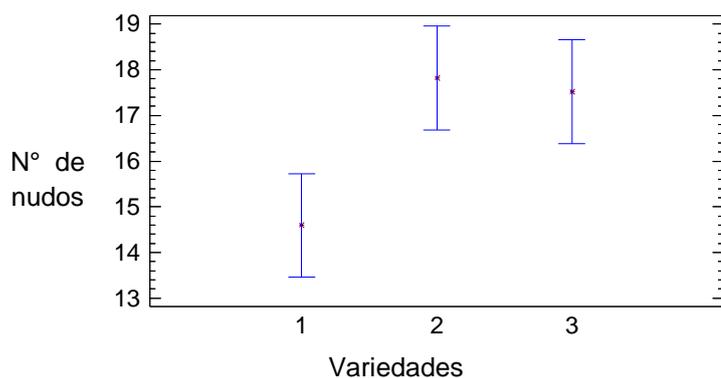
c) Valores medios de Altura de tallos en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

Anexo 6: Diámetro de tallos en caña de azúcar.

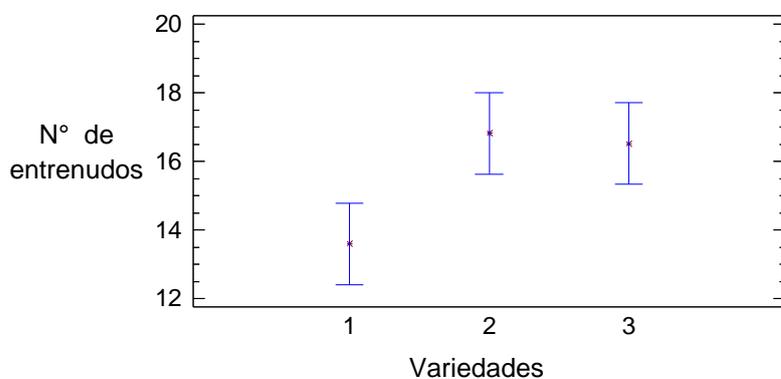


a) Valores medios de Diámetro de tallos en caña de azúcar a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

Anexo 7: Nudos y entrenudos por tallo en caña de azúcar

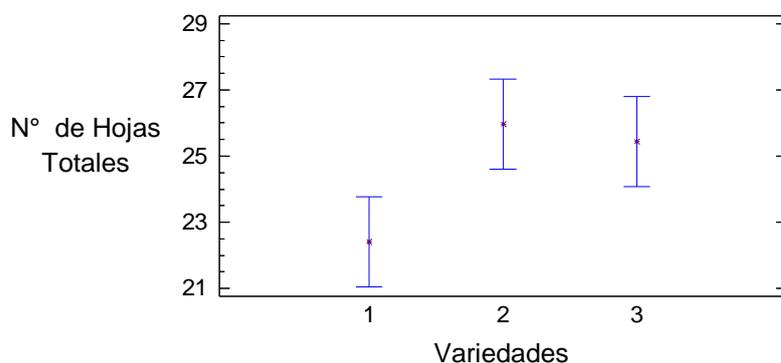


a) Valores medios de nudos por tallo en caña de azúcar a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

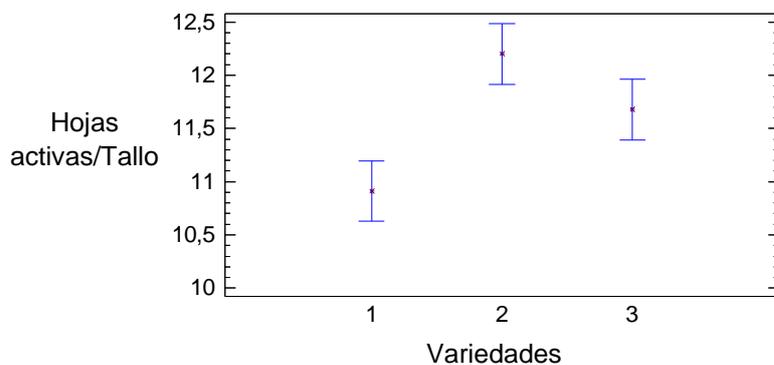


b) Valores medios de entrenudos por tallo en caña de azúcar, 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

Anexo 8: Hojas totales y hojas activas en caña de azúcar.



a) Valores medios de número de hojas totales en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).



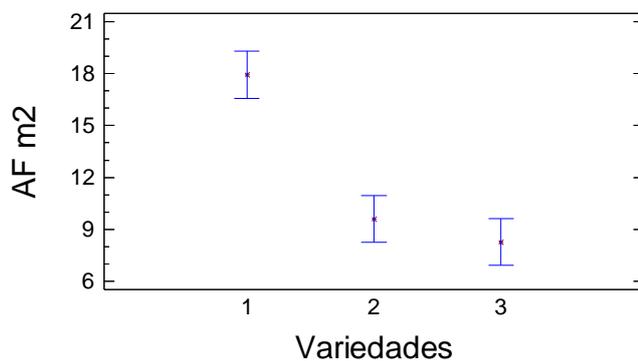
b) Valores medios de número de hojas activas por tallo en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

Anexo 9: Área foliar en caña de azúcar.

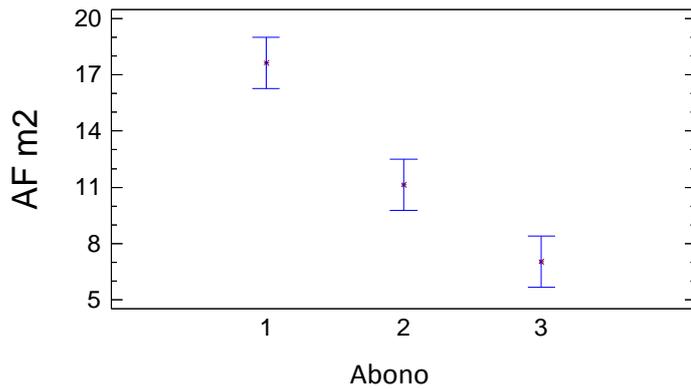
a) Valores de medias del área foliar. *Simón Bolívar-Pastaza*.

Variedades	270 días	
	Área foliar (m ²)	DES
POJ 27-14	17,9	X
Cristalina	9,6	X
POJ 93	8,3	X
Abono		
Pollinaza	17,6	X
Bagazo	11,1	X
Testigo	7,0	X

DES – Diferencia Estadística (Tuckey $p < 0,05$).

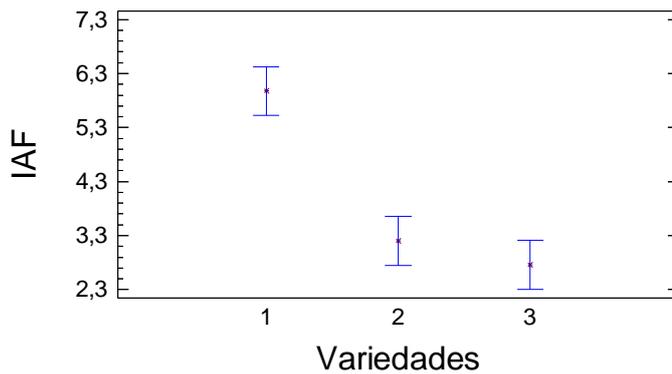


b) Valores medios de área foliar en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

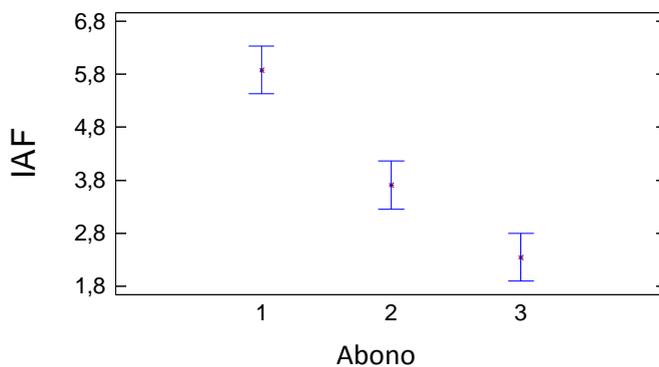


c) Valores medios del área foliar en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

Anexo 10: Índice de área foliar.

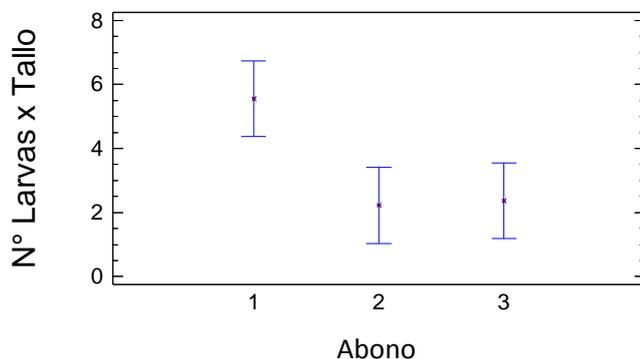


a) Valores medios del índice de área foliar en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

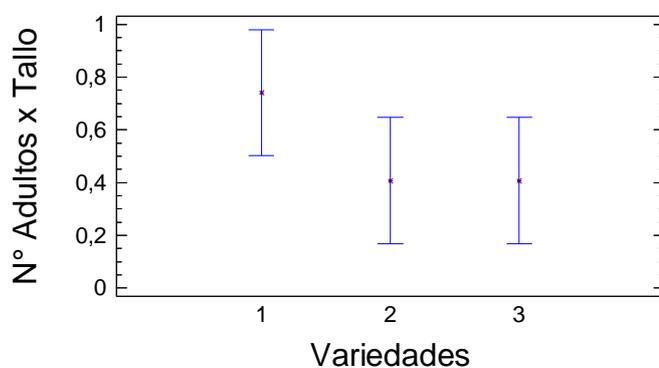


b) Valores medios del índice de área foliar en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

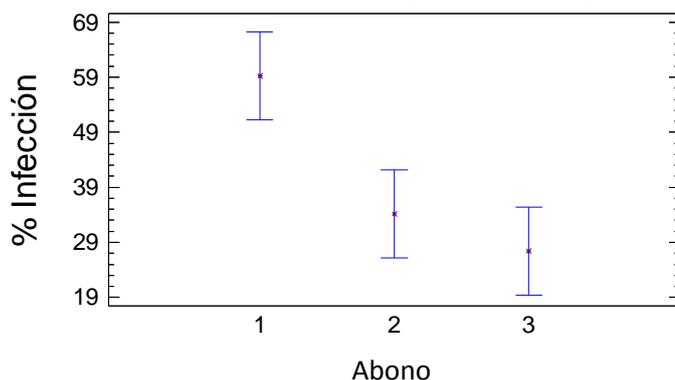
Anexo 11: Plantas afectadas con salivazo y porcentaje de infección.



a) Valores medios del número de larvas por tallo de salivazo en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

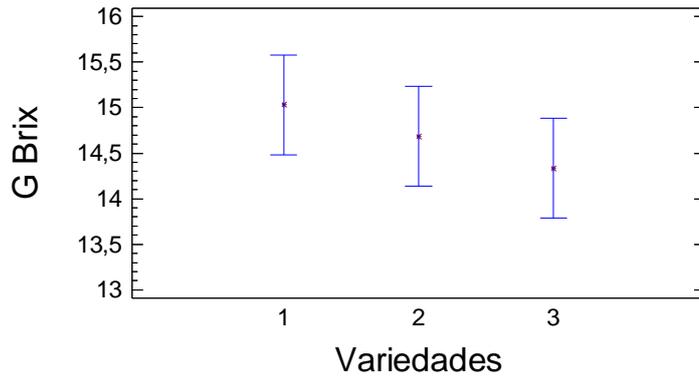


b) Valores medios número de salivazos adultos por tallo en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

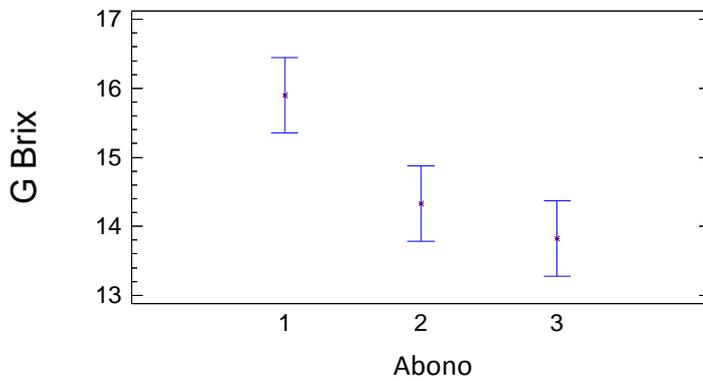


c) Porcentaje de infección de salivazos en caña de azúcar, a los 270 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).

Anexo 12: Grados brix en caña de azúcar

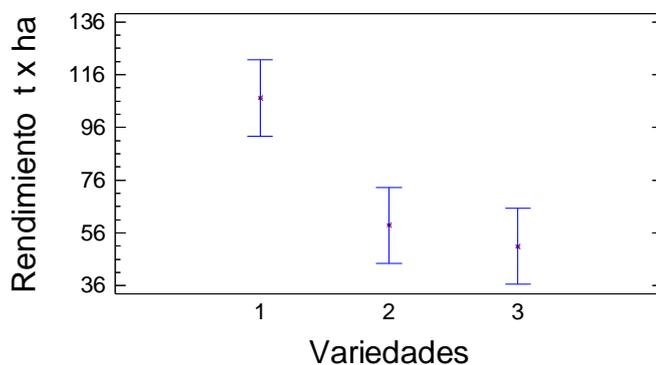


a) Valores medios de grados brix en caña de azúcar, a los 300 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$)



b) Valores medios de grados brix en caña de azúcar, a los 300 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$)

Anexo 13: Rendimiento en t/ha de caña de azúcar



Valores medios del rendimiento, t/ha en caña de azúcar, a los 300 días de la plantación (Tuckey $p < 0,05$).