



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA
TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN COMPLEXIVO

TEMA: AUMENTO DE LA CALIDAD AGROINDUSTRIAL

**Autores: CHONILLO ALMEIDA JARRY ROBINSON
RUIZ LARRAGA MARIBEL GUADALUPE**

Acompañante: Ms. C. REYES BACARDI ARISTIDES

**MILAGRO, SEPTIEMBRE DEL 2017
ECUADOR**

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Nosotros, CHONILLO ALMEIDA JARRY ROBINSON y RUIZ LARRAGA MARIBEL GUADALUPE en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación - Examen Complexivo, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de nuestro Título de Grado, como aporte a la Temática "Gestión de la calidad" del Grupo de Investigación Desarrollo y Administración de la Producción de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social De Los Conocimientos, Creatividad E Innovación, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizamos a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaran que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 11 días del mes de septiembre del 2017

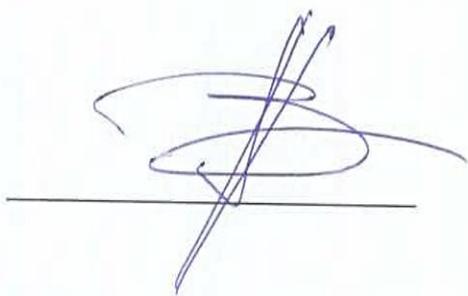
CHONILLO ALMEIDA JARRY ROBINSON
CI: 0929360485

RUIZ LARRAGA MARIBEL GUADALUPE
CI: 1803586781

APROBACIÓN DEL ACOMPAÑANTE DE LA PROPUESTA PRÁCTICA

Yo, Arístides Reyes Bacardí en mi calidad de acompañante de la propuesta práctica del Examen Complexivo, modalidad presencial, elaborado por los estudiantes Chonillo Almeida Jarry Robinson, Ruiz Lárraga Maribel Guadalupe cuyo tema es: Aumento de la Calidad Agroindustrial, que aporta a la Línea de Investigación Gestión de la calidad previo a la obtención del Grado de Ingeniero Industrial; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen Complexivo de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 12 días del mes de septiembre de 2017.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, positioned above a solid horizontal line.

Ms.C. Arístides Reyes Bacardí

ACOMPAÑANTE

CI: 0956636336

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Aristides Reyes Baez de, Mijael Francisco,
Giron Guerrero, Gerardo Sifredo y Gerardo
Domínguez

Luego de realizar la revisión de la propuesta práctica del Examen Complexivo, previo a la obtención del título (o grado académico) de _____ presentado por el (la) señor (a/ita) _____

Con el título:

Aumento de la calidad agroindustrial

Otorga al presente la propuesta práctica del Examen Complexivo, las siguientes calificaciones:

MEMORIA CIENTÍFICA	[15]
DEFENSA ORAL	[5]
TOTAL	[100]
EQUIVALENTE	[50]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: 25 de 09 del 2017.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	<u>Aristides Reyes</u>	<u>[Firma]</u>
Vocal 1	<u>Mijael Giron</u>	<u>[Firma]</u>
Vocal 2	<u>Gerardo Sifredo</u>	<u>[Firma]</u>

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni decaer en el intento.

Chonillo Almeida Jarry Rbinson

A Dios, y a mi madre; DIOS por todas sus bendiciones derramadas en mí, a mi madre por guiarme por el buen camino, gracias a ella soy quien soy, con su apoyo incondicional salí adelante y logre cumplir una meta más en mi vida.

Ruiz Lárraga Maribel Guadalupe

AGRADECIMIENTO

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, y saberme escuchar en los momentos difíciles, por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. Gracias también a mis queridos compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante estos años de convivir dentro del salón de clase.

Chonillo Almeida Jarry Robinson

A Dios, por la bendición de la vida y la oportunidad de superarme y cumplir mi meta.
A mi madre por darme la vida y ser un pilar fundamental en cada etapa de mi vida.
A mis hermanos por su apoyo moral y económico, en especial a mi hermana Mónica Ruiz por estar conmigo desde un inicio hasta el final apoyándome en las buenas y en las malas.
A mi novio por motivarme cada día para no rendirme ni dejarme vencer por más obstáculos que se presenten en el camino.
Al Ing. Arístides Reyes, por sus conocimientos y buenos consejos impartidos incondicionalmente en la revisión y corrección del actual Proyecto Práctico.

Ruiz Lárraga Maribel Guadalupe

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL ACOMPAÑANTE DE LA PROPUESTA PRÁCTICA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	9
MARCO TEÓRICO	12
DESARROLLO	16
CONCLUSIONES	19
BIBLIOGRAFÍA	20

TEMA: “AUMENTO DE LA CALIDAD AGROINDUSTRIAL”.

RESUMEN

La presente Propuesta Práctica trata del aumento de la calidad del azúcar de caña. El potencial alimenticio y la actual generación de combustible a partir de la caña de azúcar han impulsado al crecimiento y perfeccionamiento de esta agroindustria. Los enfoques actuales de la producción agroindustrial del azúcar de caña han llevado al estudio de factores que influyen en la producción, en la productividad y en su calidad. Durante el estudio de dos decenas de artículos se ha llevado a cabo el análisis de los factores más referenciados que influyen en la calidad de la caña de azúcar y por tanto en la calidad del azúcar de caña producida de manera industrial. Se detectó que en lo referente al aumento de la calidad de la caña de azúcar es importante la fertilización del cultivo, mediante lo cual se obtiene un alto rendimiento de caña por hectárea, grandes cantidades de sacarosa en el jugo de caña y mejores estadígrafos referentes a los parámetros geométricos de la caña de azúcar. Entre los fertilizantes más estudiados en la bibliografía encontrada se tiene el nitrógeno y el azufre. El primero proporciona un fuerte macollaje, grandes producciones por el alto crecimiento de la planta.

Una fuerte influencia en los parámetros geométricos de la caña de azúcar lo tiene el fertilizante en base al potasio, el cual influye además en el largo del tallo entre nudos de la caña de azúcar. Todo esto permite obtener mayores producciones del jugo de la caña y por tanto es de esperar mayor producción de azúcar de caña con calidad mejorada. Se detectaron además artículos que presentan información sobre los resultados de experimentos realizados con fertilizantes compuestos, tales como los nutrientes de zinc y hierro, los cuales proporcionaron rendimientos sostenibles y con calidad.

La calidad de la caña de azúcar y del azúcar de caña es en definitiva el resultado de un complejo proceso físico químico durante el crecimiento del cultivo y de complejos procesos de control automatizados de la producción industrial.

PALABRAS CLAVE: calidad de la caña de azúcar, calidad del azúcar de caña, fertilización

TITTLE: “INCREASING THE QUALITY OF CANE SUGAR”

ABSTRACT

The present Practical Proposal addresses the increase in the quality of cane sugar. The food potential and the current generation of fuel from the sugar cane have promoted the growth and perfection of this agribusiness. Current approaches to sugar cane agro industrial production have led to the study of factors influencing production, productivity and quality.

During the study of two dozen articles has been carried out the analysis of the most referenced factors that influence the quality of sugar cane and therefore the quality of cane sugar industrially produced.

It was detected that in relation to the increase of the quality of the sugar cane it is important the fertilization of the crop, by which it obtains a high yield of cane per hectare, large quantities of sucrose in the cane juice and better statisticians referring to the sugar cane geometric parameters.

Among the fertilizers most studied in the bibliography found are nitrogen and sulfur. The first one provides a strong tillering, great productions by the high growth of the plant.

A strong influence on geometric parameters of sugarcane is the fertilizer based on potassium, which also influences the length of the stem between nodes of the sugar cane. All this allows obtaining greater productions of the cane juice and therefore it is expected higher cane sugar production, with improved quality. Additionally, articles were found that present information on the experiments results, with composite fertilizers, such as zinc and iron nutrients, which provided sustainable yields and quality. The quality of sugar cane and cane sugar is ultimately the result of a complex physical chemical process during the growth of the crop and automated complex control processes of industrial production.

KEYWORDS: quality of sugar cane, cane sugar quality, fertilization

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es uno de los cultivos que más bienestar ha aportado al ser humano. Es un alimento que proporciona energía y tiene subproductos que pueden ser empleados en la alimentación animal con la levadura de torula, en la creación de madera prensada, en la sustitución de los hidrocarburos con el bagazo de la caña y el etanol, y es apreciada por su calidad nutricional. Además este cultivo permite una amplia diversidad productiva, mundialmente reconocida y aprovechada con diversos fines tanto económicos como alimenticios. El etanol es una energía verde, renovable, económica y ecológicamente es mucho mejor que la gasolina.

El procesamiento de la caña de azúcar permite obtener un gran número de subproductos comercializables como son la panela, el aguardiente, las mieles, el combustible, etc. El producto principal que se obtiene de la caña es el azúcar, en sus diferentes tipos. Este producto debe de cumplir un número determinado de normas internacionales para que sea consumido por el ser humano. Estas normas garantizan la calidad del azúcar mejorando las condiciones de su cultivo y el proceso de producción del azúcar de caña lo que divide al proceso en dos fases. La primera fase, la fase del cultivo de la caña de azúcar, garantiza la calidad de la caña de azúcar (la materia prima), la segunda garantiza la calidad del grano de azúcar, por lo que la calidad del producto final (grano de azúcar) depende de ambas etapas.

La primera fase la vamos a considerar como la fase Agrícola, que incluye entre otras actividades la selección de la semilla adecuada para los minerales y humedad del suelo, la preparación de la tierra donde se va a sembrar la semilla, la siembra en los surcos ya preparados, la fertilización de la siembra, el proceso de aporcar la caña, el riego adecuado y sistemático de las plantaciones de caña y por último el tipo de corte de la caña de azúcar el cual puede ser mecanizado o manual. Este último generalmente se ejecuta en caña quemada. La quema de la caña, por otro lado, puede conllevar a una merma de la calidad del producto final. Las acciones antes mencionadas exigen el establecimiento de procedimientos normados los cuales garantizaran la calidad de la caña de azúcar.

La segunda fase se compone del procesamiento de la caña de azúcar. Este procesamiento comienza con el adecuado y oportuno traslado de la caña cortada, después de esto, ya en los ingenios se extrae el guarapo.

El fluido resultante se pasa por los evaporadores y se somete a diferentes procesos (clarificación, centrifugación, imbibición) hasta obtener los cristales de azúcar.

Para garantizar la calidad en la producción del azúcar de caña se requiere un alto grado de supervisión y control de los procesos químicos industriales así como también el cumplimiento de los procedimientos establecidos por las normas y buenas prácticas.

Por lo planteado anteriormente enfocado a nuestras dos variables de interés que son la calidad del azúcar de caña y el proceso de producción agroindustrial esta Propuesta Práctica se encamina primero a referenciar la bibliografía encontrada que relaciona las dos variables de interés y segundo a poner de manifiesto las relaciones encontradas entre dichas variables.

MARCO TEÓRICO

Se referencian un conjunto de artículos publicados que hacen alusión a los aspectos tenidos en cuenta en diferentes países donde, históricamente, se ha desarrollado el cultivo de la caña de azúcar y la producción del azúcar de caña con resultados favorables desde los puntos de vista de la calidad de la caña de azúcar, de los suelos y del producto final, azúcar de caña, y económico. Se destacan un número de actividades que se realizan en esos países a partir de investigaciones llevadas a cabo durante algunos años y en varios tipos de tierra. Brevemente se exponen los resúmenes que hemos hecho a partir de la lectura de los mismos. En algunos de ellos se ofrecen datos que permiten verificar sus resultados. En otros se proporcionan indicaciones de las actividades y los procedimientos realizados durante la investigación para obtener uno u otro resultado de mejora en la calidad de la caña de azúcar o en el azúcar de caña.

(Suribós 1995), expresa que la especie *Saccharum officinarum* fue importante en la dieta de las civilizaciones primitivas alrededor de 3000 años A.C., Era empleada para ser mascada y para ingerir su jugo, la referencia más antigua que existe del azúcar es del siglo IV A.C. En Persia, donde se usaba con fines medicinales; además se le valoraba como un artículo de lujo, por lo que era vendido a elevados precios.

(González, 2015), expone que la caña de azúcar tuvo su origen y evolución en los ingenios de la India, China, y otros países del Asia fue introducida por Cristóbal Colón a América en 1493. Durante el año 1500 llegó a Brasil y México. El éxito de la caña de azúcar en la agricultura se debe al desarrollo de nuevas variedades, como híbridos interespecíficos. Diferentes variedades se distribuyeron desde la India hasta el Occidente y desde la Polinesia hasta Mauricius y las Indias Occidentales.

Este cultivo representa la más importante producción mundial de endulzante en 1996 fue de 1163.91 millones de toneladas de producción. El área total en producción es de 19.14 millones de hectáreas distribuidos en Asia 42.5%, América 47,7% y en África y Oceanía cultivan 7.4 y 2.4% respectivamente. La importancia agronómica del cultivo se relega en su presencia mundial. **(Pratt, y otros, 1997)**

La caña de azúcar es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio se forma el azúcar. En **(Vivar, 2014) y (Díaz, y otros 2002)** se plantea que la sacarosa es sintetizada por la caña con la energía tomada del sol

durante la fotosíntesis y constituye el cultivo de mayor importancia desde el punto de vista de la producción azucarera, representa una actividad productiva y posee varios subproductos, entre ellos la producción de energía eléctrica derivada de la combustión del bagazo, el alcohol de diferentes grados como carburante o farmacéutico.

El desarrollo de la caña está ligado a la nutrición mineral. Algunos nutrientes tienen efectos adversos sobre la calidad de los jugos en el momento de la cosecha, en tanto que otros la mejoran y son importantes en el proceso fabril. Las aplicaciones excesivas de nitrógeno tienden a disminuir los contenidos de sacarosa y retrasar la maduración; no obstante una fertilización nitrogenada adecuada se asocia con un vigoroso desarrollo del cultivo, con incrementos en la producción de caña. **(Larraondo, 1995)**

La fertilización nitrogenada asociada a un mayor crecimiento vegetativo y por lo tanto con un mayor contenido de humedad en la caña. Se considera que por cada unidad de incremento porcentual en la producción de caña debido al nitrógeno ocurre un descenso de 0.01% en el contenido de azúcar de los tallos. Sin embargo aunque el contenido de azúcar se reduzca o se altere, la cantidad total de azúcar por hectárea puede ser mayor. **(Korndofer, 1994).**

(Watanabe, y otros, 2016) sugiere que la fertilización es uno de los factores más importantes que influyen en la calidad de la caña de azúcar, por ende se debe requerir conocimientos del estado nutricional de cada caña de azúcar. También se menciona el diagnóstico foliar por ser muy práctico en la agricultura para mejorar la nutrición mineral del cultivo de caña de azúcar.

Las características físicas y químicas que determinan la calidad de la caña de azúcar y su potencial de producción en cualquier variedad cultivada es el resultado de un complejo proceso donde intervienen la composición genética, el clima, el manejo agronómico y las labores de cosecha que recibe el cultivo. La calidad de la caña que llega a la molienda está dada por la cantidad de azúcar recuperable o rendimiento que se obtiene por tonelada de caña molida. **(Castillo, 2015)**

En **(Tan, 1995)**, se plantea que una manera de aumentar la calidad nutricional de la caña de azúcar para la alimentación del ganado es dejar las hojas muertas en la superficie del suelo mejorando así su fertilización.

(Farjan, y otros, 2010) La caña de azúcar requiere una cantidad significativa de nutrientes ya que los elementos minerales constituyen alrededor de 3 a 5% de su materia seca según (Guilherme, y otros, 2017) además contiene los siguientes nutrientes por cada 100 Mg de tallos producidos: N, 100 a 14 kg; P (0-5), de 15 a 25 g; (2-0), de 77 a 232 kg; y S, de 14 a 9 kg.

(Dieca, y otros, 1999) describe que el uso eficaz del nitrógeno redundaría en producciones con mayores rendimientos y calidad agroindustrial, con estructuras de costo relativas menores por unidad producida, lo que implica mayor ganancia para el agricultor, la mayor parte del nitrógeno en el suelo se encuentra contenido en combinaciones orgánicas y se abastece a partir de las deposiciones provenientes de restos vegetales y animales que son susceptibles de descomponerse.

(Hongwei, y otros, 2005) mencionan que, según los estudios realizados en suelos rojos ácidos para aumentar su fertilidad era necesario combinar el potasio, magnesio y azufre revelando que el potasio fue de mayor influencia en el desarrollo y crecimiento de la planta, maximizando el rendimiento productivo de la sacarosa.

En (Kwong, 2001), se anuncian los resultados de la investigación que realizaron respecto del potasio cuyos cationes se acumulan en la sabia celular de la planta de la caña de azúcar. En general informan que la caña de azúcar responde a la fertilización con potasio con un aumento en el rendimiento de caña sin cambiar la concentración de sacarosa en la misma. Advierte que una absorción excesiva de potasio deprime la recuperación de sacarosa por lo que debe ser mantenida al nivel adecuado justamente para producir un rendimiento óptimo.

(Hunsigi, 2011) Indica que el potasio en el desarrollo de la caña, incrementa el volumen, la circunferencia y el peso con una gran resistencia a la sequía y a las enfermedades. En raciones, el potasio es esencial para lograr un alto rendimiento y calidad en la azúcar pero también el exceso del mismo genera un efecto mortífero en el jugo, por arrastrar una fuerte concentración de cenizas, particularmente como sulfato de potasio.

Según los estudios realizados por (Singh y otros, 2007) afirman que la aplicación de azufre a la caña de azúcar, realizado en un periodo de tiempo estandarizado, aumentó el rendimiento de sacarosa en el jugo de la caña. Además, se demostró que dado un crecimiento del azufre aumentando el efecto residual en el suelo, dio como resultado una mayor producción. En la misma fuente se comenta un experimento de campo que se lleva

a cabo en tres suelos con diferentes aplicaciones de azufre hasta 80kg/ha lo que aumentó significativamente el rendimiento de la caña de 3.7ton/ha a 13,47 ton/ha.

(Naseer, 2005) afirma que la calidad de la caña de azúcar en Pakistán tiene un fuerte impacto negativo en la producción de las industrias, afectando su ventaja competitiva en el mercado internacional. Expresa que los ingenios azucareros deben incentivar el trabajo de los agricultores y así mejorar el desempeño industrial en la calidad del azúcar.

Los estudios realizados por (Naga y otros, 2013) mencionan el efecto de la aplicación de micronutrientes tales como el zinc, el hierro y el boro en el rendimiento y en la calidad del azúcar, aplicados en suelos arenosos. Indican que esto proporciona una alternativa importante para optimizar la productividad del cultivo según la aplicación de Zinc y Hierro, desmereciendo al boro por su bajo influencia en la calidad de la caña. De esta manera fue aprovechado el potencial genético de las variedades de caña de azúcar actuales.

(Silva y otros, 2011) Menciona que Brasil es el mayor productor de caña de azúcar en el mundo, liderando la producción y exportación de azúcar y etanol a nivel mundial, desarrollando nuevas tecnologías de agricultura de precisión para incrementar la producción y calidad de la caña, minimizando el impacto ambiental y optimizando los costos de producción.

Agregan que el incremento de la producción de caña de azúcar y por tanto de la calidad de la materia prima puede lograrse si se administran los insumos de forma precisa, si se determinan las zonas de gestión como función del potencial de rendimiento y del ambiente productivo de la caña de azúcar. La calidad de la materia prima la definen como el conjunto de características que debe poseer el producto para satisfacer las demandas de la industria. (Rodrigues, y otros 2013).

El riego es una práctica de gestión importante en la producción de caña de azúcar. Las precipitaciones relativamente bajas y la alta producción hacen que las aplicaciones de riego sean mayores que en las otras principales regiones productoras de caña de azúcar. A diferencia de otras regiones irrigadas de caña de azúcar, la gran mayoría del riego se aplica mediante riego por surcos. (Biggs, y otros, 2013)

DESARROLLO

Según los artículos que se han encontrado para este Proyecto Práctico, Aumento de la calidad del azúcar en la producción agroindustrial, se deben cumplir algunos procedimientos establecidos por las normas de calidad.

El proceso de cultivar la caña comienza con la selección de la semilla, la preparación del terreno, el surcado, la fertilización, el aporque de la caña, el regio oportuno y dosificado y por último del corte de la caña. En esta fase se requiere cumplir con ciertos procedimientos.

1. El cultivo comienza a partir de la selección de la semilla de alta calidad. La semilla seleccionada es enviada a termoterapia para lograr eliminar los agentes patógenos que pueden dañar la producción de la caña de azúcar.
2. La preparación del terreno debe realizarse de manera que el mismo quede suelto, no compactado, para que la semilla pueda desarrollar sus raíces hacia el interior de la tierra sin mayores dificultades de forma adecuada.
3. El surcado en las plantaciones de caña de azúcar debe de tener una distancia de separación entre surcos aproximada de 1,5 ms. La semilla es colocada en la parte baja (onda) del surco, para posteriormente cubrir la semilla con suficiente tierra.
4. Para una correcta fertilización se divide el campo en secciones o lotes. De cada lote se toman muestras del suelo y tejidos los mismos que son enviados al laboratorio para su análisis nutricional. Según el resultado de este análisis se aplica un plan de fertilización. Este plan considera el tipo de suelo, la textura, la variedad de caña sembrada en el lote y la producción proyectada. Con esta información se diseña un conjunto de procedimientos para lograr la optimización de los recursos e insumos.
5. El Aporcar, acollar o acogombrar es la labor agrícola que consiste en acumular tierra en la base del tallo de la planta formando un pequeño montículo y lo que se pretende con esto es sujetar los tallos del cultivo, facilitando a su vez la formación de raíces o también, a veces, proteger los retoños de la caña del frío.

6. El regadío puede ser manejado por la técnica de gravedad, por aspersión y por goteo. Si el sistema de riego es bien diseñado el mismo garantizará la frecuencia y duración adecuada de los riegos que proporcionen una alta tasa de humedad en los primeros 40 cm de profundidad del tallo.
- El corte de la caña puede ser por dos métodos: manual o mecanizado. Si es manual los cortadores utilizan machetes, agrupándose en parejas y creando una pila de caña cortada en el centro de los surcos cortados por la pareja. La recogida de la pila de caña se lleva a cabo por la alzadora de caña o en casos extremos de forma manual, y apila nuevamente en el transporte adecuado, generalmente camiones, que la llevan al ingenio. En el método de corte mecanizado, la caña es cortada, picada en trozos pequeños, limpiada de hojas y lanzada hacia el balde del transporte que circula paralelo a la cortadora de caña.

De los procedimientos mencionados anteriormente solo se encuentran referencias al procedimiento relacionado con la fertilización del cultivo de caña de azúcar. El resto de las fases no han encontrado mayor atención en las publicaciones de revistas especializadas.

En general el porcentaje de referencias a la fertilización es de 60% (12/21) encontrándose sólo una referencia dedicada a la agricultura de precisión, modalidad de actualidad en Brasil, para incrementar la producción y la calidad de la caña de azúcar lo cual minimiza el impacto ambiental y optimiza los costos de producción.

De las 12 referencias encontradas sobre fertilización el mayor por ciento de ellas se dedica a resaltar las bondades de la fertilización con nitrógeno y con azufre con un aproximado del 30%.

La combinación de potasio y magnesio fue referenciada casi en un cuarto de las 12 referencias a la fertilización de la siembra de caña de azúcar.

Sigue en cantidad las referencias a la combinación de fertilizantes con hierro y zinc con un total de 1 referencia, siendo aproximadamente un 8%. De igual manera se puede catalogar la referencia encontrada al potasio.

Las referencias encontradas indican que el fertilizante más estudiado es el que contiene nitrógeno. El mismo aumenta la productividad de la caña y aumenta la cantidad de azúcar por hectárea sembrada, las producciones tienen un mayor rendimiento y calidad agroindustrial. Se referencia que un exceso del nitrógeno es perjudicial ya que disminuye la sacarosa en el jugo de la caña.

Sigue el potasio del cual se dice que aumenta el rendimiento de caña por hectárea y con un porcentaje adecuado también aumenta el nivel de sacarosa en el jugo de la caña.

Una experiencia interesante fue obtenida para suelos muy áridos, tales como los rojos y ácidos, donde la mejor combinación de minerales fertilizantes fue de potasio, azufre y magnesio.

Un solo trabajo se referencio sobre el riego de la caña de azúcar, lo que mostró que los problemas del rendimiento y la calidad de la caña de azúcar por riego no son de atención priorizada en la actualidad.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del trabajo hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- La caña de azúcar cumple un papel fundamental en la dieta alimenticia por lo que su consumo es un alimento de primera necesidad en la canasta básica.
- En el campo industrial, el cultivo y la producción industrial de azúcar son un generador de empleo.
- Con un eficiente manejo de fertilizantes y conocimiento de la labor de campo se obtendrá una excelente calidad de la caña de azúcar.
- Finalmente la calidad de la caña de azúcar, depende de varios factores que se encuentran relacionados con la parte genética, nivel de fertilización, ciclo de cultivo, factores ambientales y la cosecha. La interacción de estos factores define el potencial de la materia prima para la fabricación de azúcar.
- En el factor ambiental influye el tipo de suelo, las oscilaciones de la temperatura, precipitaciones, plagas y enfermedades.
- En la parte agrícola aporta mucho la fertilización, el riego y el manejo de plagas, además el tipo de cosecha que se aplique y el tiempo definido entre la quema, el corte y la molienda.
- Por lo general las industrias azucareras por su gran actividad productiva se encuentran protegidas y subsidiadas casi en todos los países productores de azúcar.
- En este trabajo se determina que la calidad de la azúcar, depende de nutrientes como el Potasio (K), el nitrógeno (N) que son estimulantes principales en el proceso de crecimiento de la caña, mientras que el fósforo, el azufre y el magnesio ayuda mucho a clarificar el jugo, mejorando su calidad y rendimiento productivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Subirós, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. Costa Rica, Euned. 4p.
https://books.google.com.ec/books?id=2wpC1j2AmkAC&printsec=frontcover&dq=SUBIR%C3%93S&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjksbtx_bVAhXI7CYKHaBgBa8Q6AEILjAC#v=onepage&q=SUBIR%C3%93S&f=false
- Biggs, J. S., Thorburn, P. J., Crimp, S., Masters, B., & Attard, S. J. (2013). Interactions between climate change and sugarcane management systems for improving water quality leaving farms in the Mackay Whitsunday region, Australia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 180, 79–89.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.11.005>
- Carlos, S. (2013). Proceso de producción. *Ing. San Carlos, TOMO 1*, 1–7.
- Castillo, R. (2015). CAÑA DE AZÚCAR - FACTORS AFFECTING THE Factores que afectan la calidad de la caña de azúcar, (December).
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1398.1528>
- Díaz Montejo, L. L., & Portocarrero Rivera, E. T. (2002). Manual de Producción de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.), 148. Retrieved from http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1639.pdf
- Vivar Ribadeneira, R. A. Manejo Agronómico del Cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*). Monografía Previo a la Obtención del Título de Tecnólogo en Cultivos Tropicales. 2014
- Dieca-, C. D. E. A., Nitrogeno, E. L., Potasio, F. Y., & Nitrógeno, N. (1999). El nitrógeno, fósforo y potasio en la caña de azúcar.
- Farjan, A., Harb, M., Carlos, J., & Columba, L. (2010). Financial and economic feasibility of sugar cane production in northern La Paz. *Latinoamerican and Caribbean Enviromental E Conomics Program (LACCEP)*.
- Goldemberg, J., Coelho, S. T., & Guardabassi, P. (2008). The sustainability of ethanol production from sugarcane. *Energy Policy*, 36(6), 2086–2097.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.02.028>
- González. (2015). Implementacion de dos turnos de quema y su influencia sobre la calidad de la caña de azucar; Ingenio Magdalena.
- Guilherme, D., Cerri, P., Campinas, U. E. De, & Rondon, A. C. (2017). Pesquisa Agropecuária Brasileira Correlation of physical and chemical attributes of soil with sugarcane yield Correlação de atributos físicos e químicos do, 1–13.
- Hongwei, B. T., Liuqiang, Z., Rulin, X., & Meifu, H. (2005). Better Sugarcane Production for Acid Red Soils. *Better Crops*, 89(3), 3–5.
- Hunsigi, G. (2011). Potassium management strategies to realize high yield and quality of sugarcane, 24(1), 1–3.
- Korndofer, G. H. (1994). Importancia de la fertilizacion en la calidad de la cana de azucar, (31), 10–13.

- Kwong, K. F. (2001). The Effects of Potassium on Growth, Development, Yield and Quality of Sugarcane. *International Potash Institute Publications*, (2001), 430–444.
- Larrahondo, J. E. (1995). Calidad de la Caña de Azúcar. *El Cultivo de La Caña En La Zona Azucarera de Colombia*, 1, p.337-354. Retrieved from http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p337-354.pdf
- Naga Madhuri, K. V., Sarala, N. V., Hemanth Kumar, M., Subba Rao, M., & Giridhar, V. (2013). Influence of Micronutrients on Yield and Quality of Sugarcane. *Sugar Tech*, 15(2), 187–191. <https://doi.org/10.1007/s12355-012-0196-3>
- Naseer, F. (2005). Whither Quality? Incentives in the Sugarcane Market in Pakistan.
- Pratt, L., & Perez, J. M. (1997). Industria Azucarera de El Salvador: Análisis de Sostenibilidad.
- Rodrigues, F. A., Magalhães, P. S. G., & Franco, H. C. J. (2013). Soil attributes and leaf nitrogen estimating sugar cane quality parameters: Brix, pol and fibre. *Precision Agriculture*, 14(3), 270–289. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9294-1>
- Silva, C. B., de Moraes, M. A. F. D., & Molin, J. P. (2011). Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. *Precision Agriculture*, 12(1), 67–81. <https://doi.org/10.1007/s11119-009-9155-8>
- Singh, A., Srivastava, R. N., & Singh, S. B. (2007). Effect of sources of sulphur on yield and quality of sugarcane. *Sugar Tech*, 9(1), 98–100. <https://doi.org/10.1007/BF02956921>
- Tan, P. G. (1995). Effect on Production of Sugar Cane and on Soil Fertility of. *Livestock Research for Rural Development*, 7(2), 8–13. Retrieved from <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/lrrd/lrrd7/2/9.htm>
- Watanabe, K., Nakabaru, M., Taira, E., Ueno, M., & Kawamitsu, Y. (2016). Relationships between nutrients and sucrose concentrations in sugarcane juice and use of juice analysis for nutrient diagnosis in Japan. *Plant Production Science*, 19(2), 215–222. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2015.1128106>