



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**EFFECTO DE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN RIEGO
POR GOTEO Y VARIEDADES EN EL INCREMENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN
AZUCARERA TRES VALLES**

SUSTENTADO POR:

JOSÉ RAFAEL SOLÓRZANO DUEÑAS

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
GLOBAL MBA**

**TEGUCIGALPA, F. M., HONDURAS, C.A.
ENERO DE 2015**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR
LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO**

**SECRETARIO GENERAL
ROGER MARTÍNEZ**

**VICERRECTOR ACADEMICO
MARLON BREVÉ REYES**

**VICERRECTORA CAMPUS SPS
ANA LOURDES LAFFITE**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO
DESIREE TEJADA CALVO**

**EFFECTO DE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN RIEGO
POR GOTEIO Y VARIEDADES EN EL INCREMENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN
AZUCARERA TRES VALLES**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO DE**

GLOBAL MBA

ASESOR METODOLÓGICO

MMIES LIDABEL ALMENDAREZ

ASESOR TEMÁTICO

FREDI ARIAS

MIEMBROS DE LA TERNA:

ANTONIO ESCOTO

JOSE MARCELO FLORES



EFFECTO DE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN RIEGO POR GOTEO Y VARIEDADES EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN AZUCARERA TRES VALLES

AUTOR

José Rafael Solórzano Dueñas

Resumen

La introducción e implementación de la tecnología en el área agrícola de las empresas azucareras que trabajan con el cultivo de la caña de azúcar, ha sido un paradigma difícil de romper ya que de parte del personal técnico que trabaja en las empresas ha existido mucha resistencia a adoptar cambios tecnológicos que mejoren los procesos. La adopción de tecnología es una necesidad en todas las empresas ya que al haber alcanzado el máximo nivel de producción de un proceso, la única forma de desplazar la curva de producción es introduciendo tecnología al mismo. Se realizó un estudio en un ingenio azucarero, para evaluar el efecto en la productividad por área de introducir nuevas variedades de caña de azúcar al proceso productivo y de utilizar riego por goteo en lugar de los métodos convencionales. La introducción de tecnología en el área de variedades de caña de azúcar produjo un incremento de 48.5% en la productividad de azúcar producida por hectárea y la utilización del riego por goteo produjo un 14.8% de incremento en la productividad comparado con el riego por aspersión.

Palabras claves: Curva de producción, Paradigmas, Productividad, Riego por goteo, Riego por aspersión, Variedades de caña de azúcar.



EFFECT OF TECHNOLOGY ADOPTION IN DRIP IRRIGATION AND VARIETY IN INCREASING PRODUCTIVITY OF SUGAR CANE IN TRES VALLES MILL

BY

José Rafael Solórzano Dueñas

Abstract

The introduction and implementation of technology in the agricultural area of the sugar companies working with the sugarcane crop, has been a difficult paradigm to break because the technical staff working in this enterprises has been much resistance to adopt technological changes that improve processes . Technology adoption is a necessity in every business since having attained the highest level of production process , the only way to shift the production curve is introducing technology to it. A study was conducted at a sugar mill , to evaluate the effect on productivity per area of introducing new varieties of sugarcane to the production process and to use drip irrigation rather than conventional methods. The introduction of technology in the area of varieties of sugarcane produced a 48.5 % increase in productivity of sugar production per hectare and the use of drip irrigation produced a 14.8 % increase in productivity compared to sprinkler irrigation.

Key words: Production curve, Paradigm, Productivity, Drip Irrigation, Sprinkler irrigation, Varieties of sugarcane.

ÍNDICE

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 LIMITES DEL ESTUDIO.....	2
1.4 ANTECEDENTES	2
1.5 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	4
1.6 PREGUNTAS DE INVESTIGACION	4
1.7 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	5
1.7.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
1.8 JUSTIFICACION.....	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR	7
2.1.1 SUELO Y CLIMA	7
2.1.2 PREPARACION DE SUELOS.....	8
2.1.3 SEMILLA.....	9
2.1.4 SIEMBRA.....	10
2.1.5 CONTROL DE MALEZAS.....	11
2.1.6 FERTILIZACION.....	12
2.1.7 RIEGO.....	13
2.1.8 VARIEDADES	17
2.1.9 PLAGAS.....	19
2.1.10 ENFERMEDADES	26
2.1.11 MADURACIÓN	29
2.1.12 COSECHA.....	31
2.1.13 CORTE DE LA CAÑA.....	32
2.2 DEFINICION DE TECNOLOGÍA	33
2.3 DEFINICIÓN DE INNOVACIÓN	34
2.4 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN HONDURAS	35
2.5 LA TECNOLOGÍA Y LA PRODUCTIVIDAD	38

CAPITULO III. METODOLOGÍA	41
3.1 METODO Y ALCANCE.....	41
3.2 MATERIALES	41
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.3.1 POBLACIÓN	42
3.3.2 MUESTRA.....	42
3.4.2 TÉCNICAS.....	43
3.4.3 PROCEDIMIENTOS	43
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	43
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	43
3.5.2 FUENTES SECUENDARIAS.....	43
CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	44
4.1 VARIABLES ANALIZADAS	44
4.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	45
4.3 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS UTILIZADAS	46
4.3.1 VARIEDADES	46
4.3.2 RIEGO POR GOTEO.....	52
4.3.3 IMPACTO SOCIAL DE LA ADOPCION DE TECNOLOGIA	58
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1 CONCLUSIONES	60
5.2 RECOMENDACIONES	61
CAPITULO VI APLICABILIDAD	62
6.1 DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN	62
6.2 VALIDACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS.....	62
6.3 MONTAJE DE ÁREAS DEMOSTRATIVAS.....	63
6.4 PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
ANEXOS.....	66

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 INTRODUCCIÓN

Cuando en una empresa el proceso productivo ha alcanzado su máximo nivel de productividad dado la combinación de los recursos disponibles, se dice que su curva de producción ha alcanzado su máximo nivel y que segundas inversiones de recursos a este nivel, aumentarán los niveles de producción en proporciones cada vez menores. Este comportamiento se conoce como la teoría de los rendimientos decrecientes.

En este nivel de producción, la única forma de aumentar la productividad es introduciendo tecnología al proceso, lo cual conlleva a realizar las actividades de diferente forma y volver a crear una curva de producción que permita invertir recursos para obtener mayores incrementos de productividad.

La introducción de nuevas tecnologías en el área agrícola de una empresa agroindustrial es un factor relevante que impacta directamente en la productividad de campo, reflejándose en mayores niveles de productividad de materia prima y mayores niveles de rentabilidad del negocio.

En Azucarera Tres Valles, el proceso de adopción y transferencia de tecnología del proceso productivo agrícola, ha sido lento debido a la no existencia de un departamento de investigación que se encargara de introducir, validar e implementar tecnologías. Se formó un departamento de investigación a partir de 2006 y desde entonces se han introducido tecnologías como ser: variedades nuevas, métodos de siembra de caña de azúcar, uso de tecnología de agricultura de precisión, planes de fertilización basado en análisis de suelo, diseño de sistemas de riego por goteo en bloque, tecnologías para el control de malezas pre-emergente y diferentes modalidades de cosecha y transporte.

La introducción de todas estas tecnologías, se ha reflejado en aumentos en la producción total de azúcar y mejoras en la productividad de campo de las fincas

cosechadas. El reto es continuar innovando para mantener o aumentar los niveles de productividad y de esta manera mantener un bajo costo de producción por unidad producida aumentando la rentabilidad.

El éxito de la adopción de estas tecnologías ha sido el recurso humano con el cual se ha contado para su desarrollo e implementación, el hecho de contar con personas receptivas al cambio, dispuestas al aprendizaje y sobre todo con una actitud positiva, ha favorecido el proceso de introducción de tecnologías al proceso.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Efecto de la adopción tecnológica en el incremento de la productividad agrícola de la caña de azúcar.

1.3 LIMITES DEL ESTUDIO

La investigación se desarrollará tomando como referencia la experiencia que Compañía Azucarera Tres Valles ha tenido en el tema de implementación de tecnología en el proceso de producción de la Caña de Azúcar en campo y su impacto en la productividad agrícola. Por esta razón, se define el alcance del trabajo en el proceso de producción de Caña de Azúcar de Azucarera tres Valles.

1.4 ANTECEDENTES

Compañía Azucarera Tres Valles, es una empresa que nació en 1975 con el nombre de Azucarera Cantarranas S.A. (ACANSA) siendo propiedad del estado de Honduras. En 1993 dicha empresa fue adquirida por el sector privado y es así como en 1994 se constituye la Sociedad Mercantil “Compañía Azucarera Tres Valles S.A de C.V(“Cía. Azucarera Tres Valles,” n.d.-a).

La empresa se encuentra ubicada en el municipio de San Juan de Flores departamento de Francisco Morazán, Honduras en la zona central del país a 650 metros sobre el nivel del mar con capacidad de molienda de 3,600 toneladas

métricas por día. (“Ingenios | Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH),” 2013).

Cuenta con un área de sembrada de 8,200 hectáreas, se producen 650,000 toneladas métricas de caña y 72,700 toneladas métricas de azúcar. Es una empresa agroindustrial orientada principalmente a la producción de azúcar blanca a partir de la caña de azúcar, adicionalmente se producen 14 Mega watts de energía a partir del bagazo generado de la molienda de caña durante la zafra, la cual se vende a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica ENEE. Por otro lado, se producen 11,100 metros cúbicos de melaza anualmente que se comercializan en el mercado local.

La azúcar producida se comercializa principalmente en el mercado local de acuerdo a la producción de cada uno de los 6 ingenios existentes en el país, el excedente de producción se envía al mercado mundial donde el precio depende de las producciones de los principales países productores como Brasil, La india y Tailandia. Actualmente laboran 345 empleados permanentes y 2000 temporales y está constituida por una junta directiva, gerencia general y cinco gerencias operativas.

Los principales objetivos de la empresa son utilizar más eficientemente sus recursos de tal manera que se aumente la productividad por área, se reduzcan los costos y se aumente el volumen producido. El crecimiento permanente del negocio es uno de los ejes principales que gobierna la operación de la empresa.

La empresa durante su trayectoria, ha recibido menciones honoríficas y premios en el área de medio ambiente, responsabilidad social empresarial y ha logrado certificaciones que garantizan la funcionalidad de sus procesos. En el año 2002 recibió mención honorífica, Premio Nacional del Ambiente Categoría Institucional; en 2003, Reconocimiento de Participación, Premio Nacional del Ambiente Categoría Institucional; en 2005 , Pergamino de Honor, como Ganador, Premio Nacional del Ambiente Categoría Institucional por el manejo de 6,200 hectáreas de bosque en la reserva EL CHILE, ubicada entre los municipios de San Juan de Flores y Guaimaca en el Departamento de Francisco Morazán, Morocelí y Teupasenti en el Departamento de El Paraíso. (“Reserva Biológica ‘El Chile,’” 2013).

En Noviembre de 2007, se otorgó a Azucarera Tres Valles el galardón “La Concordia” por labor en el campo relacionado a la gestión ambiental. En el año 2009, recibió mención honorífica, Premio Regional a la Producción Más Limpia (P+L) empresa grande. En 2011 recibió el Pergamino de Honor por el Premio Nacional del Ambiente en la categoría empresa mediana y grande por el proyecto “Uso eficiente del agua en Caña de Azúcar”. (“Compañía Azucarera Tres Valles gana premio en la categoría Institucional por la Producción más Limpia | Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH),” 2011).

En Agosto de 2007, la empresa logró la certificación del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) ISO 9001:2000 y la recertificación del Sistema de Gestión bajo la norma ISO 9001:2008 en Agosto de 2010. (“Cía. Azucarera Tres Valles,” n.d.-b).

A partir de la zafra 2007-2008, la empresa ha venido aumentando su productividad de campo como resultado de la introducción de tecnología al proceso de producción.

1.5 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de la adopción de tecnología en riego por goteo y variedades en la productividad de azúcar por área del cultivo de la Caña de Azúcar en Compañía Azucarera Tres Valles?

1.6 PREGUNTAS DE INVESTIGACION

1. ¿Cuál es el impacto en la productividad de azúcar por área de la adopción del riego por goteo y variedades de caña de azúcar?
2. ¿Cuál es el beneficio económico de implementar la tecnología de riego por goteo en el cultivo de caña de azúcar?
3. ¿Cuáles son los beneficios económicos de realizar cambios varietales a nivel comercial en fincas?

1.7 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la adopción de tecnología en riego por goteo y variedades de caña de azúcar en la productividad de azúcar por área del cultivo en azucarera Tres Valles.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Cuantificar el impacto en la productividad de azúcar por área, de la adopción de tecnología de riego por goteo y variedades de caña de azúcar.
2. Evaluar el beneficio económico de la implementación de la tecnología de riego por goteo en el cultivo de la caña de azúcar.
3. Evaluar los beneficios económicos de introducir nuevas variedades de caña de azúcar a nivel comercial en fincas

1.8 JUSTIFICACION

Compañía Azucarera Tres Valles ha experimentado mejoras en la productividad de campo de la caña de azúcar por la introducción de tecnología en sus procesos y es un caso de éxito en la región de Centroamérica

La idea de que incorporar tecnología a los procesos agrícolas de una empresa azucarera o de un productor de caña independiente para mejorar productividad es caro y de alta inversión, es un paradigma existente en los líderes y jefes de producción de las empresas que dificulta o no permite que se lleve a cabo el proceso de adopción de tecnología, limitando el desarrollo de las zonas productoras de Caña de Azúcar que a su vez frena el desarrollo de la industria y de los países mismos.

Se pretende servir como referencia y un aporte para la industria azucarera regional donde empresas con similares procesos y actividades agrícolas puedan evaluar y medir los resultados del uso de las diferentes tecnologías en la productividad agrícola del cultivo de la Caña de Azúcar.

De esta manera, ayudar a romper ese paradigma, facilitar herramientas y buscar que la adopción de tecnología sea mayor en las empresas, contribuyendo al aumento de la productividad, fortalecimiento de la industria y competitividad en los mercados.

Se busca fortalecer el proceso de toma de decisiones para la innovación dentro del proceso agrícola y de toda la empresa en la Compañía Azucarera Tres Valles, buscando mejorar el nivel tecnológico no solamente en el área de agricultura sino dentro de todas las áreas de la empresa. Esto favorecerá la mejora en la eficiencia de los procesos de apoyo, logrando mayor compromiso para la inversión en tecnología lo cual se reflejará en aumento de la productividad y disminución de los costos.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR

La Caña de Azúcar es una planta monocotiledónea de alto crecimiento que es cultivada en regiones tropicales y subtropicales en el mundo, principalmente por su habilidad de almacenar altas concentraciones de sacarosa, o azúcar, en los entrenudos del tallo.

Como citan Orozco, Quemé, Ovalle y Rosales (2014): “La caña de azúcar pertenece al género *Saccharum*, el cual es miembro de la tribu *Andropogonae* y ésta de la familia *Poaceae*. Dentro de este género hay incluidas seis especies: *S. spontaneum*, *S. robustum*, *S. officinarum*, *S. barberi*, *S. sinense* y *S. edule*” (p.46).

Las variedades de caña de azúcar que se cultivan a nivel comercial, son resultado del trabajo intenso de mejoramiento genético que se realiza en las estaciones de mejoramiento como Canal Point, Barbados, México etc. En estas estaciones, se busca la mejora de los materiales genéticos principalmente en lo referente a vigor de planta, resistencia a enfermedades y alto contenido de sacarosa en el tallo.

2.1.1 SUELO Y CLIMA

La Caña de Azúcar, se puede cultivar en cualquier tipo de suelo, requiriendo diferentes niveles de preparación, desde arenosos, Francos y Arcillosos. En cada caso, su desarrollo dependerá de la cantidad de agua que reciba durante su ciclo productivo y de la cantidad de nutrientes que aporte el suelo y le sean provistos vía un plan de nutrición.

El análisis de suelo en este caso, se vuelve una herramienta muy importante para realizar el manejo tecnificado del cultivo. Dependiendo de los resultados de este, deberán calcularse las cantidades de nutrimentos necesarios para suplir los requerimientos del cultivo de acuerdo a su potencial productivo.

La precipitación requerida para el cultivo de la Caña de Azúcar oscila entre los 1200 milímetros y 1600 milímetros dependiendo de la zona geográfica donde se cultiva. En cada región, la evaporación potencial es diferente y dependiendo de ello, el requerimiento de agua por parte del cultivo será distinto.

La Caña de Azúcar requiere altos niveles de radiación solar para producir altos rendimientos de biomasa en su ciclo productivo. Es una planta C4 lo cual la vuelve más eficiente que otras plantas.

La síntesis de sacarosa se realiza en el citoplasma de las células del mesófilo, tanto en especies C3 como C4. La síntesis del almidón se realiza en el estroma de los cloroplastos: en las C3 en las células del mesófilo y en las C4 en las células de la vaina. Como consecuencia de esta compartimentalización enzimática, las especies C4 no tienen foto respiración detectable y en condiciones óptimas de luz y temperatura fijan 60 – 100 mg.dm.h, mientras que la fijación máxima en las C3 es de 30 – 70 mg.dm.h. (García, 1997, p.1)

2.1.2 PREPARACION DE SUELOS

Un cultivo comercial de caña de azúcar, que se pretende aprovechar durante varios años, con buen desarrollo y buenos rendimientos, requiere de un manejo adecuado desde su inicio, el cual inicia con una buena preparación de suelos.

El objetivo de realizar el proceso de preparación de suelos, es proporcionar al cultivo a sembrar, una cama de siembra suficientemente suelta que permita la circulación del agua y del aire al interior del suelo a la profundidad donde se desarrollaran las raíces.

Esto permite a la nueva plantación, desarrollar un vigoroso sistema radicular que le ayuda a extraer los nutrientes disponibles en el suelo y ayuda a mantener en el suelo un sistema suelo-aire beneficioso para la planta.

Según Rodríguez C.A. y Daza O.H. (1995) con la preparación de suelos se persigue que haya una destrucción de malezas y residuos de cultivos anteriores, aumento en la capacidad de infiltración y retención de agua en el suelo y una mejor aireación e intercambio de aire entre el suelo y la atmósfera que ayude a la penetración de las raíces, el aumento en la disponibilidad de los nutrimentos y de la actividad microbiana en el suelo, y la destrucción de capas compactadas resultantes de la deficiente preparación de los suelos y del tráfico de la maquinaria.

2.1.3 SEMILLA

La semilla de la Caña de Azúcar está conformada por trozos de tallo con dos o tres yemas sanas de las cuales se originaran los brotes para el establecimiento de las plantaciones comerciales.

Es importante asegurarse, al momento de realizar o sembrar los semilleros, que la variedad de caña que se está sembrando sea 100% pura, es decir, el semillero no debe contener mezclas varietales ya que de ello dependerá la pureza varietal que se manejará en los campos comerciales de una empresa azucarera.

Otro factor de calidad que se debe manejar con la semilla, es que ésta debe estar ausente de enfermedades sistémicas que puedan reducir los rendimientos de campo y azúcar al momento de cosecha.

La siembra de los semilleros debe planificarse con 2 años de anticipación a la siembra comercial, esto, con el objetivo de realizar la siembra de los semilleros básicos utilizando poco material, que garantiza la calidad de la semilla en su pureza varietal y Fito sanidad al realizar el tratamiento de la semilla.

En el establecimiento de un cultivo de caña de azúcar, la calidad de la semilla es de gran importancia en el desarrollo posterior del cultivo y en su producción final. Un cultivo comercial que se va aprovechar durante varios cortes requiere desde su

iniciación un manejo adecuado, que empieza con una buena preparación del suelo, una selección apropiada y alta pureza genética de la variedad, y la utilización de semilla libre de plagas y enfermedades, con yemas sanas, funcionales y de buen vigor (Buenaventura, 1990). (Victoria, Calderón, 1995, p115)

2.1.4 SIEMBRA

La siembra de caña se realiza durante el mismo período de cosecha entre los meses de Noviembre a Abril. Esto es debido a que en este período existen las condiciones de suelos óptimas para realizar toda la logística de la siembra ya que no hay excesos de humedad que dificultan la operación.

También lo que se busca es que en este período, las variedades sembradas sean encicladadas en su período de cosecha, es decir, se debe cosechar cada variedad en el mes en el cual fue sembrada. Esto garantiza que la edad promedio a la cual se cosechará la caña en el siguiente ciclo productivo será aproximadamente de 12 meses, lo cual es lo ideal para obtener los máximos rendimientos de campo y azúcar en la cosecha.

La profundidad de siembra oscila entre 20 a 25 cm, con una distancia entre surco de 1.30 a 1.80 m. La semilla debe de quedar cubierta con 10 cm de suelo, una capa más gruesa retrasa la emergencia y a menudo ocasiona la mortalidad de la semilla, el espesor de la tierra que se aplica para tapar la semilla no sólo influencia la germinación y el establecimiento de la población, sino también el desarrollo temprano de los brotes.

Después de realizada la siembra, es necesario regar los campos con el objetivo de asegurar la germinación de la semilla y emergencia de los brotes que aseguren un buen establecimiento de la plantación.

Según Viveros, Calderón (1995):

En forma conjunta con la siembra se debe iniciar la elaboración del balance hídrico para programar los riegos. La humedad adecuada es esencial para promover el brote de las yemas. El retraso en la aplicación de riegos o los encharcamientos prolongados ocasionan pérdidas en la germinación, lo que demanda labores adicionales de resiembra. Los riegos por gravedad se hacen inicialmente con sifones de 2 pulgadas y los de aspersion hasta alcanzar una lámina entre 30 y 35 mm, dependiendo del tipo de suelo. (p 113)

2.1.5 CONTROL DE MALEZAS

La caña de azúcar es normalmente de un crecimiento inicial lento y por esa razón necesita todas las ventajas que se le puedan dar para competir contra las malezas que poseen un desarrollo más rápido y vigoroso. El período crítico de la caña de azúcar abarca desde la emergencia hasta los 5 meses de edad, donde el cultivo se ve afectado en su desarrollo por la competencia de agua y nutrientes con una diversidad de malezas que, provienen de muchas especies de hoja ancha y gramíneas.

El manejo de estas malezas buscando evitar la competencia con el cultivo, que puede llevar a pérdidas de crecimiento y producción, debe ser de manera pre-emergente, es decir, se debe controlar las semillas de las malezas antes de que germinen y compitan con la caña de azúcar.

Para ello, el manejo es a través de mezclas de herbicidas de efecto reemergente hacia las semillas de malezas, aplicándolos entre 5 a 7 días después de la siembra o corte de la caña.

El desarrollo inicial de la planta de caña es lento, si en esta época crítica no se eliminan las malas hierbas, la producción del cultivo pueden reducirse hasta en 40%. Por el contrario, si los campos se mantienen libres de malezas, el crecimiento del cultivo impedirá que aparezcan malas hierbas (Calderón y Saldarriaga, 1969)

(Gómez, 1995).

“Las pérdidas que ocasionan las malezas en la producción mundial de cosechas agrícolas, hortalizas y frutales son, en promedio, de 10% (Robbins et al., 1955)” (Gómez, 1995, p.143).

2.1.6 FERTILIZACION

El cultivo de la caña de azúcar, es un cultivo de alta producción de biomasa debido a su mayor capacidad de aprovechar la radiación solar que otros cultivos. Debido a ello, su demanda de nutrientes para un ciclo de producción es alta y debe ser suplida a través de un programa de nutrición completo en macro y micronutrientes durante sus diferentes etapas fenológicas de desarrollo.

La caña de azúcar califica como una planta altamente extractora de nutrimentos del suelo ya que provoca agotamiento e insuficiencia de los mismos. Muchos reconocen que donde hubo una plantación comercial de caña, la condición de fertilidad del suelo es por lo general bastante deficiente. Por ello, no se deben establecer semilleros donde hubo sembrada caña de azúcar ya que existirá deficiencia y elevará los costos. (Chávez 2002).

La fertilización puede ser por medios mecánicos utilizando tractores y fertilizadoras o por sistema de riego vía fertirrigación en sistemas de riego por goteo. El fertirriego es uno de los métodos más efectivos para realizar la fertilización ya que los nutrientes se envían directamente a la zona radicular del cultivo, aprovechándose de manera más eficiente y con la otra ventaja de que se pueden aplicar en cualquier etapa de crecimiento del cultivo ya que los sistemas cuentan con manguera enterrada a lo largo de los surcos.

La fertilización realizada al cultivo debe ser monitoreada a través de análisis foliares para determinar si el programa de nutrición implementado, es eficaz en el cultivo.

Según Chávez (2002): “Las finalidades básicas del diagnóstico foliar son: diagnóstico de las deficiencias minerales o desórdenes nutricionales de la planta, levantamiento del estado nutricional y recomendación de programas de fertilización acorde con las necesidades reales” (p.200).

Para una buena fertilización en el cultivo se recomienda realizar análisis de suelo antes de la siembra para conocer el estado de fertilidad del suelo.

Debido a que el nitrógeno es muy volátil se recomienda su fracción en tres aplicaciones, estudios en Taiwán reportan que por cada 2 k de N, se obtiene 1 tonelada de caña, pero hay que tener mucho cuidado con su exceso, ya que puede ocasionar una maduración muy tardía. En cuanto a fósforo se tiene reporte que es poco móvil en el suelo por eso hay que aplicarlo todo a la siembra y más cerca de la planta. El potasio se fracciona en dos aplicaciones porque se lava muy fácilmente y se recomienda aplicarlo 1 vez cada 3 años. (Centro de Tecnología Agropecuaria, CENTA, 1989)

2.1.7 RIEGO

La demanda hídrica del cultivo de la caña de azúcar oscila entre 1200 y 1600 milímetros, esto depende de la región donde sea cultivada la caña de azúcar y de las condiciones climáticas predominantes.

La evaporación potencial, es una de las variables principales para determinar las necesidades de riego del cultivo. Los registros de evaporación potencial combinado con el factor k_c del cultivo, determinarán la necesidad hídrica del cultivo en cada etapa de su desarrollo.

Trezza, Pacheco, Suarez, Núñez, Umbría, (2008) afirman:

Para la determinación de la Evapotranspiración (ET_c) se consideró la metodología del coeficiente único, que considera un coeficiente de cultivo integrado introducido

por Doorenbos y Pruitt (1977) en la publicación de la FAO-24. La metodología presentada en FAO-56 es básicamente la misma donde se toman en consideración diferentes valores de K_c dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo estudiado. La metodología se basa en la ecuación $ET_c = K_c \cdot ET_o$, donde ET_c es la evapotranspiración del cultivo, K_c es el coeficiente de cultivo y ET_o es la evaporación de referencia.

El valor de K_c , que integra los efectos de la transpiración de las plantas y la evaporación que ocurre a partir de las superficies húmedas del suelo, fue obtenido para cada una de las etapas de desarrollo en la publicación FAO-56 (Allen et al., 1998) y corregido por efecto del clima predominante en el área de estudio utilizando las ecuaciones que consideran la velocidad del viento y humedad del aire, así como la altura del cultivo, y correspondió a 0,50 (etapa inicial de desarrollo); 1,25 (etapa de mediados de temporada) y 0,74 (etapa final, antes de la suspensión del riego).

La ET_o , que incorpora el efecto de las condiciones meteorológicas del área al proceso de evapotranspiración fue calculada de acuerdo a los tres métodos indicados en FAO-56, es decir, FAO Penman-Monteith (P-M), Hargreaves y tina de evaporación, según los registros meteorológicos existentes. (p.23)

El agua es vital en la agricultura. La caña de azúcar es un cultivo con relativamente alta eficiencia del uso consuntivo del agua. Sus rendimientos de campo y de azúcar son más altos donde se le da atención a las necesidades del agua. Estudios realizados en Australia reportan que el cultivo de caña tiene un requerimiento óptimo de agua de 1,530mm /año, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución del requerimiento de riego por parte del cultivo de la caña de azúcar.

Etapa del cultivo	Periodo (días)	Evapotranspiración (mm/día)	Requerimiento total de agua (mm/día)
Siembra a establecimiento	90	4	360
Crecimiento	150	7	1050
Maduración	60	2	120
Total	300		1530

Fuente: Dondiego (1999).

La Tabla 1, denota que la etapa de siembra a establecimiento del cultivo de la caña de azúcar toma 90 días, la etapa de crecimiento 150 días y la etapa de maduración 60 días. La evapotranspiración en cada etapa, dependerá de las condiciones climatológicas predominantes de un año en particular, por lo que el requerimiento total de agua del cultivo será variable entre 1200 y 1800 milímetros. Para el caso del ejemplo, el requerimiento total se calcula multiplicando la cantidad de días de cada etapa por la evapotranspiración en cada etapa y sumando el total de milímetros de agua.

El primer riego en caña plantía es el denominado riego de asiento, el cual debe efectuarse inmediatamente después de la siembra o a más tardar al día siguiente de la misma. Durante los primeros 45 días de edad del cultivo, los intervalos de riego deben estar entre ocho y diez días, para evitar la formación de costra que dificulta la emergencia de los brotes.

Después de los 45 días, los riegos se deben distanciar de acuerdo con las necesidades del cultivo, determinadas por las características del suelo, clima y del desarrollo de las cañas. El riego en cañas socas, a diferencia de las plantillas, puede efectuarse con intervalos más largos 14 - 15 días, dado su mayor capacidad de absorber agua en estratos más profundos del suelo, debido a su mayor profundidad radical. El primer riego en soca debe efectuarse inmediatamente después de la quema, debido a que la caña durante el periodo de maduración para la zafra es

sometida a una fuerte sequía antes de la cosecha, y es fuertemente maltratada con las quemas y con los equipos de corte, alza y transporte.

Existen diferentes métodos de riego para la caña de azúcar, entre los que se pueden Mencionar: riego per inundación, riego por aspersion y riego por goteo. Aquí hay que tomar en cuenta las ventajas, desventajas, eficiencia, beneficios y costos de cada método. Hay reportes en cuanto a su eficiencia de aplicación de agua y extensión regada, para cada uno de los métodos de riego antes mencionadas, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Tipo de riego y eficiencia operativa

Metodo de irrigacion	Eficiencia de aplicación de agua (%)	Volumen de agua necesario para un requerimiento de 5 mm / dia (metros cubicos / Ha)	Area regada con un caudal de 10,000 metros cubicos / dia (Ha)
Inundacion o por surcos	60	83.3	120
Aspersion	70	71.4	140
Goteo	90	55.5	180

Fuente: Dondiego (1999).

Estudios también reportan rendimientos promedios que oscilan entre 126 a 140 t/ha en riego por goteo frente a 122 t/ha en riego por aspersion e inundación.

Los intervalos y láminas de riego dependen de las necesidades de la planta de caña, de la disponibilidad de agua, y de la capacidad de almacenamiento del suelo en los cuales se desarrolla el sistema activo de las raíces de la caña. (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991)

En riego por goteo en caña de azúcar se ha utilizado principalmente enterrado, debido a las prácticas de cosecha que se realizan en el cultivo. Como muestra la tabla 2, La eficiencia del riego por goteo es la más alta de los sistemas de riego que se conocen en la actualidad, en el orden del 90% o más, comparadas con el riego por aspersion (70%) y el riego por surcos o inundación (60%).

Gracias a la alta eficiencia del riego por goteo es que podemos aprovechar mayor superficie con la misma cantidad de agua, comparado con los otros tipos de sistemas de riego. 1 mm de agua es igual a 1 litro / metro cuadrado por lo que en una hectárea equivale a 10 metros cúbicos. Por ejemplo, para aplicar un uso consuntivo diario de 5 mm/día, se requiere una dotación de agua de 55.5 metros cúbicos / hectárea en riego por goteo; 71.4 metros cúbicos / hectárea en aspersión y 83.3 metros cúbicos / hectárea en surcos.

De lo anterior, se puede deducir que con un volumen de agua de 10,000 metros cúbicos, se pueden regar 190 hectáreas en riego por goteo, 150 hectáreas en riego por aspersión y 120 hectáreas en riego por goteo. Por lo que se puede concluir, que existe un 58.3% de aumento en la superficie regada con riego por goteo respecto al sistema de riego por surcos Tabla 2.

Por otro lado, se han experimentado incrementos promedio de producción del orden del 40% por unidad de área en riego por goteo con respecto al riego por surcos, el cual se mantiene tanto en la planta como en la soca. (IX Congreso Nacional de Irrigación, 1999).

2.1.8 VARIEDADES

“El mejoramiento genético de las plantas tiene como objetivo modificar y aprovechar la variación genética con el propósito de obtener variedades que satisfagan las necesidades del hombre en circunstancias determinadas” (Orozco, Quemé, Ovalle, Rosales, 2014, p.1).

Las variedades que se escojan para cultivar en un determinado lugar, debe ser: las que se adapten mejor a las condiciones de clima y suelos de la zona de influencia de cada ingenio, que tengan un alto contenido de sacarosa, que sean tolerantes a las principales plagas y enfermedades y que los rendimientos sean similares en los diferentes cortes (plantilla, soca, retoños).

Cuando las variedades que se han venido cultivando comercialmente se vuelven

económicamente improductivas, se deben sustituir inmediatamente, ya que la variedad representa el renglón más importante en la productividad, para la industria del azúcar.

Los clones o variedades sembradas en el país son muchas. A continuación se mencionan los más importantes que han sobresalido y prevalecido por sus buenas características agroindustriales, de adaptabilidad y de tolerancia a las enfermedades, en las pruebas de adaptación que ha realizado.

"Pindar"

Variedad originaria de Australia. Se desarrolla bien en suelos de livianos y ligeramente pesados y de fertilidad elevada. Es de maduración media a temprana, de buen rendimiento en el campo y con buen contenido de sacarosa; florece poco. Es tolerante al carbón, roya y otras enfermedades. La variedad Pindar se recomienda en alturas superiores a 500 metros sobre el nivel del mar.

"Q68"

Variedad procedente de Australia. Se ha adaptado a suelos aluviales, de textura liviana y fértil. Es de buen vigor y desarrollo, de maduración media, de buen rendimiento en el campo, buen contenido de sacarosa y tolerante al carbón y la roya.

"CP 72-2086"

Variedad procedente de Estados Unidos. Se desarrolla en suelos livianos y ligeramente pesados, de fertilidad media a alta. Es de buen rendimiento en el campo y a nivel industrial. En algunas regiones ha resultado susceptible al carbón.

"Q96"

Variedad originaria de Australia. Es un clon que se desarrolla muy bien en suelos de textura liviana y alta fertilidad. Con riego tiene excelente desarrollo y macollamiento. Esta variedad de maduración intermedia, de alto rendimiento, alto contenido de sacarosa y tolerante a la roya y al carbón.

"RD 61-01"

Variedad procedente de República Dominicana. Se desarrolla bien en suelos ligeros, moderadamente fértiles. Es de maduración intermedia, de buen rendimiento agrícola, con buen contenido de sacarosa y tolera la sequía.

"MEX 69-290"

Variedad originaria de México. Se desarrolla muy bien en suelos volcánicos y aluviales, especialmente en alturas superiores a los 800 msnm. Es de maduración media a tardía y no florece. Produce altos rendimientos agrícolas y buen contenido de sacarosa. Es tolerante a la roya, carbón y mancha ojival. (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991)

2.1.9 PLAGAS

2.1.9.1 *Phillophaga ssp (Gallina Ciega)*

En general, poblaciones altas de gallina ciega causan pérdidas de cañales enteros, una población de 12 larvas / m, causó pérdidas totales de un lote experimental de 1.2 hectáreas. Los adultos pueden ser encontrados en diversas plantas silvestres y cultivos anuales.

Biología

Existen especies anuales y bianuales, la hembra oviposita en el suelo a una profundidad de 2 a 10 cm, colocados en pequeños grupos bajo coberturas de zacates y ranuras del suelo, los huevos son de color blanco aperlado. La larva es de color blanco cremoso de tipo escarabeiforme (forma de C), de cabeza color café a rojiza con tamaño que alcanza los 5 cm. Posee patas y mandíbulas fuertes y desarrolladas. El adulto es un escarabajo con tonalidades de pardo a pardo rojizo, cubierto de pelos blancos finos y cortos sobre los élitros y su tamaño oscila entre 1 a 3 cm según la especie.

Daños

Las plantas dañadas presentan síntomas de un amarillamiento periférico, crecimiento lento y raquítico, las cepas enteras son susceptibles al acame, el sistema radical es poco y la planta no tiene anclaje ni se puede nutrir, su rendimiento disminuye y pueden morir. En los dos primeros estadios las larvas comen materia orgánica y raíces fibrosas, durante unas cuatro a seis semanas, en el tercer estadio se alimentan vorazmente de las raíces por cinco a ocho semanas. Los ataques de la plaga normalmente son esporádicos, localizados y difíciles de predecir, generalmente estos ataques son realizados en manchones o zonas localizadas.

Control cultural:

Realizar rastreo profundo en nuevas plantaciones o en renovaciones y subsolar a más de 60 cm de profundidad con el objetivo de matar larvas y pupas y exponerlas al sol como también a pájaros y otros enemigos naturales.

Control físico:

Utilizando trampas de luz, se reportan capturas de hasta 27,000 adultos en una noche.

Control etológico:

Utilizando feromonas sexuales (eleniure), una nueva alternativa para el control de adultos, con excelentes resultados. Hay estudios que reportan capturas de 298,000 adultos en campañas de trabajo.

Control biológico:

Utilizando bacterias y hongos. Hay trabajos con las bacterias *Erwinia* spp y *Bacillus popillae* y con el hongo *metarhizum anisopliae*. Control químico: Es una alternativa con buenos resultados. Hay reportes de excelentes resultados con fumigaciones nocturnas, utilizando metil paration a dosis de 1 l/ha.

2.1.9.2 Aeneolamia Postica (Salivazo)

Se originó en el continente americano con una distribución neo tropical. Es uno de los principales problemas en el cultivo de la caña de azúcar, se presenta en todas las zonas cañeras de nuestro país, provocando grandes perjuicios al cultivo de la caña de azúcar, su desarrollo se ve favorecido por la alta humedad relativa.

Hospederas

Arroz, maíz, pastos (estrella, pangola, jaragua, guinea y otros) gramíneas silvestres, caña de azúcar.

Biología

Huevo, blanco y alargado, puesto en el suelo y en la base de la planta; ninfa, blanca cremosa, pasa por cinco estadios dentro de una masa blanca espumosa parecida a saliva, en las raíces o partes inferiores del tallo a nivel del suelo; adulto, de siete a ocho mm de largo, negro o café oscuro con marcas amarillo pálido en las alas, saltan cuando las molestan.

Los adultos son de hábitos crepusculares nocturnos, se esconden dentro del cogollo y en las hojas durante parte del día, son voladores de poco alcance, saltan más de lo que vuelan, y para su alimentación chupan la savia de las hojas, perforando las partes verdes del cogollo.

Daños

Son numerosos los daños que causan en las hojas, la típica intoxicación sistemática llamada quema de las hojas (Feuker 1959) En la caña en proceso de maduración la quema de las hojas reduce el proceso fotosintético, acorta los entrenudos y seca la planta. La caña pequeña, en proceso de crecimiento se quema notablemente rápido, aparecen hojas nuevas causando un estado de debilidad general en la plantación, este proceso toxico puede causar la pérdida total de lotes en las fincas.

Controles

Prácticas culturales como la eliminación de residuos de la cosecha anterior con el objetivo de dejar al descubierto las cepas para secar las ninfas de la primera generación, realizar aporques, drenajes adecuados en suelos arcillosos para la destrucción de los huevos, realizar un adecuado control de malezas incluyendo caminos internos y al contorno de los lotes con el objetivo de impedir la migración

de los adultos a los cañales. Además del uso de materiales resistentes al ataque de la plaga y finalmente el control químico.

2.1.9.3 *Diatraea saccharalis* (Barrenador Mayor)

Hospederas

Arroz, maíz, sorgo, caña de azúcar

Biología

Larva blanca cremosa, con puntos oscuros y un escudo pro torácico café rojizo; Pupa, con protuberancias puntiagudas como cuernos en la cabeza; adulto, tiene un diagonal de puntos café, más o menos marcado en las alas delanteras, pero la identificación positiva sólo puede hacerse examinando los genitales.

Daños

Las larvas hacen túneles en los entrenudos, reduciendo el vigor de la planta, a veces hacen que se quiebre o se muera la parte distal del tallo, provocando la muerte de las plantas.

Control biológico:

Utilización de *Telenomus alecto*, parasitoide de huevos y larvas, *Tnchogramma minutum*, *Cotesia flavipes*, *Lylsophaga diatraea*. Control químico: es a menudo ineficaz y restringido a la época entre la eclosión del huevo y cuando la larva penetra el tallo.

“Durante la segunda mitad de junio se propone realizar entresacado de cogollos en tallos con “corazón muerto”. Esta acción debe ser realizada también durante el resto del mes de marzo y la primera quincena de abril. Se sugiere que esta

actividad sea realizada por los agricultores. Se propone la realización de pláticas a fin de concientizar a los agricultores para que participen.”(Cilva, Domínguez, 2004, p21)

2.1.9.4 Elasmopalpus lignosellus (Barrenador menor)

Hospederas

Maíz, Sorgo, Arroz, Frijoles, caña de azúcar y gramíneas silvestres.

Biología

Sus huevos son de forma ovalada, de color verde pálido y son puestos de uno en uno o en pequeños grupos, las larvas presentan color café rojizo con bandas azules, se alimenta de hojas o de pequeñas raíces, al llegar a su tercer estadio taladran el tallo bajo el suelo y empiezan a taladrar hacia arriba, lo que ocurre cuando los brotes alcanzan una altura de 30cm. Las pupas originalmente son de color verde, se vuelven de color café y se encuentran en un capullo cubierto de residuos. El adulto es una pequeña mariposa de color café claro, que deposita sus huevos en los tallos y hojas, o en la superficie del suelo cercano a la planta hospedera.

Daños

Las larvas taladran los tallos o brotes de las plantas, reconociéndose fácilmente su síntoma, por la marchites del brote ocasionando retraso en su crecimiento, provocando macollamiento y acaparamiento, la perforación severa de los tallos provoca la muerte de las plantas.

Controles

Control cultural: realizar rastreo profundo en nuevas plantaciones o en renovaciones y subsolar a más de 60 cm de profundidad con el objetivo de matar larvas y pupas y exponerlas al sol como también a pájaros y otros enemigos naturales.

Control químico:

Es una alternativa que da buenos resultados. (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991)

2.1.9.5 *Sigmodon Hispidus* (Rata Cañera)

Las ratas constituyen uno de los principales problemas con que tropiezan los productores de caña de azúcar. La caña de azúcar ofrece magnífica protección y alimento a las ratas, por lo que es atacada con frecuencia por estos roedores. Las ratas son muy prolíferas; alcanzan madurez sexual a los tres o cuatro meses; su período de gestación es aproximadamente de veintiún días, y pueden tener cuatro a doce crías por nidada.

La rata de campo cuenta con numerosos y variadas enemigos naturales sin cuya acción serían incalculables los daños que causan a la caña de azúcar. En Costa Rica, sus predadores son los búhos, querques, gavilanes, halcones, culebras, mapaches, armados, perros y gatos. Desafortunadamente, muchos de ellos han sido exterminados, lo que ha provocado una alta tasa de crecimiento en las poblaciones de estos roedores.

La rata se alimenta de caña de azúcar durante todo el año. Los daños son mayores después de la temporada de lluvias, lo que coincide con el invierno, la época de zafra y el crecimiento de los brotes de las nuevas cañas y de las socas.

En el país, las ratas atacan a la caña desde que las plantas tienen una altura de 15 cm. La rata roe los nudos en la base de los tallos haciéndolos caer. Una vez en el suelo, las ratas se alimentan de los nudos del tallo. En las cañas roídas se desarrollan pudriciones bacterianas y fungosas, causando pérdidas en el contenido de sacarosa.

Para lograr buenos resultados en el combate de roedores, se requiere establecer un programa bien definido. El momento más oportuno para iniciar el combate es cuando se obtiene niveles de captura de 8% o más de cien trampas instaladas a lo largo del cañaveral en el transcurso de la noche.

En la actualidad el combate de la rata se hace por envenenamiento directo a base de cebos con venenos de efecto inmediato (sulfato de talio, Endrín, fosforo de zinc) o con cebos anticoagulantes como warfarina, fumarina, cumatetralil. (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991)

2.1.10 ENFERMEDADES

Los efectos de las enfermedades que atacan a la caña de azúcar se reflejan en un desarrollo pobre y en una baja calidad industrial de la materia prima. Además, propician la reducción del contenido de sacarosa y de la pureza de los jugos, lo que da como resultado una pobre recuperación del azúcar en el ingenio.

El grado de infección de una planta depende principalmente de la resistencia que tenga la variedad cultivada y del grado de humedad que haya en el suelo y en el ambiente; por lo tanto, se recomienda sembrar variedades cuya tolerancia a determinadas enfermedades haya sido comprobada, así como mejorar el drenaje de los terrenos.

A continuación se describen las enfermedades de mayor importancia que atacan la caña de azúcar.

2.1.10.1 Mosaico de la caña (*Polivirus spp*)

Produce moteado en las hojas jóvenes a manera de pequeñas manchas de color verde amarillento o blancuzco, sobre todo en un fondo verde oscuro. Es causado por un virus del grupo de los polivirus, los cuales son transmitidos por áfidos. La medida de combate que se debe practicar es la siembra de variedades tolerantes.

2.1.10.2 Mancha de ojo o mancha ojival (*Bipolaris sacchari*)

En las hojas más jóvenes se presentan pequeñas manchas de color rojizo en el centro y rodeadas de un margen angosto color paja.

Estas lesiones son alargadas en dirección de las venas de las hojas. Posteriormente, a partir de esas pequeñas manchas se forman rayas que se extienden hacia la punta de las hojas. Sus efectos pueden ser de carácter importante desde el punto de vista económico. El combate de la enfermedad se realiza mediante la siembra de variedades tolerantes como H 32-8560, h 575174.

.

2.1.10.3 Mancha anular (*Leptosphaeria sacchari*)

Los síntomas aparecen en las hojas y son manchas de un color verde oscuro o café con bordes angostos, amarillentos de forma alargada y de contorno irregular. Varias manchitas pueden unirse para formar grandes manchas café rojizo. El centro de las manchas más viejas toma un color paja característico. Esta enfermedad no tiene efectos significativos.

Las enfermedades se combaten por medio de la siembra de variedades tolerantes como: H 44.3098, H 57-5174,

2.1.10.4 Roya (*Puccinia erianthi*, *P. melanocephata* y *P. kueknii*)

La incidencia de la enfermedad es muy significativa. Se manifiesta como manchas cloróticas pequeñas y alargadas de color amarillento que al aumentar de tamaño toman un color marrón y se rodean de un halo amarillo pálido. Las lesiones forman pústulas especialmente en el envés de las hojas.

El combate es con la siembra de variedades con tolerancia como: Pindar Q 68, H 57-5174, H 44-3098, H 32-8560, Q 96, Cr 61-01, H 68-1158.

2.1.10.5 Carbón (Ustilago scitaminea, Sydow)

Sus síntomas más característicos son: plantas achaparradas con tallos muy delgados, entrenudos largos, hojas estrechas, pequeñas y cortas, con estructuras negras en forma de látigo en la parte terminal de la planta o cogollo. Es una enfermedad que puede ocasionar efectos de características importantes.

Para que no se presente la enfermedad, se deben sembrar variedades tolerantes como: Q 68, Q 77, Pindar, H 575174, Q96,Cr61-01,Sp70-1284.

Para el control de esta enfermedad se recomienda, igualmente, el establecimiento de campos de multiplicación con material sano, previamente tratado por inmersión completa en triadimefon (Bayleton) a razón de 2 g/l durante 5 min. Por otro lado, la erradicación de las plantas afectadas, mediante la aplicación de glifosato (Roundup) en dosis de 10 ml/l de agua, puede retardar en más de 2 años una mayor incidencia de la enfermedad (Victoria et al., 1990). (CENICAÑA, 1995, p 276)

2.1.10.6 Pokkah Boeng (Fusarium moniliforme, Sheldon)

Las cañas afectadas muestran cogollos retorcidos, clorosis en la base del tallo y deformación del tallo. Esta enfermedad no es de importancia económica. El

combate se realiza mediante la siembra de variedades tolerantes H 37-1933, Q 68, Pindar, H 44-3098, H 57-5177, Q 96, Cr 61-01, H 68-11858.

Otras enfermedades fungosas de la caña menos importantes son:

Mancha parda causada por *Cercospora longipes* Buther, mancha amarillenta producida por *Cercospora koepkei* Krueger y la enfermedad de la piña, cuyo agente causal es *Thielaviopsis paradoxa* Hoehn.

2.1.10.7 Escaldadura foliar (Xanthomonas albilineans, Donson)

Los síntomas principales son rayas blancas y angostas, tanto en las hojas como en las vainas, enanismo de los tallos, desarrollo profuso de brotes laterales. Se transmite por material de siembra infestado, implementos (cuchillos) y roedores.

El combate se realiza mediante variedades tolerantes, la eliminación de las plantas enfermas y la desinfección de los machetes con formalina.

2.1.10.8 Raya roja (Xanthomonas rubrilineans, Starr y Burth)

Los síntomas son rayas de color rojo oscuro, paralelas a la nervadura central de las hojas y con bordes bien definidos que en ciertas ocasiones se unen para formar bandas. En casos severos, causa la pudrición del cogollo y posteriormente del tallo. Bajo condiciones favorables a la enfermedad esto puede cobrar características de importancia económica. El ataque de esta enfermedad se evita mediante la siembra de variedades tolerantes como Q 68, Q 96, CR 61-01 o SP 70-1284. (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991)

2.1.11 MADURACIÓN

Es un proceso metabólico durante el cual la planta suspende su crecimiento y comienza a almacenar en el tallo energía en forma de sacarosa. Las condiciones

óptimas para su maduración son: poca lluvia, temperatura fresca y bastante luminosidad.

Para determinar el punto óptimo de cosecha de la caña de azúcar es necesario dar un seguimiento a las manifestaciones tanto externas como internas de la planta durante su sazón. Dentro de las manifestaciones externas se puede mencionar el acortamiento de entrenudos en el cogollo, cese del crecimiento, presencia de hojas amarillas delgadas y quebradizas, tallos desprendiendo cera, brotación de yemas y formación de medula corchosa en la parte superior del tallo.

En cuanto a las manifestaciones internas tenemos el contenido de humedad de algunos de los tejidos, el brix, el contenido de sacarosa del mismo. Se han desarrollado varios métodos de control de maduración, dentro de los cuales, se ha encontrado una buena correlación entre el descenso de la humedad medida en cada método y el aumento en la recuperación de azúcar por tonelada de caña molida, para esto se requiere que la muestra del lote sea bien representativa.

La cosecha tiene como meta final entregar al ingenio tallos de caña de azúcar de buena calidad, medida por el contenido de sacarosa, para esto se debe cortar las puntas o cogollos en la operación de recolección, ya que las puntas y las hojas de la caña, contienen poca sacarosa disminuyendo el rendimiento de azúcar, la punta se elimina de manera efectiva por el corte a mano que es el método de recolección escogido en la mayor parte del mundo para el corte de la caña de azúcar.

Aunque existen una gran diversidad de cosechadoras mecánicas que además de cosechar la caña, la limpia y la corta en pedazos y la transporta al vehículo que la lleve al ingenio para su proceso. Estas cosechadoras poseen una eficiencia de 1.5 ha equivalente a 240-250 ton/ha. La carga de la caña cosechada a mano en la mayoría de los países cañeros se realiza mecánicamente hacia los camiones y

tráileres que se utilizan para su transporte a los respectivos ingenios, para su procesamiento industrial. Algunos países del mundo realizan la cosecha de la caña de azúcar, sin practicar la quema de los cañales, aumentando así sus rendimientos de campo y de azúcar. (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991)

2.1.12 COSECHA

El control sobre el sazonado y la maduración de la caña constituye una de las prácticas de campo y laboratorio más importantes que deben ser apoyadas por los agricultores e industriales, ya que influyen directamente en la cantidad de azúcar producida por hectárea.

Por esta razón, se debe tratar que los tallos molederos en el momento del corte, reúnan las mejores condiciones de calidad industrial, es decir, que tengan el mayor contenido de sacarosa para lograr así una mayor producción de azúcar y con ello una mayor rentabilidad por tonelada de caña cortada, principalmente porque en la actualidad la caña es pagada por su contenido de azúcar.

El trabajo para determinar el grado de maduración comienza entre dos a tres meses antes de la cosecha de la caña. En cada lote comercial se toman muestras formadas por varias cañas enteras y representativas, para analizar en el laboratorio el porcentaje de humedad, los grados Brix (la sacarosa en caña), la pureza del jugo y los azúcares reductores. Con estos valores se calcula el índice de madurez que sirve de base para definir el período más apropiado para el corte del lote y formular así el programa de cortes de la zona de influencia del ingenio. Para el muestreo, existen varias técnicas como es tomar una sección completa del surco de caña y analizarlo, o seleccionar tallos maduros de la plantación. (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991)

La caña de azúcar está constituida por jugo y fibra. La fibra es la parte insoluble en agua y está formada principalmente por celulosa, la cual, a su vez, está constituida por azúcares sencillos como glucosa (dextrosa). El contenido porcentual de sólidos (sacarosa, azúcares reductores y otros constituyentes) solubles en agua se denominan comúnmente brix (expresado en porcentaje). La razón porcentual entre la sacarosa en el jugo y el brix se conoce como pureza del jugo. El contenido aparente de sacarosa, expresado como un porcentaje en peso y determinado mediante un método polarimétrico, se denomina “Pol”. Los sólidos solubles diferentes de la sacarosa, que incluyen los azúcares reductores como la glucosa y otras sustancias orgánicas e inorgánicas, se denominan usualmente “no-Pol” o no-sacarosas, los cuales porcentualmente resultan de la diferencia entre el brix y el Pol. (CENICAÑA, 1995)

2.1.13 CORTE DE LA CAÑA

Las actividades incluidas en esta etapa de la producción de la caña, son tan importantes como todas las anteriores y se deben realizar bajo normas precisas para conservar y aprovechar toda la cantidad y calidad del producto ya logrado.

Con la debida anticipación al corte, se deben arreglar los caminos principales, secundarios y terciarios, de tal manera que los vehículos que transportan la caña, no tengan problemas en el trayecto al ingenio y se cumpla con el programa de entregas. También con la anticipación conveniente, el cañero debe, asegurarse de que estén contratados los suficientes cortadores para la zafra.

En la fase de corte y limpia de la caña, el cañero debe poner particular interés en vigilar que la caña se corte al ras del suelo, porque es en la base de los tallos donde se encuentra la mayor cantidad de sacarosa, la cual se queda tirada en el campo si el corte se hace alto y además, da lugar a la entrada de hongos y bacterias que pudren las cepas. En el caso de la caña que se cosecha sin quemar, los tallos se deben despajar completamente y despuntarse

correctamente, de modo que no se lleve al ingenio parte del cogollo por cortar muy arriba, ni se queden en el campo esquejes con sacarosa si se corta muy abajo. Una vez cortada las cañas, se deben acordonar en forma perpendicular al surco y los cogollos y la basura se deben colocar aparte. La caña se debe cargar sin basura y sin tierra. Es necesario vigilar que no quede caña tirada en el campo, además que se estibe y amarre bien sobre los vehículos de transporte para que no se caiga por el camino.

La caña no debe quedar cortada en el campo más de veinticuatro horas y máximo treinta y seis horas, ya que si pasa de ese tiempo, pierde peso y su calidad industrial se deteriora al aumentar los azúcares reductores y bajar el contenido real de azúcar.

Los cargadores de caña entera, son los más usados en el país; también se usan en las partes planas, cosechadoras llamadas combinadas, las cuales cortan en trozos la caña y la descargan en las carretas que acompañan a la cosechadora. El transporte de la caña puede ser en forma directa, del campo al ingenio, o indirecta, del campo a romanas establecidas para tal fin; se puede efectuar por medio de tráiler, camiones grandes o pequeños, etc. (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991)

2.2 DEFINICION DE TECNOLOGÍA

Desde el origen humano se da una lucha por la subsistencia, intentando el humano por sobrevivir comienza a desarrollar lentamente tecnología básica para dominar el medio en el que habita. El mayor desarrollo tecnológico se presenta en los últimos años, los grandes adelantos tecnológicos mundiales se dan en el área de mecánica, automatización de procesos, electricidad, telecomunicaciones y la creación de nuevos materiales entre otros; en este sentido comienzan a incrementarse las áreas de oportunidad en dichas ramas de la investigación.

Bajo este contexto las empresas tienen que ser capaces de adaptarse a las necesidades del mercado en el que compiten, y una característica que las diferencia es la generación de una cultura innovadora con bases en la investigación tecnológica.

La tecnología ha pasado a ser un activo importante para la competitividad de las empresas y para el crecimiento económico de las naciones, años atrás Chumpeter 2002, reconoció que la inversión en el desarrollo de nuevas tecnologías son motores del crecimiento económico (González S., 2009).

A menudo, la tecnología se basa en los resultados de la ciencia, pero siempre tendrá un componente de empirismo que se requiere para adaptar los conocimientos a un ámbito específico de aplicación. En un sentido más amplio, el concepto de tecnología no se queda en la creación de herramientas, maquinaria, técnicas, procesos y ciencia; también tiene el objetivo de beneficiar a la sociedad a través de la creación de innovaciones. (Hilda Sandra López Fierros, 2010)

2.3 DEFINICIÓN DE INNOVACIÓN

La innovación implica la renovación en procesos, productos, servicios, y la gestión de cambios en las empresas, con el objetivo de explotar las oportunidades que ofrecen dichos cambios. López M. (2007), dice que para sobrevivir las empresas, tienen que ser flexibles, adaptarse a los cambios del mercado y evolucionar constantemente.

Un concepto más estrecho de innovación es la que se centra propiamente en el ámbito del desarrollo de tecnología (de producto o de proceso): la innovación tecnológica que, al igual que en las innovaciones organizacionales y de servicios, son conductoras de la competitividad en cualquier empresa, haciendo necesaria la inversión en este activo. (Hilda Sandra López Fierros, 2010)

2.4 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN HONDURAS

En Honduras históricamente el Estado se ha hecho responsable de diseñar y ejecutar las políticas de Extensión Agropecuaria. Los programas de asistencia técnica y extensión se iniciaron en Honduras en la década de los años cincuenta con la creación de Servicios Técnicos Interamericanos de Cooperación Agrícola (STICA), retomando los servicios de extensión agrícola, a cargo de la Dirección General de Incorporación Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Ganadería; esta Dirección estaba orientada a dar capacitación técnica a los productores agrícolas, comprendiendo la introducción de nuevas razas de animales, nuevas variedades de cultivos, y el uso y manejo de agroquímicos. (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, 2005)

Este programa contó con el apoyo del Gobierno de los Estados Unidos de América. Luego, en la década de los sesenta, esta institución fue absorbida por el Estado, transformándose en la Dirección de Desarrollo Rural (DESARRURAL), la cual amplió las labores de extensión a través de infraestructura, incorporación de técnicos especialistas y la coordinación con el Banco Nacional de Fomento (BANAFOM).

A este período se denominó como época de expansión, ya que se contrató un número grande de técnicos y se crearon varias agencias de extensión con la ayuda externa del BID, USAID, Banco Mundial (BM) y de gobiernos de países amigos. A partir de la década de los ochenta varias ONG realizan acciones comunitarias e inician su relación con el trabajo de asistencia técnica para maíz, frijol y hortalizas, así como variedades y semilla, sanidad animal, riego, control de plagas, plantas medicinales y manejo de silos. En la década de los ochenta, la Extensión Agropecuaria en Honduras fue considerada como un instrumento de gran importancia para el desarrollo rural, la misma fue ejecutada tanto por la SRN como por el Instituto Nacional Agrario (INA).

Con la ejecución del Programa de Ajuste Estructural de la Economía, en 1990 se contempló en la Ley de Modernización y Desarrollo del Sector Agrícola la creación de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agrícola (DICTA), como un organismo desconcentrado del sector público, dependiente de la SRN, y con autonomía administrativa, técnica y financiera. (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, 2005)

El objetivo principal de la DICTA es promover la producción y productividad agropecuaria por medio de la prestación de servicios privados de generación y transferencia de tecnologías a pequeños y medianos productores de alimentos básicos, ubicados en zonas de potencial agrícola no desarrollado.

La nueva política se dirige hacia una “investigación-acción”, la cual se orienta a convertir la tecnología en un elemento clave para aumentar la productividad del agricultor. En la práctica, la DICTA inició sus operaciones en enero de 1995, sin embargo, no ha logrado retomar su papel clave en la asistencia técnica, ya que la estructura del sector público agrícola continúa operando en base a programas agrícolas o rurales desligados de las orientaciones de la DICTA.

Estudios y análisis efectuados por diferentes instituciones han llegado a la conclusión de que los servicios tradicionales de extensión agropecuaria que ha promovido el Estado de Honduras en los últimos 40 años, han tenido por lo menos las siguientes características: 1. Baja cobertura de los servicios, 2. Poco éxito en la tecnificación de la producción, 3. Inadecuada oferta tecnológica, 4. Poca asistencia a los productores y productoras más necesitados que son los pequeños y medianos productores, y 5. Alto costo de los servicios. (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, 2005)

A partir de 1997, se formula una nueva estrategia para brindar los servicios técnicos agropecuarios considerando en el enfoque tecnológico lo previsto en la Ley para la Modernización y Desarrollo del Sector Agrícola; esto implica la

creación y funcionamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACTA), y del Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agrícola (SNITTA), como instancias para lograr la participación activa de los sectores públicos y privados, la coordinación interinstitucional, la racionalización en la utilización de los recursos disponibles y la ejecución mancomunada de proyectos de generación y transferencia de tecnologías agrícolas.

La propuesta contemplaba “desarrollar y establecer un sistema de entrega de servicios privados de asistencia técnica a pequeños, medianos y grandes productores, regulado por el Estado, con el propósito de incrementar la producción y productividad de los principales alimentos básicos y por ende mejorar el nivel de vida de los productores”. Este proceso de mediano y largo plazo contemplaba como estrategia, el desarrollo de dos etapas:

1. Privatización de la actividad de asistencia técnica.
2. Privatización del servicio de asistencia técnica.

Donde los productores brindan un aporte a los costos de la asistencia técnica.

Esta nueva estrategia tuvo una corta duración sin resultados concretos, ya que posterior al Huracán Mitch, las prioridades se reorientaron a la ejecución del Plan Maestro de Reconstrucción Nacional, en cuyo marco se crea, en marzo del año 2000, el Programa Nacional de Desarrollo Rural Sostenible (PRONADERS) que apoya “un nuevo enfoque multisectorial del desarrollo rural sostenible con una visión de largo plazo, que promueve el desarrollo humano y el manejo y uso sostenible de los recursos naturales, a través de un proceso participativo que facilite el acceso de los pobladores a los servicios básicos e infraestructura y a la tecnificación e inversión productiva”.

Los proyectos agrícolas del PRONADERS, con fondos externos en su mayoría, priorizaron la contratación de empresas de servicios técnicos o la asistencia por medio de grandes ONG. Sin embargo, la DICTA, no logró normar ni orientar estos

nuevos procesos de generación y transferencia de tecnología, pasando a ser una instancia con baja cobertura y limitados recursos técnicos, orientados principalmente a zonas de valles priorizados. (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, 2005)

2.5 LA TECNOLOGÍA Y LA PRODUCTIVIDAD

La agricultura sigue siendo el motor del desarrollo y crecimiento rural, se estima que 1,300 millones de personas de los países en desarrollo dependen directamente de la agricultura. Aproximadamente mil millones de personas del medio rural se encuentran relacionadas con el cultivo y labranza. Los productores y aquellos que se emplean con ello deben balancear tres grandes y conflictivos objetivos: productividad, aprovechamiento y sustentabilidad.

Por lo que deberán incrementar: la productividad para satisfacer la creciente demanda de alimento y fibra en los mercados locales y globales; responder a la sin precedente apertura de los mercados y a las cambiantes oportunidades del mismo, produciendo una gran variedad de calidades en productos de alto valor, manejar los recursos naturales (agua, suelo, bosque y nutrientes orgánicos) de manera más sustentable y provechosa, que dependa cada vez menos de la aplicación de químicos y grandes cantidades de insumos. La agricultura está alcanzando los límites de los recursos de tierra y agua disponibles.

Los futuros incrementos de la producción, del ingreso rural y de los aprovechamientos para los pequeños agricultores tendrán que venir de las innovaciones tecnológicas, de cambios en el manejo y organizacionales, que conduzcan a perfeccionar la eficiencia de la operación de los sistemas agrícolas, para producir más alimentos y fibras y no de la expansión territorial.

Esto significará que los productores tengan acceso a los conocimientos y su información relacionada, habilidades, tecnologías y actitudes, generados por la investigación científica, como herramienta transformadora de la sociedad mediante

la interacción; además jugarán un papel importante en la productividad y sustentabilidad de la agricultura (Andrew y Hilderbrand, 1977; Gutiérrez *et al.*, 1999).

La generación y transferencia de tecnologías tiene un solo objetivo: acelerar los procesos de adopción. Para poder lograrlo, tanto la generación como la transferencia de tecnologías han empleado diferentes estrategias y métodos, con el fin de hacer su función más eficiente y efectiva.

En el proceso de la generación y transferencia de tecnologías, se pueden determinar dos aspectos muy interesantes:

a)- La generación de tecnologías inició en las estaciones experimentales, pero con el tiempo evolucionó a las propias fincas o parcelas de los productores, lo cual permitió involucrar a los productores desde la identificación de los problemas hasta la validación de los resultados.

b)- Por su lado, la transferencia de tecnologías impulsa la adopción utilizando diversos métodos, que en algunos casos son una combinación de educación, comunicación y actividades propias de la transferencia como son: la demostración, giras, charlas, parcelas, otras.

La innovación tecnológica en el ámbito de la agricultura sostenible, puede entenderse como un proceso que involucra una serie de acciones y alternativas que se deben evaluar en el tiempo para buscarle solución a los problemas tecnológicos de los sistemas de producción. Al final se obtiene un menú o canasta que contiene nuevas opciones viables, a nivel técnico, económico y social, para lograr una agricultura sostenible.

Como fuente directa de innovación tecnológica para la transferencia se puede mencionar la validación de tecnologías dentro del proceso de investigación y desarrollo agrícola. La validación pretende someter una tecnología con potencial para la zona a una última prueba en un número mayor de fincas y bajo el manejo

de condiciones específicas. Por lo tanto, los propósitos de la validación son: la verificación técnica, la estimación de impacto/beneficio, la estimación de los requisitos y costos de una posible transferencia, para luego decidir si es conveniente transferir dicha tecnología.

Para poder producir y aprovechar las innovaciones tecnológicas, es importante que las entidades que trabajan en la transferencia de tecnologías se apoyen y coordinen con aquellas entidades, programas, proyectos y centros de investigación que realizan la validación de tecnologías.

La validación pretende llenar un vacío, por la poca integración que muchas veces ha existido entre investigadores, extensionistas y agricultores. Entre las ventajas de la integración de la validación en el proceso de generación y transferencia de tecnologías se pueden mencionar:

- Permite orientar la investigación en base a necesidades de los agricultores.
- A partir de evaluaciones participativas e informes se formulan recomendaciones que tienen mayor validez, con resultados que se obtienen directamente del campo bajo la observación del mismo usuario.
- Existe una mayor y mejor coordinación y retroalimentación efectiva entre agricultores extensionistas e investigadores.
- La validación facilita los efectos multiplicadores, al irradiar con más seguridad las diferentes tecnologías emanadas del proceso.

Sin embargo, existen también algunas limitantes:

- Se necesita personal capacitado para implementar la metodología de validación.
- La inestabilidad de personal técnico (fuga de profesionales capacitados).
- Los costos de validación en las parcelas no siempre pueden ser cubiertos por los agricultores.
- Los agricultores con muy bajo nivel educativo no logran una buena integración al proceso. Cabe señalar que en todo este proceso es de suma importancia la comunicación permanente entre todos los actores involucrados.(Hilda Sandra López Fierros, 2010)

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 METODO Y ALCANCE

Para evaluar el efecto de la adopción de tecnología en riego por goteo y variedades en el incremento de la productividad por área, el estudio se delimitará a las tecnologías introducidas en el área agrícola de la Compañía Azucarera Tres Valles, en la zona central del país.

Se utilizará un método descriptivo en cada una de las tecnologías utilizadas, detallando las bases de su aplicación, forma de aplicación y su impacto en la productividad. Se utilizará el retorno sobre la inversión y la relación beneficio costo para evaluar su impacto económico.

3.2 MATERIALES

Para la obtención de la información referente a las tecnologías utilizadas, momentos y condiciones de aplicación, se utilizará la base de datos de maestro de lotes existente en Compañía Azucarera Tres Valles, estadísticas de producción, y resultados experimentales de algunas de las tecnologías consideradas.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación será de carácter no experimental ya que no se manejarán ni se controlarán variables experimentales para obtener un resultado. La investigación consistirá en realizar una descripción de cada una de las tecnologías implementadas para incrementar la productividad agrícola.

Se realizará un estudio de caso donde se haya realizado el cambio tecnológico, evaluando los costos y beneficios obtenidos por el uso de la tecnología.

Debido a que dicha investigación hará un seguimiento de los resultados en el transcurso del tiempo y no en un momento específico a un grupo particular de tecnologías en condiciones específicas, el diseño de investigación más adecuado será diseño transeccional descriptivo.

3.3.1 POBLACIÓN

La población considerada para el estudio serán todas las fincas que adoptaron las tecnologías en riego por goteo y variedades de caña de azúcar en la compañía Azucarera Tres Valles.

3.3.2 MUESTRA

Dentro de la población descrita, debido a que es un muestreo no probabilístico, la muestra a considerar será un análisis de caso de las fincas que realizaron cambio tecnológico en riego por goteo y variedades de caña en la Compañía Azucarera Tres Valles en el período de los años 2006 a 2014

3.4.2 TÉCNICAS

Análisis cuantitativo y descriptivo utilizando hojas de cálculo y software estadístico SPSS para realizar gráficos y tablas descriptivas de los resultados de la implementación de las tecnologías entre diferentes períodos y variables analizadas.

3.4.3 PROCEDIMIENTOS

Se realizará análisis descriptivo de la información recolectada de acuerdo a las diferentes variables agronómicas del cultivo como ser, ciclo de corte, variedades, fincas, tipos de suelo, área cultivada y de acuerdo a las diferentes tecnologías consideradas dentro de la investigación. Se elaborarán cuadros y gráficos comparativos de resultados de la implementación de las tecnologías en la productividad por área de las fincas y lotes considerados. Se registraran los costos incurridos por el cambio tecnológico y los rendimientos con y sin la tecnología y luego se hará un análisis comparativo de los resultados promedios.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Registros estadísticos del departamento agrícola de Compañía Azucarera Tres Valles

3.5.2 FUENTES SECUENDARIAS

Reportes del uso de tecnologías agrícolas en caña de azúcar en otras empresas Hondureñas o en la región centroamericana y Sur América.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 VARIABLES ANALIZADAS

Dentro de las principales tecnologías identificadas que la Compañía Azucarera Tres Valles ha implementado en el área de campo para mejorar la productividad se encuentran: introducción de nuevas variedades de Caña de Azúcar, Instalación de sistemas de riego por goteo y mejoras en prácticas culturales en el cultivo.

El proceso de adopción e implementación de tecnología dentro del proceso agrícola de la empresa se basa en la estructura existente en el área de agricultura, que permite que los diferentes departamentos agrícolas interactúen entre si y que de esta manera, sea posible identificar las necesidades de mejora de los procesos que permite enfocar los esfuerzos del departamento de investigación en validar y liberar tecnologías que incrementen la productividad.

Para cada una de las unidades productivas en campo, como son las fincas cultivadas, se determinan aquellos factores limitantes de la producción que hacen que las fincas mantengan un nivel bajo de productividad y se trabaja en equipo entre las diferentes áreas agrícolas orientado hacia la eliminación de estos factores de producción que permitan incrementar la productividad seleccionando la tecnología más adecuada a la situación. Estos factores pueden ser variedades cultivadas, sistemas de riego mal instalados, deficiencias nutricionales, suelos, enfermedades en el cultivo, plagas.

4.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

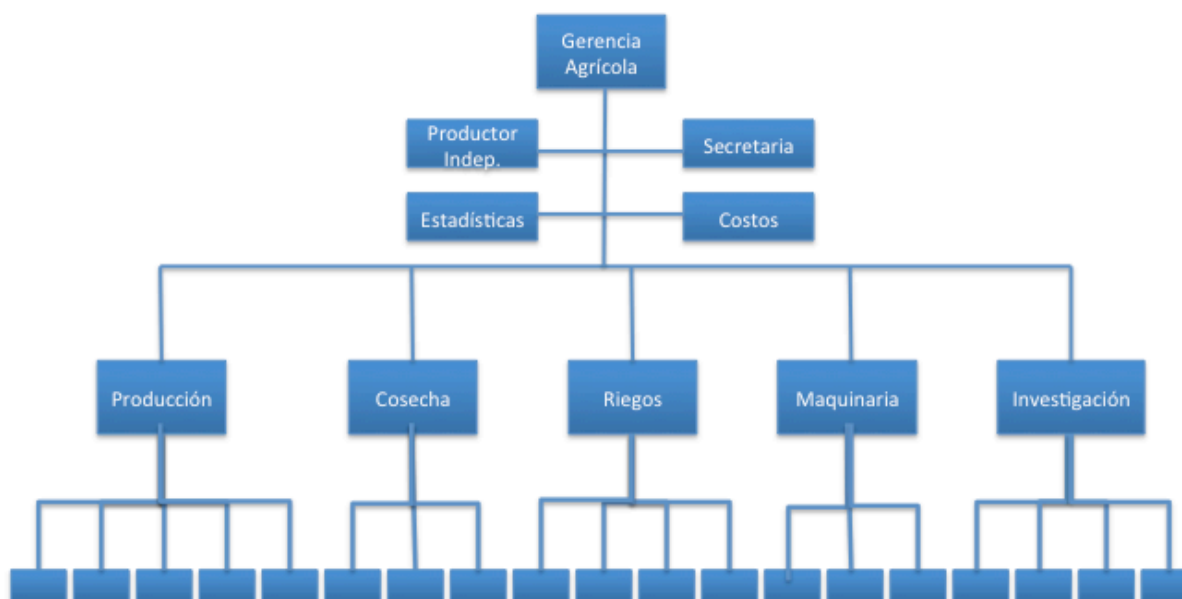


Figura 1. Estructura organizacional del departamento agrícola en Compañía Azucarera Tres Valles (CATV).

Fuente : Propia en base a registros de documentos del sistema de Gestión de la Calidad. CATV.

La figura 1, muestra la estructura organizativa del departamento agrícola donde se presenta el área de Investigación como una de las principales dependencias de la Gerencia Agrícola.

El departamento de investigación dentro del área agrícola, es el responsable de experimentar, evaluar, validar y liberar las tecnologías para su uso comercial por parte de los departamentos de producción, riegos, cosecha y maquinaria.

Este departamento de investigación realiza los experimentos y pruebas necesarias para validar las tecnologías, da el seguimiento en campo de los experimentos hasta obtener los resultados y finalmente, es responsable de comunicar los resultados y emitir recomendaciones técnicas de manejo de tecnologías que impactan en la productividad. También es responsable de coordinar giras de campo con los otros departamentos agrícolas para fomentar la participación del

personal de campo que hará uso de la tecnología, lo cual crea compromiso y facilita la adopción de tecnología en campo.

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos de investigación, si estos son positivos con un impacto en la productividad y viables económicamente, la Gerencia Agrícola decide implementar estos cambios tecnológicos a nivel comercial.

4.3 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

4.3.1 VARIEDADES

Las variedades de Caña de Azúcar son la base del éxito en los incrementos de productividad de las empresas azucareras en la región de Centroamérica. Debido a que la Caña de Azúcar es un cultivo semi-perenne, su siembra se realiza cada 5 a 8 años y en este momento de siembra se debe decidir sobre la variedad a sembrar, la cual no volverá a cambiarse hasta dentro del período estipulado. En este sentido, la variedad toma una alta importancia y se convierte en una variable tecnológica determinante en la productividad de campo. Si al momento del establecimiento de la plantación en una zona de producción, no se siembra la variedad acorde a su madurez y adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la zona, los rendimientos de azúcar por tonelada de caña producida serán bajos impactando negativamente en la productividad, caso inverso, la productividad se incrementará.

Tabla 3. Hectáreas sembradas en año 2006 por variedad Compañía Azucarera Tres Valles.

Variedad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
CB 3822	503.00	12.40	12.40
CP 72-2086	597.00	14.70	27.00
MEX 68-P-23	4.00	0.10	27.10
MEX 69-290	2,091.00	51.40	78.60
MEX 79-431	517.00	12.70	91.30
Nco 310	57.00	1.40	92.70
Nco 376	205.00	5.00	97.70
PINDAR	62.00	1.50	99.20
PR 1013	15.00	0.40	99.60
SP 70-1284	17.00	0.40	100.00
Total	4,067.00	100.00	

Fuente : Propia en base a memoria de zafra 2006-2007, CATV.

DISTRIBUCION VARIETAL AÑO 2006

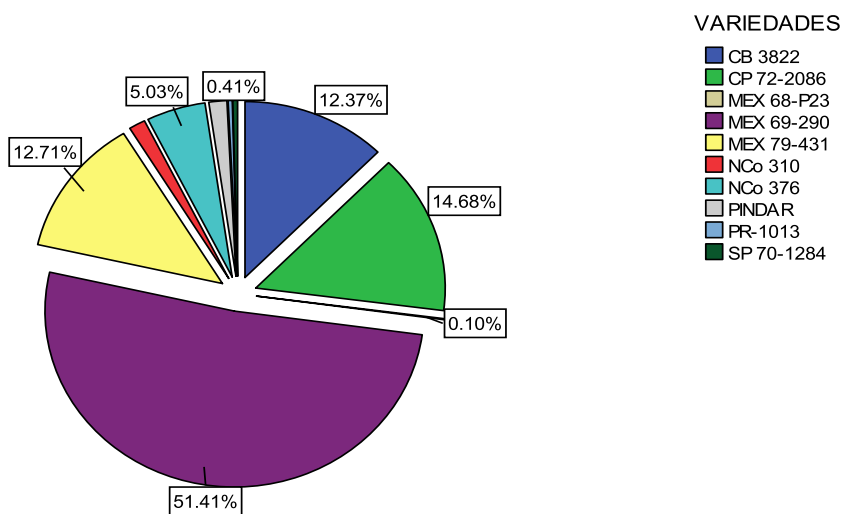


Figura 2. Distribución porcentual de área de variedades sembrada en año 2006. Compañía Azucarera Tres Valles

Fuente: Propia en base a memoria de zafra 2006-2007, CATV.

Como se muestra en la tabla 3 y figura 2, en el año 2006 las variedades que ocupaban la mayor parte del área cultivada eran la MEX 69-290 con un 51.4%, la CP 72-2086 con 14.7%, la MEX 79-431 con 12.7% y la CB 3822 con 12.4%.

Estas variedades son cosechadas de acuerdo a su madurez durante el periodo de zafra que inicia en el mes de Noviembre y finaliza en el mes de Mayo de cada año.

Tabla 4. Hectáreas sembradas en año 2014 por variedad. CATV.

Variedad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
CB 3822	297.00	5.20	5.20
CC 8325	48.00	0.80	6.00
CP 72-1210	87.00	1.50	7.50
CP 72-2086	2,006.00	34.90	42.40
CP 73-1547	441.00	7.70	50.00
CP 80-1557	15.00	0.30	50.30
CP 84-1198	309.00	5.40	55.70
CP 88-1165	23.00	0.40	56.10
CP 88-1762	5.00	0.10	56.20
LAICA 00-301	9.00	0.20	56.30
MEX 69-290	1,740.00	30.30	86.60
MEX 79-431	503.00	8.70	95.30
NA 5642	73.00	1.30	96.60
PINDAR	136.00	2.40	99.00
RB 85-5035	5.00	0.10	99.10
RB 86-7515	25.00	0.40	99.50
RB 92-579	29.00	0.50	100.00
Total	5,751.00	100.00	

Fuente : Propia en base a memoria de zafra 2013-2014, CATV.

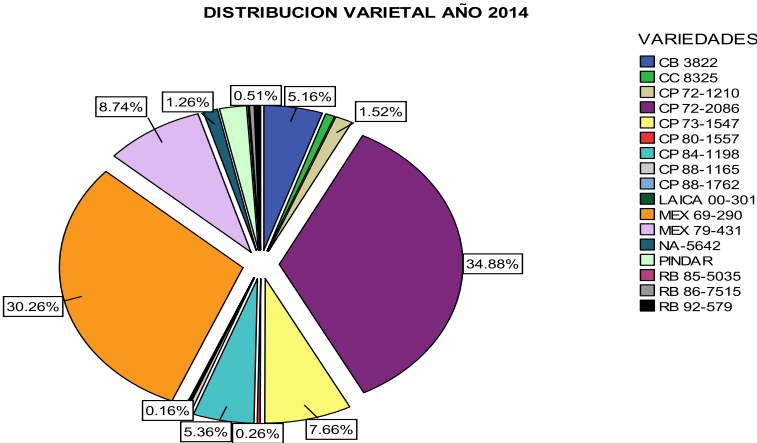


Figura 3. Distribución porcentual de área de variedades sembrada en año 2014. Compañía Azucarera Tres Valles.

Fuente: Propia en base a memoria de zafra 2013-2014, CATV.

Como muestra la tabla 4 y figura 3, el mayor porcentaje del área sembrada en el año 2014, corresponde a las variedades CP 72-2086 y MEX 69-290 con 34.9% y 30.3% respectivamente. Las variedades MEX 79-431 y CB 3822 en este año solo ocupan un 8.7% y 5.2% del área sembrada respectivamente. La variedad CP 73-1547 ha crecido en área sembrada ocupando un 7.7%.

Desde 2006 hasta 2014, se han realizado cambios varietales disminuyendo principalmente el área sembrada de MEX 69-290 y aumentando el área sembrada de CP 72-2086 y se han introducido a nivel comercial otras variedades de madurez temprana buscando mejorar los rendimientos de azúcar por tonelada. Esos cambios en áreas sembradas de las variedades, obedecen a resultados de adaptabilidad de variedades en la zona de influencia del ingenio.

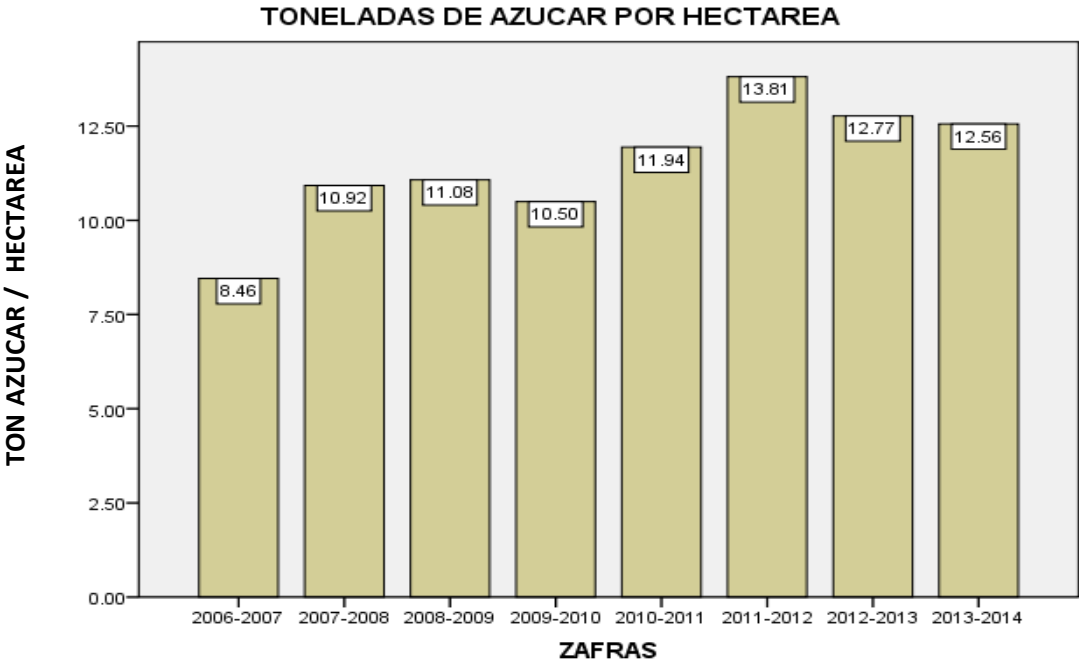


Figura 4. Productividad de azúcar por hectárea desde el año 2006 hasta 2014 en Compañía Azucarera Tres Valles.

Fuente: Propia en base a memorias de zafras, Compañía Azucarera Tres Valles.

Los cambios varietales sucedidos en la Compañía Azucarera Tres Valles, desde el año 2006 hasta el año 2014 como lo demuestra la figura 4, se reflejan en incrementos en la productividad de azúcar por hectárea en un 48.5%. Esto es debido a mejoras en variedades que se reflejan en incrementos en la productividad de toneladas de azúcar por hectárea.

Las variaciones en productividad en cada zafra, como muestra la figura 4, están influenciadas en alto porcentaje por las condiciones climáticas prevalecientes en cada año. Cambios en las variables climáticas como exceso o falta de precipitación, aumento o disminución de la radiación solar y variaciones entre temperaturas máximas y mínimas, influyen en la producción de biomasa del cultivo y en su concentración de sacarosa.

Los cambios que más han impactado estos resultados en este período, son el incremento en área sembrada de las variedades CP 72-2086, CP 73-1547 y CP 84-1198 las cuales son variedades de madurez temprana para cosechar al inicio de la zafra. Así mismo, la disminución del área sembrada de las variedades MEX 69-290, MEX 79-431 y CB 3822 ha contribuido al incremento en productividad debido a que dichas variedades se han dejado sembradas en las zonas donde mejor adaptabilidad tienen a las condiciones agroclimáticas para el cultivo y su cosecha se realiza en el período de su madurez que es a mediados y final del período de zafra.

Tabla 5. Comparativo de productividad en toneladas de caña por hectárea (Tm / Ha), Kilos de azúcar por tonelada (Kg / Tm) y toneladas de azúcar por hectárea (TAZ / Ha) en zafra 2006-2007 y 2013-2014.

Zafras	Variables	N	Minimo	Maximo	Promedio
2006-2007	Tm / Ha	4067	17.90	206.28	73.09
	Kg / Tm	3581	51.29	151.69	115.80
	Taz / Ha	3581	1.52	21.68	8.45
2013-2014	Tm / Ha	5751	0.90	304.39	108.42
	Kg / Tm	5553	39.37	156.84	114.81
	Taz / Ha	5553	0.99	34.53	12.55

Fuente: Propia, resultados agroindustriales zafra 2006-2007 y 2013-2014. CATV.

La tabla 5 muestra un comparativo de productividad entre la zafra 2006-2007 y la zafra 2013-2014, donde se visualiza el cambio en la productividad de toneladas de caña por hectárea de 73.09 en la zafra 2006-2007 a 108.42 en la zafra 2013-2014 equivalente a un 48.3% de incremento . Así también, existe un incremento en la variable toneladas de azúcar por hectárea, pasando de 8.45 en la zafra 2006-2007 a 12.55 en la zafra 2013-2014 equivalente a un 48.5% de incremento.

Tabla 6. Impacto económico de los cambios varietales como innovación tecnológica.

IMPACTO ECONOMICO DE LOS CAMBIOS VARIETALES		
ZAFRA	2006-2007	2013-2014
TM CAÑA / HA	73.09	108.42
KG AZUCAR / TM	115.80	114.81
LPS / TM CAÑA	550.00	460.41
TM AZUCAR / HA	8.45	12.55
PRECIO MUNDIAL DEL AZUCAR (US\$ / TM)	312.18	312.18
PRECIO POR TM AZUCAR (LPS)	6,680.65	6,680.65
INGRESOS LPS / HA	56,451.51	83,842.18
COSTOS LPS / HA	40,199.50	49,917.65
UTILIDAD NETA	16,252.01	33,924.53
ROI	40%	68%

Fuente: Propia en base a estados de resultados zafra 2006-2007 y zafra 2013-2014. CATV.

Considerando la tabla 6 sobre el impacto económico de los cambios varietales entre la zafra 2006-2007 y 2013-2014, se puede notar que existe un cambio en la productividad por área de toneladas de caña por hectárea de 73.09 a 108.42 respectivamente. Esto se refleja en incrementos en productividad de azúcar por hectárea de 8.45 a 12.55 equivalente a un 48.5% de incremento.

Tomando en cuenta los costos incurridos en 2006-2007 y 2013-2014 en Lempiras por tonelada de caña, 550.00 y 468.06 respectivamente, y considerando los mismos precios mundiales del azúcar en cada periodo, para separar el efecto de la productividad, se obtiene un retorno sobre la inversión (ROI) de 40% en 2006-

2007 y 68% en 2013-2014 siendo equivalente a una relación beneficio costo de 0.40 y 0.68 respectivamente.

Esto indica que por cada lempira invertido, se gana 0.40 Lempiras en el primer caso y 0.68 en el segundo caso, reflejando un incremento de 70% en la rentabilidad desde 2006 a 2014.

Este incremento en la rentabilidad en parte se debe a la mayor estabilidad en el rendimiento de azúcar por tonelada al cosechar fincas con alta pureza varietal, es decir, son fincas donde existe mas de un 95% del área cultivada con la misma variedad. Esta uniformidad en la variedad cultivada en los diferentes meses de cosecha genera economías de escala al hacer mas eficiente el manejo de la plantación ya que es posible estandarizar practicas de cultivo que disminuyen los costos.

Traducido en utilidad neta, este incremento significa una ganancia de L 17,672.52 por hectárea cultivada

4.3.2 RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo es una modalidad de riego de las más eficientes que existe en agricultura en la actualidad, consiste en la aplicación de agua a los cultivos a través de mangueras de las cuales se derivan goteros donde se realiza la descarga de los volúmenes de agua correspondientes según los diseños de los equipos y los requerimientos de los cultivos.

En Caña de Azúcar, el riego por goteo se maneja como un sistema subterráneo colocando las mangueras a una profundidad de 30 cm bajo el nivel del suelo con espaciamiento entre los goteros de 0.50 mt. Se utiliza manguera con goteros auto compensado lo que significa que el volumen de descarga de agua en cada uno de los goteros, es el mismo en cualquier punto del terreno.

El sistema de riego por goteo subterráneo tiene tres ventajas principales: 1) permite la aplicación de los volúmenes de agua requeridos por la plantación en

cada etapa de su desarrollo vegetativo. 2) la fertilización del cultivo se hace vía fertirriego, es decir el fertilizante se coloca con la misma agua que se utiliza para el riego. Y 3) es posible fertilizar el cultivo a cualquier edad y de acuerdo a su requerimiento.

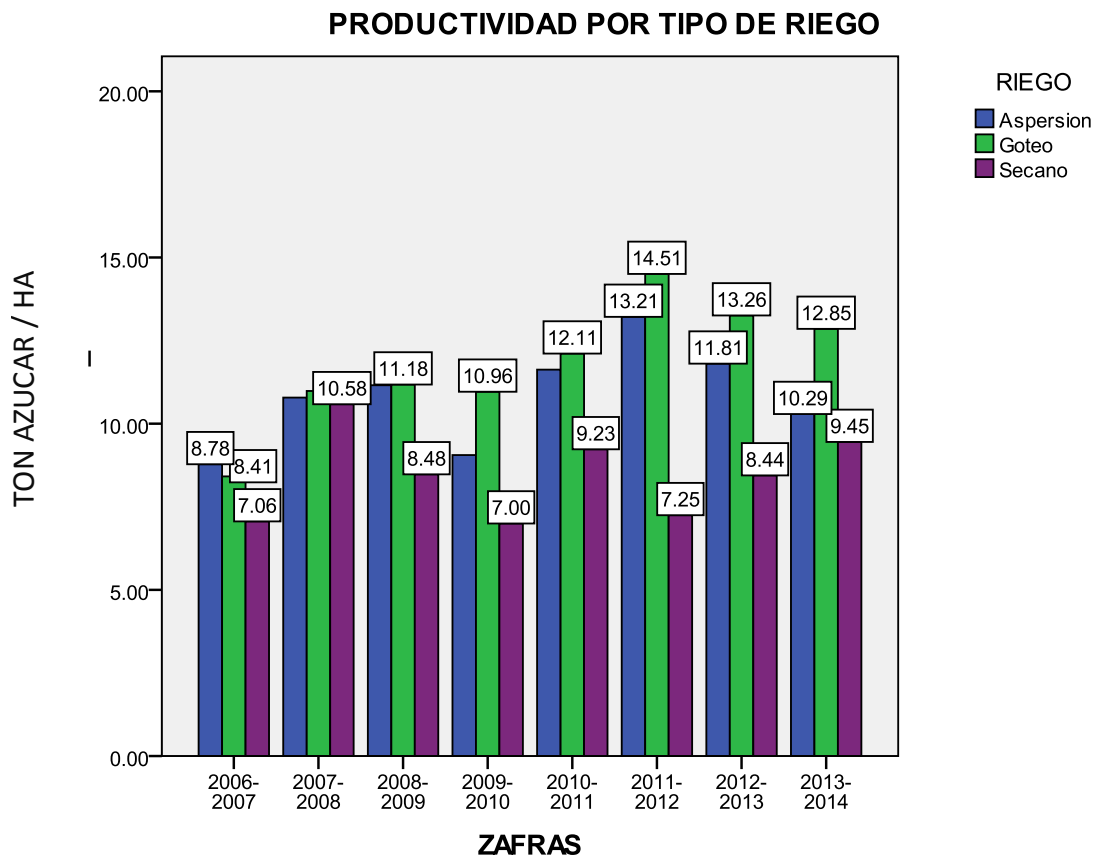


Figura 5. Productividad en toneladas de azúcar por hectárea por tipo de riego

Fuente : Propia en base a memorias de zafras, Compañía Azucarera Tres Valles.

Como muestra la figura 5, al comparar las productividades por cada tipo de riego en Toneladas de Azúcar por Hectárea, se puede apreciar que el tipo de riego donde más ha aumentado la productividad en cada año es en el riego por goteo,

seguido por el riego por aspersión y en último lugar las áreas de secano o sin riego.

Como se puede observar en el gráfico, el incremento en productividad por área de secano ha sido de 7.06 a 9.45 toneladas de azúcar por manzana equivalente a 33.8%, en el periodo de 2006 a 2014.

El riego por aspersión ha tenido un incremento de 8.78 a 10.29 toneladas de azúcar por manzana, equivalente a 17.1% en el mismo periodo.

El riego por goteo ha tenido un incremento de 8.41 a 12.86 toneladas de azúcar por manzana, equivalente a un 52.9%

El riego por goteo permite una distribución más uniforme del agua en todos los puntos del terreno, tanto por su descarga por hora de forma auto compensada y por la ubicación de los goteros a lo largo de las mangueras.

Tabla 7. Comparativo de área sembrada en hectáreas por tipo de riego desde zafra 2006 hasta 2014

Zafras	Área sembrada has				
	Aspersión	Goteo	Gravedad	Secano	Total
2006-2007	1072	2671	64	261	4067
2007-2008	891	2978	64	202	4134
2008-2009	755	3298	68	180	4301
2009-2010	607	3204	68	245	4123
2010-2011	430	3507	68	274	4280
2011-2012	547	3389	65	300	4301
2012-2013	456	3608	65	263	4392
2013-2014	387	5039	65	260	5751

Fuente : Propia en base a memorias de zafras, Compañía Azucarera tres Valles.

Como muestra el cuadro 7, el área sembrada por tipo de riego, ha aumentado en lo que respecta al riego por goteo desde el año 2006 hasta 2014, en un 88.6%. Casi se ha duplicado el área sembrada bajo riego por goteo. En cambio el riego por aspersión ha disminuido su área sembrada de 1072 hectáreas en 2006 a 387 hectáreas en 2014. Las áreas manejadas con riego por gravedad y secano se han

mantenido durante este período debido a que son áreas donde no es posible cambiar el tipo de riego por su ubicación geográfica y uso de la tierra por parte de la empresa.

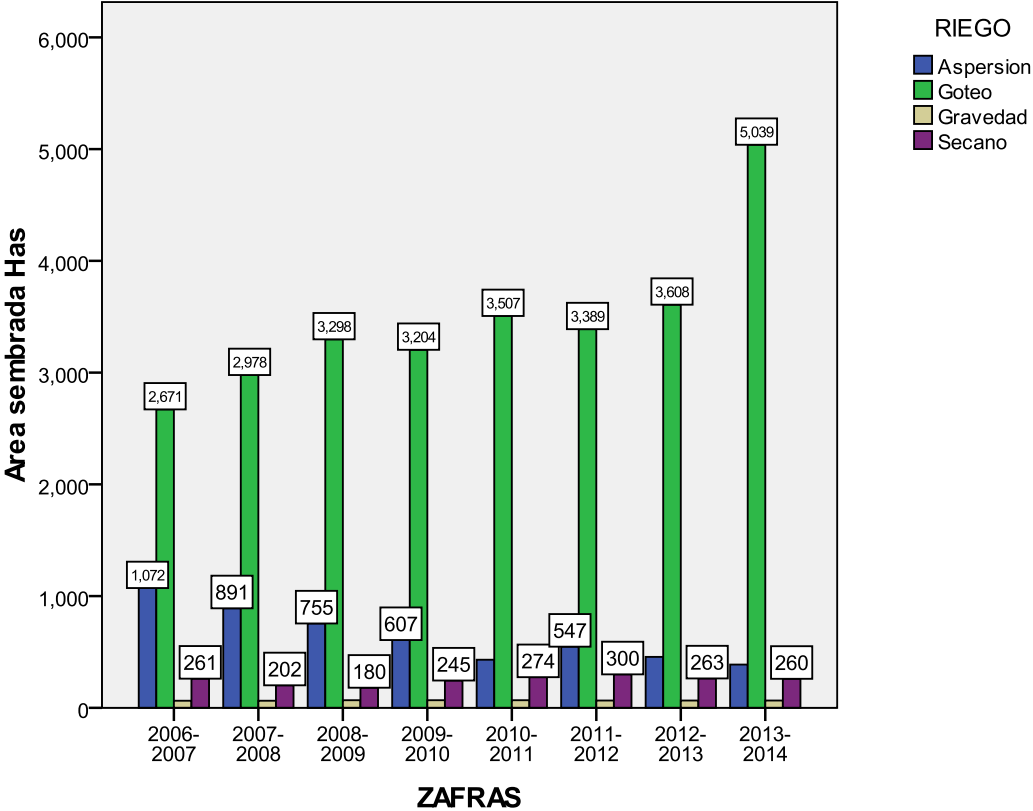


Figura 6. Comparativo de área sembrada por tipo de riego desde 2006 hasta 2014. Compañía azucarera Tres Valles.

Fuente : Propia en base a memoria de zafras, Compañía Azucarera Tres Valles

Debido a que el costo por hectárea de usar riego por goteo es más bajo que utilizar riego por aspersión, la Compañía Azucarera Tres Valles, ha optado por aumentar el área manejada con riego por goteo y disminuir las áreas con riego por aspersión como lo demuestra la gráfica en la figura 6.

A medida disminuye el área cultivada de riego por aspersión de 2006 a 2014, el área manejada con riego por goteo ha aumentado de 2,671 a 5,039 Hectáreas.

Tabla 8. Comparativo de productividad en Toneladas de caña por Hectárea (Tm / Ha), Kilos de azúcar por tonelada (Kg / Tm) y Toneladas de azúcar por Hectárea (Taz / Ha) por tipo de riego.

Tipo de riego	Variable	N	Mínimo	Máximo	Promedio
Aspersión	Tm / Ha	387	55.07	163.48	96.63
	Kg / Tm	347	86.38	127.57	106.96
	Taz / Ha	347	5.47	17.16	10.28
Goteo	Tm / Ha	5039	0.90	304.39	110.96
	Kg / Tm	4889	39.37	156.84	114.56
	Taz / Ha	4889	0.99	34.53	12.85
Secano	Tm / Ha	260	7.80	170.32	70.19
	Kg / Tm	251	113.00	151.36	132.45
	Taz / Ha	251	1.40	23.20	9.45

Fuente: Propia en base a resultados agroindustriales zafra 2013-2014, CATV.

En la tabla 8 muestra las productividades por tipo de riego utilizado. El riego por goteo posee una productividad de toneladas de caña por hectárea superior a la productividad con riego por aspersión en 14.8% y 58% superior a las áreas sin riego o secano. Con respecto a la productividad de toneladas de azúcar por hectárea, el riego por goteo supera al riego por aspersión en 25% y en 35.9 a las áreas de secano.

Tabla 9. Impacto económico del tipo de riego como innovación tecnológica.

IMPACTO ECONOMICO DEL TIPO DE RIEGO			
TIPO DE RIEGO	Riego Goteo	Riego Aspersión	Secano
TM CAÑA / HA	110.96	96.63	70.19
KG AZUCAR / TM	114.56	106.96	132.45
LPS / TM CAÑA	483.32	648.35	321.24
TM AZUCAR / HA	12.85	10.28	9.45
PRECIO MUNDIAL DEL AZUCAR (US\$ / TM)	312.18	312.18	312.18
PRECIO POR TM AZUCAR (LPS)	6,680.65	6,680.65	6,680.65
INGRESOS LPS / HA	85,846.35	68,677.08	63,132.14
COSTOS LPS / HA	53,629.19	62,650.06	22,547.84
UTILIDAD NETA	32,217.17	6,027.02	40,584.31
ROI	60%	10%	180%

Fuente: Propia en base a estados de resultados zafra 2013-2014, CATV.

Según la tabla 9, el riego por goteo presenta un ROI de 60% comparado con 10% del tipo de riego por aspersión. El área de secano presenta el mayor ROI de los tres tipos de riego, debido a que estas áreas son manejadas con poca inversión, ya que no tienen riego, y son de alto rendimiento de azúcar por tonelada de caña aunque su productividad de campo es baja. Debido a lo anterior, estas áreas aunque son de bajo rendimiento, se mantienen por su rentabilidad.

El incremento en el retorno sobre la inversión en riego por goteo, se ve favorecido por la creación de economías de escala en este proceso. Es decir, debido a que el área cultivada con riego por goteo se ha incrementado en 89% desde 2006 hasta 2014, ha existido disminución del costo de energía utilizada ya que con la misma capacidad instalada se genera energía para mas bombas eléctricas de riego.

Así también, ha existido disminución en el costo de los fertilizantes utilizados para fertilización ya que al existir mayor demanda de los mismos insumos, es posible negociar mejor precio debido al volumen requerido. Lo mismo sucede con los materiales necesarios para la instalación de los sistemas de riego, se negocian mejores precios con proveedores por el alto volumen requerido.

Tabla 10. Comparativo de costo por hectárea con riego por aspersión y goteo.

	Riego Goteo	Riego Aspersión
Gasto total Lps	24,083,612.95	16,519,726.90
Área Ha	5,983.53	288.48
Lps / Ha	4,024.98	57,264.72

Fuente : Propia en base a resultados de ejecución presupuestaria Zafra 13-14, CATV.

De acuerdo a la tabla 10, considerando los promedios de gasto en riego por goteo y riego por aspersión entre la zafra 2006-2007 y la zafra 2013-2014, el costo de

riego por hectárea para el sistema goteo es de L 4,024.98, mientras que en el sistema por aspersión, el costo es de L 57,264.72 por hectárea.

Debido a que el riego por goteo es un sistema con tuberías y manguera enterradas y controlado por válvulas de riego, el requerimiento de personal para operarlo es menor y debido a su alta eficiencia en el uso del agua, se invierten menos horas de riego para regar una hectárea.

En el caso del riego por aspersión, se utiliza mayor número de personas para la operación, debido a que es un sistema móvil con tubería de aluminio y aspersores que es necesario constantemente estar movilizándolo para regar. Además por su más baja eficiencia que el goteo, necesita mayor inversión en horas de riego para regar una hectárea, lo que conlleva a mayor consumo de combustible y energía.

4.3.3 IMPACTO SOCIAL DE LA ADOPCION DE TECNOLOGIA

Con la adopción de tecnologías de riego por goteo y variedades de caña de azúcar, la Compañía Azucarera Tres Valles, ha logrado aumentar sus niveles de productividad en el campo con retornos positivos sobre estas inversiones que han empujado a la empresa hacia el crecimiento y expansión de sus operaciones en la zona.

Esto ha generado mayor desarrollo en las comunidades vecinas como la Villa de San Francisco, San Juan de Flores y Moroceli, beneficiándose su población con fuentes de empleo, ingresos municipales, apoyo educativo, mantenimiento y mejora de vías de acceso y creación de servicios bancarios que benefician a la comunidad.

La compañía Azucarera Tres Valles, emplea en campo durante el periodo de zafra que va de Noviembre a Mayo de cada año, en siembras un promedio de 100 a 150 personas, para la cosecha de 1000 a 1,300 personas y para mantenimiento de fincas un promedio de 520 personas durante todo el año.

Al cambiar la tecnología de riego por aspersión a riego por goteo, existe desplazamiento de mano de obra en el campo debido a que el riego por aspersión necesita mayor inversión en mano de obra que el goteo. Como ejemplo para regar un área de 175 ha con riego por aspersión se necesitan 50 personas trabajando a dos turnos durante 17 días y para regar la misma área por riego por goteo se necesitan 3 personas durante 2 días.

Este desplazamiento de personal ha hecho que las personas que laboran con sistemas de riego por goteo, adquieran una especialización en la labor que hace que sean mejor remunerados mensualmente que los trabajadores que se desempeñan en labores al día. Un trabajador en riego por goteo devenga mensualmente L 8,580 mientras que un trabajador en labores agrícolas de campo trabajando al día devenga L 6137 mensualmente. Estos salarios se ajustan anualmente de acuerdo a los incrementos del salario mínimo estipulados por el gobierno de Honduras. Esto hace que las personas tengan mejores ingresos con el uso de la tecnología y por lo tanto mejor calidad de vida.

Por otro lado, con la implementación de la tecnología, la empresa ha invertido en proporcionar al trabajador el equipo de protección necesario para que este pueda desempeñar su trabajo con el menor riesgo de accidentes físicos posibles y se busca cuidar su salud para que permanezca trabajando constantemente.

Esto, el trabajador lo aprecia mucho, ya que se produce un mejor ambiente en su trabajo, con mayor disponibilidad del trabajador que le asegura mejores ingresos para el y su grupo familiar.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. El incremento en productividad, medido en toneladas de azúcar por hectárea, como resultado de implementar la tecnología de riego por goteo, ha sido de 14.8% comparado con el riego por aspersión en Azucarera Tres Valles.
2. El incremento en productividad, medido en azúcar por hectárea, debido a cambios varietales en el periodo de 2006-2007 a 2013-2014 en Azucarera Tres Valles ha sido de 48.5%.
3. El beneficio económico de realizar cambios varietales a nivel comercial en Azucarera Tres Valles ha sido de 28% en retorno sobre la inversión comparada entre el periodo de cosecha de 2006-2007 a 2013-2014.
4. El beneficio económico de adoptar el riego por goteo en la producción de caña de azúcar en Azucarera Tres Valles, comparado con riego por aspersión, ha sido de 50% de incremento en retorno sobre la inversión.
5. El costo de regar una hectárea con riego por goteo es 14 veces menor que regar por aspersión en Azucarera Tres Valles.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Introducir cambios varietales en empresas azucareras ya que es una tecnología que impacta en la productividad de campo, aumentando la rentabilidad de los negocios.
2. Invertir en sistemas de riego por goteo para aumentar la productividad de fincas cultivadas y mejorar su rentabilidad
3. Evaluar en las empresas azucareras las tecnologías existentes utilizadas en los procesos productivos de campo para determinar su impacto en la productividad y detectar oportunidades de mejora que ayuden a disminuir los costos de producción.

CAPITULO VI APLICABILIDAD

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo, donde se demuestra que la adopción tecnológica en riego por goteo y variedades de caña de azúcar es rentable para una empresa y que impacta directamente en la productividad de campo por área, es necesario definir un plan de acción, para que la información referente al riego por goteo y el uso de variedades de caña de azúcar, sea difundida a nivel de la industria azucarera.

6.1 DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN

La difusión de los resultados obtenidos con el uso de las tecnologías de riego por goteo y variedades de caña de azúcar debe hacerse utilizando todos aquellos eventos relacionados al intercambio tecnológico que se desarrollan dentro de la industria azucarera y que son promovidos por los mismos ingenios o asociaciones de técnicos azucareros de la región.

Con la presentación de estos resultados, los ingenios en la región pueden evaluar la posibilidad de introducir estas tecnologías en sus procesos con el objetivo de alcanzar los niveles de productividad planteados y obtener los beneficios económicos calculados por el uso de las tecnologías.

Además debe buscarse la difusión de la información por medios escritos, a través de participar en publicaciones en revistas científicas del rubro, revistas y periódicos locales que permitan llevar el mensaje hasta los técnicos que directamente trabajan con estas tecnologías.

6.2 VALIDACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

Por otro lado, es de vital importancia que los resultados obtenidos con el uso de las tecnologías, sean validados repitiendo los experimentos, controlando más variables, ubicando pruebas en diferentes localidades y condiciones climatológicas etc.

Esto con el objetivo de afirmar los resultados para que exista mayor confianza de parte de técnicos y empresas en implementar las tecnologías en sus procesos comerciales.

La validación, permite desarrollar las tecnologías para las condiciones específicas de trabajo de cada empresa, es decir, cada uno es capaz de usar las tecnologías

de acuerdo a sus condiciones agro climatológicas. La misma tecnología responderá diferente en diferentes condiciones geográficas y climatológicas.

6.3 MONTAJE DE ÁREAS DEMOSTRATIVAS

Para realizar la validación de estas tecnologías, se hace necesario, el montaje de pruebas en campo tomando áreas experimentales que permitan controlar los diferentes factores que intervienen en la productividad de campo, buscando lograr que los resultados obtenidos se deban únicamente al efecto específico de las tecnologías implementadas.

Estas áreas demostrativas deben ubicarse en zonas de producción representativas para las empresas interesadas con el objetivo de que los resultados obtenidos sean aplicables a la mayoría de las áreas cultivadas comercialmente.

El manejo de estas áreas donde se están validando las tecnologías, debe ser igual al manejo de las plantaciones comerciales en lo referente a fertilización, prácticas culturales, control de malezas etc. Con el objetivo de no alterar los resultados y que estos puedan ser comparados con los resultados comerciales.

6.4 PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS

Los resultados de todas estas pruebas realizadas bajo diferentes condiciones, deben socializarse con productores independientes, otras azucareras, comunidades y público en general, ya que ello, motivará a que las tecnologías sean adoptadas, creando un efecto multiplicador en las zonas donde se implementen lo que conllevará a generar riqueza, empleo y por lo tanto desarrollo local para las comunidades y mayor productividad y rentabilidad para la industria azucarera en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Centro de Tecnología Agropecuaria. 1998. Guía Técnica para el cultivo de la caña de azúcar. El Salvador.

Chávez, M. 2002. Nutrición y fertilización de la caña de azúcar en Costa Rica. Costa Rica.

Cilva M; Domínguez J. 2004. Resultados del monitoreo para el diagnóstico y control de poblaciones de barrenadores del tallo en caña de azúcar de los municipios: El Grullo-Autlan-El Limón en Jalisco. Primer año. México.

Cía. Azucarera Tres Valles. (n.d.). Grupo Cadelga. Retrieved September 20, 2013, from http://www.grupocadelga.com/?page_id=70

Compañía Azucarera Tres Valles gana premio en la categoría Institucional por la Producción más Limpia | Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH). (2011, año). Retrieved September 20, 2013, from <http://www.azucar.hn/web/?p=515>

Díaz L; Portocarrero E. 2002. Manual de producción de la caña de azúcar. Zamorano. Honduras.

Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. (1991, San José, Costa Rica). Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Hilda Sandra López Fierros. (2010, Noviembre).

Dondiego S. 1999. IX Congreso Nacional de Irrigación. Simposio 1. Ingeniería de Riego. Sinaloa. México.

El Proceso de Transferencia de Tecnología. Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

García M. 1997. Cátedras Fisiología Vegetal. Fisiología de la producción primaria. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Argentina.

Gómez, J.F. Control de malezas. 1995. Cali. CENICAÑA.

Ingenios | Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH). (2013, September 20). Wwww.azucar.hn. Retrieved September 20, 2013, from http://www.azucar.hn/web/?page_id=60

Larrahondo, J. E. 1995. Calidad de la caña de azúcar. CENICAÑA. Cali. Colombia

Melgar M., Meneses, A., Orozco H., Pérez O. Espinoza R. 2014. El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. Guatemala. 2014. Artemis Edinter S.A.

Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. (2005, Tegucigalpa). La Transferencia de Tecnología de manejo sostenible de agua y suelo.

Reserva Biológica "El Chile." (2013, September 20). Retrieved September 20, 2013, from <http://www.teupasenti.com/node/150>

Rodríguez, C.A.; Daza O.H. 1995. Preparación de suelos. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali. CENICAÑA.

Trezza, R., Pacheco Y., Suarez, Y., Núñez, A., Umbría, I. 2008. Bioagro 20(1): 21-27. 2008. Programación del riego en caña de azúcar en una zona semiárida del estado Lara, Venezuela, utilizando la metodología FAO 56. Venezuela.

Victoria, J., Calderón, H. 1995. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades. Cali. CENICAÑA.

Victoria J.I.; Guzmán M.L.; Ángel J.C. 1995. Enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. Cali. Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1

GASTOS OPERATIVOS ZAFRA 2006-2007 Y 2013-2014.

PROCESOS	2013-2014	2006-2007
Fertilizacion	52,482,477.57	8,755,222.17
Riego Goteo	22,920,985.00	25,246,240.90
Control de Malezas	18,361,325.53	13,715,806.69
Administrativo Agricola	22,907,533.45	16,194,305.19
Administrativo Seguridad Externa	6,978,954.06	0.00
Arrendamientos	18,280,160.71	9,670,997.61
Riego Aspersión	20,813,645.22	12,225,808.64
ENMIENDAS	709,441.58	
Control de Plagas y Enfermedades	2,520,748.76	61,382.29
Miscelaneos	5,748,100.09	2,948,805.29
Madurantes E Inhibidores	3,438,197.36	888,874.54
Venta Caña Semilla	-6,165,473.50	-2,174,811.25
Investigacion Agricola	2,306,867.68	160,717.87
Resiembra	1,044,326.70	893,473.30
Maquinaria Agricola	12,093,228.25	5,513,245.84
Amortizacion De Prepracion y Siembras		10,618,806.66
Depreciaciones		1,028,894.72
Electricidad Comprada a la ENEE	2,529,102.66	21,452.54
Impuesto Bienes Inmueble	281,993.88	156,528.74
Administrativos Riegos	-830,668.23	3,183,550.32
Administrativos Transporte	-4,554,853.97	8,327,899.61
Administrativos Taller	-664,278.89	9,175,349.08
Gastos de Cosecha	104,747,049.22	45,096,957.35
TOTAL FINCA	285,948,863.13	171,709,508.10

Tonelada metricas totales	621,072.74	312,199.21
Area en Hectareas	5,393.01	4,415.61

ANEXO 2

COSTO POR HECTAREA ZAFRA 2006-2007 Y 2013-2014

PROCESOS	2013-2014	2006-2007
Fertilizacion	9,731.58	1,982.79
Riego Goteo	4,250.13	5,717.50
Control de Malezas	3,404.65	3,106.21
Administrativo Agricola	4,247.64	3,667.51
Administrativo Seguridad Externa	1,294.07	0.00
Arrendamientos	3,389.60	2,190.18
Riego Aspersión	3,859.38	2,768.77
ENMIENDAS	131.55	0.00
Control de Plagas y Enfermedades	467.41	13.90
Miscelaneos	1,065.84	667.81
Madurantes E Inhibidores	637.53	201.30
Venta Caña Semilla	-1,143.23	-492.53
Investigacion Agricola	427.75	36.40
Resiembra	193.64	202.34
Maquinaria Agricola	2,242.39	1,248.58
Amortizacion De Prepracion y Siembras	0.00	2,404.83
Depreciaciones	0.00	233.01
Electricidad Comprada a la ENEE	468.96	4.86
Impuesto Bienes Inmueble	52.29	35.45
Administrativos Riegos	-154.03	720.98
Administrativos Transporte	-844.59	1,886.01
Administrativos Taller	-123.17	2,077.94
Gastos de Cosecha	19,422.75	10,213.08
TOTAL MZ	53,022.16	38,886.94

ANEXO 3

COSTO POR TONELADA ZAFRA 2006-2007 Y 2013-2014

PROCESOS	2013-2014	2006-2007
Fertilizacion	84.50	28.04
Riego Goteo	36.91	80.87
Control de Malezas	29.56	43.93
Administrativo Agricola	36.88	51.87
Administrativo Seguridad Externa	11.24	0.00
Arrendamientos	29.43	30.98
Riego Aspersion	33.51	39.16
ENMIENDAS	1.14	0.00
Control de Plagas y Enfermedades	4.06	0.20
Miscelaneos	9.26	9.45
Madurantes E Inhibidores	5.54	2.85
Venta Caña Semilla	-9.93	-6.97
Investigacion Agricola	3.71	0.51
Resiembra	1.68	2.86
Maquinaria Agricola	19.47	17.66
Amortizacion De Prepracion y Siembras	0.00	34.01
Depreciaciones	0.00	3.30
Electricidad Comprada a la ENEE	4.07	0.07
Impuesto Bienes Inmueble	0.45	0.50
Administrativos Riegos	-1.34	10.20
Administrativos Transporte	-7.33	26.67
Administrativos Taller	-1.07	29.39
Gastos de Cosecha	168.66	144.45
COSTO POR TONELADA METRICA LPS	460.41	550.00

ANEXO 4

RESUMEN DE COSTO EN FINCAS CON RIEGO POR GOTEO ZAFRA 2013-2014

PROCESO	Total general
CONTROL DE MALEZAS	20,175,739.34
CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDAD	1,897,284.59
ENMIENDAS	2,928,962.73
FERTILIZACION	67,576,159.02
MADURANTES E INHIBIDORES	3,818,677.60
Maquinaria Agricola	11,760,225.64
Maquinaria Riego	50,019,754.37
MISCELANEOS	6,472,738.66
RESIEMBRA	705,510.23
RIEGO ASPERSION	5,144,683.22
RIEGO GOTEO	16,355,301.10
ALQUILERES Y ARRENDAMIENTOS	21,147,502.61
Electricidad	1,370,161.20
Depreciaciones	26,655,806.73
Venta de Semilla	-6,265,007.85
Amortizacion En Siembras	29,508,145.45
Total general	259,271,644.64
AREA HA	5,983.53
COSTOS INDIRECTOS	30,633,832.94
COSTO DE COSECHA / TM	173.25
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	289,905,477.58
COSTO PRODUCCION / HA	33,881.51
TM COSECHADAS	599,822.71
COSTO POR TM CAÑA EN BATEY	656.57
COSTO POR TM DE CAÑA EN PIE	483.32

ANEXO 5

RESUMEN DE COSTO EN FINCAS CON RIEGO POR ASPERSION ZAFRA 2013-2014

PROCESO	TOTAL
CONTROL DE MALEZAS	1,080,675.34
CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDAD	60,157.48
ENMIENDAS	78,696.75
FERTILIZACION	2,714,959.48
MADURANTES E INHIBIDORES	90,361.00
Maquinaria Agricola	1,049,650.34
Maquinaria Riego	5,754,076.17
MISCELANEOS	496,440.12
RESIEMBRA	1,438.60
RIEGO ASPERSION	1,720,514.79
RIEGO GOTEO	10,476.35
ALQUILERES Y ARRENDAMIENTOS	1,595,174.68
Electricidad	-
Depreciaciones	138,490.76
Venta de Semilla	-
Amortizacion En Siembras	1,595,689.97
Total general	16,386,801.83
AREA HA	288.48
COSTOS INDIRECTOS	1,476,905.58
COSTO DE COSECHA / TM	173.25
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	17,863,707.41
COSTO PRODUCCION / HA	61,924.52
TM COSECHADAS	27,552.60
COSTO POR TM CAÑA EN BATEY	821.60
COSTO POR TM DE CAÑA EN PIE	648.35

ANEXO 6

RESUMEN DE COSTOS EN FINCAS DE SECANO ZAFRA 2013-2014

PROCESO	AGUACATE	SICAGUAR	TOTAL
CONTROL DE MALEZAS	376,443.29	626,106.79	1,002,550.09
CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDAD	21,392.30	13,971.89	35,364.19
ENMIENDAS			-
FERTILIZACION	691,839.93	798,583.97	1,490,423.90
MADURANTES E INHIBIDORES			-
Maquinaria Agricola	204,921.02	504,401.77	709,322.79
Maquinaria Riego			-
MISCELANEOS	98,450.12	113,469.15	211,919.27
RESIEMBRA			-
RIEGO ASPERSION			-
RIEGO GOTEO			-
ALQUILERES Y ARRENDAMIENTOS	394,248.00	650,281.55	1,044,529.55
Electricidad			-
Depreciaciones			-
Venta de Semilla		-126,224.35	-126,224.35
Amortizacion En Siembras	145.03	142,192.10	142,337.13
Total general	1,787,439.69	2,722,782.87	4,510,222.57
AREA HA	108.13	154.98	263.11
COSTOS INDIRECTOS	553,606.88	793,444.72	1,347,051.60
COSTO DE COSECHA / TM	173.25	173.25	173.25
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	2,341,046.57	3,516,227.59	5,857,274.16
COSTO PRODUCCION / HA	21,649.72	22,688.41	22,261.53
TM COSECHADAS	8,597.26	9,636.14	18,233.40
COSTO POR TM CAÑA EN BATEY	445.55	538.15	494.49
COSTO POR TM DE CAÑA EN PIE	272.30	364.90	321.24

ANEXO 7

PRECIO MUNDIAL DEL AZUCAR

