



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESCUELA DE POSTGRADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

PLAN DE NEGOCIOS:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVICIO DE
ALQUILER DE COSECHADORAS PARA CULTIVO DE AZÚCAR**

AUTORES:

ALEXANDER ANTONIO LÓPEZ VILLAVICENCIO

JOSÉ FRANCISCO BUSTOS OCHOA

TUTOR:

JORGE VERA ARMIJOS

GUAYAQUIL – ECUADOR

2017

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la salud, la sabiduría para concluir este proyecto.

A mi esposa Celia y a mi hija Jennifer por ser la fuente de inspiración en cada etapa de este logro.

A mi padre Ricardo y a mi madre Flor María por su invaluable guía y apoyo.

Alexander

A la memoria de mi padre que desde el cielo debe estar orgulloso.

A mis hijos Rafael y Santiago por ser la motivación y el motor de mis acciones.

José

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía y mi fortaleza en este arduo camino, a mi esposa Celia y a mi hija Jennifer por ser mi apoyo en cada instante de mi vida, a mi padre Ricardo y Flor María mi madre y mis hermanos Erika, Ricardo y María José, por darme ánimos en los momentos más desafiantes de mi vida. A todos mis profesores y compañeros de la EMAE18 quienes me brindaron su sabiduría y ayuda para hacer de este reto una verdadera experiencia de aprendizaje.

Alexander

A Dios por darme la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

A mi padre que desde el cielo nunca dejó de apoyarme.

A mi madre y hermanas por su apoyo incondicional.

A todos mis amigos y compañeros que contribuyeron para alcanzar esta meta.

José

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Sonia Analía Zurita Erazo
Vocal

Antonio Quezada Pavon
Vocal

Jorge Xavier Vera Armijos
Director

TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN EJECUTIVO	12
2	PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA Y PRODUCTO	13
2.1	Antecedentes	13
2.2	Misión, Visión y Valores Corporativos de AGROILECOM S.A.	14
2.2.1	Misión	14
2.2.2	Visión.....	14
2.2.3	Valores	14
2.3	Objetivo General de la idea de negocio	14
2.4	Objetivos del Plan de Negocio	14
3	ANÁLISIS DEL SECTOR Y DEL MERCADO.....	15
3.1	Análisis del sector	15
3.1.1	Diagnóstico de la estructura actual y perspectivas del sector	15
3.1.2	Estudio de las fuerzas generales (tendencias) que impactan al sector	18
3.1.3	Factores Políticos	18
3.1.4	Factores Económicos	19
3.1.5	Factores sociales.....	19
3.1.6	Factores tecnológicos.....	20
3.1.7	Factores legales	20
3.1.8	Factores ambientales	20
3.1.9	Análisis competitivo del sector.....	21
3.2	Análisis del mercado	24
3.2.1	Contexto general	24
3.2.2	Clientes y tamaño del mercado	25
3.2.3	Estimación de la demanda	26
3.2.4	Plan de investigación de mercado.....	28
4	MODELO DEL NEGOCIO.....	29
4.1	Descripción del modelo de negocio	29
4.2	Modelo de cadena de valor	31
4.3	Proceso de atención al cliente	31
4.4	Análisis FODA.....	33
4.4.1	Análisis externo	33
4.4.2	Análisis interno	33
4.4.3	Estrategias de Negocio.....	33
5	PLAN DE MARKETING.....	35
5.1	Objetivos y metas del marketing	35

5.2	Estrategia de marketing	35
5.3	Programa de acciones del marketing	35
5.3.1	Estrategia del Servicio	35
5.3.2	Estrategia de Precios.....	35
5.3.3	Estrategia de Publicidad	36
5.3.4	Canales de Distribución	38
5.4	Presupuesto del Plan de Marketing.....	38
5.5	Indicadores de control del Plan de Marketing	40
6	ANÁLISIS TÉCNICO: REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS.....	41
6.1	Métodos actuales de cosecha mecanizada de caña de azúcar	41
6.2	Cosecha mecanizada por el tipo de producto.	41
6.2.1	Cosecha mecanizada de caña quemada.....	41
6.2.2	Cosecha mecanizada de caña en verde.....	42
6.2.3	Comparación entre cosecha mecanizada en verde y caña quemada. 43	
6.3	Modalidades de cosecha mecanizada por el tipo de producto obtenido. 44	
6.3.1	Cosechadoras de caña larga o tipo soldado.....	45
6.3.2	Cosechadora de caña picada	45
6.3.3	Comparación entre las cosechadoras de caña larga y cosechadora de caña picada.....	46
6.4	Cosechadoras de hilera sencilla o doble hilera	48
6.5	Cosechadoras de oruga y de rueda	49
6.6	Selección de la maquinaria apropiada para la operación en Ecuador. 50	
6.6.1	(Saaty, 1992)Modelo de decisión propuesto	52
6.7	Componentes fundamentales de una cosechadora de caña picada. ...	57
6.7.1	Sistema de despuntado (descogollador).	57
6.7.2	Recogida de la cosecha	58
6.7.3	Patines flotantes	60
6.7.4	Control de altura del frente divisor de cosecha.....	61
6.7.5	Rodillo tumbador / pateador	61
6.7.6	Rodillos alimentadores	62
6.7.7	Cortadores de base	63
6.7.8	Rodillo levantador	65
6.7.9	Tren de rodillos	66
6.7.10	Sistemas de corte de caña diferencial.....	67
6.7.11	Cámara de extracción primaria	67
6.7.12	Elevador	68

6.7.13	Extractor secundario.....	69
6.7.14	Parámetros de calidad del corte.....	70
6.8	Comparación cosecha manual explicación, y cosecha mecanizada... 72	
6.8.1	Cosecha manual.....	72
6.8.2	Corte mecanizado.....	73
6.8.3	Comparación entre cosecha mecanizada y manual	74
6.8.4	Principales riesgos de la operación de cosecha	76
6.10	Factores que afectan los costos de cosecha.	77
7	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y ADMINISTRATIVA	77
7.1	Antecedentes	77
7.2	Organigrama	77
7.3	Funciones y perfil de los administradores de mayor nivel.	79
8	ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO	81
8.1	Dimensionamiento del proyecto	81
8.2	Inversión inicial en activos fijos	85
8.3	Presupuesto de ingresos y costos anuales	87
8.3.1	Presupuesto de ingresos	87
8.3.2	Presupuesto de costos	88
8.4	Capital de trabajo	91
8.5	Financiamiento de Activos fijos y Capital de Trabajo.	95
8.6	Evaluación y viabilidad del proyecto	97
8.6.1	Determinación de la tasa de descuento.....	97
8.6.2	Flujo de efectivo del proyecto puro, análisis TIR y VAN	99
8.6.3	Flujo del proyecto financiado, Análisis TIR y VAN	102
8.7	Análisis de punto de equilibrio.....	106
8.8	Análisis de costos unitarios	107
9	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	114
9.1	Comercial.....	114
9.2	Técnicos.....	114
9.3	Legales.....	114
9.4	Laborales	115
9.5	Sociales.....	115
9.6	Financieros.....	115
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
10.1	Conclusiones	120
10.2	Recomendaciones	121
11	BIBLIOGRAFÍA	122

12	Anexo 1	127
12.1	Plan de Investigación	127
12.1.1	Problema de Decisión Gerencial	127
12.1.2	Objetivos de la Investigación.....	127
12.2	Plan de muestreo	127
12.2.1	ENTREVISTA A EXPERTOS	127
12.2.2	Guía de Preguntas, entrevista a expertos:	127
12.3	ENCUESTA A CAÑICULTORES	128
12.4	Resultados de la investigación de mercado exploratorio	132
12.4.1	Resultados de la investigación de mercado concluyente	137
12.4.2	OPERACIÓN DEL NEGOCIO	140
13	APENDICE 2	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Participación del crecimiento por cultivos.....	15
Figura 2: Producción de caña de azúcar en el Ecuador.....	16
Figura 3 Principales países productores de caña de azúcar.....	17
Figura 4: Principales países exportadores de caña de azúcar.....	17
Figura 5 Estructura competitiva de la industria azucarera.....	23
Figura 6: Producción de azúcar en el Ecuador en el 2015.....	24
Figura 7: Prueba Ácida del modelo de negocio.....	29
Figura 8: Descripción de la Cadena del valor.....	31
Figura 9: Modelo de operación del servicio.....	32
Figura 10: Modelo de página web.....	37
Figura 11: Logo de AGROILECOM.....	37
Figura 12: Modelo de carpetas de presentación.....	38
Figura 13: Figura 13: Cosechadora tipo soldado.....	45
Figura 14: Cosechadora de caña picada John.....	46
Figura 15: Cosechadoras de caña picada en versión ruedas y oruga.....	49
Figura 16: Jerarquías y niveles para el problema de selección de la cosechadora.	53
Figura 17: Desmenuzadora de hojas.....	57
Figura 18: Tambor corte de puntas.....	57
Figura 19: Rodillos divisores y espirales exteriores.....	59
Figura 20: Cuchillas de corte lateral (opcionales).....	60
Figura 21: Patines flotantes.....	60
Figura 22: Rodillo tumbador.....	62
Figura 23: Rodillo alimentador tipo aletas de tiburón.....	63
Figura 24: Disco de corte base.....	63
Figura 25: Diferentes tipos de discos de base.....	64
Figura 26: Rodillo levantador tipo abierto.....	66
Figura 27: Rodillos levantadores del tipo sólido y abierto fuera de la cosechadora	66
Figura 28: Rodillos alimentadores, esquema.....	67
Figura 29: Cámara del ventilador de extracción primario.....	68
Figura 30: Elevador.....	69
Figura 31: Extractor secundario.....	70
Figura 32: Clasificación de la severidad de daño.....	71
Figura 33: Clasificación de los modos de falla.....	72
Figura 34: Esquema de un sistema de cosecha mecanizada, destacando los sistemas de cosecha, trasbordo y transporte:.....	76
Figura 35: Organigrama Elaboración los autores.....	78
Figura 36: Flujograma para el dimensionamiento operacional y económico de sistemas mecanizados agrícolas.....	82
Figura 37: Análisis operacional del sistema de cosecha mecanizada de caña (cosecha, alce y transporte) Zona Guayas-Cañar Ecuador.....	83
Figura 38: Ingresos estimados para el horizonte de evaluación.....	87
Figura 39: Distribución de probabilidades del VAN.....	116
Figura 40: Distribución acumulada de probabilidades del VAN.....	117
Figura 41: Sensibilidad del VAN a diferentes factores.....	117
Figura 42: Distribución de probabilidades de la TIR.....	118
Figura 43: Distribución acumulada de probabilidades de la TIR.....	119

Figura 44: Sensibilidad de la TIR a diferentes factores 119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Exportaciones de azúcar (subpartida 1701140000) en TM	16
Tabla 2: Cosecha mecanizada a nivel mundial	18
Tabla 3: Cuadro de factores de influencia en el sector	21
Tabla 4: Área cultivada (ha)	24
Tabla 5: Área cosechada mecánicamente	25
Tabla 6: Descripción del mercado potencial y meta	26
Tabla 7 Estimación de ventas	27
Tabla 8: Gasto proyectado en publicidad	39
Tabla 9: Comparación ventajas y desventajas de cosecha con caña quemada y caña en verde.....	44
Tabla 10: Ventajas y desventajas de la cosecha mecanizada de caña larga y caña picada.....	46
Tabla 11: Comparación entre las cosechadoras de ruedas y cosechadoras de oruga.....	49
Tabla 12: Escala de 9 puntos para comparaciones apareadas.....	51
Tabla 13: Índices aleatorios (IA) de consistencia	52
Tabla 14: Comparaciones apareadas de los criterios seleccionados.....	53
Tabla 15: Importancia de las alternativas con respecto a los costos.....	55
Tabla 16: Importancia de las alternativas con respecto a la potencia.	55
Tabla 17: Importancia de las alternativas con respecto a la productividad	55
Tabla 18: Importancia de las alternativas con respecto a la comodidad	56
Tabla 19: Importancia de las alternativas con respecto al servicio.....	56
Tabla 20: Resumen de la información.....	56
Tabla 21: Etapas del proceso de corte manual de caña de azúcar.....	73
Tabla 22: Comparaciones entre los sistemas de cosecha de caña de azúcar manual vs mecanizada.....	75
Tabla 23: Cálculo de dimensionamiento operacional	85
Tabla 24: Costos de cosecha en otros países.....	87
Tabla 25: Costos de personal directo en el año 1.	88
Tabla 26: Costos de personal indirecto en el año 1.	89
Tabla 27: Gastos y beneficios sociales de personal directo e indirecto horizonte de planeación.....	90
Tabla 28: Presupuesto de gastos en combustible.....	90
Tabla 29: Presupuesto de gastos en mantenimiento.	91
Tabla 30: Ingresos y Egresos año 1, para el cálculo del capital de trabajo.....	91
Tabla 31: Punto de Equilibrio y Costos variables versus costos fijos.	106
Tabla 32: Análisis de costos unitarios.	107
Tabla 33: Análisis porcentual vertical	111
Tabla 34: Resultados estadísticos del modelo de previsión del VAN.....	116
Tabla 35: Resultados estadísticos del modelo de previsión de la TIR	118
Tabla 36: Entradas del modelo propuesto en software RISK.....	145
Tabla 37: Resultados de entradas de software RISK.....	146
Tabla 38: Resultados de variables de salidas en RISK.....	147

1 RESUMEN EJECUTIVO

AGROILECOM es una empresa que brindará servicios de cosecha mecanizada de caña de azúcar a cañicultores con predios mayores a 50 Ha de la provincia del Guayas, este servicio si bien tiene como usuarios a los cañicultores, el cliente, el que paga el servicio, es el Ingenio Azucarero que recibe la caña de los finqueros.

La empresa AGROILECOM cuenta con el personal técnico especializado en la operación y mantenimiento de las cosechadoras de caña, siendo éstas seleccionadas como las de última tecnología disponible.

El sector agrícola es un pilar fundamental para el estado, ya que es la segunda fuente de ingresos después del petróleo y emplea a casi el 30% de la población económicamente activa (PEA). Se hace urgente la implementación de proyectos que modernicen la agricultura desde la preparación de suelo, siembra, cultivo y cosecha para hacer más eficiente y económica y con esto lograr una mayor competitividad a nivel internacional.

Con el fin de analizar la viabilidad del proyecto se realizó una investigación de mercado, en la cual se identificó la demanda de los servicios de la empresa por parte de los cañicultores con predios mayores a 50 Ha. Los resultados determinaron un mercado potencial de 9.711,54 Ha, de éstas AGROILECOM tiene como objetivo captar 3.000 hectáreas, es decir el 30,89% de su mercado potencial, sin olvidar que aún hay 20.402,46 Ha con predios de menos de 50 Ha en poder de cañicultores.

Para llevar a cabo el análisis financiero del proyecto se realizó la proyección de estados financieros de la empresa en sus primeros diez años de funcionamiento. La inversión inicial necesaria para el proyecto reside principalmente en tres cosechadoras de caña de azúcar y además de vehículos para el carro-taller, supervisión, etc. esta inversión asciende a \$1'495.800,00 y se estima que su recuperación en es 2,32 años y de 3,5 años para el caso del proyecto autofinanciado. Conforme a los flujos del proyecto planeados a 10 años se genera un VAN de \$665.011,78 descontado a la tasa del CAPM de 22,54% y se obtuvo una TIR de 27,90%. Mientras, que por el lado del flujo del accionista se obtiene un VAN de 3'106.420,54 descontado a la tasa del WACC del 12,67% así como una tasa interna de retorno (TIR) del 46,54%.

2 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA Y PRODUCTO

2.1 Antecedentes

En términos reales la contribución del sector agrícola del país ha sido significativa, en el 2015 este sector representó la primera fuente de ingresos de divisas no petroleros para el país y un 25% de las exportaciones totales; y con una tendencia de crecimiento anual de 3,2% en el período 2006-2015. Asimismo, el crecimiento de la producción agrícola en el país ha basado su estructura en el desarrollo productivo de productos como el banano, cacao, flores y caña de azúcar.

La producción de caña de azúcar en el país ha tenido un incremento sostenido en el período 2011-2015. En el 2015 la producción nacional fue de alrededor de 8,2 millones de toneladas métricas de caña de azúcar y un rendimiento de 85,15 TM/HA, con una producción de azúcar de 568 mil TM donde se obtuvieron 11,36 millones de sacos de 50 kilogramos de azúcar; y un rendimiento de obtención de azúcar no mayor de un 10% Pol (contenido de sacarosa en el jugo). (CINCAE, 2016).

El proceso de elaboración de azúcar es manejado en su totalidad por 08 ingenios, 04 que se encuentran ubicados en la provincia del Guayas, 01 en la Provincia de Cañar, 01 en la provincia de Los Ríos y 02 en los valles interandinos 01 en la provincia de Imbabura y 01 en la provincia de Loja, los cuales procesan una producción nacional promedio anual de 8,2 millones de TM de caña de azúcar por año (2015).

En Ecuador la producción de caña de azúcar se ha llevado de manera intensiva en mano de obra, varios esfuerzos se han hecho por parte de la industria privada, que ha realizado fuertes inversiones para tecnificar el proceso. Uno de los procesos de mayor impacto del uso de la tecnología en la producción, es la cosecha, cuyos datos muestran que para el 2014, el 60% de la superficie cosechada del país fue mediante cosecha mecanizada, tanto de los predios de propiedad de los ingenios como de los cañicultores.

Con estos antecedentes que vive el sector azucarero del país se presenta este plan de negocios, que tiene como objetivo general del proyecto contribuir al sector azucarero del país con la prestación de un servicio especializado en cosecha de caña de azúcar que incluye maquinaria y recurso humano especializado, y de esta manera permitir a los ingenios encargados de todo el proceso de elaboración de azúcar, poner mayor énfasis en buscar mecanismos que permitan una mayor productividad TM/Ha de caña de azúcar y un mayor rendimiento Pol de azúcar en el país.

El desarrollo de este proyecto corresponde a una expansión del portafolio de servicios de la compañía AGROILECOM S.A. RUC (0992896876001) dedicada actualmente a la venta al por mayor de maquinaria y equipo agropecuarios.

El presente plan de negocios expone una evaluación de mercado, técnica y económica-financiera que justifique la implementación del servicio de cosecha especializada de caña de azúcar, por parte de la compañía AGROILECOM S.A.

2.2 Misión, Visión y Valores Corporativos de AGROILECOM S.A.

2.2.1 Misión

Contribuir al desarrollo agropecuario del país a través de la provisión de servicios para el proceso de cosecha de caña de azúcar, que incluye maquinaria agrícola de última tecnología y recurso humano con sólida formación y experiencia en el sector, manteniendo la responsabilidad social corporativa, para nuestros clientes, empleados, accionistas y gobierno.

2.2.2 Visión

Ser la empresa líder en el sector azucarero del país en la provisión de servicios de cosecha mecanizada de caña de azúcar, consolidado en todo el territorio nacional, con proyección a nivel internacional, manteniendo siempre la responsabilidad con nuestros clientes, empleados y sociedad.

2.2.3 Valores

- **Calidad** en los servicios que ofrecemos, establecimiento procesos de trabajo bajo estándares internacionales que garanticen la calidad de nuestros servicios.
- **Responsabilidad** para con nuestros clientes, manteniendo el sentido de urgencia en la atención de sus necesidades.
- **Lealtad** para con nuestros empleados, en el reconocimiento laboral justo por el desempeño de sus funciones.
- **Innovación** nos enfocamos en la búsqueda de nuevas soluciones tecnológicas que permitan a nuestros clientes mantener competitividad en sus mercados.

2.3 Objetivo General de la idea de negocio

Contribuir al desarrollo productivo del país mediante la prestación de un servicio especializado de cosecha mecanizada de caña de azúcar, que, a través del apoyo brindado, descongestione la carga de operaciones por parte de los principales ingenios del país y les permita poder desarrollar procesos de producción más eficientes.

2.4 Objetivos del Plan de Negocio

Realizar un análisis de factibilidad desde el ámbito de mercado, técnico y de recursos financieros para la implementación del servicio especializado de cosecha mecanizada para los principales de ingenios azucareros.

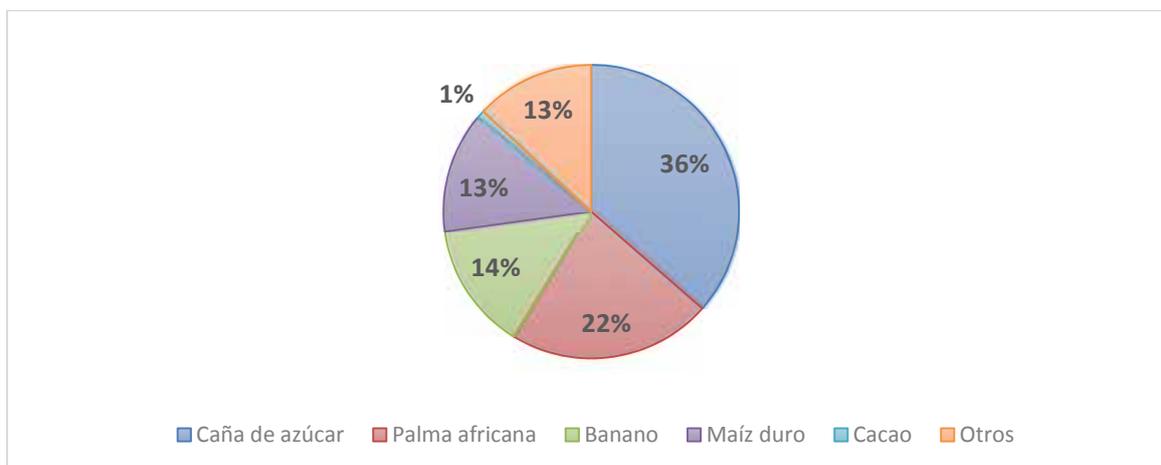
3 ANÁLISIS DEL SECTOR Y DEL MERCADO

3.1 Análisis del sector

3.1.1 Diagnóstico de la estructura actual y perspectivas del sector

La estabilidad económica a nivel mundial y específicamente de los principales mercados de la oferta exportable del país ha permitido un crecimiento importante del sector agrícola en este siglo, respaldado por el aumento de la productividad. En el período 2000-2015 se destaca un crecimiento de la producción nacional del 54%, pasando de 15,2 millones de toneladas métricas a 23,6 millones de toneladas métricas, el cual ha sido debido al crecimiento importante de los cultivos de azúcar, palma africana, banano, maíz y cacao.

Figura 1: Participación del crecimiento por cultivos



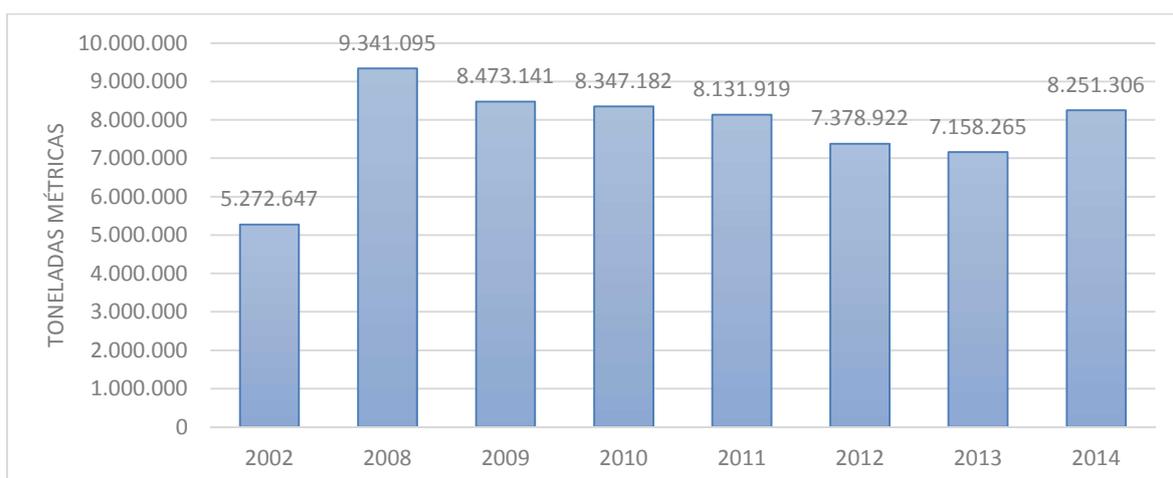
Fuente: (FAOSTAT, 2016)

Elaboración: Los autores

Dentro del crecimiento de la producción nacional se destaca la caña de azúcar, la misma que es considerada como de gran importancia para el sector agroindustrial, debido a que muchos de los productos que se extraen de ella, son la materia prima de muchos productos que consume la población.

El sector azucarero en el país ha mantenido un crecimiento importante en el volumen de producción en este siglo, pasando de 5,2 millones de TM de caña de azúcar a 8,2 millones de TM de caña de azúcar en el 2014. Como se muestra en la Figura 2, el año que más se ha destacado es el 2008 con una producción de 9,3 millones de toneladas métricas.

Figura 2: Producción de caña de azúcar en el Ecuador



Fuente: FAOSTAT, 2016

Elaboración: Los autores

En relación a la producción de la azúcar, la misma se encuentra condicionada a las condiciones climáticas del país, tanto en las lluvias como el brillo solar para las plantaciones. Actualmente en el país se ha mantenido un rendimiento estable, en una media de rendimiento azucarero de molienda de 10% Pol y una producción de 11,36 millones de sacos de 50kg.

Gracias al aumento de la producción azucarera, El Ecuador se ha vuelto autosuficiente e incluso generando excedentes para exportaciones. En el 2015 se exportaron 8.248 TM de azúcar (164.960 sacos de 50 kg), siendo el principal comprador Estados Unidos, con alrededor del 90% de nuestra oferta exportable de azúcar total.

Tabla 1: Exportaciones de azúcar (subpartida 1701140000) en TM

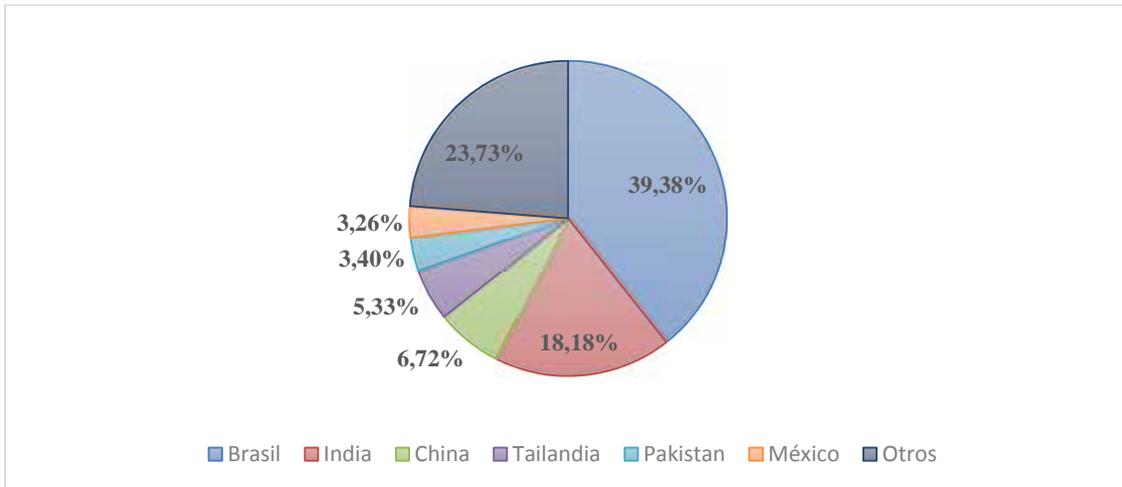
Destino	2013	2014	2015
Total	11.998,9	9.140,0	8.248,0
Estados Unidos	11.312,9	8.219,2	7.106,7
Italia	322,7	436,4	420,1
España	246,9	434,6	575,1
Alemania	73,9	25,6	126,7
Otros países	42,5	24,2	19,4

Fuente: (Banco Central del Ecuador, 2016)

Elaboración: Los autores

A nivel internacional, la producción de caña de azúcar para el 2014 fue de 1.877 millones de toneladas métricas de caña de azúcar, siendo Brasil e India, los principales países productores a nivel mundial.

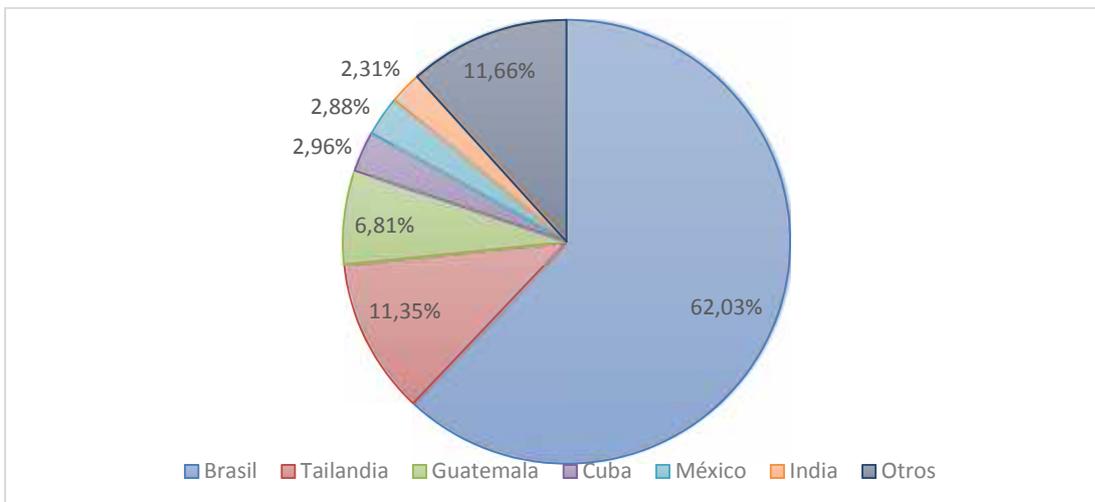
Figura 3 Principales países productores de caña de azúcar



Fuente: (MAGAP, 2014)
 Elaboración: Los autores

Las exportaciones a nivel internacional sumaron 31 millones de toneladas métricas de caña de azúcar, siendo Brasil el país que lidera las exportaciones a nivel mundial, representando el 62,03%, seguido de Tailandia con un 11,35%.

Figura 4: Principales países exportadores de caña de azúcar



Fuente: (MAGAP, 2014)
 Elaboración: Los autores

Dentro del proceso de producción a nivel mundial se destaca la innovación que ha tenido el sector, tecnificando con maquinaria de última tecnología y mejores semillas y más resistentes a enfermedades.

Uno de los procesos en los que más énfasis se ha dado en el proceso de producción, ha sido la cosecha, la cual ha dejado de ser intensiva en mano de obra, a un proceso de cosecha mecanizada, con maquinarias que tienen rendimientos de 25 TM/hora.

Como se muestra en la Tabla 2, los países que lideran a nivel mundial la tecnificación de la cosecha son: Australia y Estados Unidos; seguido en América Latina de Argentina y Brasil.

Tabla 2: Cosecha mecanizada a nivel mundial¹

País	Área cultivada (ha)	Área mecanizada (%)	Área mecanizada (ha)
Australia	545.000	100%	545.000
Estados Unidos	350.000	100%	350.000
Argentina	310.000	81%	251.100
Brasil	5.950.000	32%	1.904.000
Tailandia	1.030.000	30%	309.000
México	650.000	20%	130.000
Cuba	700.000	15%	105.000
Guatemala	200.000	15%	30.000
Colombia	200.000	15%	3.000
Indonesia	410.000	12%	49.200
India	4.750.000	4%	190.000
China	1.475.000	3%	44.250

Fuente: (Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 2007)

Elaboración: Los autores

3.1.2 Estudio de las fuerzas generales (tendencias) que impactan al sector

A través de un análisis PESTLA se ha caracterizado los factores que mayor influencia tiene el sector azucarero del país.

3.1.3 Factores Políticos

Inicio del censo de cañicultores por parte del Estado, busca promover el diseño de mejores estrategias para fomento de la producción nacional.

Compromiso por parte del Gobierno en la apertura de nuevos mercados, como en China, el cual es uno de los principales consumidores a nivel mundial de varios productos agrícolas como el banano y el azúcar.

Impuesto a las bebidas azucaradas, donde con la promulgación de la Ley de Equilibrio Financiero, se grava a las bebidas con un impuesto de \$0,18 por cada 100 gramos de azúcar en cada litro. Esto ha ocasionado disminución de la demanda de azúcar por parte de industriales, los cuales se han visto en la necesidad de reajustar sus productos a una oferta con menores cantidades de azúcares. (Revista Líderes, 2016).

¹ Cifras al 2007

Inestabilidad política por el nuevo cambio de Gobierno en el 2017, con varios partidos asumiendo roles dentro de las decisiones del Estado, con una divida Asamblea Nacional y guiada por los intereses propios de sus partidos políticos.

Puesta en marcha del proyecto de gasolina ECOPAIS que consiste en la mezcla de 5% de bioetanol de caña a la gasolina extra, para este proyecto se estima que se necesitan 80.000 nuevas hectáreas de caña.

3.1.4 Factores Económicos

Excedente de producción de azúcar cubierto con exportaciones a mercados tradicionales, como el norteamericano que se lleva para el 2016 el 30% del superávit del mercado nacional. (Expreso, Noticias, 2016)

Incremento del precio del petróleo y políticas tendientes a disminuir la contaminación ambiental, han promovido la sustitución de la gasolina extra por el bioetanol por parte del Estado a partir de fines del 2014, ocasionando un incremento de la producción de caña de azúcar. El Gobierno a través de la aprobación Plan Siembre de Caña destinará al menos 80 mil hectáreas para la producción de los biocombustibles. (El Comercio, Noticias, 2014), (Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad, 2014).

Disminución de la demanda de azúcar nacional, por incremento del precio, 5% en el periodo 2011-2016 y devaluación de la moneda colombiana que ocasiona un mayor aumento de las importaciones desde ese país. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016)

3.1.5 Factores sociales

Los ingenios azucareros en el país aportan significativamente en la producción y empleo de los cantones donde se acentúa su cosecha, por ejemplo, en zonas como Milagro el ingenio Valdez genera empleos que benefician alrededor de 5 mil familias. (El Universo, Noticias, 2016).

Por otra parte, la fuerte inversión estatal en educación desde el año 2010, ha promovido el aumento del nivel de instrucción en las zonas rurales del país, ocasionando en algunos casos migración del campo a la ciudad, así como disminución de la oferta de mano para labores agrícolas.

El *“Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano”*, que obliga a las empresas que comercializan productos industrializados a informar mediante un etiquetado los niveles de azúcar, grasas y sal, promueve a las empresas a adaptar su oferta a productos más saludables. (Ministerio de Salud Pública, 2016).

Incremento de enfermedades cardiovasculares promueven nuevos hábitos alimenticios en la población ecuatoriana, reduciendo la demanda de productos azucarados.

3.1.6 Factores tecnológicos

El Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador, CINCAE, lidera la Investigación y desarrollo de nuevos procesos productivos en el cultivo de la caña de azúcar en el país, obteniendo cultivos más resistentes a enfermedades y plagas; así como promueve el incremento del rendimiento por UPA.

Ingenios del país tecnifican su proceso de producción en busca de aumentar sus rendimientos de producción. Actualmente se están sustituyendo la mano de obra por maquinaria, tanto para el proceso de cosecha como en la molienda. (El Universo, Noticias, 2011).

3.1.7 Factores legales

Nuevo contrato de trabajo para el sector agrícola brinda facilidades a los productores para la contratación de personal, fijando un valor por día de trabajo, el cual una vez terminado la jornada para la cual ha sido contratado el trabajador, no se generarán trámites para la liquidación del trabajador. (El Universo, Noticias, 2015).

Ordenanzas municipales que prohíben la quema de la caña de azúcar durante la cosecha, obligando a los productores a adaptar su producción para un sistema de cosecha mecanizada (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Milagro, 2012).

3.1.8 Factores ambientales

Condiciones climáticas en el Ecuador en el 2015, caracterizados por una época de sequía afectó el rendimiento de azúcar obtenido en los tallos de las cañas, los rendimientos disminuyeron 3 y 5 kilogramos de azúcar por tonelada de caña en los ingenios y cañicultores, respectivamente. (Proecuador, 2013).

El resumen de los factores se presenta en la siguiente matriz.

Tabla 3: Cuadro de factores de influencia en el sector

POLÍTICO	ECONÓMICO	SOCIAL	TECNOLÓGICO	LEGAL	AMBIENTAL
Censo nacional de cañicultores	Excedente de producción destinado a cubrir cuotas de exportación	Producción de caña de azúcar es una importante fuente de empleo en el país	Promoción privada para la investigación y desarrollo de mejoras prácticas de producción	Nuevo contrato de trabajo para el sector agrícola	Malas condiciones climáticas con sequías en varias partes del año, disminuye el rendimiento azucarero
Compromiso del Gobierno para apertura de nuevos mercados	Sustitución de la gasolina extra por el bioetanol, aumenta la demanda de producción de caña de azúcar nacional	Incremento del nivel de instrucción en zonas rurales del país reducen oferta de mano para uso agrícola	Sustitución de cosecha manual por cosecha mecanizada	Ordenanzas municipales prohíben la quema de cultivos a cielo abierto	
Impuesto a las bebidas azucaradas	Incremento de las importaciones de azúcar colombiana	Reglamento de etiquetados promueve a las empresas a adaptar su oferta a productos más saludables			
Inestabilidad política en nuevo cambio de Gobierno		Incremento de las enfermedades cardiovasculares, fomenta nuevos hábitos alimenticios por parte de la población disminuyendo el consumo de azúcares			
Sustitución de la gasolina extra por el bioetanol, aumenta la demanda de producción de caña de azúcar nacional					

Elaborado por: Los autores

3.1.9 Análisis competitivo del sector

A más de los factores relevantes que afectan la estructura del sector, mediante un análisis de las fuerzas competitivas del sector, bajo el modelo Porter, se ha determinado la estructura competitiva del sector, cuyos resultados indican un

nivel medio-alto de la intensidad de competencia, destacándose como una de las fuerzas de riesgo, el alto poder de los clientes y proveedores.

Detalle de las fuerzas competitivas del sector:

Competencia actual bajo: Actualmente el servicio de cosecha se realiza exclusivamente por los ingenios azucareros, tanto en caña propia como de los cañicultores, sin la existencia de compañías privadas. Esto ocasiona que estas compañías, se vean obligados a intervenir en actividades ajenas al proceso de producción.

Poder de negociación de los clientes: El proceso de producción de azúcar en el país, está concentrado principalmente en los ingenios de la Provincia del Guayas y Cañar, con una participación en la producción nacional de alrededor del 85%. En este escenario al estar el proyecto dirigido específicamente a estos ingenios, la demanda de los servicios ofrecidos se enfoca a un número muy reducido de compradores, generando que el poder de mercado de ellos **sea muy alto** en influir sobre las operaciones de la compañía, tanto en el precio y las condiciones de la oferta.

Poder de negociación de los proveedores: Para los servicios ofrecidos dentro del proyecto, los requerimientos están principalmente dirigidos a las máquinas agrícolas, tales como las cosechadoras y camiones. En el país estos productos se ofrecen directamente a través de empresas representantes de venta maquinarias agrícolas, siendo el oferente nacional la empresa MOTRAC, con su marca John Deere; así como también repuestos alternos que pueden ser importados directamente de países cercanos como Brasil y Colombia.

El poder de negociación de estos proveedores **es moderado**, debido a que el proyecto depende en parte de la provisión de servicios y partes mecánicas que proveen estas empresas.

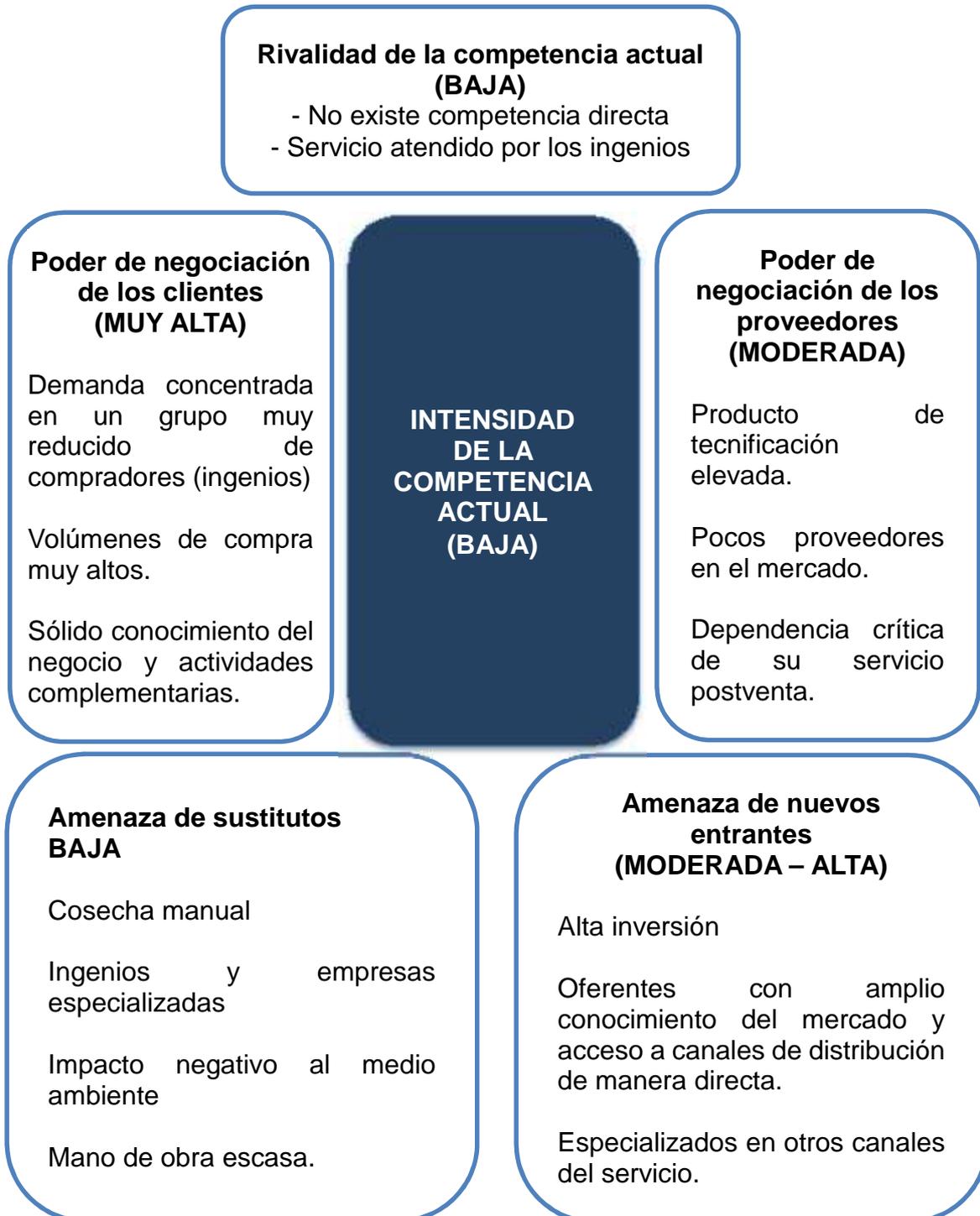
Amenaza de nuevos entrantes: Existe una amenaza **moderada-alta** que los proveedores actuales de maquinaria agrícola, como MOTRAC, integren sus actividades al manejo y cuidado de la producción de sus clientes, vista dentro de su modelo de negocio están reconocidas como principal fuente de ingreso las ventas de sus equipos. Por otra parte, empresas colombianas de amplia experiencia en el mercado azucarero, como Operadores del Campo y Servicios Piscano S.A.S., que prestan un servicio integral de cosecha mecanizada y transportación de caña de azúcar en ese país, podrían sentir interés en ingresar al mercado ecuatoriano, motivado por el crecimiento de la producción en el país y la economía dolarizada.

Amenaza de sustitutos: El servicio sustituto a la cosecha mecanizada es la cosecha manual, la cual se realiza por parte de los ingenios tanto en caña propia como de cañicultores a través de empresas externas especializadas, de entre las que destaca la empresa ALEXACORP S.A. con más de 08 años en el mercado. No obstante, este servicio al ser ofrecido de manera manual con un fuerte impacto negativo al medio ambiente, por la quema de la caña de azúcar previo al corte. Así como también a corto plazo existe la tendencia de una mano

de obra más escasa debido a la migración a las zonas urbanas, generando tiempos perdidos durante la cosecha.

En este escenario el nivel de amenaza de sustitución es bajo, debido a mayores controles estatales sobre el cuidado al medio ambiente y un alto nivel de exigencia por parte de los ingenios en lo referente a los tiempos de cosecha.

Figura 5 Estructura competitiva de la industria azucarera



Fuente: (Porter, Estrategia Competitiva, 1982)

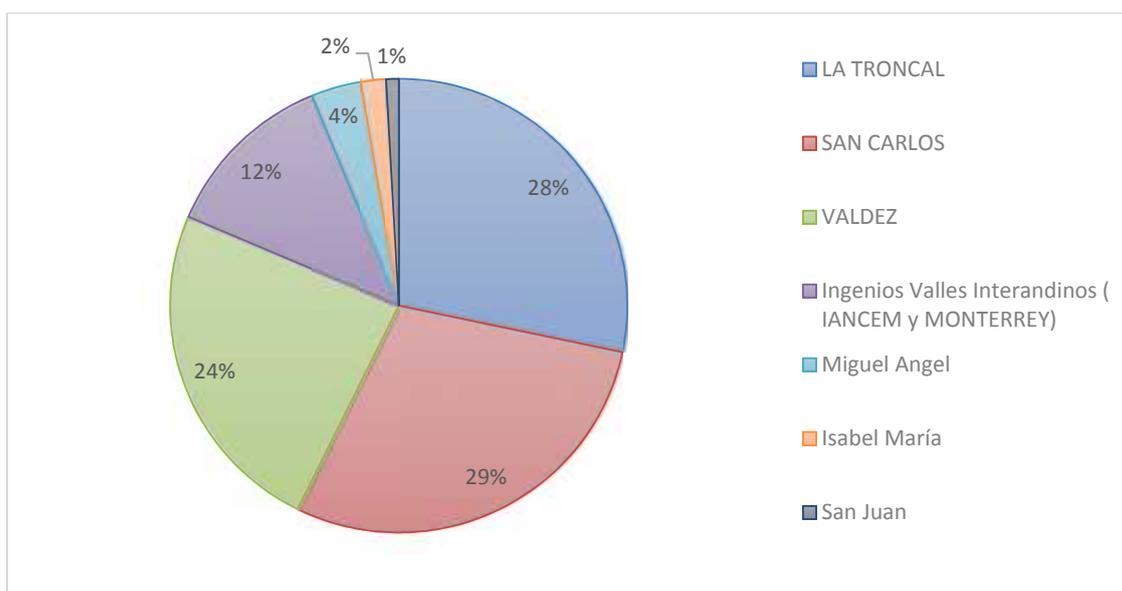
Elaboración: Los Autores

3.2 Análisis del mercado

3.2.1 Contexto general

En el 2015 la producción de azúcar en el país fue de alrededor de 568 mil toneladas de azúcar, de los cuales los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez, sumaron el 81% de la producción nacional.

Figura 6: Producción de azúcar en el Ecuador en el 2015



Fuente: (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar en el Ecuador (CINCAE), 2016)

Elaboración: Los autores

De las 82 mil hectáreas plantadas de caña de azúcar se destaca que actualmente los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez, son los que controlan la mayor parte de la producción en el país, con un 80% del área cultivada, distribuida entre caña propia y de cañicultores.

Tabla 4: Área cultivada (ha)

Descripción	LA TRONCAL	SAN CARLOS	VALDEZ	Suman (ha)	Porcentaje
Caña propia	12.030	13.641	9.220	34.891	54%
Cañicultores	10.558	9.528	10.028	30.114	46%
Total	22.588	23.169	19.248	65.005	100%

Fuente: (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar en el Ecuador (CINCAE), 2014)

Elaboración: Los autores

Sobre los sistemas de cosechas implementados, los ingenios La Troncal, San Carlos y Valdez, por las características de sus plantaciones son los que han liderado la renovación del proceso de cosecha, el cual ha cambiado de manual

a mecanizada. A continuación, se presenta el porcentaje de cosecha mecanizada por ingenios:

Tabla 5: Área cosechada mecánicamente

Área (ha) cosechada mecanizada

Tipo de propiedad	LA TRONCAL	SAN CARLOS	VALDEZ
Caña propia	77%	88%	97%
Cañicultores	30%	30%	25%

Fuente: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar en el Ecuador 2014 y Entrevistas a ingenios

Elaboración: Los autores

A nivel de ingenio, El ingenio Valdez es donde se da el mayor porcentaje de cosecha mecanizada, con un 97%; seguido de San Carlos con un 88% y la Troncal de un 77%. Los ingenios de los valles interandinos por las características de sus terrenos por su reducido volumen de producción realizan sus cosechas de forma manual.

3.2.1.1 Descripción detallada del servicio a ofrecer

Catálogo de Servicios	Cosecha mecanizada	A través de maquinaria de alta especialización se recolecta la caña de azúcar sembrada en los predios de nuestros clientes, minimizando la presencia de elementos extraños, como hojas, despunte, tierra); y manteniendo el sentido de urgencia en el suministro de la cosecha a los ingenios para el proceso de molienda.
	Cadeneo	A través de un vagón en el cual se deposita la caña de azúcar cosechada, se realiza el proceso de traslado a los medios de transportación.

3.2.2 Clientes y tamaño del mercado

Los clientes a los cuales se dirige el presente servicio son: los predios mayores de 50ha, localizados en las provincias Guayas y Cañar, que realizan el servicio de cosecha a través de los tres principales ingenios del país.

Como se muestra en la Tabla 6 el **mercado potencial** corresponde a los predios de cañicultores, mayores a 50ha, que son cosechadas manualmente por parte de los ingenios azucareros “La Troncal”, “San Carlos” y “Valdez”. La valoración de este mercado es de 839.811 toneladas métricas.

Tabla 6: Descripción del mercado potencial y meta

INGENIOS	LA TRONCAL	SAN CARLOS	VALDEZ	SUMAN
Ha cosechadas manualmente	7.391	6.670	7.521	21.581
Son mayor a 50ha	3326	3001	3384	
Rendimiento de TCH (TM)	77,6	98,2	84,8	
MERCADO POTENCIAL (TM)	258.080	294.730	287.001	839.811
Predios localizados en la Provincia del Guayas				60%
MERCADO META (TM)				503.886

Fuente: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar en el Ecuador 2014

Elaboración: Los autores

El **mercado objetivo** corresponde a los predios de cañicultores, antes mencionados, localizados en la provincia del Guayas. De acuerdo a los datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2014 (INEC, 2014), existe un 60% de los predios que se encuentran localizados en esta Provincia.

3.2.3 Estimación de la demanda

La demanda del mercado se ha estimado en una cuota de mercado del 50% del mercado meta, la cual se ha establecido por los siguientes aspectos:

- Capacidad máxima de cosecha, que para este proyecto se inicia con 03 cosechadoras.
- Que se cubran los costos fijos de operación.
- Estacionalidad en el rendimiento de Tonelada Caña por Hectárea.

La cuantificación de esta cuota de mercado de 251,943.22 toneladas métricas de caña, que con una productividad media por cañicultor de 86.52 TCH (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar en el Ecuador (CINCAE), 2014) obtenemos la cantidad de 2911 hectáreas, que será la cantidad estimada a cosechar.

Tabla 7 Estimación de ventas

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Total, mercado meta (Tm)	503,886	503,886	503,886	503,886	503,886	503,886	503,886	503,886	503,886	503,886
Cuota de mercado	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Ventas estimadas (Tm)	251,943.22	251,943.22	251,943.22	251,943.22	251,943.22	251,943.22	251,943.22	251,943.22	251,943.22	251,943.22

Elaboración: Los autores.

3.2.4 Plan de investigación de mercado

Como parte del plan de investigación de mercado se definió utilizar dos métodos de investigación. El primero corresponde al método de entrevistas a expertos, con el fin de conocer sus actitudes y retos de la implementación del proyecto. Para el segundo caso se utilizó el método de encuesta dirigido a los productores de caña de azúcar para identificar sus inquietudes y requerimientos respecto al uso de cosecha mecanizada en sus predios.

El plan de muestreo utilizado en cada uno de los métodos de investigación se detalla en el anexo 1, junto con el detalle de los resultados obtenidos. Se destaca de la investigación realizada, las siguientes conclusiones:

Aspectos evaluados	Resultados
Tamaño de Muestra	110 entrevistados en edades de 35 a 61 años de edad
Administración del predio	60% de predios con administradores independientes y 40% dueños
Financiamiento	50% de los casos se realiza con crédito bancarios y 50% con patrimonio.
Operación del negocio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un 70% de la cosecha se realizada de forma manual y 30% de manera mecanizada. ▪ El gasto promedio en soca (mantenimiento) es de US\$ 905 y de siembra de US\$ 2.400 ▪ En un 60% de los casos los principales problemas en cosecha mecanizada son la cepa arrancada y cortes muy altos. ▪ En la cosecha manual, el 100% de los casos presenta problemas de cortes muy altos, tiempos de espera prolongados. Y en un 10% se registra problemas de regulación estatal por la quema de la caña. ▪ El monto invertido en apañe es mucho mayor en la cosecha manual que la mecanizada, con una media de US\$ 92 y US\$ 33 respectivamente.
Sobre el servicio propuesto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El 90% de los entrevistados considera como buena el servicio que se ofrece actualmente de cosecha mecanizada. ▪ Las mejoras que requieren de la cosecha mecanizada están los tiempos de cosecha y operación de las máquinas (renovación constante de cuchillas, personal capacitado, entre otros) ▪ El 100% considera que el servicio de cosecha mecanizada debe ser independiente de las fases de producción de los ingenios.

4 MODELO DEL NEGOCIO

4.1 Descripción del modelo de negocio

- El negocio de AGROILECOM S.A. consiste en ofertar a sus clientes el servicio de cosecha mecanizada de caña de azúcar y cadeneo.
- Los clientes son los principales ingenios azucareros del país, que incluyen La Troncal, San Carlos y Valdez; y los servicios estarán dirigidos a los productores de caña de azúcar con predios desde 50 hectáreas ubicados en la provincia del Guayas y Cañar.
- La propuesta de valor es:
- Producción manejada con las mejores prácticas de cosecha sin dañar los predios por las cenizas que deja la cosecha manual.
- Mejores cortes para garantizar la mayor cantidad de producción extraíble y mejores rendimientos de azúcar de la caña.
- Mínimos tiempos de espera para la entrega de la cosecha haciendo más rentable el transporte.
- Menor impacto al medio ambiente al evitar la quema de caña.
- Menores costos de mantenimiento del terreno posterior a las cosechas.
- Dentro de los recursos que permiten mantener la diferencia de los servicios, está el contar con socios con alta experiencia en la producción de caña de azúcar, con personal técnico altamente capacitado; contar con infraestructura de maquinaria y equipo de alta tecnología; y mantener alianzas con proveedores de maquinaria agrícola que garantizan la disponibilidad de nuestras operaciones.
- Los costos para la prestación de los servicios corresponden al mantenimiento de las maquinarias y operaciones, sueldos y actividades de mercadeo.
- Las fuentes de ingreso se fundamentan en la prestación del servicio de cosecha mecanizada con maquinaria de última tecnología y mano de obra especializada, mediante un cobro fijo por tonelada de caña cosechada.

Figura 7: Prueba Ácida del modelo de negocio

Prueba ácida del modelo de negocio		
1. Producto	¿Qué producto o servicio proporciona la organización?	Servicio integral de cosecha de caña de azúcar y cadeneo mediante el uso de maquinaria especializada
2. Mercado	¿A quién (mercado objetivo) potencialmente sirve la organización?	Principales ingenios azucareros de la Provincia del Guayas y Cañar
3. Valor	¿Cómo se diferencia el producto o servicio?	3.1 Producción manejada con las mejores prácticas de cosecha sin dañar los predios por las cenizas que deja la cosecha manual 3.2 Mejores cortes para garantizar la mayor cantidad de producción extraíble y mejores rendimientos de azúcar en las cañas 3.3 Mínimos tiempos de espera para la entrega de la cosecha haciendo más rentable el transporte 3.4 Menor impacto al medio ambiente que la cosecha manual sin afectar la salud humana así como la fauna que se encuentra dentro y en los alrededores de los predios 3.5 Menores costos de mantenimiento del terreno posterior a las cosechas

A. Preguntas Introductorias

Prueba ácida del modelo de negocio			
4. Recursos	¿En quienes (RRHH o redes Sociales) o en qué recursos (financieros, infraestructura, organizacional) reside la diferencia del producto o servicio?	1.- Socios con alta experiencia en el cultivo, con personal técnico altamente capacitado 2.- Alianzas con proveedores de maquinaria agrícola para la provisión de equipo en nuestras operaciones 3.- Infraestructura de maquinaria y equipo para brindar el apoyo en las operaciones.	B. Gestión de Procesos
5. Procesos	¿Cómo es el proceso (implementación y operación) que proporciona la diferencia del producto o servicio?	5.1 Análisis de superficie del predio determinándose la mejor herramienta, para la prestación del servicio 5.2 Programación óptima de operaciones de cosecha mediante el uso de software especializado ajustado a las condiciones de producción del predio 5.3 Preparación de maquinaria ajustada a condiciones del predio 5.4 Traslado de la cosecha recolectada a los camiones que transportarán la caña de azúcar a los ingenios	
6. Redes Organizacionales	¿Qué organizaciones son los grupos de interés (y sus intereses) relacionados a la diferencia?	6.1. Asociación de cañicultores que buscan mejorar la productividad y obtener mayores beneficios de sus cultivos 6.2 Proveedores de maquinarias agrícolas interesados en desarrollar sus industrias 6.3 Ingenios azucareros buscan ser más eficientes en sus procesos de producción 6.4.- Gobierno interesado en incrementar los ingresos no petroleros del país, manteniendo un manejo adecuado del medio ambiente.	C. Gestión de Interesados
7. Redes Individuales	¿Qué individuos (y sus intereses) forman la red social del sector que soporta este modelo?	7.1.- Productores que buscan obtener mayores ingresos por su producción 7.2.- Empresas de maquinarias agrícola buscan incrementar sus cuotas de mercado 7.3 .- Principales ingenios del país, buscan mayor producción siendo más eficientes 7.4.- MAGAP promover su imagen institucional y el compromiso del Gobierno en el desarrollo agrícola del país	
8. Posicionamiento	¿Cuáles son los mensajes que comunican la diferencia y la posiciona ante cada grupo de interés (pregunta 6) y su red (pregunta 7)?	8.1 Asociación de cañicultores a los cuales protegemos sus cultivos, a través de servicios responsables que buscan el crecimiento mutuo 8.2 Proveedores de maquinaria agrícola, promovemos el desarrollo de su industria mediante el crecimiento de ventas 8.3 Ingenios azucareros a las cuales ofrecemos un servicio responsable que busca mejorar sus índices de productividad 8.4 Gobierno: contribuimos al desarrollo agrícola del país, introduciendo mejores prácticas de producción respetando el medio ambiente	
9. Lógica de Riqueza y/o Bienestar	¿Cómo genera riqueza y/o bienestar la organización?	La generación de ingresos se fundamenta en la prestación del servicio de cosecha mecanizada con maquinaria de última tecnología y mano de obra especializada	D. Gestión de Sustentabilidad
10. Sustentabilidad	¿Cómo protege y sustenta la organización la diferencia en el largo plazo?	10.1. Innovación constante sobre nuevos procesos de cosecha mecanizada 10.2 Contratos anuales con los ingenios 10.3 Gestionar servicios de comodatos de maquinarias propias de los ingenios 10.4 Gestionar alianzas estratégicas con empresas proveedoras de maquinaria agrícola para facilidades en la adquisición de nuevos productos	

Fuente: (Loyola, 2010)

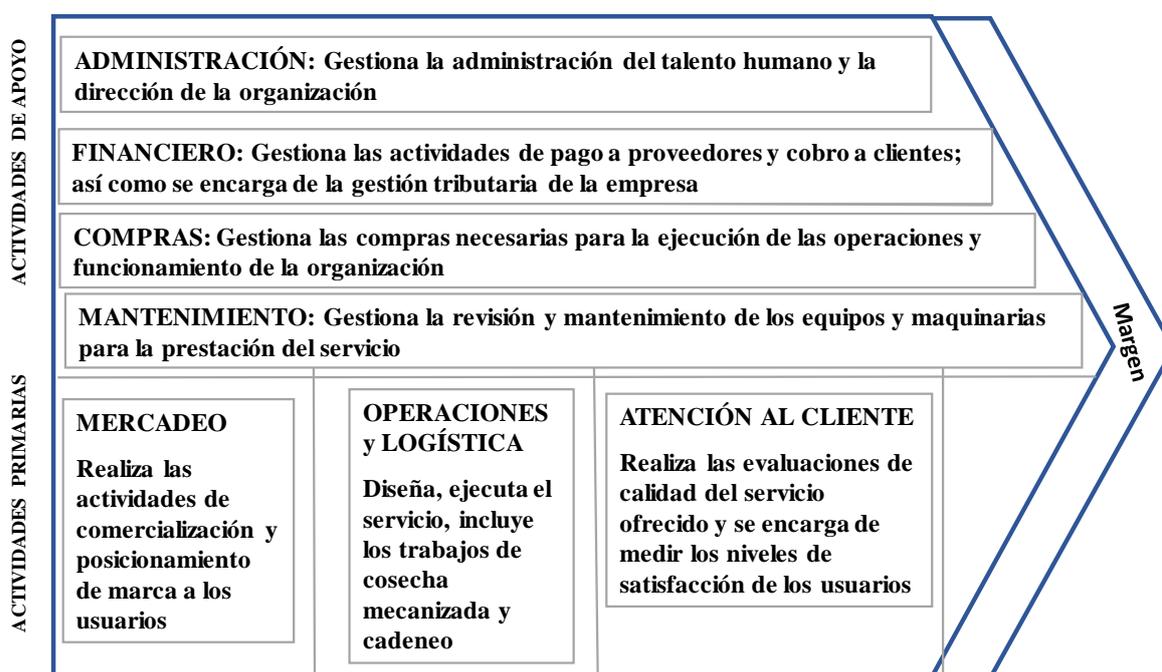
Elaboración: Los autores

4.2 Modelo de cadena de valor

Las actividades de apoyo y primarias que componen la cadena de valor de la organización se describen en la Figura 8. En las actividades de apoyo se describen la administración, el mantenimiento, la gestión financiera-tributaria y las compras.

Dentro de las actividades primarias, están las actividades de mercadeo encargadas de la comercialización de nuestro servicio, el proceso de operaciones donde se realizan los trabajos en los predios y atención al cliente que gestiona las relaciones con los clientes y se encarga de medir la calidad del servicio ofrecido.

Figura 8: Descripción de la Cadena del valor

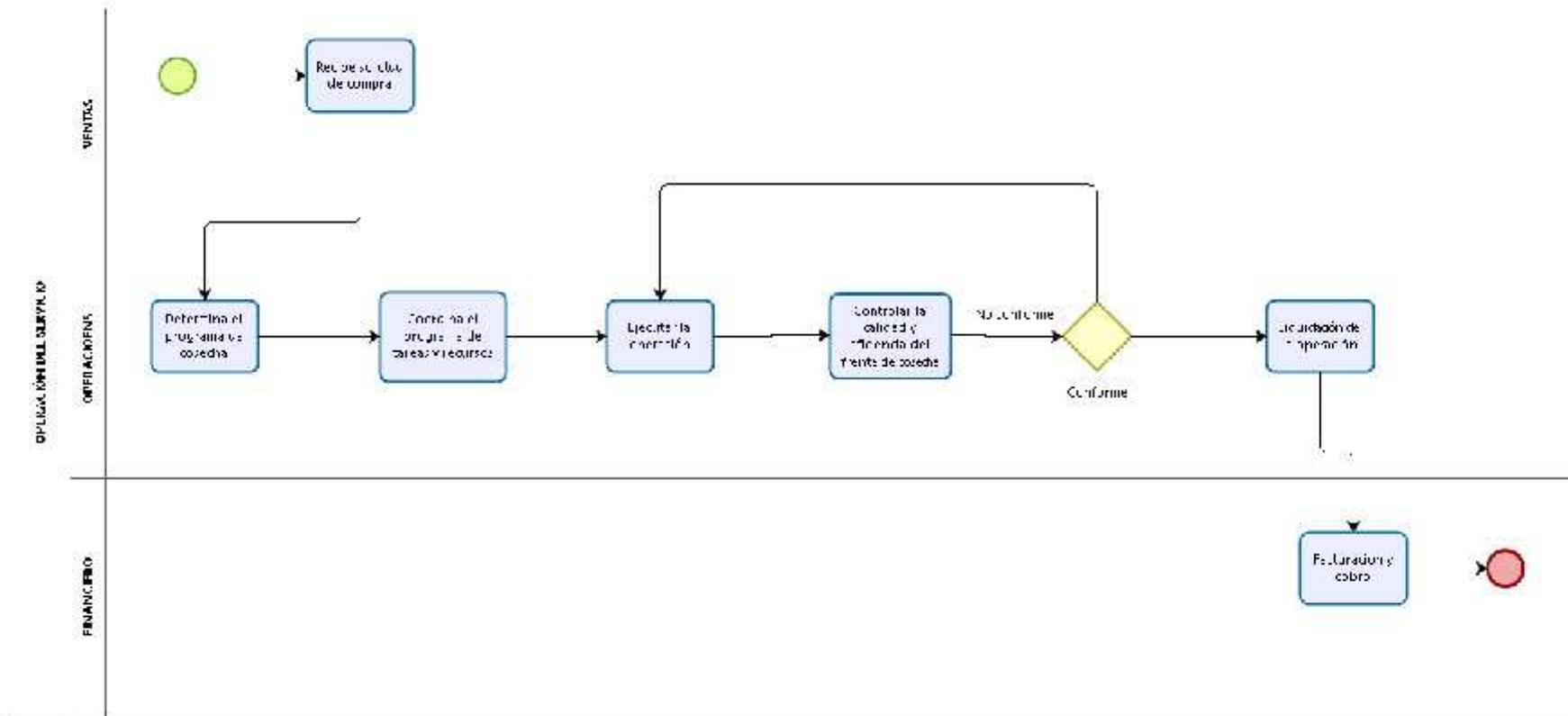


Elaboración: Los autores

4.3 Proceso de atención al cliente

En la Figura 9 se describe el proceso de operación del servicio, dentro de los cuales se describen tres actores principales, la gestión de ventas, operaciones y financiero.

Figura 9: Modelo de operación del servicio



Elaboración: Los autores

4.4 Análisis FODA

Mediante un análisis FODA se describen los factores de mayor relevancia, tanto externos como internos que afectan la organización.

4.4.1 Análisis externo

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Gobierno comprometido en el desarrollo agrícola como fuentes de nuevos ingresos	Impuesto a las bebidas azucaradas y Reglamento de Etiquetados
Incremento de la producción nacional de caña de azúcar	Baja oferta de mano de obra calificada para el servicio de cosecha mecanizada
Sustitución de la gasolina extra por la Ecopaís aumenta la demanda de etanol	Limitado acceso a créditos
Tendencia de crecimiento hacia la cosecha mecanizada	Demanda del servicio estacional (solo época de zafra)
Nuevo contrato de trabajo agrícola	
Amplio mercado de cosecha manual	

4.4.2 Análisis interno

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Socios con amplio conocimiento del sector azucarero del país	Mercado de clientes reducido con alto poder de negociación
Experiencia en la importación de repuestos para maquinaria agrícola	Limitado capital de trabajo
Maquinaria moderna con volúmenes de producción elevados	Reducidos márgenes de utilidad
Servicio ofrecido de mecanización con menor riesgo de impacto ambiental que el servicio manual	

4.4.3 Estrategias de Negocio

Las acciones estratégicas que seguirá la organización para cumplir con los objetivos de crecimiento planteados son:

Acciones estratégicas	Objetivo: Mantener elevados niveles de eficiencia en las operaciones del negocio	Estrategia: Innovación constante sobre nuevos equipos, herramientas y suministros de cosecha mecanizada. Estrategia: Uso de aplicaciones informáticas para el diseño óptimo de la operación.
	Objetivo: Garantizar la liquidez de la organización	Estrategia: Gestionar la suscripción de contratos quinquenales con los ingenios que nos aseguren la recuperación de la inversión.

	Objetivo: Mejorar la cuota de mercado	Estrategia: Gestionar servicios de comodatos de maquinarias propias de los ingenios.
	Objetivo: Fortalecimiento de las relaciones con nuestros grupos de interés	Estrategia: Gestionar alianzas estratégicas con empresas proveedoras de maquinaria agrícola para facilidades en la adquisición de nuevos productos

5 PLAN DE MARKETING

En el presente plan de marketing se expone las estrategias de mercado que permitan mantener un mercado

5.1 Objetivos y metas del marketing

Objetivos y metas	Objetivo: Mantener la cuota de mercado	Meta: Mantener la cuota del mercado establecida (50% cañicultores con más de 50 ha en la provincia del Guayas).
	Objetivo: Reconocimiento de nuevos sistemas de cosechas por parte de los cañicultores.	Metas: - Participar como expositor en al menos 02 charlas/congresos al año. - Participar en demostraciones en campo de agricultores referentes, una vez al mes.
	Objetivo: Desarrollar fidelidad de marca.	Meta: Tener retención de cañicultores de al menos del 90%

5.2 Estrategia de marketing

Para el cumplimiento de los objetivos, la estrategia a seguir se centrará en las siguientes acciones: facilidades en la provisión del servicio, conocimiento de las necesidades de los cañicultores y posicionamiento de marca.

5.3 Programa de acciones del marketing

5.3.1 Estrategia del Servicio

- Diseño del servicio de acuerdo a las necesidades del cañicultor.
- Prestación del servicio con personal especializado en el manejo de cultivo y técnico en la operación de las cosechadoras.
- Desarrollar canales de comunicación con los cañicultores, a través de un servicio de call-center para evaluar la prestación del servicio, así como atender de manera inmediata preguntas, reclamos y/o quejas por parte de ellos.

5.3.2 Estrategia de Precios

- Definir precios de penetración de mercado comparado con el sistema de cosecha manual, manteniendo la rentabilidad de los clientes sin afectar la calidad del servicio.

- Definir contratos de prestación de servicio quinquenales gestionándose la facturación mensual.

5.3.3 Estrategia de Publicidad

- Mantener un amplio canal de comunicación con los usuarios y clientes a través de una página web (Figura 10), redes sociales y medios escritos.
- Establecer programas de visitas técnicas para evaluar la calidad del servicio y determinar nuevas preferencias de nuestros usuarios.
- Desarrollar identidad corporativa a través del desarrollo de artes y medios visuales como logos (Figura 11), slogan y carpetas de presentación (Figura 12).
- Gestionar la atracción hacia los servicios ofrecidos a través de la participación en eventos públicos, como ferias y congresos, organizados por la Asociación Ecuatoriana de Tecnólogos Azucareros, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CINCAE) entre otras entidades vinculadas a la agroindustria azucarera del Ecuador.

Figura 10: Modelo de página web



Figura 11: Logo de AGROILECOM



Elaboración: Los autores

Figura 12: Modelo de carpetas de presentación



Elaboración: Los autores

5.3.4 Canales de Distribución

- A través de ejecutivos de cuenta para la comercialización del servicio de manera directa con los ingenios azucareros.
- Distribución directa del servicio a los cañicultores, mediante acuerdos de compra ya definidos con los ingenios.

5.4 Presupuesto del Plan de Marketing

El gasto para la implementación de la estrategia de marketing los programas de acción determinados en el Plan de Marketing se detallan a continuación:

Tabla 8: Gasto proyectado en publicidad

Detalle / Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diagramación del arte gráfico	\$1,500.00									
Creación de página web	\$2,000.00									
Mantenimiento de página web	\$600.00	\$630.00	\$661.50	\$694.58	\$729.30	\$765.77	\$804.06	\$844.26	\$886.47	\$930.80
Elaboración de carpetas y tarjetas de presentación	\$625.00	\$656.25	\$689.06	\$723.52	\$759.69	\$797.68	\$837.56	\$879.44	\$923.41	\$969.58
Publicidad en revistas especializadas del sector	\$2,000.00	\$2,100.00	\$2,205.00	\$2,315.25	\$2,431.01	\$2,552.56	\$2,680.19	\$2,814.20	\$2,954.91	\$3,102.66
Participación en ferias/congresos	\$4,000.00	\$4,200.00	\$4,410.00	\$4,630.50	\$4,862.03	\$5,105.13	\$5,360.38	\$5,628.40	\$5,909.82	\$6,205.31
Total:	\$10,725.00	\$7,586.25	\$7,965.56	\$8,363.84	\$8,782.03	\$9,221.13	\$9,682.19	\$10,166.30	\$10,674.62	\$11,208.35

Elaboración: Los autores.

5.5 Indicadores de control del Plan de Marketing

ID	OBJETIVOS	META	INDICADOR
1	Mantenimiento de la cuota del mercado	Mantener la cuota del mercado con un frente de trabajo (50% de cañicultores de más de 50 ha en la provincia del Guayas)	Ventas realizadas (toneladas facturadas)
2	Reconocimiento de nuevos sistemas de cosechas por parte de los cañicultores	<ul style="list-style-type: none"> - Participar como expositor en al menos 02 charlas/congresos al año. - Participar en demostraciones en campo de agricultores referentes, una vez al mes. 	- Presentaciones realizadas
3	Desarrollar fidelidad de marca	Tener un 90% de clientes satisfechos	- Nivel de satisfacción de clientes

6 ANÁLISIS TÉCNICO: REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS

6.1 Métodos actuales de cosecha mecanizada de caña de azúcar

En el proceso de producción de azúcar se utilizan varios métodos de cosecha, cada uno de ellos requiere de diferentes tipos de tecnología para asegurar la eficiencia y efectividad en las operaciones realizadas en el campo.

Dependiendo de cómo se presente la caña a la cosechadora, las operaciones de cosecha se pueden clasificar en dos grupos: cosecha de caña quemada y la cosecha de caña sin quemar (cosecha de caña en verde).

Dependiendo de la forma de los materiales cosechados por la maquinaria se han desarrollado dos clases de cosechadoras: cosechadora de tallo completo (cosechadora de caña larga) y cosechadora de caña picada (Ma, Karkee, Scharf, & Zhang, 2014). En función del número de hileras que puede cosechar las maquinas se pueden clasificar en: cosechadoras de hilera sencilla y cosechadoras de doble hilera.

Otra clasificación del tipo de máquinas es dependiendo del tipo de tracción, en la actualidad existen dos variantes: de ruedas y de orugas.

6.2 Cosecha mecanizada por el tipo de producto.

6.2.1 Cosecha mecanizada de caña quemada

La quema de la caña previo a la cosecha ha sido la norma alrededor del mundo, desde la Revolución Industrial ya que reduce la presencia de insectos y plagas, así como reduce el manejo innecesario de las hojas y otro material vegetal o materia extraña conocida como “trash” (King N. J., 1969) (Humbert, 1968) (Semenzato, 1995).

Durante el proceso de quema, el fuego se encuentra confinado a un espacio determinado, en el cual se queman las hojas secas, el cogollo y materiales vegetales extraños.

Estudios previos de la composición de la caña de azúcar muestran que la cantidad de material vegetal constituye cerca del 37% del total de la planta de caña y cerca del 42% de la materia seca sobre el suelo (Deepchand, 1986). El proceso de quema antes de la cosecha quema alrededor del 80% de los materiales vegetales, lo que conlleva una mejora en la productividad del 30 al 40% (Braunbeck, Bauen, Rosillo-Calle, & Cortez, 1999). Además, la caña quemada asegura que la caña entre limpia al molino haciendo el proceso de molienda más eficiente (Lionnet, 1986) (Bernhart, Pillay, & Simpson, 2000). La reducción de materiales frondosos conlleva la disminución de desperdicios en la producción de azúcar (Cansee, 2010).

Sin embargo, la quema de caña implica varios impactos negativos en el rendimiento del proceso de producción de azúcar. Este proceso de quema posee también el riesgo de deterioro de la sacarosa presente en la caña, que puede conducir a una reducción del ritmo de extracción de sacarosa. También la caña quemada debe ser procesada dentro de 15 días, para evitar la fermentación de la sacarosa en etanol aun cuando ha sido cosechada en caña larga (Semenzato, 1995). La quema de la caña causa además fugas de jugo de caña, también provoca la remoción de la cera protectora de la caña, y rotura de tallos que facilita la infección de la caña con microorganismos que deterioran y/o fermentan la caña (Lionnet, 1986). También, en años recientes la quema de la caña ha llegado a ser uno de los problemas más sensitivos que enfrentan las comunidades aledañas a los canteros y además la presión pública en contra de la quema de caña se está también incrementando globalmente debido a las crecientes preocupaciones ambientales y de salud. Se ha informado que las emisiones provocadas por la quema de caña tienen repercusiones negativas en el sistema respiratorio de la población de las comunidades vecinas. En todo el mundo, las autoridades locales han introducido o reforzado diferentes regulaciones o han incentivado programas para convencer a los productores a cambiar de la cosecha de caña quemada a la cosecha de caña en verde (Cançado, y otros, 2006).

6.2.2 Cosecha mecanizada de caña en verde

Durante el proceso de cosecha de caña en verde, las cañas se llegan a cosechar sin ningún pre acondicionamiento, ya sea por medio de quema o remoción de hojas o pajas. Se utiliza un dispositivo específico para separar las hojas y pajas y descargarlas en el campo. Desde la perspectiva de los efectos ambientales y del balance de los nutrientes del suelo, este proceso puede proveer una opción más sustentable para la cosecha de caña de azúcar si lo comparamos con la cosecha de caña quemada. Los residuos dejados en el campo pueden ayudar al control de las malezas, reducir la pérdida de humedad del suelo, y disminuir la erosión del suelo (Braunbeck, Bauen, Rosillo-Calle, & Cortez, 1999). Estos residuos dejados en el suelo también ayudan a mejorar el ciclo de nutrientes ya que la materia orgánica contribuye a la producción de nutrientes y estos contribuyen al crecimiento de cultivos sanos. Esto es, los nutrientes mejoran la fertilidad del suelo y la productividad (Nuñez & Spaans, 2008). Nuñez y Spaans en el 2008 reportaron que los costos de control de malezas y de irrigación necesaria se redujeron en un 35% y 10% respectivamente. Si bien anteriormente se mencionó que generalmente la quema de caña ayuda a controlar la presencia de plagas de insectos, sin embargo, la plaga del gusano taladrador de la caña de azúcar, una especie de polilla es atraída por el humo y puede incrementar el stress por infestación de plagas en la planta (Sandhu, Nuessly, Cherry, Gilbert, & Webb, 2011). Sandhu y otros demostraron que el método de cosecha en verde puede reducir el daño provocado por esta plaga debido a que esta cobertura vegetal puede inhibir la deposición de los huevos e incrementar la mortalidad de las larvas.

El mayor reto para la práctica de cosecha en verde es que incrementa la cantidad de materiales extraños como hojas y paja, lo que incrementa la carga que debe procesar y transportar la maquinaria (Eiland & Clayton, 1983). Eiland y Clayton evaluaron el consumo de combustible y el desempeño de cuatro máquinas cosechadoras en Florida. Ellos hallaron que el consumo de combustible en la cosecha de caña verde se incrementó el 12% y la eficiencia de cosecha (la relación de recuperación %) decreció un 17% comparada con la cosecha de caña quemada.

Finalmente, la cosecha de caña en verde tiene el potencial de incrementar el contenido de nutrientes del suelo a largo plazo. Sin embargo, se ha encontrado que el rendimiento no mejora ostensiblemente en el primero y segundo ciclos de cultivo, (Sandhu, S., Gilbert, & Davis, 2013). Adicionalmente, estudios han demostrado que el método de cosecha en verde puede tener efectos negativos en el rendimiento del cultivo en determinados ambientes debido a que la capa de paja y hojas, permite la disminución de la temperatura del suelo lo que puede disminuir el crecimiento temprano de la planta e incrementar el riesgo de daños por congelamiento en plantas jóvenes durante heladas o días demasiado fríos (Viator & Wang, 2011). La Tabla 9 resume las fortalezas y debilidades de las prácticas de cosecha en verde y cosecha de caña quemada.

6.2.3 Comparación entre cosecha mecanizada en verde y caña quemada.

En la Tabla 9 los autores resumen las fortalezas y debilidades del sistema de caña quemada y caña en verde.

Tabla 9: Comparación ventajas y desventajas de cosecha con caña quemada y caña en verde.

PRÁCTICA DE COSECHA	FORTALEZA	DEBILIDAD
Caña quemada	Reducción del costo por del manejo del “trash”.	Deterioro acelerado del azúcar por el daño provocado en el tejido de la caña reduciendo la productividad, se debe asegurar que se muele lo más rápido posible para evitar que se fermente.
	Mejora el control de plagas.	Consecuencias ambientales debido a las emisiones de ceniza provenientes de la quema.
	Aumenta el costo de producción al requerir mayor purificación del azúcar.	Reducción de la fertilidad del suelo.
	Creación de empleo en segmento de menores ingresos y preparación técnica.	Se necesita utilizar mayor cantidad de agua para recuperar la humedad perdida del suelo.
	(King, Montgomery, & Hughes, 1953), (Humbert, 1968), (Bernhart, Pillay, & Simpson, 2000), (Semenzato, 1995), (Dinardo-Miranda & Fracasso, 2013)	(Lionnet, 1986), (Boeniger, Fernback, Hartle, Hawkins, & Sinks, 1991), (Semenzato, 1995)
Caña en verde	Mejor conservación del agua y el suelo.	Efectos adversos en la eficiencia de cosecha
	Control de malezas	Incremento en el costo de cosecha
	Reducción de emisiones contaminantes	Mayores pérdidas de tallos en el campo.
	Reducción del daño provocado por el gusano taladrador de la caña de azúcar.	La capa de trash puede disminuir la temperatura del suelo y potencialmente disminuir el crecimiento de la planta.
	De acuerdo con restricciones legales para la quema de caña cerca de la población.	En ciertos ambientes fríos, la capa de trash puede reducir la temperatura del aire cerca de la planta resultando en un alto riesgo de congelación.
	El exceso de trash que se lleva al ingenio puede usarse para generar energía eléctrica.	
	(Braunbeck, Bauen, Rosillo-Calle, & Cortez, 1999), (Cerri & Cerri, 2007), (Goldemberg, Teixeira, & Guardabassi, 2008), (Nuñez & Spaans, 2008), (Galdos, Cerri, & Cerri, 2009)	(Eiland & Clayton, 1983) (Viator & Wang, 2011) (Sandhu, S., Gilbert, & Davis, 2013)

Fuente: (Ma, Karkee, Scharf, & Zhang, 2014)

Elaboración: Los autores

6.3 Modalidades de cosecha mecanizada por el tipo de producto obtenido.

El desarrollo de las cosechadoras de caña de azúcar se remonta a los finales del siglo 19 (Kerr & Blyth, 1993). Durante las décadas subsiguientes se desarrollaron varios tipos de cosechadoras. Tomando como base la forma de los tallos cosechados, estas máquinas se pueden categorizar en dos grupos:

cosechadoras de tallo completo o “caña larga” y cosechadoras de caña picada. A continuación, se presentan las principales características de cada una.

6.3.1 Cosechadoras de caña larga o tipo soldado

Alrededor del año 1960 se desarrolló en Australia una cosechadora para cortar el tallo completo de la caña de azúcar. Esta máquina consistía de cuchillas rotatorias para seccionar el cogollo, una barra de corte similar a una motosierra para cortar la base de la planta y un sistema de transporte para llevar y colocar los tallos en hileras (King N. J., 1969). Este tipo de cosechadora de tallo entero se emplea aún hoy en día, en diferentes lugares del mundo en donde la caña crece en su mayoría erguida (Salassi & Champagne, Estimated costs of soldier and combine sugarcane harvesting systems in Louisiana, 1996). En 1995, Beckwith propuso añadir un dispositivo que elimine las pajas y cargue solo la caña limpia (Beckwith Patente nº 5463856, 1995), muchos otros dispositivos similares se han desarrollado partiendo de estos tipos de cosechadoras de caña larga.

Figura 13: Cosechadora tipo soldado.



Fuente: (American Sugar Cane League, 2017)

6.3.2 Cosechadora de caña picada

Este tipo de máquina corta el tallo en la base cerca de la raíz y corta las hojas de la parte superior y luego pica la caña en trozos de entre 300 mm a 450 mm. Cualquier impureza vegetal como hojas, raíces, etc., se remueve mediante un ventilador extractor mientras los trozos de caña picada se transportan por un elevador hasta el carretón o balde de un camión según sea el caso.

Este tipo de cosechadoras son muy utilizados en lugares donde la mano de obra no está disponible o es demasiado costosa para utilizar el sistema de caña larga. Estas máquinas pueden trabajar tanto con caña quemada o caña en verde, y están en capacidad de manejar cañaverales con rendimientos superiores a las 150 ton/ha. También estas máquinas pueden tolerar mejor los cañaverales con caña recostada o tumbada. La relación de rendimiento de cosecha es alrededor de 30 a 40% menor si lo comparamos con la caña quemada.

En Florida y Australia este tipo de cosechadoras están siendo utilizadas con mucho éxito y abarcan la mayoría de cultivos.

Figura 14: Cosechadora de caña picada John



Fuente: Deere CH570 (JOHN DEERE & COMPANY, 2016)

6.3.3 Comparación entre las cosechadoras de caña larga y cosechadora de caña picada

A continuación, los autores resumen en la Tabla 10 las ventajas y desventajas del sistema de cosecha mecanizada de caña larga y de la cosecha mecanizada de caña picada:

Tabla 10: Ventajas y desventajas de la cosecha mecanizada de caña larga y caña picada.

Tipo de cosechadora	Ventajas	Desventajas
Cosechadoras de caña larga o tipo soldado	<ul style="list-style-type: none"> • Son generalmente más baratas. • Los tallos sufren menos deterioro y pueden ser apilados fácilmente. • Son máquinas más sencillas y fáciles de operar. • Ocurren menos pérdidas cuando las condiciones del campo y el cultivo son las adecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se pueden manejar cultivos con rendimientos mayores a 120 ton/ha. • Se requiere separación en el campo. • La cosechadora es inestable en pendientes mayores a 20 grados.

Tipo de cosechadora	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que la carga y el corte se manejan por separado hay mayor flexibilidad ante problemas en una de las actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • La caña debe ser quemada previamente.
<p>(Meyer E. , Factors to consider when implementing a fully mechanised sugarcane harvesting system, 1997)</p>		
Cosechadoras de caña picada.	<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere equipos adicionales • Las versiones modernas permiten operar tanto con caña quemada como con caña verde, en un amplio rango de climas y condiciones de cultivo, ya sean erectas o tumbadas. • En áreas sensibles a la contaminación por ejemplo en la cercanía de las ciudades, tienen una gran ventaja pues pueden manejar caña en verde. • La demora entre la cosecha y la molienda es menor, dando como resultado en mayor recuperación de azúcar. • La caña picada se puede alimentar al molino de forma más fácil y consistente. • El desperdicio de caña en la ruta hacia el molino es usualmente menor que en el caso de caña larga. • El requerimiento de mano de obra es menor. 	<ul style="list-style-type: none"> • La alta inversión de capital hace de este sistema apropiado solamente para productores de gran escala. • Las pérdidas de jugo de caña son mayores en la operación de picado y originando un mayor costo operativo por la reducción de azúcar obtenida (Maleki & Jamshidi, 2011). • La cosecha transporte y molienda están vinculados muy estrechamente lo que significa que la comunicación y la programación del transporte es vital para obtener una óptima utilización de las cosechadoras. • Las instalaciones de recepción de caña en el molino que usualmente manejan caña larga tienen que ser adaptadas para manejar caña picada. • La caña picada se deteriora más rápidamente que la caña larga e idealmente debe ser molida antes de 12 a

Tipo de cosechadora	Ventajas	Desventajas
		<p>14 horas después de cosechada, esto puede incrementar los costos de transporte (Singh & Solomon, 2003).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de personal administrativo gerencial y operativo con altos niveles de conocimiento y con respectivo soporte técnico. <p>(Meyer E. , Factors to consider when implementing a fully mechanised sugarcane harvesting system, 1997)</p>

Fuente: (Ma, Karkee, Scharf, & Zhang, 2014)

Elaboración: Los autores.

6.4 Cosechadoras de hilera sencilla o doble hilera

Las cabezas de corte de las cosechadoras de caña han sido diseñadas para cubrir una hilera de caña (hilera sencilla) o dos hileras de caña (doble hilera) a la vez. Bajo las mismas condiciones de cosecha y el uso de la misma tecnología de cosecha, las cosechadoras de doble hilera de caña larga tienen un menor costo operativo si lo comparamos con la cosechadora de hilera sencilla de caña larga (Salassi & Champagne, Estimated costs of soldier and combine sugarcane harvesting systems in Louisiana, 1996).

Hasta relativamente hace pocos años, la cosechadora de hilera sencilla era muy utilizada para la cosecha de caña ya que es más estable para una gran variedad de rendimientos de caña (Salassi & Champagne, Estimated costs of soldier and combine sugarcane harvesting systems in Louisiana, 1996). Sin embargo, el potencial para mejorar la capacidad de cosecha y reducir los costos operativos han desembocado en una nueva tendencia a desarrollar sistemas de cosecha de caña que sean multi-hileras.

En 2010, Deere & Company (Moline, Illinois) introdujo la cosechadora de doble hilera John Deere 3522, que incrementó la productividad substancialmente comparada con los modelos previos de una sola hilera (modelos 3510 y 3520) (Deere & Company, 2011).

6.5 Cosechadoras de oruga y de rueda

Para el caso de cosechadoras de caña picada estas también pueden encontrarse en dos modelos dependiendo del tipo de tracción sea ésta por orugas o por ruedas.

Tabla 11: Comparación entre las cosechadoras de ruedas y cosechadoras de oruga.

Tipo de cosechadora	Ventajas	Desventajas
Orugas	Mejor tracción Mejor maniobrabilidad Mayor estabilidad Menor compactación de suelo	Elevados costos de mantenimiento. Muy difícil desplazarse en largos tramos y necesita una cama-baja para realizar desplazamientos en carretera.
Ruedas	Menores costos de mantenimiento Fácil desplazamiento, en lugares que tiene que cosechar pequeñas parcelas durante el día.	Menor estabilidad, es relativamente fácil volcarse ante una mala maniobra. Mayor compactación del suelo. Tracción y maniobrabilidad medias.

Elaboración: Los autores.

Figura 15: Cosechadoras de caña picada en versión ruedas y oruga



Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016).

6.6 Selección de la maquinaria apropiada para la operación en Ecuador.

En la sección 6.2 los autores compararon las opciones de operar con caña en verde o caña quemada, se concluye que lo más beneficioso para el medio ambiente y el incremento de productividad los autores seleccionarán una maquinaria que opere adecuadamente con caña verde pero que pueda ser flexible y de ser necesario pueda operar con caña quemada.

De las alternativas mencionadas en la sección 6.3 la más común en Ecuador es la cosechadora de caña picada, ya que presenta múltiples ventajas en el transporte haciéndolo más eficiente.

El cultivo de caña en Ecuador se prevé que migrará hacia la siembra con el sistema de doble surco, pero aun los cultivos no se desarrollan lo suficiente para manejar más de dos hileras de doble surco simultáneamente. Como los autores mencionaron en la sección 6.4, si bien es cierto las cosechadoras de doble hilera presentan beneficios importantes en la eficiencia de cosecha, aun no es posible aplicar ese tipo de maquinaria en los tipos de cultivos comúnmente presentes en los Ingenios azucareros por tanto los autores consideran utilizar la alternativa de una sola hilera, pero con la potencialidad de usarse en hilera sencilla de doble surco.

En la sección 6.5 los autores analizaron las opciones de oruga y rueda, dado que para el mercado nacional no se dan las condiciones para operar con orugas ellos concluyen que lo mejor es aplicar lo que es más común en Ecuador que son las cosechadoras de tipo rueda, aun cuando la principal ventaja de las orugas es la menor presión sobre el suelo.

Por tanto, resumiendo se elegirá la maquinaria que cumpla los siguientes requisitos técnicos:

- Posibilidad de operar con caña en verde.
- Cosechadora de caña picada.
- Cosechadora de hilera sencilla
- Cosechadora de ruedas.

En el mercado mundial hay tres fabricantes que ofrecen lo requerido:

- John Deere: con su modelo CH570
- Case New Holland: con su modelo A8800
- Valtra con su modelo BE1035E

Los autores han realizado la selección utilizando la metodología denominada Proceso de Jerarquía Analítica, (AHP Analytic Hierachy Process) (Saaty, 1992). La técnica de AHP descompone un problema complejo de jerarquías donde cada nivel es descompuesto en elementos específicos. El objetivo principal se coloca en el primer nivel, los criterios, sub-criterios y alternativas de decisión se enlistan en los niveles descendentes de la jerarquía. AHP analiza los factores que

intervienen en el proceso de decisiones sin requerir que estos se encuentren en una escala común, convirtiéndola en una de las técnicas de decisión más empleada para resolver problemas socioeconómicos; ya que incorpora factores sociales, culturales y otras consideraciones no económicas en el proceso de toma de decisiones, en este caso lo estamos aplicando en la selección de una maquinaria agrícola con factores de decisión tanto cualitativos como cuantitativos.

Los niveles de importancia o ponderación de los criterios se estiman por medio de comparaciones apareadas entre estos. Esta comparación se lleva a cabo usando una escala, la cual aparece en la Ecuación 1:

Ecuación 1: Escala de ponderación

$$S = \left\{ \frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \right\}$$

Tabla 12: Escala de 9 puntos para comparaciones apareadas.

Importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos elementos contribuyen idénticamente al objetivo.
3	Dominancia débil	La experiencia manifiesta que existe una débil dominancia de un elemento sobre otro.
5	Fuerte dominancia	La experiencia manifiesta una fuerte dominancia de un elemento sobre otro.
7	Demostrada dominancia	La dominancia de un elemento sobre otro es completamente demostrada.
9	Absoluta dominancia	Las evidencias demuestran que un elemento es absolutamente dominado por otro.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Son valores intermedios de decisión.

Fuente: (Saaty, 1992)

Elaboración: Los autores.

Según (Condon, 2011) AHP permite identificar y tomar en cuenta las inconsistencias de los tomadores de decisión, ya que rara vez estos son consistentes en sus juicios con respecto a factores cualitativos. Así, AHP incorpora en el análisis un Índice de consistencia (IC) y una relación de consistencia (RC), para medir la calidad de los juicios emitidos por un decisor. Se considera que un RC < 0,1 es aceptable, en caso de que sea mayor, se debe pedir al decisor que haga sus valoraciones o juicios nuevamente.

Ecuación 2: Índice de consistencia

$$I_1 = \frac{\lambda_M - n}{n - 1}$$

Ecuación 3: Relación de consistencia

$$RC = \frac{I_1}{I_2}$$

Como se aprecia de la Ecuación 3, el índice RC está en función de IC y de IA, donde éste último representa un índice aleatorio, estimado del promedio de IC de 500 matrices reciprocas positivas generadas de manera aleatoria (Saaty, 1992). El RC es una medida del error cometido por el decisor y el error aleatorio, éste debe ser menor al 0,1 o 10%. La Tabla 13 muestra los índices aleatorios de consistencia para diferentes números de atributos, los cuales son representados por n y este a su vez indica el tamaño de la matriz de comparaciones apareadas

Tabla 13: Índices aleatorios (IA) de consistencia

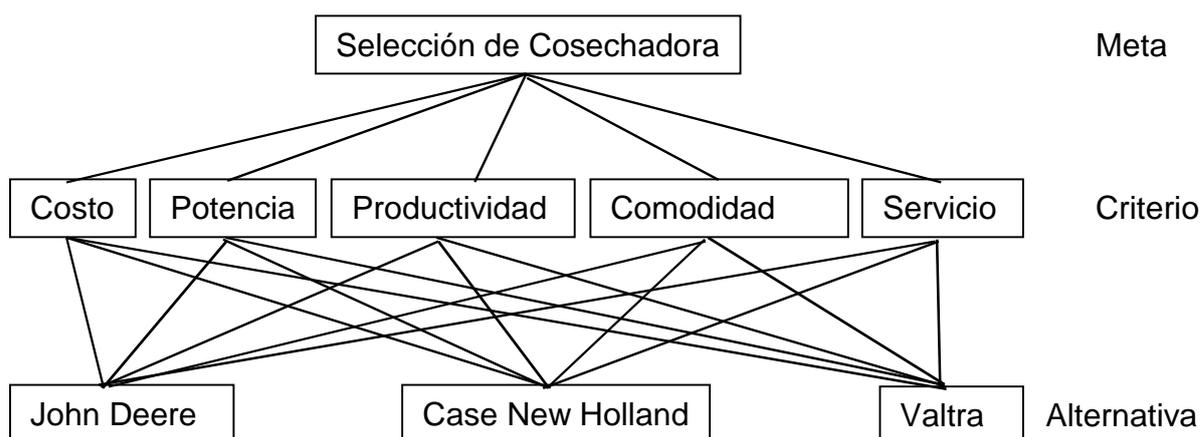
N	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

6.6.1 (Saaty, 1992) Modelo de decisión propuesto

De la experiencia de los autores se han resumido 5 criterios de evaluación, con los que se procederá a la evaluación:

- Costo (Ct): Se refiere a la inversión inicial que se debe realizar por la cosechadora en el año cero, los costos de mantenimiento periódico y mantenimiento mayor. Este criterio es cuantitativo y un valor mínimo es óptimo.
- Potencia (Pot): En este aspecto se evalúan los caballos de fuerza (HP) que tiene la cosechadora y las fuentes de transmisión hidráulica de la misma. Este criterio es cuantitativo y un valor máximo es óptimo.
- Productividad: Ton/h, toneladas por hora de producción obtenida, queda implícito que se refiere a producto con la menor cantidad de impureza tanto vegetal como mineral.
- Comodidad (Cm): En este aspecto se evalúa el confort que tiene el operario al maniobrar la cosechadora. Dentro de este mismo criterio se incluye un aspecto denominado maniobrabilidad, además se incluye un aspecto de flexibilidad tecnológica y de seguridad para el personal que opera la máquina. Este factor es cualitativo y su evaluación es subjetiva, un valor máximo es óptimo.
- Servicio (Sr): Capacidad del dealer local de la marca para atender con prestancia las necesidades de la maquinaria en el campo.

Figura 16: Jerarquías y niveles para el problema de selección de la cosechadora.



Fuente: (Saaty, 1992)
Elaboración: Los autores.

En la Tabla 14 los autores muestran la importancia de los diferentes criterios, como se observa en la diagonal aparecen valores unitarios ya que corresponde a la comparación de un criterio sobre sí mismo, y también se observa que los valores por encima de la diagonal son recíprocos a los que están debajo de la diagonal en la posición contraria, por ejemplo al asignar un valor de 5 en la posición (1,4) significa que el costo es mucho más importante que la productividad y por ende la posición (4,1) es su recíproco 1/5. La información que la Tabla 14 proporciona en la columna denominada Ponderación representa el nivel de importancia que los criterios tienen para los autores, mismos que son determinadas con base en sus necesidades. El vector de ponderación w es (0,37, 0,21, 0,10, 0,05, 0,27), valores que al sumarse dan como resultado la unidad. Así, el costo tiene una ponderación o nivel de importancia del 37%, la potencia el 21% y así sucesivamente. Se aprecia también al final el cálculo del valor de $RC = 0.046$ que es menor a 0.1 lo que indica que la matriz elegida si tiene relación de consistencia adecuada.

Tabla 14: Comparaciones apareadas de los criterios seleccionados.

COMPARACIONES PAREADAS DE LOS CRITERIOS								
I	Criterio	Costo	Potencia	Productividad	Comodidad	Servicio	Ponderación	RC
1	Costo	1.00	2.00	5.00	5.00	1.00	0.37	4.892
2	Potencia	0.50	1.00	3.00	3.00	1.00	0.21	5.310
3	Productividad	0.20	0.33	1.00	2.00	0.33	0.10	4.340
4	Comodidad	0.20	0.33	0.50	1.00	0.33	0.05	6.680
5	Servicio	1.00	1.00	3.00	3.00	1.00	0.27	4.815
							1.00	0.046

De acuerdo a la Figura 16, cada uno de los diferentes atributos afecta la elección de cualquiera de las alternativas que se tiene, por lo que se evalúa la importancia que tiene cada una de estas en el logro de cada criterio. Para comparar las diferentes alternativas se emplea la escala de la Tabla 12. Las matrices resultantes se muestran en la Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17,

Tabla 18 y Tabla 19, la columna ponderación muestra la importancia que tiene cada alternativa con respecto al criterio que se está evaluando y en la última celda de la última columna se muestra el valor calculado del Radio o Relación de consistencia (RC) se indica al final de la última columna y debe ser <0,1.

Tabla 15: Importancia de las alternativas con respecto a los costos.

IMPORTANCIA DE LAS ALTERNATIVAS CON RESPECTO A LOS COSTOS						
	Alternativa	John Deere	Case NH	Valtra	Ponderación	RC
1	John Deere	1.00	0.50	0.11	0.0800	2.9236
2	Case NH	2.00	1.00	0.17	0.1700	2.5490
3	Valtra	9.00	6.00	1.00	0.6200	3.8065
Total					0.8700	0.0802

Tabla 16: Importancia de las alternativas con respecto a la potencia.

IMPORTANCIA DE LAS ALTERNATIVAS CON RESPECTO A LA POTENCIA						
I	Alternativa	John Deere	Case NH	Valtra	Ponderación	RC
1	John Deere	1.00	6.00	9.00	0.7500	3.2800
2	Case NH	0.17	1.00	3.00	0.1800	2.8611
3	Valtra	0.11	0.33	1.00	0.0700	3.0476
Total					1.0000	0.0542

Tabla 17: Importancia de las alternativas con respecto a la productividad

IMPORTANCIA DE LAS ALTERNATIVAS CON RESPECTO A LA PRODUCTIVIDAD						
I	Alternativa	John Deere	Case NH	Valtra	Ponderación	RC
1	John Deere	1.00	3.00	5.00	0.6400	3.0938
2	Case NH	0.33	1.00	3.00	0.2300	3.6232
3	Valtra	0.20	0.33	1.00	0.1300	2.5744
Total					1.0000	0.0837

Tabla 18: Importancia de las alternativas con respecto a la comodidad

IMPORTANCIA DE LAS ALTERNATIVAS CON RESPECTO A LA COMODIDAD						
I	Alternativa	John Deere	Case NH	Valtra	Ponderación	RC
1	John Deere	1.00	3.00	4.00	0.5500	3.7273
2	Case NH	0.33	1.00	2.00	0.3000	2.6111
3	Valtra	0.25	0.50	1.00	0.1500	2.9167
Total					1.0000	0.07330

Tabla 19: Importancia de las alternativas con respecto al servicio

IMPORTANCIA DE LAS ALTERNATIVAS CON RESPECTO AL SERVICIO						
	Alternativa	John Deere	Case NH	Valtra	Ponderación	RC
1	John Deere	1.00	4.00	5.00	0.5500	4.6727
2	Case NH	0.25	1.00	3.00	0.2300	4.4674
3	Valtra	0.20	0.33	1.00	0.2200	1.8485
Total					1.0000	0.5714

Finalmente se procede a la organización de la información con el fin de obtener la ponderación final correspondiente a cada una de las alternativas. La Tabla 20 indica el resumen de la información obtenida. Cada uno de los criterios posee su propia ponderación o importancia para los autores y cada una de las diferentes alternativas satisface de manera diferente el logro de los criterios; por lo que, la columna que se indica como producto, representa la multiplicación de la ponderación del criterio respecto al logro del objetivo por la ponderación de la alternativa respecto al logro del criterio. La ponderación final de una alternativa es la respectiva suma de los productos.

Tabla 20: Resumen de la información

	ALTERNATIVA			PRODUCTO		
	John Deere	Case NH	Valtra	John Deere	Case NH	Valtra
Costo	0.08	0.17	0.62	0.029600	0.062900	0.229400
Potencia	0.75	0.18	0.07	0.157500	0.037800	0.014700
Productividad	0.64	0.23	0.13	0.064000	0.023000	0.013000
Comodidad	0.55	0.30	0.15	0.027500	0.015000	0.007500
Servicio	0.55	0.23	0.22	0.148500	0.062100	0.059400
SUMA				0.427100	0.200800	0.324000

Elaboración: Los autores.

Tomando en cuenta los cinco criterios analizados la marca John Deere debe ser la elegida por cuanto cuenta con un 42,71% de preferencia en la ponderación de todos los factores.

En la siguiente sección se detallarán las principales características técnicas de la máquina seleccionada, John Deere CH570.

6.7 Componentes fundamentales de una cosechadora de caña picada.

6.7.1 Sistema de despuntado (descogollador).

Se encuentra en la parte frontal superior de la máquina, la función primaria de la herramienta despuntadora es remover y rechazar la parte frondosa superior del tallo de la caña (cogollo), existen dos tipos de cortadora de puntas:

- Tambor de corte de puntas: tienen un juego de cuchillas y son generalmente considerados la forma más efectiva de cortar las puntas.
- Tambor desfibrador de corte de puntas: tienen múltiples bancos de cuchillas para desmenuzar las hojas de forma más efectiva.

Figura 17: Desmenuzadora de hojas



Fuente: (CASE IH , 2017)

Figura 18: Tambor corte de puntas



Fuente: (CASE IH , 2017)

Las cortadoras de puntas pueden girar hacia la izquierda o hacia la derecha para lanzar las puntas cortadas lejos de la caña que aún no ha sido cortada. Cuando hay presencia de fuertes vientos, estos pueden reducir la habilidad de la cortadora de puntas de remover las puntas cortadas y pueden soplar el material expulsado de nuevo en las hileras que aún no han sido cosechadas.

En lo posible la caña debe ser cortada en el punto de crecimiento de las hojas para remover todas las hojas ya que las puntas comprenden del 40% al 45% del total de la materia extraña. Las hojas de las puntas incrementan la materia extraña (ME) y reducen el índice de CCS, azúcar de caña comercial y reducen la calidad del azúcar a través del incremento del color, presencia de cenizas y almidones. La remoción eficiente de las hojas puntales reduce la carga en los extractores de paja, permitiendo una mejora de la limpieza, reduce la pérdida de la caña y reduce el desgaste de la máquina (Whiteing & Norris, 2002).

Esto es soportado por un ensayo llevado a cabo por Whiteing et al. (2002), en el cual se señala que, aunque el cortar las puntas desde su inicio reduce el rendimiento en 6 toneladas por hectárea (t/ha), una mejora en la CCS de 0.6 unidades incrementa los ingresos de los agricultores de caña en \$110 por

hectárea (4/ha). En este ensayo la reducción del “trash” fue de un 1% y las puntas en un 5%. El retorno del productor se incrementó más de \$1 por tonelada aún con la reducción de las toneladas de caña cosechadas.

En general, solamente los cultivos que están relativamente uniformes y erectos se pueden cortar de manera efectiva, en estos casos la eficiencia de corte de puntas está entre 75% - 85%. En cultivos de doble hilera y cultivos de espaciado ancho (1.80 m) o mayores, los discos de corte de puntas tienen una eficiencia de corte mucho menor. Este efecto se puede reducir al reemplazar los discos convencionales por unos de mayor diámetro con la adecuada modificación a los brazos de montaje.

6.7.2 Recogida de la cosecha

Mientras la máquina se mueve hacia adelante, la caña es guiada hacia el frente de la máquina y se alinea por los divisores de cosecha. Los divisores de cultivo están compuestos de un bastidor fijado a cada lado en la parte delantera de la máquina por una articulación la que soporta los rodillos divisores de cosecha, cuchillas de corte lateral, y patines del divisor de cosecha.

6.7.2.1 Rodillos divisores de cosecha

Inmediatamente después del corte de las puntas, los rodillos divisores de cosecha hacen el primer contacto con el cultivo de caña, los espirales rotan hacia adentro para levantar y alinear la caña. La espiral envolvente, es una hélice ascendente que está soldada en el cilindro cónico y está diseñada para facilitar el levantamiento de la caña. Idealmente la velocidad superficial de los espirales se debe incrementar a medida que la caña está siendo levantada. Esto es facilitado por la forma cónica de los espirales. Estudios demuestran que el funcionamiento de las espirales es crítico en el establecimiento de un flujo uniforme del material a través de la máquina.

Figura 19: Rodillos divisores y espirales exteriores



Fuente: (CASE IH , 2017).

6.7.2.2 Cuchillas de corte lateral

Bajo condiciones de cultivos con grandes cantidades de caña tumbada, o cuando el cultivo tiene un pobre sistema radicular, el uso de sierras de recorte puede ser el método más práctico para ayudar a la alimentación correcta de caña en la máquina cosechadora. Las sierras evitan que los tallos de caña formen un puente entre las espirales contra giratorias y también evitan el desarrollo de haces o manojos de caña, lo que causará problemas de alimentación.

Los fabricantes ofrecen alternativas del sistema de corte lateral ya sea sistemas con una posición fija o sistemas retráctiles. Este último permite que las sierras se bajen a una posición de funcionamiento según sea necesario, sin embargo, no interfieren con el flujo de la caña cuando no se necesita. Los fabricantes de posventa ofrecen kits de sierras más agresivos

Aunque las sierras de corte lateral ayudan en la recolección y alimentación del cultivo, las pérdidas asociadas con el proceso de aserrado y el tallo de caña, que no se recogen, aumentan. El daño a las socas del cultivo se reduce típicamente usando sierras bajo estas condiciones de cosecha. Las sierras aumentan la pérdida por recolección, pero reducen el daño de las socas.

Figura 20: Cuchillas de corte lateral (opcionales)



Fuente: (CASE IH , 2017)

6.7.3 Patines flotantes

Los zapatos flotantes pivotan en la parte inferior de los divisores del cultivo para seguir el contorno del suelo y ayudar a recoger los tallos que han caído en el espacio intermedio. La correcta colocación de los zapatos flotantes es esencial; Ya que pueden agregar cantidades significativas de suelo en los cortadores de base y manojos de caña.

En los sistemas de cultivo donde la caña se cultiva en un montículo, la adaptación de la forma de los zapatos flotantes al perfil del montículo puede reducir significativamente las pérdidas.

Figura 21: Patines flotantes



Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016)

6.7.4 Control de altura del frente divisor de cosecha

Los divisores de cultivo están conectados al chasis por dos brazos de articulación paralelos, para permitir que los divisores de cultivo se muevan hacia arriba y hacia abajo para seguir el perfil de hilera y permitir que las cañas tumbadas sean levantadas.

Se ha utilizado una serie de sistemas para ayudar al operador a controlar la altura de los divisores de cultivo en relación con la superficie del suelo y el bastidor de la máquina.

El control de altura en los divisores de cultivo es de suma importancia. La punta debe estar operando típicamente en la superficie del suelo para asegurar la recolección apropiada del tallo de la caña. El funcionamiento "alto" de los divisores de cosecha provoca que los tallos de caña alojados sean triturados por las ruedas / orugas de la cosechadora.

Actualmente han evolucionado sistemas de control de altura más activos. Muchos productores han instalado ruedas debajo de los divisores de cultivos, que son una ayuda significativa para el conductor y ofrecidos como opción por un fabricante.

Más recientemente, otro fabricante ha ofrecido un sistema totalmente electrónico donde el sistema de control de los frentes está unido en el sistema de control para la altura automática del cortador de base.

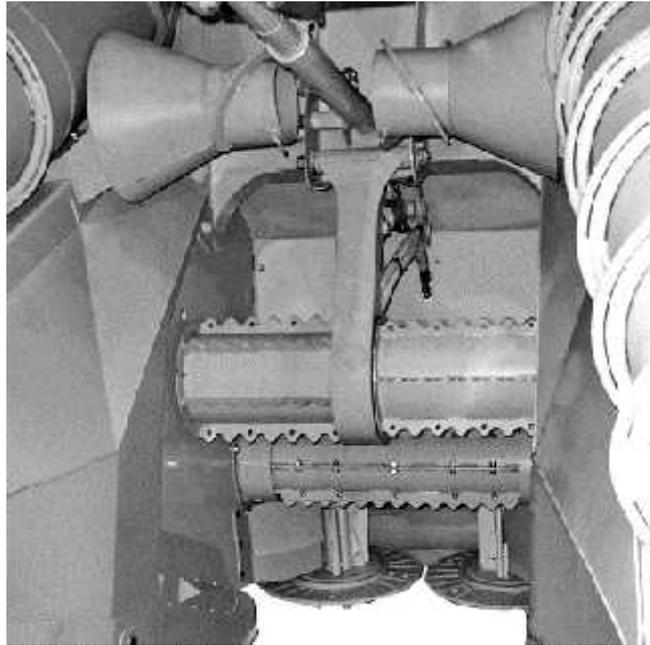
6.7.5 Rodillo tumbador / pateador

El rodillo tumbador coloca la parte superior de los tallos de caña lejos de la cosechadora para lograr la primera alimentación y ayuda a alinear el tallo a lo largo de la fila. Este rodillo también ayuda a la alimentación de la parte delantera en las cosechas que presentan cañas tumbadas o extendidas, pero contribuye muy poco en la alimentación de cultivos erectos.

Un ajuste correcto del rodillo tumbador es muy importante para reducir tanto el daño de las socas, la presencia de impurezas en la caña y también reducir la pérdida de tallos en el extractor primario por fraccionamientos de tallos. Un rodillo pateador ajustable hidráulicamente hace que el ajuste sea rápido y fácil.

Si el rodillo tumbador está correctamente posicionado se debe producir un daño mínimo en los cultivos. Cuando se ajusta demasiado bajo, este provocará división de los tallos.

Figura 22: Rodillo tumbador



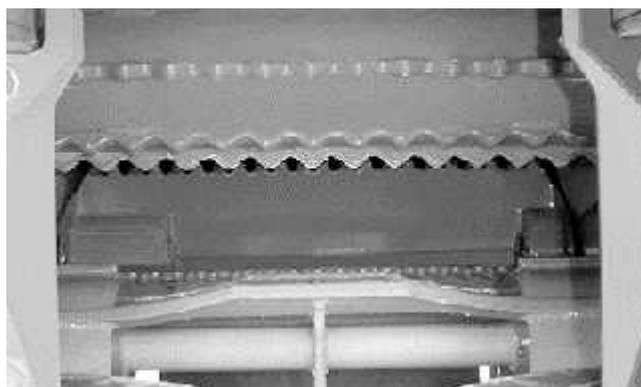
Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016)

6.7.6 Rodillos alimentadores

En la mayoría de las cosechadoras, un segundo rodillo está montado justo delante y por encima de los cortadores de base. Este rodillo tiene como meta controlar el flujo del material a través de los discos cortadores base. En algunas máquinas, este rodillo está equipado con un acabado del tipo "aletas de tiburón" para ayudar con la alineación y la alimentación de material entre las piernas del cortador de base.

Puede llegar a ser muy problemático en los cultivos de hilera ancha y de hileras dobles, conseguir que el material se alimente entre las patas del cortador de base. Algunos operadores han encontrado un beneficio significativo en el montaje de rodillos en espiral para facilitar la alimentación entre las patas del cortador de base. El diámetro efectivo más pequeño del eje, en lugar de los vuelos, también reduce el daño de caída en el tallo y las socas.

Figura 23: Rodillo alimentador tipo aletas de tiburón



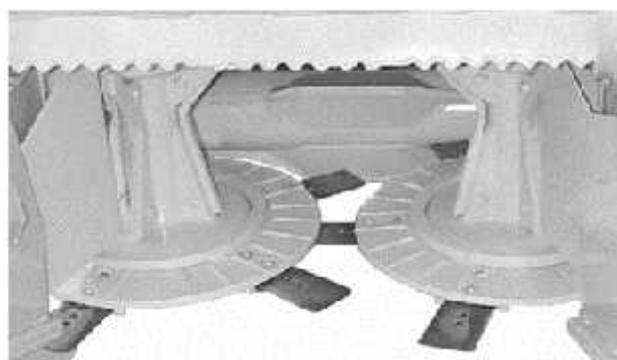
Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016).

6.7.7 Cortadores de base

Los discos cortadores de base cortan el tallo de la caña al nivel del suelo y ayudan a alimentar el tallo, en primer lugar, en el tren de alimentación. Los discos de corte base interactúan con el suelo, la soca y el tallo cosechado. Ellos son una fuente de la presencia de tierra en la caña, también son partícipes en el daño de la soca y daño del tallo que resulta en la reducción de la calidad del tallo cortado y el incremento de la pérdida de caña.

Casi universalmente, la configuración del cortador de base en las cosechadoras modernas es la configuración del tipo "caja con patas", en donde los dos discos de corte base son impulsados desde arriba a través de las patas acopladas a una caja de engranajes. Las cuchillas del disco cortador de base se cronometran mediante la caja de engranaje para pasar por debajo del disco adyacente y no entrar en contacto con las cuchillas acopladas al otro disco.

Figura 24: Disco de corte base



Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016).

6.7.7.2 Configuración del cortador de base

La mayoría de las cosechadoras vendidas en Latinoamérica utilizan una configuración de discos de corte base con 600 a 620 mm entre centros, aunque se fabrican máquinas con cortadores de base de menor y mayor diámetro

Aunque es robusta y mecánicamente confiable, la desventaja del disco de corte base en la configuración de caja con patas es que las dos patas restringen el flujo de la caña al verse obligada a pasar entre ellas.

6.7.7.3 Discos de corte base

Los modernos cortadores de base típicamente sostienen cinco cuchillas de base por disco, aunque también están disponibles discos para seis cuchillas de base y son preferibles en las altas velocidades de trabajo actuales. Los fabricantes también suministran discos con diferentes diámetros, para aumentar o disminuir el espacio entre los discos. Esto puede ayudar a reducir la presencia de tierra en la caña.

Otras opciones incluyen discos cóncavos, que aumentan el ángulo nominal de la cuchilla de corte base, y los discos festoneados o muescados. Estos discos festoneados o muescados pueden ayudar a disminuir la presencia de tierra en la caña, pero también son útiles en condiciones rocosas.

Figura 25: Diferentes tipos de discos de base



Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016).

6.7.7.4 Dinámica de los cortadores de base

Aunque el cortador de base es un sistema mecánicamente simple, las interacciones que ocurren durante el proceso de cortar la caña en su base son bastante complejas.

Según la investigación de Kroes - Efectos de los parámetros del corte de base de la cosechadora de caña de azúcar sobre la calidad del corte 1994 - definió muchos de los parámetros relacionados con el desempeño del corte de base. En términos simples, las principales fuentes de daño a la soca son:

- La cantidad de 'precarga' en los tallos de caña justo antes de ser cortado por la cuchilla del cortador de base. Los altos niveles de pretensión resultan en el fraccionamiento de la soca.
- Cuchilla de corte base que rompe en lugar de cortar. Esta es una función de:
 - El ángulo del borde delantero de la cuchilla de corte base
 - La agudeza del filo
 - La velocidad relativamente constante de la cuchilla de corte base en contacto con el tallo de caña.
- El contacto del disco de corte base que causa el fraccionamiento del tallo abajo en la soca. Esta es una función de:
 - Longitud efectiva de la cuchilla, número de cuchillas y rpm del disco

Para minimizar el daño al tallo y la soca de la caña, las cuchillas de corte base deben tener un filo afilado, a escuadra y cortante.

Las cuchillas requieren un ajuste y un reemplazo regulares debido al desgaste. Es necesario mantenerlas lo más largas y delgadas que sea posible. Las cuchillas están disponibles en espesores de 4 mm, 5 mm y 6 mm y también pueden ser endurecidas con carburo de tungsteno, por ejemplo. Los suelos con niveles medios o altos de roca pueden doblar y / o romper las cuchillas, lo que aumenta los costos de operación y el tiempo de inactividad.

Las cuchillas de corte base con endurecimiento con carburo de tungsteno se recomiendan en condiciones con bajos niveles de roca porque las cuchillas mantienen un borde afilado. Manteniendo un filo de corte agudo, se minimiza el daño de las socas.

6.7.8 Rodillo levantador

El rodillo levantador está montado detrás de los cortadores de base guiando la caña hacia el interior del tren de alimentación. La velocidad periférica del rodillo levantador es un compromiso entre maximizar la alimentación de la máquina (funcionando a la misma velocidad periférica que otros rodillos en el tren de alimentación) y maximizar la expulsión de tierra (al operar a una velocidad reducida).

Típicamente, los mejores resultados se obtendrán operando el rodillo levantador a una velocidad periférica de 80-90 por ciento de la velocidad periférica de los otros rodillos en el tren de alimentación.

Tradicionalmente los rodillos levantadores eran de diseño sólido; sin embargo, más recientemente han sido ampliamente adoptados los diseños abiertos. Los diseños abiertos maximizan la expulsión de tierra, sin embargo, la velocidad periférica del rodillo levantador debe ser por lo menos el 80 por ciento de la velocidad periférica de los otros rodillos para evitar atascamiento de la caña.

Figura 26: Rodillo levantador tipo abierto



Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016).

Figura 27: Rodillos levantadores del tipo sólido y abierto fuera de la cosechadora

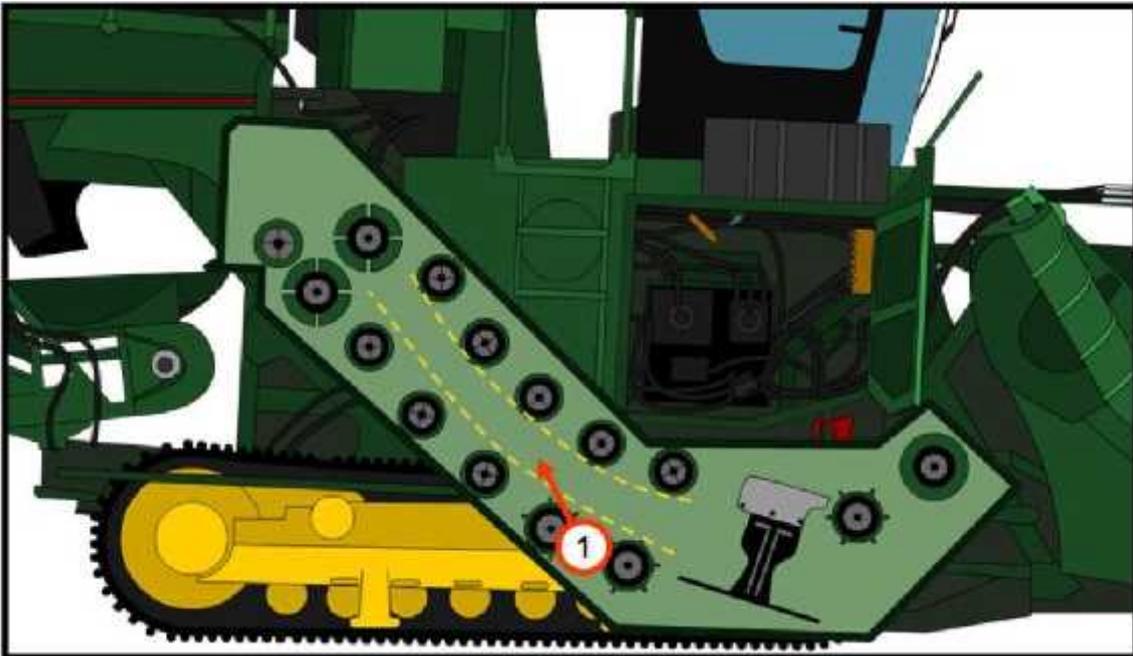


Fuente: (Sugar Research Australia, 2014).

6.7.9 Tren de rodillos

La función del tren de rodillos es admitir la caña mientras está siendo cortada por los cortadores de base y entregarla a la caja del picador de una manera consistente. Las cosechadoras modernas logran una limpieza mínima en el tren de rodillos aun cuando diferentes grupos de rodillos están funcionando a velocidades diferentes. Esto se debe a que la estera de caña es muy gruesa y avanza con rapidez.

Figura 28: Rodillos alimentadores, esquema



Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016).

6.7.10 Sistemas de corte de caña diferencial

Desde principios de la década de 1980, el picador rotativo ha sido el concepto preferido para cortar en trozos la caña en las cosechadoras modernas. Ha habido una considerable evolución y desarrollo del concepto.

El sistema consiste en dos cilindros paralelos provistos de cuchillas de corte reemplazables a lo largo de la longitud del cilindro. El sistema tiene una acción de alimentación agresiva. Hay opciones de tambores de 12 y 15 pulgadas con cuatro, cinco o seis cuchillas por tambor.

Los diseños iniciales tenían dos tambores de igual diámetro, con las palas extendiéndose radialmente desde la línea central del eje. El primer desarrollo importante fue las hojas offset para dar un efecto "azadón". El desarrollo más reciente fue el picador diferenciado, donde los dos tambores del picador son de diámetro ligeramente diferente y las cuchillas también están desplazadas de la línea central del eje. Esto se ha convertido en el estándar predeterminado.

El picador diferenciado consigue un grado de auto-afilado de las cuchillas debido a la forma en que entran en contacto entre sí durante el proceso de corte.

6.7.11 Cámara de extracción primaria

El extractor primario se encuentra detrás y encima de la caja del picador y su trabajo es limpiar la caña a medida que se expulsa de la caja del picador. El

ventilador del extractor tiene cuatro aspas curvadas. Éstos se diseñan como un compromiso entre la eficacia de un aspa más compleja y el coste de reemplazar regularmente las aspas que funcionan en una situación altamente abrasiva. El eje es accionado por un eje vertical, que tiene una impedancia mínima en el aire y el flujo de basura.

El ajuste de la velocidad del ventilador se ve afectado por muchas variables, incluyendo:

- velocidad del flujo
- caña verde o quemada
- variedad y condiciones de cultivo
- clima.

Idealmente, el extractor primario debe quitar toda la materia extraña de la caña sin perder ningún tallo cortado. Esto no es posible y se debe buscar un equilibrio.

A medida que el diseño de la cosechadora ha evolucionado, las velocidades de flujo han aumentado considerablemente. Las cosechadoras modernas se han desplazado hacia cámaras de mayor diámetro. El diámetro mayor aumenta el área de superficie sobre la cual el ventilador puede trabajar para eliminar materia extraña (ME). Las curvas suavizadas han mejorado el rendimiento de la campana mejorando el flujo de aire. Una abertura más grande reduce la contrapresión en el ventilador.

Figura 29: Cámara del ventilador de extracción primario



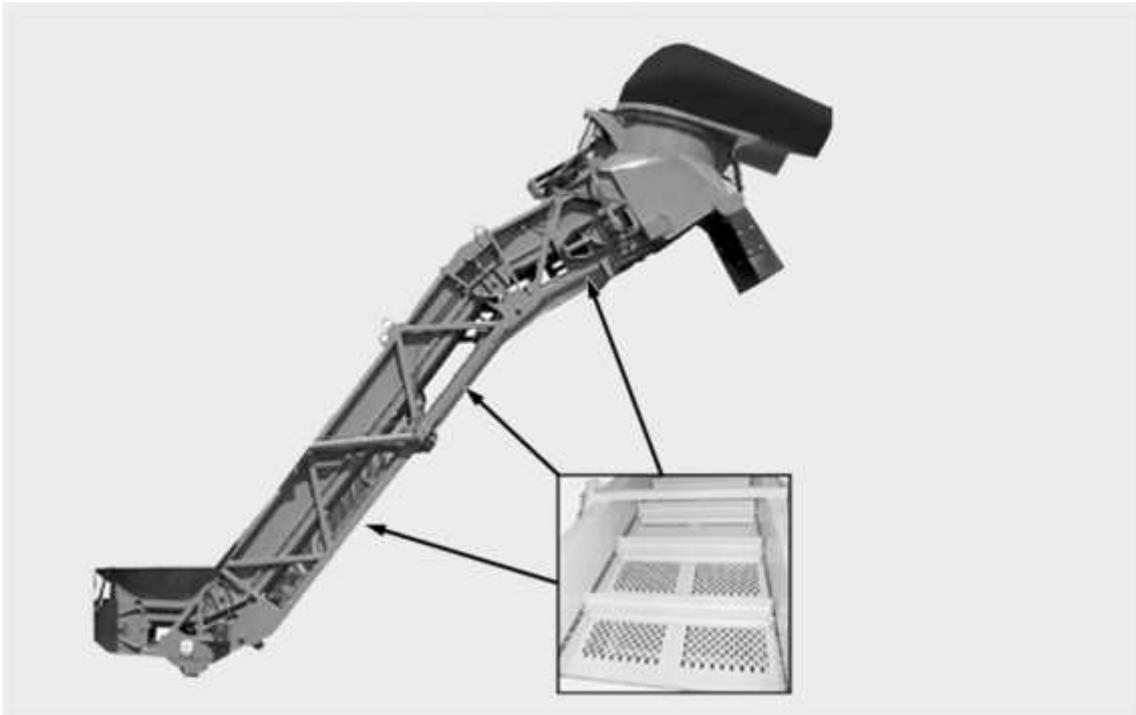
Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016).

6.7.12 Elevador

El elevador recibe la caña cuando cae de la cámara de extracción primaria y la entrega en un soporte o descanso. Los elevadores pueden oscilar de lado a lado para permitir la entrega en cualquier lado al camión o carreta. Existen diferentes kits de extensión disponibles para recolectar cultivos en hileras dobles u otra configuración de hileras específica. Los listones o tablillas gastados pueden

causar pérdidas significativas de trozos de caña cortada porque los tallos cortados se resquebrajan bajo los listones o tablillas y son dispersados.

Figura 30: Elevador



Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016).

6.7.13 Extractor secundario

El extractor secundario se monta en la parte superior del elevador. El extractor tiene un diámetro de 920 mm (3 pies) y puede retirar alrededor del 50 por ciento de la materia extraña (ME) que se le presente, dependiendo de la velocidad de vertido. Los operadores de la cosechadora deben aspirar a equilibrar la carga de trabajo de limpieza entre los extractores primario y secundario. El extractor secundario se debe utilizar como una limpieza final de la caña en lugar de una extracción principal de basura. Pueden producirse pérdidas significativas en el extractor secundario. Por esta razón, no se recomiendan las palas de paso completo en el extractor secundario.

Figura 31: Extractor secundario

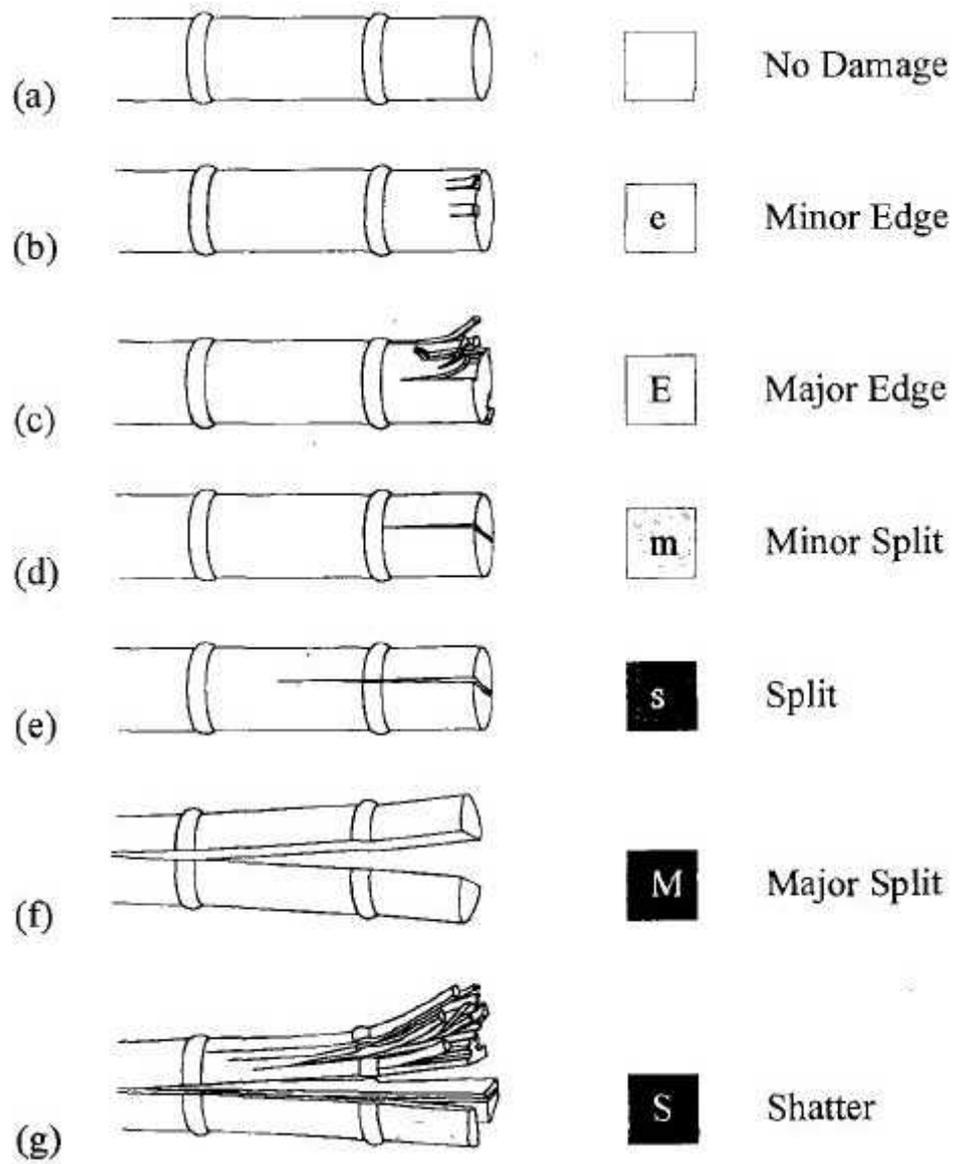


Fuente: (JOHN DEERE & COMPANY, 2016)

6.7.14 Parámetros de calidad del corte

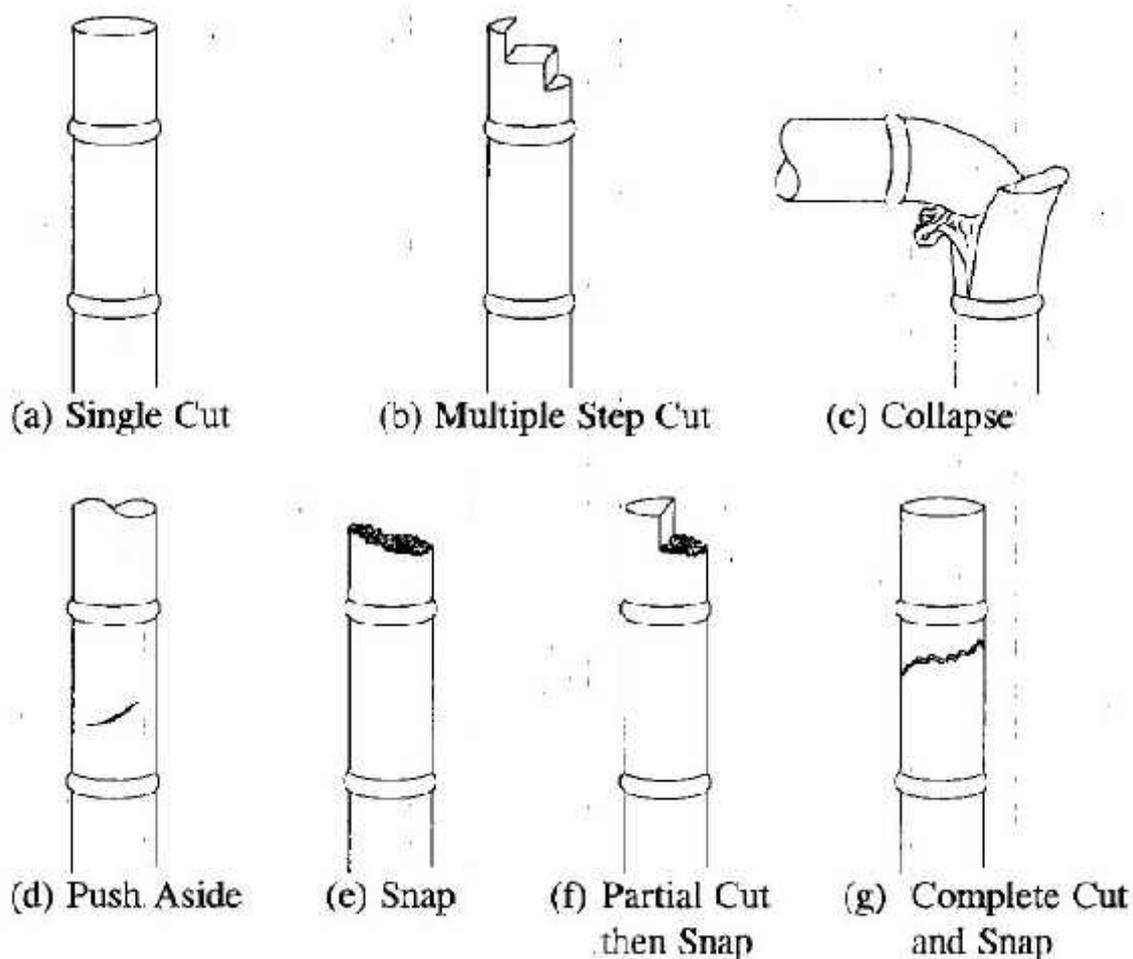
Las clasificaciones descritas por (Kroes & Harris, 1994) en la Figura 32 y Figura 33 permiten una descripción detallada de los modos de falla y del grado de severidad de los mismos.

Figura 32: Clasificación de la severidad de daño



Fuente: (Kroes & Harris, 1994)

Figura 33: Clasificación de los modos de falla



Fuente: (Kroes & Harris, 1994)

6.8 Comparación cosecha manual explicación, y cosecha mecanizada

6.8.1 Cosecha manual

En el método de corte manual de caña de azúcar la recolección de la caña de azúcar se realiza manualmente con la ayuda de trabajadores. La cosecha manual representa más de 40% en Ecuador y es aún el método de cosecha dominante en el mundo en desarrollo. En la cosecha manual, primeramente, se debe quemar el campo. El fuego quema las hojas secas, y mata a cualquier serpiente venenosa al acecho, además de insectos peligrosos, sin dañar los tallos y las raíces. Los trabajadores luego cortan la caña justo sobre el nivel del suelo usando cuchillos de caña o machetes. Un cortador experto puede cortar 500 kilogramos (1.100 libras) de caña de azúcar por hora. Pero la cosecha manual de caña de azúcar es más intensiva en mano de obra y, en comparación con la cosecha mecanizada, la velocidad de corte es muy lenta. En la cosecha manual se requieren 15-16 trabajadores durante 3 días para cortar una hectárea e implica la cosecha de 100-110 toneladas por hectárea con trabajadores

pagados entre 10 – 12 dólares por tonelada de cosecha, por lo tanto, el costo total de la cosecha por hectárea llega a 1000 – 1320 dólares.

Los pasos a realizar en el corte manual:

Tabla 21: Etapas del proceso de corte manual de caña de azúcar

	Etapa	Observaciones
1	Distribución del trabajo	Se divide el lote asignado entre todos los cortadores
2	Seguridad	Cortadores se colocan su equipo de seguridad (guantes, máscara, uniforme, botas, gorra).
3	Despeje	Cortar tallos, hojas, cogollos, para facilitar la entrada del machete
4	Hacer el rollo	Entrar al área asignada despejando dos metros para facilitar el paso de la maquinaria (llenadora y camión). Ubicar el lugar donde se va a iniciar la cama. Cortar los surcos donde se va a hacer la cama.
5	Cortar tallos	Asir los tallos, a nivel de cintura para evitar agacharse a recoger la caña después de cortada. Lanzar el machete a ras del suelo, para dejar un correcto corte. Si no es correcto el corte debe rectificarse de inmediato. Cortar las cañas caídas y luego halarlas para cortarlas en posición de descogolle o lanzarlas a la cama.
6	Descogollar	Girar el cuerpo hacia el lado contrario a la cama para facilitar el descogolle y evitar que el cogollo caiga a la cama.
7	Encamar	Lanzar los tallos sobre los surcos 3 y 4. En cañas torcidas se deben organizar los tallos de tal manera que la curvatura quede hacia el lado donde se inició la cama. Hacer una limpieza lateral para evitar la presencia de materia extraña.

Fuente: (Grisales Serrano, 2006)

Elaboración: Los autores.

6.8.2 Corte mecanizado

El corte mecanizado ya fue analizado detalladamente en capítulo anterior los autores lo resumen con el siguiente esquema:

De forma complementaria y como una manera de disminuir los impactos en la calidad del corte, se hace una operación eminentemente manual, al menos hasta

ahora, que se denomina repique de la caña. Esta es realizada con una cuadrilla de diez a quince hombres por frente e incluye las labores siguientes:

- Corte de caña larga (entera) que no fue cortada y alzada por la máquina.
- Corte de la cepa o cepillado, consistente en el corte de pedazos de tallo o tocones que quedan adheridos a la cepa.
- Corte de caña en pie de los bordes de los canales de riego, drenaje, cercos, zanjones y todo tipo de caña que no es posible cortar con la máquina debido a barreras físicas, o no lo puede hacer de manera eficiente.
- Recolección de la caña trozada que cae al suelo por fallas en la sincronización de la máquina con el vagón que la recibe.
- Reducción de la caña caída por sobrellenado o roturas en la tolva que recibe la caña picada.
- Encamado o amontonado de los tipos de caña anteriores.
- Recogida de la caña que ha sido amontonada en el campo. Se puede hacer en forma manual, con alzadora de caña larga o con la misma cosechadora.
- Evaluaciones sobre la caña dejada en campo indican que después de efectuar el alce quedan entre 3 t y 4 t de caña en el campo.

6.8.2.1 Equipos utilizados en la cosecha mecanizada

Entre los diferentes equipos utilizados en los frentes de cosecha mecanizada son comunes los siguientes:

- La cosechadora: normalmente se utilizan tres (03) por frente.
- Equipos de apoyo: se tienen preferentemente en el campo para hacer mantenimiento y llevar información y reportes de los frentes. Los componentes de los equipos de apoyo son:
 - Tanque de agua para lavado de la máquina.
 - Equipo de soldadura autógena, planta eléctrica y soldadura de arco.
 - Vagón de repuestos y oficina para reportes.
 - Tanque de combustible y aceites.
 - Tractor para transportes varios.
 - Cama baja para traslados de las cosechadoras.

6.8.3 Comparación entre cosecha mecanizada y manual

La implementación de la cosecha mecanizada a gran escala tiene factores a favor y en contra. En la Tabla 22 se presenta un paralelo con la cosecha manual. Se puede observar que en algunas circunstancias se favorece la continuidad de la cosecha manual y en otros, la mecanizada. Como ventajas de la implementación de la cosecha mecanizada se pueden mencionar:

- Es una buena opción para el corte en verde.
- Además de su bajo costo, facilita el manejo de los residuos de la cosecha.
- Favorece la descomposición rápida de los residuos de cosecha.

- Ofrece la posibilidad de disminuir daños en los campos en épocas de lluvias.
- El tiempo de permanencia en este sistema es menor.
- Mayor densidad de carga en el transporte (30% más).
- Permite tener alternativas ante inconvenientes de mano de obra en la labor de corte.
- Mayor agilidad en la cosecha (corte 24 h).

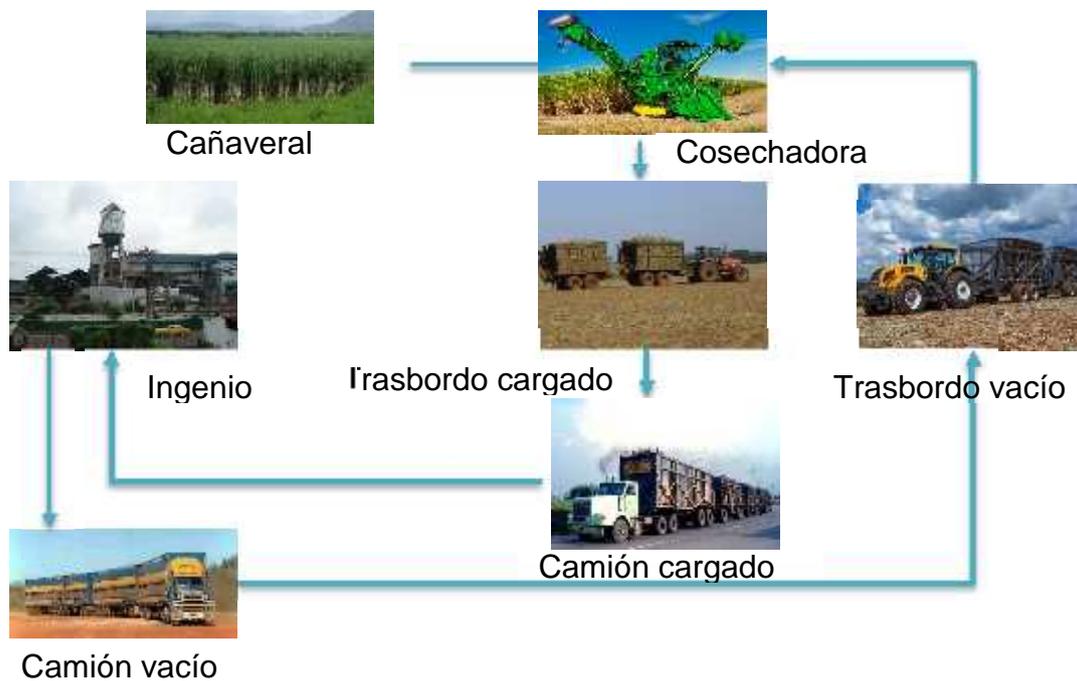
Tabla 22: Comparaciones entre los sistemas de cosecha de caña de azúcar manual vs mecanizada.

VARIABLE	COSECHA MANUAL	COSECHA MECANIZADA
Materia extraña	En caña verde: 2 - 4% En caña quemada: 1.5 - 2%.	En caña verde: 10 -12%. En caña quemada: 8-10%.
Corte en verde	Mayor dificultad para el corte en verde.	Menor dificultad para corte en verde.
Manejo de residuos	Difícil manejo de residuos del corte en verde.	Fácil manejo de los residuos del corte verde y quemado.
Tiempo de permanencia	Alto tiempo de permanencia: 25h – 40h	Bajo tiempo de permanencia: 4h – 10h.
Despeje	Requiere celeridad en el despaje para no afectar el rebrote de la cepa	Requiere prontitud en el despaje para la labor del repique.
Eficiencia	Rendimiento del cortero: Caña semi limpia 2 - 4 t/hombre/día. Caña quemada 5 - 7 t/h/día.	Rendimiento de la cosechadora: Caña semi limpia 24 - 25 ton/h. Caña quemada 26 - 28 ton/h.
Manejo de información	Manejo complejo de la información por cada zafrero (calidad, rendimiento, pago nómina).	Menor complejidad en el manejo de información
Otros	Requiere supervisión para evitar accidentes y garantizar la calidad. Alto costo de la labor. Residuos de caña seca pueden llegar a la fábrica en el siguiente corte.	Requiere supervisión para garantizar la calidad de corte (materia extraña y rendimiento). Mayor flexibilidad de la cosecha. Mayor eficiencia en el transporte al incrementar el 30% del peso por viaje. Exige mejor descompactación de los suelos. Exige adecuación de los campos. Exige variedades apropiadas. Menor costo. No se puede almacenar por períodos largos.

Fuente: (Galvis Mantilla, 2010)

Elaborado por: Los autores.

Figura 34: Esquema de un sistema de cosecha mecanizada, destacando los sistemas de cosecha, trasbordo y transporte:



Fuente: (Milan & ROSA, 2015)
 Elaborado por: Los autores.

6.8.4 Principales riesgos de la operación de cosecha

- Grandes dificultades de encontrar personal entrenado y con vasta experiencia.
- Precios volátiles del precio internacional del azúcar.
- Volatilidad de los tipos de cambio de las monedas de países vecinos.
- Incremento del precio de los combustibles.
- Impactos del cambio climático (incremento en la variabilidad el clima) (Dines, Rae, & Henderson, 2012).

Por tanto, mejorar el sistema de cosecha contribuye a reducir el riesgo por medio de disminuir los costos operativos y de capital. Reduciendo la necesidad de recurso humano altamente calificado, reduciendo las emisiones al reducir la necesidad de camiones, carretones, cosechadoras y otros vehículos (Dines, Rae, & Henderson, 2012). El transporte y cosecha de la caña de azúcar representa una proporción significativa de los costos de proceso y manufactura, contabilizando alrededor del 33% de todos los costos (Hassuani, Lima Verde, & de Carvalho, 2005; Salassi & Barker, Reducing harvest cost through coordinated sugarcane harvest and transport operations in Louisiana., 2008).

6.10 Factores que afectan los costos de cosecha.

La producción máxima por día de una cosechadora en el campo está determinada por un número de factores que incluye (Ridge & DICK, 1985; Meyer E. , 1999):

- Capacidad de la máquina;
- Condiciones del cultivo, productividad, caña tumbada o no; Si se corta caña quemada o caña en verde; espaciamiento de las hileras, longitud de la hilera
- Confiabilidad de la máquina;
- Condiciones del campo como longitud de la carrera, ancho de la cabecera, regularidad del terreno, perfil de la hilera, suelo seco o húmedo; tipo de suelo, terreno plano o empinado,
- El número y capacidad de los remolques;
- Distancia hacia el Ingenio;
- Tiempo de descarga en el Ingenio.
- Variedad de la caña (frágil, tallo grueso, exceso de follaje)
- Ajuste y mantenimiento de la máquina
- Proficiencia del operador

7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y ADMINISTRATIVA

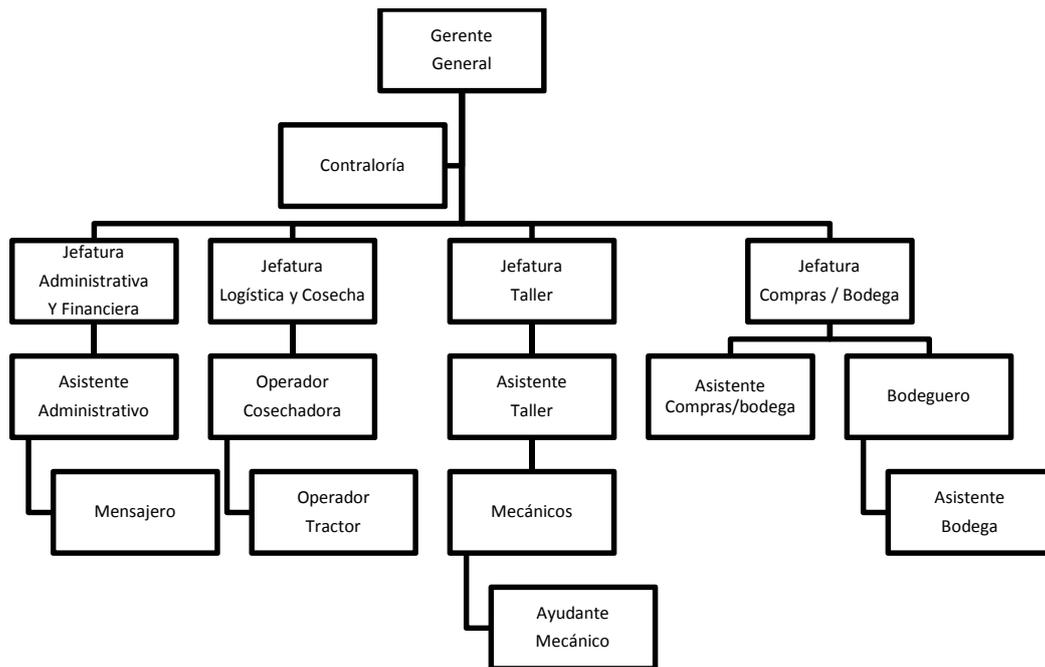
7.1 Antecedentes

La empresa se encuentra constituida y legalizada para operar bajo las leyes y reglamentos de la República del Ecuador, es una Sociedad Anónima constituida en el año 2015, con un capital de \$ 800,00 y con todas las obligaciones legales al día.

7.2 Organigrama

La estructura de la organización funcionará bajo el siguiente esquema:

Figura 35: Organigrama Elaboración los autores.



Elaborado por: Los autores

7.3 Funciones y perfil de los administradores de mayor nivel.

Para el cabal funcionamiento de la empresa se necesitará contar con el personal idóneo que cumpla al menos los requisitos de formación académica, experiencia y que cumpla las funciones que se indican:

CANT	CARGO	FORMACIÓN ACADÉMICA	EXPERIENCIA REQUERIDA	FUNCIONES
1	Gerente General	Profesional en economía, administración o afines De preferencia cuarto nivel en ciencias de la administración.	03 años en la administración de empresas ligadas al ramo agrícola preferiblemente.	<p>Establecer los objetivos y metas, así como el diseño de las estrategias para alcanzarlos.</p> <p>Asignar las actividades y recursos a personas y grupos en la organización, establecer mecanismos de coordinación y autoridad y fijar procedimientos.</p> <p>Supervisar el cumplimiento de las normativas, locales, municipales, legales de la empresa.</p> <p>Velar por el correcto manejo financiero de la empresa.</p>
1	Jefe Administrativo Financiero	Profesional en economía, administración o afines	03 años como mínimo experiencia en puestos de liderazgo en áreas de finanzas en el sector industrial, o agrícola	<p>Elaborar presupuestos y controlar su ejecución.</p> <p>Dar soporte a la organización en todas las exigencias legales, fiscales, contables y laborales.</p> <p>Elaborar reportes financieros y análisis de los mismos.</p> <p>Diseñar los instrumentos e indicadores claves de gestión</p> <p>Control de las cuentas por cobrar y por pagar.</p> <p>Gestionar y controlar los contratos de prestación de servicios.</p>

1	Jefe Logística y cosecha	Profesional en Ingeniería Agrícola; Agronomía o Agroindustrial.	Experiencia de 3 años en adelante en el cargo de Supervisión de labores de cosecha manual y mecánica.	<p>Dirigir y coordinar las tareas de corte, alce y transporte.</p> <p>Enfocar esfuerzos al mejoramiento continuo de los procesos dando cumplimiento a los programas de producción con mayor eficiencia e implementando estrategias que permitan la satisfacción de proveedores y clientes</p> <p>Implementar herramientas tecnológicas que permitan incrementar la eficiencia de la operación.</p> <p>Ser el responsable del cumplimiento legal de la empresa en los ámbitos ambientales y de transporte.</p>
1	Jefe de Taller	Profesional en Ingeniería Mecánica, Industrial o Agroindustrial.	Experiencia en Mantenimiento preventivo, predictivo de talleres de equipo pesado y agrícola 3 años en adelante.	<p>Gestionar el mantenimiento preventivo correctivo y predictivo de las maquinarias a su cargo.</p> <p>Dirigir las actividades del personal a su cargo, mecánicos y ayudantes.</p> <p>Dirigir proyectos de mejora de la eficiencia de las máquinas.</p>
1	Jefe de Compras / Bodega	Profesional en economía, administración o afines	Experiencia comprobable de 3 años en adelante en manejo de compras y bodegas en empresas del ramo agrícola.	<p>Planificar y gestionar las compras y el aprovisionamiento de los materiales, maquinaria y/o servicios que precise la empresa, en las cantidades y plazos establecidos.</p> <p>Hacer la prospección, negociación y control de Proveedores.</p> <p>Controlar y estandarizar los procesos de compras encaminados a la reducción de costes.</p> <p>Gestionar la bodega de la empresa.</p>

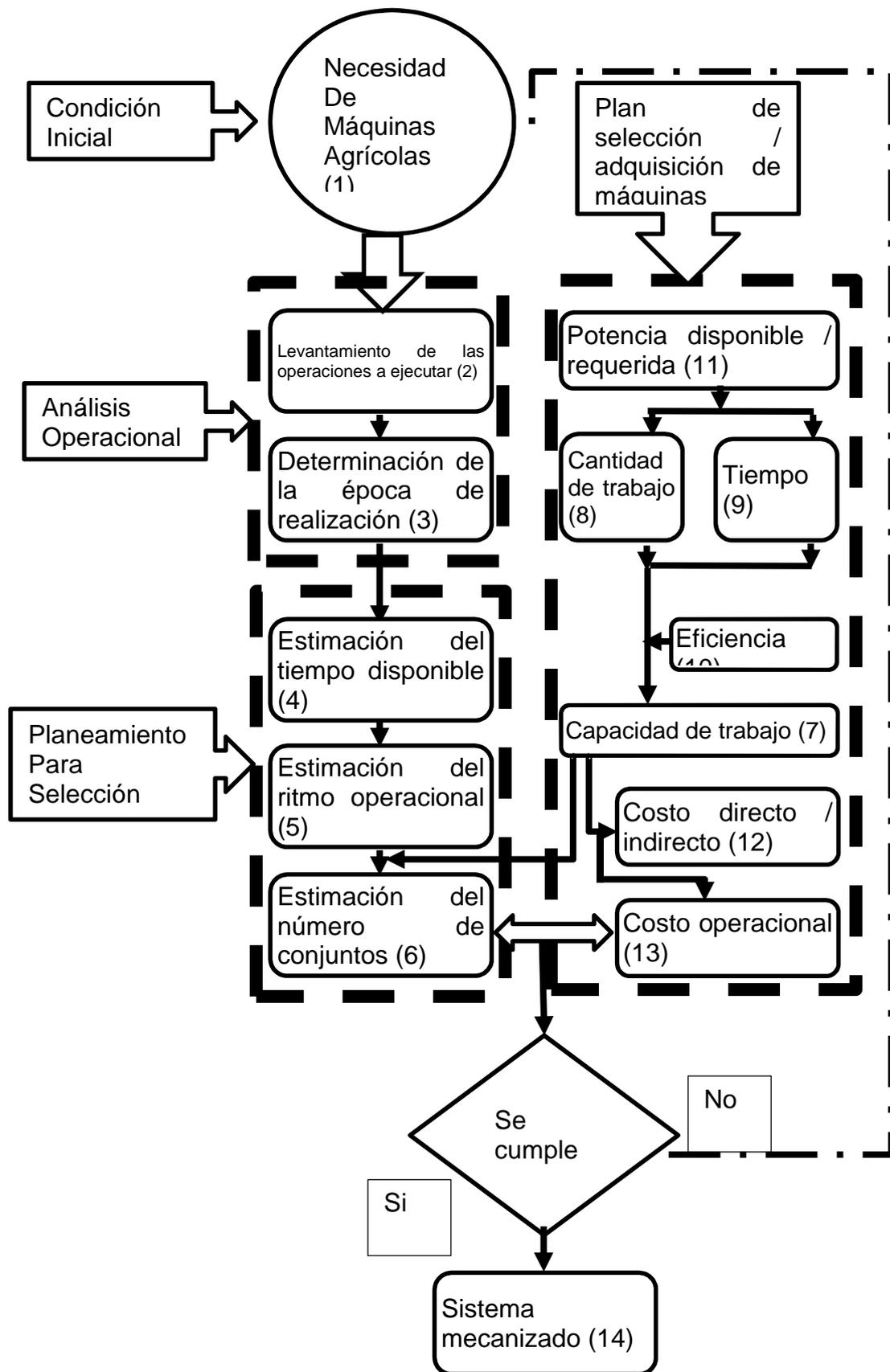
Elaborado por: Los autores

8 ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

8.1 Dimensionamiento del proyecto

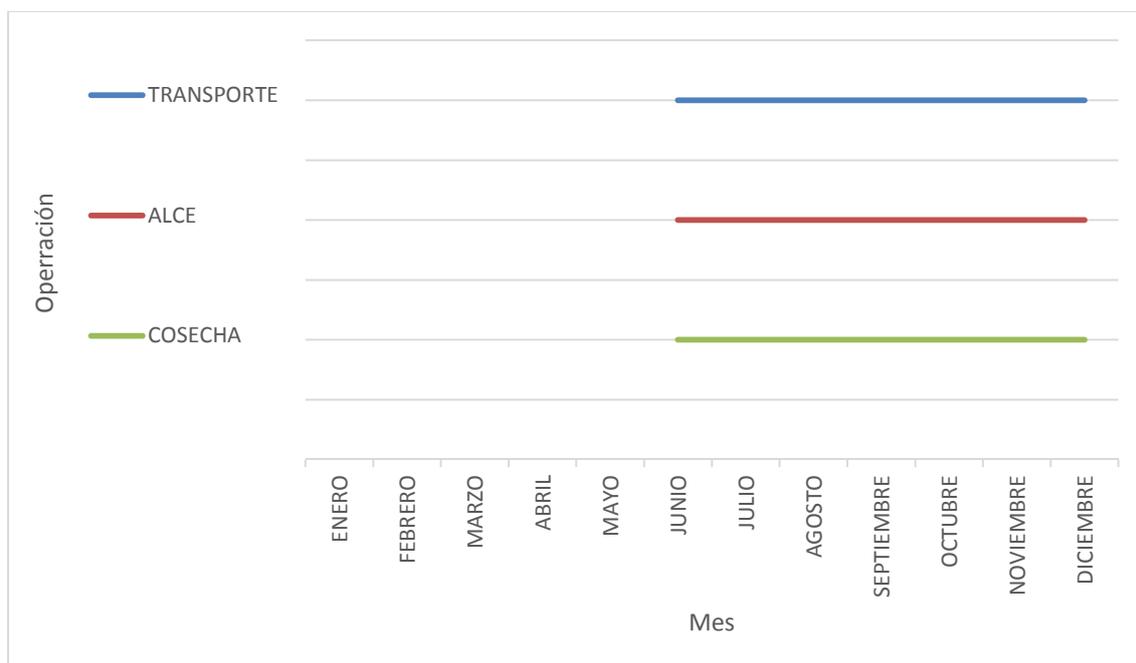
Los autores aplicando la metodología sugerida por (Milan, Gestão Sistêmica e Planejamento Estratégico, 2005), determinarán el número óptimo de equipos necesarios para operar las aproximadamente 3000 Ha que se obtuvieron en la sección 3.2.3 Estimación de la demanda de análisis de mercado.

Figura 36: Flujograma para el dimensionamiento operacional y económico de sistemas mecanizados agrícolas.



Fuente: (Milan & ROSA, 2015).

Figura 37: Análisis operacional del sistema de cosecha mecanizada de caña (cosecha, alce y transporte) Zona Guayas-Cañar Ecuador.



Fuente: (Milan & ROSA, 2015)
 Elaboración: Los autores

$$T = \{[N - (NDF + NDU)] \times (JT \times EG)\}$$

Ecuación 4: Tiempo disponible para operaciones de trabajo.

Siendo:

TD = Tiempo disponible en horas (h) para realizar cada operación.

NT = Número de días total del período previsto para la realización de la operación.

NDF = Número de domingos y feriados previstos en el período.

NDUI = Número de días no operativos.

JT = Jornada de trabajo en horas (h).

EG = Eficiencia general o administrativa, en decimal

La Ecuación 4 se refiere al número total de días en el periodo previsto para realizar operaciones. De ese total, se sustrae el número de domingos y feriados (NDF), los cuales son una decisión administrativa, y el NDUI que es el número de días que la maquinaria no puede operar debido al clima o exceso de humedad en el suelo. En términos de planeación estos corresponden el punto más crítico debido a la incertidumbre asociada.

Las alternativas posibles están entre dimensionar una flota para atender las condiciones más críticas lo que trae como consecuencia la poca utilización en años normales y consecuentemente un aumento en los costos o dimensionar la flota tomando en cuenta los años más favorables reduciendo la inversión y

aumentando el retorno, sin embargo, elevando los riesgos de pérdidas de cosecha por no realizar las operaciones dentro de los plazos estipulados.

La jornada de trabajo diaria (JT) es una decisión administrativa realizada con base en las necesidades de organización y tomando en cuenta la legislación vigente. La eficiencia gerencial (EG) tiene en cuenta los tiempos asociados con la administración y por lo tanto no se puede atribuir a la labor de las máquinas. Estos tiempos implican un desplazamiento ineficiente de los frentes de trabajo, retrasos en la entrega de las materias primas o insumos, los errores en la asignación de máquinas, la falta de orden de servicio, entre otros (Milan & ROSA, Corte, transbordo y transporte (CTT): aspectos relevantes e uso da modelagem para o CTT, 2015).

El ritmo operacional (RO), expresa la cantidad de trabajo a ser realizado en el tiempo disponible para cada operación, conforme a lo indicado en la Ecuación 5:

$$R = \frac{A}{T}$$

Ecuación 5: Ritmo operacional

Siendo:

RO = Ritmo operacional en ha/h;

Ar = Área a ser trabajada por la operación en ha (hectáreas);

TD = Tiempo disponible en horas (h).

La razón entre la demanda de trabajo, representada por el ritmo operacional, y la capacidad de trabajo de la máquina determina el número de conjuntos necesarios, Ecuación 6, Si hay conjuntos con las mismas características técnicas, empleadas en operaciones similares y tiempos coincidentes, el resultado final debe contener la suma de estos conjuntos para hacer coincidir los periodos.

$$N = \frac{R}{C}$$

Ecuación 6: Número de conjuntos

Siendo:

NC = Número de equipos;

RO = Ritmo operacional en ha/h;

CT = Capacidad de trabajo en ha/h.

Tabla 23: Cálculo de dimensionamiento operacional

VAR	DETALLE	VALOR
DI	Fecha de inicio de zafra	01/06/2017
DF	Fecha de fin de zafra	24/12/2017
NT	Número de días total del período previsto para la realización de la operación.	206.00
NDF	Número de domingos y feriados previstos en el período.	0.00
NDUI	Número de días no operativos.	24.00
JT	Jornada de trabajo en horas (h).	24.00
EG	Eficiencia general o administrativa, en decimal	0.85
TD	Tiempo disponible en horas (h) para realizar cada operación.	3.712.80
Ar	Área a ser trabajada por la operación en ha (hectáreas)	2.160.00
RO	Ritmo operacional en ha/h (AR/TD)	0.58
	Toneladas por día	600.00
	Toneladas por hora	25.00
	Productividad promedio TCH (ton/Ha)	103.40
CT	Capacidad de trabajo en ha/h	0.24
NC	Número de conjuntos	3.00

Fuente: (Milan & ROSA, 2015)

Elaboración: Los autores.

Del cálculo anterior se obtiene que el tamaño óptimo del frente de trabajo debe ser de 3 unidades para poder operar eficazmente el objetivo de 3.000 ha.

8.2 Inversión inicial en activos fijos

ACTIVO	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Computadoras	5	\$1,000.00	\$5,000.00
Acondicionadores de aire	3	\$2,000.00	\$6,000.00
Software contable	1	\$10,000.00	\$10,000.00
Software logístico	1	\$10,000.00	\$10,000.00
Constitución	1	\$2,500.00	\$2,500.00
Camión taller	1	\$45,000.00	\$45,000.00
Camioneta	3	\$35,000.00	\$105,000.00
Cosechadora	3	\$400,000.00	\$1,200,000.00
Tractor	3	\$50,000.00	\$150,000.00
Vagones-Carretones	15	\$60,000.00	\$900,000.00
Soldadora portátil	1	\$25,000.00	\$25,000.00
Compresor	1	\$25,000.00	\$25,000.00
Herramientas neumáticas	1	\$5,000.00	\$5,000.00

ACTIVO	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Impresora	2	\$500.00	\$1,000.00
Central Telefónica	1	\$1,500.00	\$1,500.00
Mobiliario Oficina	1	\$2,000.00	\$2,000.00
TOTAL			\$2,493,000.00

Elaboración: Los autores.

8.3 Presupuesto de ingresos y costos anuales

8.3.1 Presupuesto de ingresos

A continuación, los autores presentan la tabla de ingresos pronosticados para los 10 años del horizonte de evaluación, tomando de base el área estimada de cosecha y el respectivo rendimiento por tonelada:

Figura 38: Ingresos estimados para el horizonte de evaluación.

CAMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Área (ha)	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
TCH (ton/ha)	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52
Toneladas/ periodo	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20
Precio Unitario	\$8.00	\$8.32	\$8.65	\$9.00	\$9.36	\$9.73	\$10.12	\$10.53	\$10.95	\$11.39
Ventas	\$2,076,369.64	\$2,159,424.42	\$2,245,801.40	\$2,335,633.45	\$2,429,058.79	\$2,526,221.14	\$2,627,269.99	\$2,732,360.79	\$2,841,655.22	\$2,955,321.43

Elaboración: Los autores.

A manera de comparación se presentan los costos de cosecha en otros países productores

Tabla 24: Costos de cosecha en otros países.

PAÍS	\$/TON	AUTOR	FUENTE
Brasil	4,82	(Hassuani, Lima Verde, & de Carvalho, 2005)	Biomass power generation: Sugar cane bagasse and trash.
Brasil	6,29	(Xavier, 2014)	Tools for Assessing Production Costs
Australia	6,04	(Higgins & Muchow, 2003)	Assessing the potential benefits of alternative cane supply arrangements in the Australian sugar industry.

PAÍS	\$/TON	AUTOR	FUENTE
Australia	9,01	(Oliveira & Balieiro, 2010)	Comparative study between the Australian and Brazilian agriculture practices. Sugarcane, sugar and ethanol production costs in Brazil.
USA, Luisiana	6,45	(Salassi & Barker, 2008)	Reducing harvest costs through coordinated sugarcane harvest and transport operations in Louisiana. Association of Sugar Cane Technologists
Sudáfrica	2,80-3,01	(Meyer & Maher, 2009)	Assessing the Viability of a Fully Mechanised Harvesting Operation for a Large Sugarcane Estate.

Elaboración: Los autores.

Estos costos no incluyen la depreciación y la utilidad. El caso de Sudáfrica es emblemático ya que gran parte de la cosecha continúa siendo manual.

8.3.2 Presupuesto de costos

Los costos de personal tanto directo como indirecto se detallan en la tabla

Tabla 25: Costos de personal directo en el año 1.

PERSONAL DIRECTO											
			REMUNERACIONES			BENEFICIOS SOCIALES					
I	CARGOS	NO.	UNITARIA	MENSUAL	ANUAL	DECIMO TERCER	DECIMO CUARTO	VACACIONES	APORTE PATRONAL	FONDOS DE RESERVA	TOTAL BENEFICIOS SOCIALES
1	Asistente de Operaciones	1	\$600.00	\$600.00	\$7,200.00	\$600.00	366	\$300.00	\$900.00	\$600.00	\$2,766.00
2	Asistente de Mantenimiento	1	\$600.00	\$600.00	\$7,200.00	\$600.00	366	\$300.00	\$900.00	\$600.00	\$2,766.00

3	Ayudante de Mecánico	3	\$400.00	\$1,200.00	\$14,400.00	\$1,200.00	\$1,098.00	\$600.00	\$1,800.00	\$1,200.00	\$5,898.00
4	Jefe de Cosecha	1	\$1,000.00	\$1,000.00	\$12,000.00	\$1,000.00	366	\$500.00	\$1,500.00	\$1,000.00	\$4,366.00
5	Jefe de Taller	1	\$1,000.00	\$1,000.00	\$12,000.00	\$1,000.00	366	\$500.00	\$1,500.00	\$1,000.00	\$4,366.00
6	Mecánicos	3	\$850.00	\$2,550.00	\$30,600.00	\$2,550.00	1098	\$1,275.00	\$3,825.00	\$2,550.00	\$11,298.00
7	Operadores Cosechadora	9	\$850.00	\$7,650.00	\$91,800.00	\$7,650.00	3294	\$3,825.00	\$11,475.00	\$7,650.00	\$33,894.00
8	Operadores Tractor	9	\$850.00	\$7,650.00	\$91,800.00	\$7,650.00	3294	\$3,825.00	\$11,475.00	\$7,650.00	\$33,894.00
8	TOTAL	28		\$22,250.00	\$267,000.00	\$22,250.00	\$10,248.00	\$11,125.00	\$33,375.00	\$22,250.00	\$99,248.00

Elaboración: Los autores

Tabla 26: Costos de personal indirecto en el año 1.

PERSONAL INDIRECTO											
I	CARGOS	NO.	REMUNERACIONES			BENEFICIOS SOCIALES					
			UNITARIA	MENSUAL	ANUAL	DECIMO TERCER	DECIMO CUARTO	VACACIONES	APORTE PATRONAL	FONDOS DE RESERVA	BENEFICIOS SOCIALES
1	Asistente Administrativo Contable	1	\$550.00	\$550.00	\$6,600.00	\$550.00	366	\$275.00	\$825.00	\$550.00	\$2,566.00
2	Asistente Bodega / Compras	1	\$550.00	\$550.00	\$6,600.00	\$550.00	366	\$275.00	\$825.00	\$550.00	\$2,566.00
3	Asistente Ventas	1	\$550.00	\$550.00	\$6,600.00	\$550.00	366	\$275.00	\$825.00	\$550.00	\$2,566.00
4	Bodeguero	1	\$550.00	\$550.00	\$6,600.00	\$550.00	366	\$275.00	\$825.00	\$550.00	\$2,566.00
5	Gerente	1	\$1,900.00	\$1,900.00	\$22,800.00	\$1,900.00	366	\$950.00	\$2,850.00	\$1,900.00	\$7,966.00
6	Jefe Ventas / Mercadeo / Atención Cliente	1	\$900.00	\$900.00	\$10,800.00	\$900.00	366	\$450.00	\$1,350.00	\$900.00	\$3,966.00
7	Jefe Administrativo y Financiero / Contable / Compras	1	\$900.00	\$900.00	\$10,800.00	\$900.00	366	\$450.00	\$1,350.00	\$900.00	\$3,966.00
8	Jefe Operativo y Mantenimiento	1	\$900.00	\$900.00	\$10,800.00	\$900.00	366	\$450.00	\$1,350.00	\$900.00	\$3,966.00
9	Mensajero	1	\$380.00	\$380.00	\$4,560.00	\$380.00	366	\$190.00	\$570.00	\$380.00	\$1,886.00
9	TOTAL	9		\$7,180.00	\$86,160.00	\$7,180.00	\$3,294.00	\$3,590.00	\$10,770.00	\$7,180.00	\$32,014.00

Tabla 27: Gastos y beneficios sociales de personal directo e indirecto horizonte de planeación

GASTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remuneraciones Personal Directo	\$267,000.00	\$277,680.00	\$288,787.20	\$300,338.69	\$312,352.24	\$324,846.32	\$337,840.18	\$351,353.79	\$365,407.94	\$380,024.25
Beneficios Sociales Personal Directo	\$99,248.00	\$103,217.92	\$107,346.64	\$111,640.50	\$116,106.12	\$120,750.37	\$125,580.38	\$130,603.60	\$135,827.74	\$141,260.85
Remuneraciones Personal Indirecto	\$86,160.00	\$89,606.40	\$93,190.66	\$96,918.28	\$100,795.01	\$104,826.81	\$109,019.89	\$113,380.68	\$117,915.91	\$122,632.55
Beneficios Sociales Personal Indirecto	\$32,014.00	\$33,294.56	\$34,626.34	\$36,011.40	\$37,451.85	\$38,949.93	\$40,507.92	\$42,128.24	\$43,813.37	\$45,565.90

Elaboración: Los autores.

Tabla 28: Presupuesto de gastos en combustible.

GASTO ANUAL EN COMBUSTIBLE										
MAQUINARIA/AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cosechadora-1	\$22,932.00	\$24,078.60	\$25,282.53	\$26,546.66	\$27,873.99	\$29,267.69	\$30,731.07	\$32,267.63	\$33,881.01	\$35,575.06
Cosechadora-2	\$22,932.00	\$24,078.60	\$25,282.53	\$26,546.66	\$27,873.99	\$29,267.69	\$30,731.07	\$32,267.63	\$33,881.01	\$35,575.06
Cosechadora-3	\$22,932.00	\$24,078.60	\$25,282.53	\$26,546.66	\$27,873.99	\$29,267.69	\$30,731.07	\$32,267.63	\$33,881.01	\$35,575.06
Tractor-1	\$7,644.00	\$8,026.20	\$8,427.51	\$8,848.89	\$9,291.33	\$9,755.90	\$10,243.69	\$10,755.88	\$11,293.67	\$11,858.35
Tractor-2	\$7,644.00	\$8,026.20	\$8,427.51	\$8,848.89	\$9,291.33	\$9,755.90	\$10,243.69	\$10,755.88	\$11,293.67	\$11,858.35
Tractor-3	\$7,644.00	\$8,026.20	\$8,427.51	\$8,848.89	\$9,291.33	\$9,755.90	\$10,243.69	\$10,755.88	\$11,293.67	\$11,858.35
TOTAL	\$91,728.00	\$96,314.40	\$101,130.12	\$106,186.63	\$111,495.96	\$117,070.76	\$122,924.29	\$129,070.51	\$135,524.03	\$142,300.23

Elaboración: Los autores.

Tabla 29: Presupuesto de gastos en mantenimiento.

GASTOS/AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mant. Directos	\$58,411.00	\$61,332.50	\$64,400.03	\$67,620.88	\$71,002.72	\$74,553.61	\$78,281.99	\$82,196.74	\$86,307.17	\$90,623.08
Mant. Indirectos	\$8,520.00	\$8,946.00	\$9,393.30	\$9,862.97	\$10,356.11	\$10,873.92	\$11,417.61	\$11,988.50	\$12,587.92	\$13,217.32
Suministros	\$35,880.00	\$37,674.00	\$39,557.70	\$41,535.59	\$43,612.36	\$45,792.98	\$48,082.63	\$50,486.76	\$53,011.10	\$55,661.66
Otros	\$34,440.00	\$33,537.00	\$35,213.85	\$36,974.54	\$38,823.27	\$40,764.43	\$42,802.65	\$44,942.79	\$47,189.93	\$49,549.42
Seguros	\$89,286.47	\$79,752.93	\$70,219.40	\$61,103.87	\$51,570.33	\$47,436.80	\$38,321.27	\$28,787.73	\$19,254.20	\$10,138.67

Elaboración: Los autores.

8.4 Capital de trabajo

De los métodos disponibles para hallar el capital de trabajo, los autores han hecho uso del método de máximo acumulado ya que es el más exacto de todos ya que determina el máximo déficit que se produce entre la ocurrencia de los egresos y los ingresos. Para ello, elaboraron un presupuesto de caja en el cual se detalla, para un periodo de 12 meses, la estimación de los ingresos y egresos de caja mensuales, incluyendo los pagos provisionales de impuestos y el IVA (Sapag Chain, 2011).

Tabla 30: Ingresos y Egresos año 1, para el cálculo del capital de trabajo.

CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO POR EL METODO MAXIMO ACUMULADO													
TASA IMPOSITIVA	22%												
INCREMENTO PRECIO ESPERADO	4%												
PARTICIPACIÓN TRABAJADORES	15%												
TASA IVA	12%												
INGRESOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	YTD
Área (ha)						428.57	428.57	428.57	428.57	428.57	428.57	428.57	3,000.00

TCH (ton/ha)						86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	
Toneladas/periodo						37,078.03	37,078.03	37,078.03	37,078.03	37,078.03	37,078.03	37,078.03	259,546.20
Precio Unitario						\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	\$8.00	
Ventas	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$296,624	\$296,624	\$296,624	\$296,624	\$296,624	\$296,624	\$296,624	\$2,076,370
Devoluciones en ventas	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-593.25	\$-593.25	\$-593.25	\$-593.25	\$-593.25	\$-593.25	\$-593.25	\$-4,152.74
Descuentos en ventas	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-8,898.73	\$-8,898.73	\$-8,898.73	\$-8,898.73	\$-8,898.73	\$-8,898.73	\$-8,898.73	\$-62,291.09
Ventas Netas	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$287,132.26	\$287,132.26	\$287,132.26	\$287,132.26	\$287,132.26	\$287,132.26	\$287,132.26	\$2,009,925.81
Salarios directos	\$-	\$-	\$-	\$22,250.00	\$22,250.00	\$22,250.00	\$22,250.00	\$22,250.00	\$22,250.00	\$22,250.00	\$22,250.00	\$22,250.00	\$200,250.00
Beneficios Sociales dir.	\$-	\$-	\$-	\$8,270.67	\$8,270.67	\$8,270.67	\$8,270.67	\$8,270.67	\$8,270.67	\$8,270.67	\$8,270.67	\$8,270.67	\$74,436.00
Comb. Direc.	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$13,104.00	\$13,104.00	\$13,104.00	\$13,104.00	\$13,104.00	\$13,104.00	\$13,104.00	\$91,728.00
Mantenimiento directo	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$3,630.00	\$3,630.00	\$6,600.00	\$6,600.00	\$6,600.00	\$6,600.00	\$6,600.00	\$40,260.00
Suministros cuchillas	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$5,125.71	\$5,125.71	\$5,125.71	\$5,125.71	\$5,125.71	\$5,125.71	\$5,125.71	\$35,880.00
Costo de ventas	\$-	\$-	\$-	\$30,520.67	\$30,520.67	\$52,380.38	\$52,380.38	\$55,350.38	\$55,350.38	\$55,350.38	\$55,350.38	\$55,350.38	\$442,554.00
Margen Bruto	\$0	\$0	\$0	(\$30,521)	(\$30,521)	\$234,752	\$234,752	\$231,782	\$231,782	\$231,782	\$231,782	\$231,782	\$1,567,372
Gastos de operación	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YTD
Salarios indirectos	\$-	\$-	\$-	\$7,180.00	\$7,180.00	\$7,180.00	\$7,180.00	\$7,180.00	\$7,180.00	\$7,180.00	\$7,180.00	\$7,180.00	\$64,620.00
Beneficios Sociales ind.	\$-	\$-	\$-	\$2,667.83	\$2,667.83	\$2,667.83	\$2,667.83	\$2,667.83	\$2,667.83	\$2,667.83	\$2,667.83	\$2,667.83	\$24,010.50
Agua	\$-	\$-	\$-	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$900.00
Alquiler	\$-	\$-	\$-	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$9,000.00
Energía Electrica	\$-	\$-	\$-	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$1,350.00
Internet	\$-	\$-	\$-	\$60.00	\$60.00	\$60.00	\$60.00	\$60.00	\$60.00	\$60.00	\$60.00	\$60.00	\$540.00
Publicidad	\$-	\$-	\$-	\$575.00	\$575.00	\$575.00	\$575.00	\$575.00	\$575.00	\$575.00	\$575.00	\$575.00	\$5,175.00
Suministros Oficina	\$-	\$-	\$-	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$450.00

Suministros Taller	\$-	\$-	\$-	\$70.00	\$70.00	\$70.00	\$70.00	\$70.00	\$70.00	\$70.00	\$70.00	\$70.00	\$630.00
Otros	\$-	\$-	\$-	\$90.00	\$90.00	\$90.00	\$90.00	\$90.00	\$90.00	\$90.00	\$90.00	\$90.00	\$810.00
Tel. Celular y Radios	\$-	\$-	\$-	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$5,400.00
Telefonía fija	\$-	\$-	\$-	\$75.00	\$75.00	\$75.00	\$75.00	\$75.00	\$75.00	\$75.00	\$75.00	\$75.00	\$675.00
Viajes y viáticos	\$-	\$-	\$-	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$100.00	\$900.00
Seguros	\$-	\$-	\$-	\$7,440.54	\$7,440.54	\$7,440.54	\$7,440.54	\$7,440.54	\$7,440.54	\$7,440.54	\$7,440.54	\$7,440.54	\$66,964.85
Mant. Veh. soporte	\$-	\$-	\$-	\$710.00	\$710.00	\$710.00	\$710.00	\$710.00	\$710.00	\$710.00	\$710.00	\$710.00	\$6,390.00
Comb. Indirectos	\$-	\$-	\$-	\$1,640.83	\$1,640.83	\$2,264.83	\$2,264.83	\$2,264.83	\$2,264.83	\$2,264.83	\$2,264.83	\$2,264.83	\$19,135.50
Depreciación Computo	\$-	\$-	\$-	\$861.11	\$861.11	\$861.11	\$861.11	\$861.11	\$861.11	\$861.11	\$861.11	\$861.11	\$7,750.00
Depreciación vehículos	\$-	\$-	\$-	\$2,500.00	\$2,500.00	\$2,500.00	\$2,500.00	\$2,500.00	\$2,500.00	\$2,500.00	\$2,500.00	\$2,500.00	\$22,500.00
Constitución (amort)	\$-	\$-	\$-	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$375.00
Depreciación Maq, Equip, muebles	\$-	\$-	\$-	\$19,245.83	\$19,245.83	\$19,245.83	\$19,245.83	\$19,245.83	\$19,245.83	\$19,245.83	\$19,245.83	\$19,245.83	\$173,212.50
Total Operation Expenses	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$45,157.82	\$45,157.82	\$45,781.82	\$410,788.35						
Income From Operations	0	\$-	\$-	\$-75,678.48	\$-75,678.48	\$188,970.06	\$188,970.06	\$186,000.06	\$186,000.06	\$186,000.06	\$186,000.06	\$186,000.06	\$1,156,583.46
Intereses Bancarios	\$-	\$-	\$-	\$15,017.99	\$14,650.93	\$14,281.27	\$13,908.99	\$13,534.08	\$13,156.52	\$12,776.28	\$12,393.35	\$12,007.71	\$121,727.12
Income Before Income Taxes	\$-	\$-	\$-	\$-90,696.47	\$-90,329.41	\$174,688.79	\$175,061.07	\$172,465.98	\$172,843.54	\$173,223.78	\$173,606.71	\$173,992.35	\$1,034,856.33
Participación de trabajadores	0	\$-	\$-	\$-13,604.47	\$-13,549.41	\$26,203.32	\$26,259.16	\$25,869.90	\$25,926.53	\$25,983.57	\$26,041.01	\$26,098.85	\$155,228.45
Income Before Income Taxes	\$0	\$0	\$0	(\$77,092)	(\$76,780)	\$148,485	\$148,802	\$146,596	\$146,917	\$147,240	\$147,566	\$147,893	\$879,628
Income Tax Expense	\$-	\$-	\$-	\$-16,960.24	\$-16,891.60	\$32,666.80	\$32,736.42	\$32,251.14	\$32,321.74	\$32,392.85	\$32,464.45	\$32,536.57	\$193,518.13
Ingresos netos	\$0	\$0	\$0	(\$60,132)	(\$59,888)	\$115,819	\$116,065	\$114,345	\$114,595	\$114,847	\$115,101	\$115,357	\$686,110
Depreciación Computo	\$0	\$0	\$0	\$861	\$861	\$861	\$861	\$861	\$861	\$861	\$861	\$861	\$7,750
Depreciación vehículos	\$0	\$0	\$0	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$22,500
Depreciación Maq, Equip, muebles	\$0	\$0	\$0	\$19,246	\$19,246	\$19,246	\$19,246	\$19,246	\$19,246	\$19,246	\$19,246	\$19,246	\$173,213
Constitución (amort)	\$-	\$-	\$-	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$41.67	\$375

Ventas a crédito	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	(\$296,624)	(\$296,624)	(\$296,624)	(\$296,624)	(\$296,624)	(\$296,624)	(\$296,624)	(\$2,076,370)
Pagos vent. Cred	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$296,624	\$296,624	\$296,624	\$296,624	\$1,186,497
IVA en compras	\$0	\$0	\$0	(\$1,489)	(\$1,489)	(\$4,187)	(\$4,187)	(\$4,544)	(\$4,544)	(\$4,544)	(\$4,544)	(\$4,544)	(\$34,073)
Constitución	\$0	\$0	\$0	(\$2,000)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Amortiz. Prést. Cap. Trab.	\$0	\$0	\$0	(\$7,750)	(\$7,808)	(\$7,866)	(\$7,925)	(\$7,984)	(\$8,043)	(\$8,103)	(\$8,164)	(\$8,225)	(\$71,868)
Amortiz. Préstamo A. F.	\$0	\$0	\$0	(\$44,134)	(\$44,443)	(\$44,754)	(\$45,068)	(\$45,384)	(\$45,702)	(\$46,022)	(\$46,345)	(\$46,669)	(\$408,521)
Saldo	\$0	\$0	\$0	(\$92,856)	(\$90,980)	(\$214,965)	(\$215,090)	(\$217,542)	\$78,955	\$78,827	\$78,698	\$78,568	(\$514,387)
Saldo Acumulado	\$0	\$0	\$0	(\$92,856)	(\$183,836)	(\$398,801)	(\$613,891)	(\$831,434)	(\$752,479)	(\$673,652)	(\$594,954)	(\$516,387)	
Máx	(\$831,434)												
Máx + Seguridad 10%	(\$914,577)												

Elaboración: Los autores.

De la Tabla 30 se evidencia que el máximo déficit se da en el mes de agosto y alcanza los \$ 831.434,00 los autores han decidido añadir un 10% de margen de seguridad para este valor totalizando un capital de trabajo necesario de \$ 914.577,00

8.5 Financiamiento de Activos fijos y Capital de Trabajo.

De la sección 8.2 los autores hallaron el monto de activos fijos y ahora se utiliza para calcular la tabla de amortización del crédito necesario.

Total, necesidad activos fijos	\$2,493,000.00
Porcentaje de entrada	40%
Aporte de accionistas	\$997,200.00
Monto a financiar	\$1,495,800.00
Tipo de interés nominal:	8.95368%
Plazo años:	10
Periodicidad (meses):	12

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Pago de intereses	\$ 98,328.53	\$ 123,310.63	\$ 113,642.68	\$ 103,072.67	\$ 91,516.42	\$ 78,881.94	\$ 65,068.60	\$ 49,966.42	\$ 33,455.15	\$ 15,403.30
Amortización del principal	\$ 71,867.66	\$ 103,617.62	\$ 113,285.57	\$ 123,855.59	\$ 135,411.83	\$ 148,046.32	\$ 161,859.65	\$ 176,961.83	\$ 193,473.10	\$ 211,524.95
Amortización acumulada del principal	\$ 71,867.66	\$ 175,485.28	\$ 2,832,145.53	\$ 4,259,341.30	\$ 5,819,700.36	\$ 7,525,647.40	\$9,390,766.39	\$11,429,908.73	\$13,659,311.53	\$16,096,726.87
Capital pendiente	\$1,423,932.34	\$1,320,314.72	\$15,117,454.47	\$13,690,258.70	\$12,129,899.64	\$10,423,952.60	\$8,558,833.61	\$ 6,519,691.27	\$ 4,290,288.47	\$ 1,852,873.13

Elaboración: Los autores.

De la sección 8.4 los autores obtuvieron el monto necesario para capital de trabajo y se utiliza para hallar la tabla de amortización del respectivo crédito.

Total, necesidad de Capital de trabajo	\$917,500.00
Porcentaje de entrada	40%
Monto a financiar	\$550,500.00
Aporte de accionistas	\$367,000.00
Capital inicial:	\$550,500.00
Tipo de interés nominal:	8.40811%
Plazo años:	1
Periodicidad (meses):	12

	AÑO 1	AÑO 2
Pago de intereses	\$23,398.59	\$1,994.26
Amortización del principal	\$408,521.04	\$141,978.96
Amortización acumulada del principal	\$408,521.04	\$550,500.00
Capital pendiente	\$3,073,549.55	\$-

Elaboración: Los autores.

8.6 Evaluación y viabilidad del proyecto

8.6.1 Determinación de la tasa de descuento

Con la finalidad de evaluar financieramente el proyecto es menester determinar primeramente el WACC (Weighted Average Cost of Capital, por sus siglas en inglés) o promedio ponderado del costo de capital (Brealey & Myers, 1993).

Ecuación 7: Cálculo del WACC

$$W = K_e \times \frac{E}{E + D} + K_d \times (1 - t) \times \frac{D}{E + D}$$

Donde:

$$K_e = R_f + \beta_u \times (R_m - R_f) + R_p$$

Donde a su vez:

$$\beta_u = \frac{R_f + \beta_u \times (R_m - R_f) + R_p}{R_f + \beta_u \times (R_m - R_f) + R_p}$$

$$R_f = T \text{ lib } d \text{ r } (e \text{ p } a \text{ 10 año })$$

$$R_m = T \text{ d } r \text{ d } m$$

$$R_f = T \text{ lib } d \text{ r } .$$

También:

$$E = E \text{ (P)}$$

$$D = D \text{ (D)}$$

$$K_d = C \text{ d } l \text{ d}$$

$$t = t \text{ i}$$

El WACC nos servirá para poder medir el costo de capital, haciendo uso de una media ponderada entre la proporción de recursos propios (capital) y los recursos proporcionados por terceros (préstamo).

Ecuación 8: Cálculo del riesgo financiero

CALCULO DEL WACC		
VARIABLE	VALOR	OBSERVACIONES / FUENTE DE DATOS
T1	22%	Tasa impositiva
T2	15%	Participación de trabajadores
D/(D+E)	60.00%	Relación deuda / activos (deuda + patrimonio)
Deuda-1	\$1,495,800	Deuda crédito activos fijos
Deuda-2	\$550,500	Deuda crédito capital de trabajo
t-1	9.33%	Tasa crédito activos fijos
t-2	8.74%	Tasa crédito capital de trabajo
(Kd)	9.17%	Costo de la deuda (tasa ponderada)
A	\$3,410,500	Activos totales

D	\$2,046,300	Deuda
E	\$1,364,200	Patrimonio (fondos propios)
Tasa d (t)	33.70%	Tasa impositiva total
Rf	2.46%	http://finance.yahoo.com/bonds
Rm	11.74%	http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html
(Rm - Rf)	9.28%	(Rm-Rf)
β_u	1.17	BIBLIOGRAFIA\betas15.xls
D/E	1.50	Razón D/E
CAPM	13.29%	$RF + \beta_u * (Rm - Rf)$
Riesgo país	9.25%	http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html Consultado enero 2017
Ke	22.54%	$RF + \beta_u * (Rm - Rf) + R_p$; (CAPM+@)
WACC	12.6652%	$WACC = K_e * E / (E + D) + K_d * (1 - t) * D / (E + D)$

Elaboración: Los autores

8.6.2 Flujo de efectivo del proyecto puro, análisis TIR y VAN

Dos herramientas financieras muy útiles a la hora de evaluar un proyecto son la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor Actual Neto).

Inicialmente los autores proceden a calcular el VAN y la TIR del proyecto de caja libre, esto es el flujo del proyecto puro considerando que los accionistas financian el proyecto en su totalidad con su dinero sin utilizar crédito.

FLUJO DEL PROYECTO PURO											
TASA IMPOSITIVA (IMPUESTO A LA RENTA)	22%										
INCREMENTO PRECIO ESPERADO	4%										
CAPITAL DE TRABAJO MESES	9										
PARTICIPACIÓN TRABAJADORES CAMPO	15%										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Área (ha)		3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
TCH (ton/ha)		86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52
Toneladas/periodo		259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20
Precio Unitario		8.00	8.32	8.65	9.00	9.36	9.73	10.12	10.53	10.95	11.39
Ventas		2,076,369.64	2,159,424.42	2,245,801.40	2,335,633.45	2,429,058.79	2,526,221.14	2,627,269.99	2,732,360.79	2,841,655.22	2,955,321.43
Devolución en ventas		-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74
Descuento en ventas		-41,527.39	-43,188.49	-44,916.03	-46,712.67	-48,581.18	-50,524.42	-52,545.40	-54,647.22	-56,833.10	-59,106.43
Venta activos fijos computo		0.00	0.00	550.00	0.00	0.00	550.00	0.00	0.00	550.00	0.00
Venta activos fijos vehículos		0.00	0.00	0.00	0.00	15,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15,000.00
Venta activos fijos maquinarias		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	230,950.00

Otros Ingresos 2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros Ingresos 3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ventas Netas		2,030,689.50	2,112,083.19	2,197,282.63	2,284,768.05	2,391,324.88	2,472,093.98	2,570,571.85	2,673,560.83	2,781,219.38	3,138,012.26
Salarios directos		-200,250.00	-277,680.00	-288,787.20	-300,338.69	-312,352.24	-324,846.32	-337,840.18	-351,353.79	-365,407.94	-380,024.25
Beneficios Sociales directos		-74,520.00	-103,334.40	-107,467.78	-111,766.49	-116,237.15	-120,886.63	-125,722.10	-130,750.98	-135,981.02	-141,420.26
Comb. Direc.		-91,728.00	-96,314.40	-101,130.12	-106,186.63	-111,495.96	-117,070.76	-122,924.29	-129,070.51	-135,524.03	-142,300.23
Mantenimiento directos		-40,260.00	-61,332.50	-64,400.03	-67,620.88	-71,002.72	-74,553.61	-78,281.99	-82,196.74	-86,307.17	-90,623.08
Suministros cuchillas		-35,880.00	-37,674.00	-39,557.70	-41,535.59	-43,612.36	-45,792.98	-48,082.63	-50,486.76	-53,011.10	-55,661.66
Costo de ventas		-442,638.00	-576,335.30	-601,342.82	-627,448.26	-654,700.42	-683,150.30	-712,851.19	-743,858.77	-776,231.26	-810,029.49
Gross Profit		1,588,051.50	1,535,747.89	1,595,939.81	1,657,319.78	1,736,624.45	1,788,943.68	1,857,720.66	1,929,702.06	2,004,988.11	2,327,982.77
Gastos operativos											
Salarios indirectos		-64,620.00	-89,606.40	-93,190.66	-96,918.28	-100,795.01	-104,826.81	-109,019.89	-113,380.68	-117,915.91	-122,632.55
Beneficios Sociales indirectos		-24,037.50	-33,332.00	-34,665.28	-36,051.89	-37,493.97	-38,993.73	-40,553.47	-42,175.61	-43,862.64	-45,617.14
Agua		-900.00	-1,260.00	-1,323.00	-1,389.15	-1,458.61	-1,531.54	-1,608.11	-1,688.52	-1,772.95	-1,861.59
Alquiler		-9,000.00	-12,600.00	-13,230.00	-13,891.50	-14,586.08	-15,315.38	-16,081.15	-16,885.21	-17,729.47	-18,615.94
Energía Eléctrica		-1,350.00	-1,890.00	-1,984.50	-2,083.73	-2,187.91	-2,297.31	-2,412.17	-2,532.78	-2,659.42	-2,792.39
Internet		-540.00	-756.00	-793.80	-833.49	-875.16	-918.92	-964.87	-1,013.11	-1,063.77	-1,116.96
Publicidad		-5,175.00	-4,620.00	-4,851.00	-5,093.55	-5,348.23	-5,615.64	-5,896.42	-6,191.24	-6,500.80	-6,825.84
Suministros Oficina		-450.00	-630.00	-661.50	-694.58	-729.30	-765.77	-804.06	-844.26	-886.47	-930.80
Suministros Taller		-630.00	-882.00	-926.10	-972.41	-1,021.03	-1,072.08	-1,125.68	-1,181.96	-1,241.06	-1,303.12
Otros		-810.00	-1,134.00	-1,190.70	-1,250.24	-1,312.75	-1,378.38	-1,447.30	-1,519.67	-1,595.65	-1,675.43
Telefonía Celular y Radios		-5,400.00	-7,560.00	-7,938.00	-8,334.90	-8,751.65	-9,189.23	-9,648.69	-10,131.12	-10,637.68	-11,169.56
Telefonía fija		-675.00	-945.00	-992.25	-1,041.86	-1,093.96	-1,148.65	-1,206.09	-1,266.39	-1,329.71	-1,396.20
Viajes y viáticos		-900.00	-1,260.00	-1,323.00	-1,389.15	-1,458.61	-1,531.54	-1,608.11	-1,688.52	-1,772.95	-1,861.59
Seguros		-66,964.85	-79,752.93	-70,219.40	-61,103.87	-51,570.33	-47,436.80	-38,321.27	-28,787.73	-19,254.20	-10,138.67
Mant. Veh. soporte		-6,390.00	-8,946.00	-9,393.30	-9,862.97	-10,356.11	-10,873.92	-11,417.61	-11,988.50	-12,587.92	-13,217.32
Comb. Indirectos		-19,135.50	-25,260.90	-26,523.95	-27,850.14	-29,242.65	-30,704.78	-32,240.02	-33,852.02	-35,544.62	-37,321.85
Depreciación Computo		-7,750.00	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33

Depreciación vehículos		-22,500.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00
Depreciación Maq, Equip, muebles		-173,212.50	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00
Constitución (amortización)		-375.00	-500.00	-500.00	-500.00	-500.00	-125.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor en libros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total, Gastos operativos		-410,815.35	-542,218.57	-540,989.76	-540,545.02	-540,064.68	-545,008.81	-545,638.25	-546,410.67	-547,638.55	-549,760.28
Income Before Income Taxes		1,177,236.15	993,529.33	1,054,950.04	1,116,774.76	1,196,559.77	1,243,934.87	1,312,082.41	1,383,291.39	1,457,349.56	1,778,222.49
Participación de trabajadores		-176,585.42	-149,029.40	-158,242.51	-167,516.21	-179,483.97	-186,590.23	-196,812.36	-207,493.71	-218,602.43	-266,733.37
Income Before Income Taxes		1,000,650.73	844,499.93	896,707.54	949,258.55	1,017,075.81	1,057,344.64	1,115,270.05	1,175,797.68	1,238,747.13	1,511,489.12
Income Tax Expense		-220,143.16	-185,789.98	-197,275.66	-208,836.88	-223,756.68	-232,615.82	-245,359.41	-258,675.49	-272,524.37	-332,527.61
Net Income		780,507.57	658,709.94	699,431.88	740,421.67	793,319.13	824,728.82	869,910.64	917,122.19	966,222.76	1,178,961.51
Depreciación Computo		7,750.00	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33
Depreciación vehículos		22,500.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00
Depreciación Maq, Equip, muebles		173,212.50	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00
Constitución (amortización)		375.00	500.00	500.00	500.00	500.00	125.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor en libros	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo Computo	-31,000.00	0.00	0.00	-11,000.00	0.00	0.00	-11,000.00	0.00	0.00	-11,000.00	0.00
vehiculos	-150,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-150,000.00	0.00	0.00	0.00	-150,000.00
Maq, Equip, muebles	-2,309,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2,309,500.00
Capital de trabajo	-914,621.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capital de trabajo (Recuperación)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	914,621.93
Constitución (amortización)	-2,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,500.00
Valor desecho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,469,833.33
Flujo del proyecto	-3,407,621.93	984,345.07	930,493.28	960,215.21	1,012,205.00	1,065,102.46	935,137.15	1,141,193.97	1,188,405.53	1,226,506.09	2,377,700.11
TASA CAPM	22.54%										
VAN	\$664,566.10										
TIR	27.90%										

Utilizando la CAPM de 22,54% obtenemos un VAN de \$664,566.10 y una TIR de 27,90%

8.6.3 Flujo del proyecto financiado, Análisis TIR y VAN

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA											
CAMPO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Área (ha)		3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
TCH (ton/ha)		86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52
Toneladas/periodo		259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20
Precio Unitario		8.00	8.32	8.65	9.00	9.36	9.73	10.12	10.53	10.95	11.39
Ventas		2,076,369.64	2,159,424.42	2,245,801.40	2,335,633.45	2,429,058.79	2,526,221.14	2,627,269.99	2,732,360.79	2,841,655.22	2,955,321.43
Sales Returns (Reduction)		-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74	-4,152.74
Sales Discounts (Reduction)		-62,291.09	-62,291.09	-62,291.09	-62,291.09	-62,291.09	-62,291.09	-62,291.09	-62,291.09	-62,291.09	-62,291.09
Venta activos fijos computo		0.00	0.00	550.00	0.00	0.00	550.00	0.00	0.00	550.00	0.00
Venta activos fijos vehiculos		0.00	0.00	0.00	0.00	15,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15,000.00
Venta activos fijos maquinarias		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	230,950.00
Ventas Netas		2,009,925.81	2,092,980.59	2,179,907.57	2,269,189.63	2,377,614.96	2,460,327.32	2,560,826.16	2,665,916.96	2,775,761.39	3,134,827.60
Salario directos		-200,250.00	-277,680.00	-288,787.20	-300,338.69	-312,352.24	-324,846.32	-337,840.18	-351,353.79	-365,407.94	-380,024.25
Beneficios Sociales directos		-74,520.00	-103,334.40	-107,467.78	-111,766.49	-116,237.15	-120,886.63	-125,722.10	-130,750.98	-135,981.02	-141,420.26
Comb. Direc.		-91,728.00	-96,314.40	-101,130.12	-106,186.63	-111,495.96	-117,070.76	-122,924.29	-129,070.51	-135,524.03	-142,300.23
Mantenimiento directos		-40,260.00	-61,332.50	-64,400.03	-67,620.88	-71,002.72	-74,553.61	-78,281.99	-82,196.74	-86,307.17	-90,623.08
Suministros cuchillas		-35,880.00	-37,674.00	-39,557.70	-41,535.59	-43,612.36	-45,792.98	-48,082.63	-50,486.76	-53,011.10	-55,661.66
Costo de ventas		-442,638.00	-576,335.30	-601,342.82	-627,448.26	-654,700.42	-683,150.30	-712,851.19	-743,858.77	-776,231.26	-810,029.49
Gross Profit		1,567,287.81	1,516,645.29	1,578,564.75	1,641,741.36	1,722,914.54	1,777,177.01	1,847,974.97	1,922,058.19	1,999,530.13	2,324,798.11
Gastos Operativos											
Salarios indirectos		-64,620.00	-89,606.40	-93,190.66	-96,918.28	-100,795.01	-104,826.81	-109,019.89	-113,380.68	-117,915.91	-122,632.55
Beneficios Sociales indirectos		-24,037.50	-33,332.00	-34,665.28	-36,051.89	-37,493.97	-38,993.73	-40,553.47	-42,175.61	-43,862.64	-45,617.14

Agua		-900.00	-1,260.00	-1,323.00	-1,389.15	-1,458.61	-1,531.54	-1,608.11	-1,688.52	-1,772.95	-1,861.59
Alquiler		-9,000.00	-12,600.00	-13,230.00	-13,891.50	-14,586.08	-15,315.38	-16,081.15	-16,885.21	-17,729.47	-18,615.94
Energía Eléctrica		-1,350.00	-1,890.00	-1,984.50	-2,083.73	-2,187.91	-2,297.31	-2,412.17	-2,532.78	-2,659.42	-2,792.39
Internet		-540.00	-756.00	-793.80	-833.49	-875.16	-918.92	-964.87	-1,013.11	-1,063.77	-1,116.96
Publicidad		-5,175.00	-4,620.00	-4,851.00	-5,093.55	-5,348.23	-5,615.64	-5,896.42	-6,191.24	-6,500.80	-6,825.84
Suministros Oficina		-450.00	-630.00	-661.50	-694.58	-729.30	-765.77	-804.06	-844.26	-886.47	-930.80
Suministros Taller		-630.00	-882.00	-926.10	-972.41	-1,021.03	-1,072.08	-1,125.68	-1,181.96	-1,241.06	-1,303.12
Otros		-810.00	-1,134.00	-1,190.70	-1,250.24	-1,312.75	-1,378.38	-1,447.30	-1,519.67	-1,595.65	-1,675.43
Telefonía Celular y Radios		-5,400.00	-7,560.00	-7,938.00	-8,334.90	-8,751.65	-9,189.23	-9,648.69	-10,131.12	-10,637.68	-11,169.56
Telefonía fija		-675.00	-945.00	-992.25	-1,041.86	-1,093.96	-1,148.65	-1,206.09	-1,266.39	-1,329.71	-1,396.20
Viajes y viáticos		-900.00	-1,260.00	-1,323.00	-1,389.15	-1,458.61	-1,531.54	-1,608.11	-1,688.52	-1,772.95	-1,861.59
Seguros		-66,964.85	-79,752.93	-70,219.40	-61,103.87	-51,570.33	-47,436.80	-38,321.27	-28,787.73	-19,254.20	-10,138.67
Mant. Veh. soporte		-6,390.00	-8,946.00	-9,393.30	-9,862.97	-10,356.11	-10,873.92	-11,417.61	-11,988.50	-12,587.92	-13,217.32
Comb. Indirectos		-19,135.50	-25,260.90	-26,523.95	-27,850.14	-29,242.65	-30,704.78	-32,240.02	-33,852.02	-35,544.62	-37,321.85
Depreciación Computo		-7,750.00	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33	-10,333.33
Depreciación vehículos		-22,500.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00
Depreciación Maq, Equip, muebles		-173,212.50	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00	-230,950.00
Constitución (amortización)		-375.00	-500.00	-500.00	-500.00	-500.00	-125.00				
Intereses Prest. Activos Fijos		-98,328.53	-123,310.63	-113,642.68	-103,072.67	-91,516.42	-78,881.94	-65,068.60	-49,966.42	-33,455.15	-15,403.30
Intereses Prest. Capital de Trabajo		-23,398.59	-1,994.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor en libros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Gastos de operación		-532,542.47	-667,523.46	-654,632.44	-643,617.69	-631,581.10	-623,890.74	-610,706.85	-596,377.09	-581,093.70	-565,163.59
Income Before Income Taxes		1,034,745.33	849,121.84	923,932.30	998,123.67	1,091,333.44	1,153,286.27	1,237,268.12	1,325,681.10	1,418,436.43	1,759,634.52
Participación de trabajadores		-155,211.80	-127,368.28	-138,589.85	-149,718.55	-163,700.02	-172,992.94	-185,590.22	-198,852.16	-212,765.46	-263,945.18
Income Before Income Taxes		879,533.53	721,753.56	785,342.46	848,405.12	927,633.42	980,293.33	1,051,677.90	1,126,828.93	1,205,670.96	1,495,689.35

Impuesto a la renta		-193,497.38	-158,785.78	-172,775.34	-186,649.13	-204,079.35	-215,664.53	-231,369.14	-247,902.37	-265,247.61	-329,051.66
Net Income		686,036.16	562,967.78	612,567.12	661,756.00	723,554.07	764,628.80	820,308.76	878,926.57	940,423.35	1,166,637.69
Depreciación Computo		7,750.00	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33	10,333.33
Depreciación vehículos		22,500.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00
Depreciación Maq, Equip, muebles		173,212.50	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00	230,950.00
Constitución (amortización)		375.00	500.00	500.00	500.00	500.00	125.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor en libros	\$-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo Computo	\$-31,000.00	0.00	0.00	-11,000.00	0.00	0.00	-11,000.00	0.00	0.00	-11,000.00	0.00
vehiculos	\$-150,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-150,000.00	0.00	0.00	0.00	-150,000.00
Maq, Equip, muebles	\$-2,309,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2,309,500.00
Capital de trabajo	\$-914,576.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capital de trabajo recuperado	\$-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	914,621.93
Constitución (amortización)	\$-2,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,500.00
Valor desecho	\$-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,469,833.33
Préstamo AF	\$1,495,800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Préstamo Capital Trabajo	\$550,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Amortización Prest. AF		-71,867.66	-103,617.62	-113,285.57	-123,855.59	-135,411.83	-148,046.32	-161,859.65	-176,961.83	-193,473.10	-211,524.95
Amortización Prest. C.T		-408,521.04	-141,978.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flujo del inversionista	(\$1,361,277)	409,484.95	589,154.53	760,064.88	809,683.74	859,925.57	726,990.81	929,732.44	973,248.07	1,007,233.58	2,153,851.34
TASA CAPM	22.54%										
VAN	\$2,276,631.80										
TIR	46.53%										

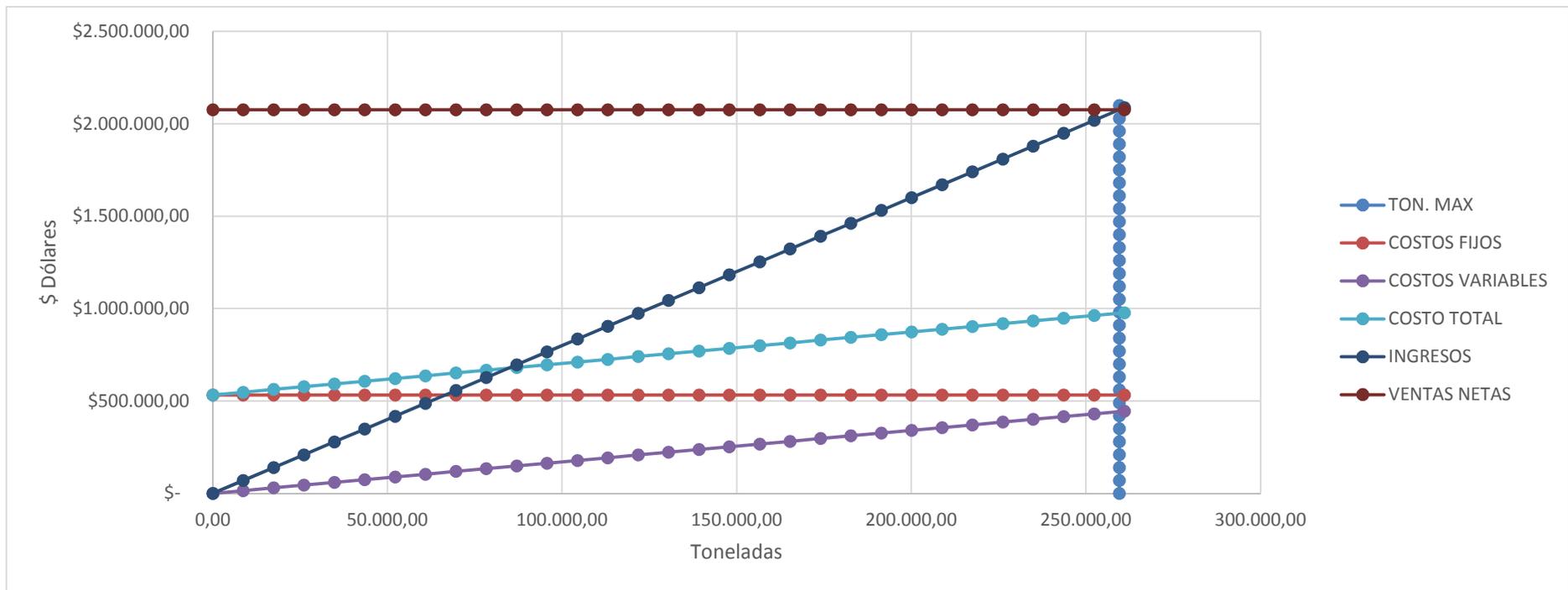
Tanto en el caso del flujo de la empresa y el flujo de los accionistas el VAN encontrado es positivo, lo que nos indica que una vez descontada la inversión inicial y obtenida la rentabilidad deseada hay un excedente y por tanto el proyecto se considera rentable. Igualmente, la TIR obtenida para el caso del flujo puro y el flujo financiado es superior al CAPM lo que indica que proyecto rinde más que lo que requieren los inversionistas.

8.7 Análisis de punto de equilibrio

Tabla 31: Punto de Equilibrio y Costos variables versus costos fijos.

CAMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos variables	442,638.00	576,335.30	601,342.82	627,448.26	654,700.42	683,150.30	712,851.19	743,858.77	776,231.26	810,029.49
Toneladas/periodo	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20	259,546.20
Costo Variable Unitario	\$1.71	\$2.22	\$2.32	\$2.42	\$2.52	\$2.63	\$2.75	\$2.87	\$2.99	\$3.12
Precio de venta	\$8.00	\$8.32	\$8.65	\$9.00	\$9.36	\$9.73	\$10.12	\$10.53	\$10.95	\$11.39
Margen de contribución	\$6.29	\$6.10	\$6.34	\$6.58	\$6.84	\$7.10	\$7.38	\$7.66	\$7.96	\$8.27
Costos fijos	\$532,542.47	\$667,523.46	\$654,632.44	\$643,617.69	\$631,581.10	\$623,890.74	\$610,706.85	\$596,377.09	\$581,093.70	\$565,163.59
Punto de Equilibrio (ton)	84,603.48	109,439.94	103,321.16	97,792.98	92,385.21	87,857.98	82,796.22	77,841.21	73,021.65	68,375.81
Ventas Netas	2,076,369.64	2,159,424.42	2,245,801.40	2,335,633.45	2,429,058.79	2,526,221.14	2,627,269.99	2,732,360.79	2,841,655.22	2,955,321.43
Punto de Equilibrio (\$)	\$676,827.82	\$910,540.31	\$894,017.33	\$880,030.46	\$864,621.07	\$855,141.30	\$838,109.08	\$819,469.81	\$799,481.36	\$778,560.73
Punto de Equilibrio (%)	33%	42%	40%	38%	36%	34%	32%	30%	28%	26%
% Costos fijos	55%	54%	52%	51%	49%	48%	46%	44%	43%	41%
% Costos variables	45%	46%	48%	49%	51%	52%	54%	56%	57%	59%

Elaboración: Los autores.



Aplicando las respectivas fórmulas se halla que el punto de equilibrio en el año 1 es de \$2,076,369.64 y que corresponde a 84,594.84 toneladas. El proyecto hace uso de un apalancamiento tanto financiero como operativo, lo que ayuda a tener un margen amplio de maniobra, ya que la tasa de rendimiento requerida es sumamente alta.

8.8 Análisis de costos unitarios

Tabla 32: Análisis de costos unitarios.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas	\$8.00	\$8.32	\$8.65	\$9.00	\$9.36	\$9.73	\$10.12	\$10.53	\$10.95	\$11.39

Devoluciones en ventas	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02
Descuentos En ventas	\$-0.16	\$-0.17	\$-0.17	\$-0.18	\$-0.19	\$-0.19	\$-0.20	\$-0.21	\$-0.22	\$-0.23
Venta activos fijos computo	\$-	\$-	\$0.00	\$-	\$-	\$0.00	\$-	\$-	\$0.00	\$-
Venta activos fijos vehículos	\$-	\$-	\$-	\$-	\$0.06	\$-	\$-	\$-	\$-	\$0.06
Venta activos fijos maquinarias	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$0.89
Ventas Netas	\$7.82	\$8.14	\$8.47	\$8.80	\$9.21	\$9.52	\$9.90	\$10.30	\$10.72	\$12.09
Salario directos	\$-0.77	\$-1.07	\$-1.11	\$-1.16	\$-1.20	\$-1.25	\$-1.30	\$-1.35	\$-1.41	\$-1.46
Beneficios Sociales directos	\$-0.29	\$-0.40	\$-0.41	\$-0.43	\$-0.45	\$-0.47	\$-0.48	\$-0.50	\$-0.52	\$-0.54
Comb. Direc.	\$-0.35	\$-0.37	\$-0.39	\$-0.41	\$-0.43	\$-0.45	\$-0.47	\$-0.50	\$-0.52	\$-0.55
Mantenimiento directos	\$-0.16	\$-0.24	\$-0.25	\$-0.26	\$-0.27	\$-0.29	\$-0.30	\$-0.32	\$-0.33	\$-0.35
Suministros cuchillas	\$-0.14	\$-0.15	\$-0.15	\$-0.16	\$-0.17	\$-0.18	\$-0.19	\$-0.19	\$-0.20	\$-0.21
Costo de ventas	\$-1.71	\$-2.22	\$-2.32	\$-2.42	\$-2.52	\$-2.63	\$-2.75	\$-2.87	\$-2.99	\$-3.12
Utilidad bruta	\$6.12	\$5.92	\$6.15	\$6.39	\$6.69	\$6.89	\$7.16	\$7.44	\$7.73	\$8.97
Gastos Operativos										
Salarios indirectos	\$-0.25	\$-0.35	\$-0.36	\$-0.37	\$-0.39	\$-0.40	\$-0.42	\$-0.44	\$-0.45	\$-0.47
Beneficios Sociales indirectos	\$-0.09	\$-0.13	\$-0.13	\$-0.14	\$-0.14	\$-0.15	\$-0.16	\$-0.16	\$-0.17	\$-0.18
Agua	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01
Alquiler	\$-0.03	\$-0.05	\$-0.05	\$-0.05	\$-0.06	\$-0.06	\$-0.06	\$-0.07	\$-0.07	\$-0.07

Energía Electrica	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01
Internet	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00
Publicidad	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.02	\$-0.03	\$-0.03
Suministros Oficina	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00
Suministros Taller	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.01
Otros	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01
Telefonía Celular y Radios	\$-0.02	\$-0.03	\$-0.03	\$-0.03	\$-0.03	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04
Telefonía fija	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.01	\$-0.01
Viajes y viáticos	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01	\$-0.01
Seguros	\$-0.26	\$-0.31	\$-0.27	\$-0.24	\$-0.20	\$-0.18	\$-0.15	\$-0.11	\$-0.07	\$-0.04
Mant. Veh. soporte	\$-0.02	\$-0.03	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.05	\$-0.05	\$-0.05
Comb. Indirectos	\$-0.07	\$-0.10	\$-0.10	\$-0.11	\$-0.11	\$-0.12	\$-0.12	\$-0.13	\$-0.14	\$-0.14
Depreciación Computo	\$-0.03	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04	\$-0.04
Depreciación vehículos	\$-0.09	\$-0.12	\$-0.12	\$-0.12	\$-0.12	\$-0.12	\$-0.12	\$-0.12	\$-0.12	\$-0.12
Depreciación Maq, Equip, muebles	\$-0.67	\$-0.89	\$-0.89	\$-0.89	\$-0.89	\$-0.89	\$-0.89	\$-0.89	\$-0.89	\$-0.89
Constitución (amortización)	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-0.00	\$-	\$-	\$-	\$-
Valor en libros	\$-	\$-	\$-0.00	\$-	\$-	\$-0.00	\$-	\$-	\$-0.00	\$-
Total Gastos Operación	\$-1.58	\$-2.09	\$-2.08	\$-2.08	\$-2.08	\$-2.10	\$-2.10	\$-2.11	\$-2.11	\$-2.12
Income before income taxes	\$4.54	\$3.83	\$4.07	\$4.30	\$4.61	\$4.79	\$5.06	\$5.33	\$5.62	\$6.85
Participación de trabajadores	\$-0.68	\$-0.57	\$-0.61	\$-0.65	\$-0.69	\$-0.72	\$-0.76	\$-0.80	\$-0.84	\$-1.03

Income Before Income Taxes	\$3.86	\$3.25	\$3.46	\$3.66	\$3.92	\$4.07	\$4.30	\$4.53	\$4.77	\$5.82
Income tax expense	\$-0.85	\$-0.72	\$-0.76	\$-0.80	\$-0.86	\$-0.90	\$-0.95	\$-1.00	\$-1.05	\$-1.28
Net Income per ton	\$3.01	\$2.54	\$2.70	\$2.85	\$3.06	\$3.18	\$3.35	\$3.53	\$3.72	\$4.54

Elaboración: Los autores.

Este análisis les ha permitido a los autores identificar cuáles son los mayores costos directos e indirectos. En el caso de los costos directos se encuentra que los salarios del personal directo y sus beneficios sociales son los mayores, y en el caso de los costos indirectos la depreciación de la maquinaria y equipo es el mayor costo.

Tabla 33: Análisis porcentual vertical

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas	\$8.00	\$8.32	\$8.65	\$9.00	\$9.36	\$9.73	\$10.12	\$10.53	\$10.95	\$11.39
Devoluciones en ventas	-0.20%	-0.19%	-0.18%	-0.18%	-0.17%	-0.16%	-0.16%	-0.15%	-0.15%	-0.14%
Descuentos En ventas	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Venta activos fijos computo	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%
Venta activos fijos vehículos	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.62%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.51%
Venta activos fijos maquinarias	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.81%
Ventas Netas	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Salario directos	9.86%	13.15%	13.14%	13.15%	13.06%	13.14%	13.14%	13.14%	13.14%	12.11%
Beneficios Sociales directos	3.67%	4.89%	4.89%	4.89%	4.86%	4.88%	4.89%	4.89%	4.88%	4.50%
Comb. Direc.	4.52%	4.56%	4.60%	4.65%	4.66%	4.74%	4.78%	4.83%	4.87%	4.53%
Mantenimiento directos	1.98%	2.90%	2.93%	2.96%	2.97%	3.02%	3.05%	3.07%	3.10%	2.89%
Suministros cuchillas	1.77%	1.78%	1.80%	1.82%	1.82%	1.85%	1.87%	1.89%	1.91%	1.77%
Costo de ventas	21.79%	27.28%	27.36%	27.46%	27.37%	27.63%	27.73%	27.82%	27.90%	25.81%
Utilidad bruta	78.21%	72.72%	72.64%	72.54%	72.63%	72.37%	72.27%	72.18%	72.10%	74.19%
Gastos Operativos										
Salarios indirectos	3.18%	4.24%	4.24%	4.24%	4.22%	4.24%	4.24%	4.24%	4.24%	3.91%

Beneficios Sociales indirectos	1.18%	1.58%	1.58%	1.58%	1.57%	1.58%	1.58%	1.58%	1.58%	1.45%
Agua	0.04%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%
Alquiler	0.44%	0.60%	0.60%	0.61%	0.61%	0.62%	0.63%	0.63%	0.64%	0.59%
Energía Electrica	0.07%	0.09%	0.09%	0.09%	0.09%	0.09%	0.09%	0.09%	0.10%	0.09%
Internet	0.03%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%
Publicidad	0.25%	0.22%	0.22%	0.22%	0.22%	0.23%	0.23%	0.23%	0.23%	0.22%
Suministros Oficina	0.02%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%
Suministros Taller	0.03%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%
Otros	0.04%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.05%
Telefonía Celular y Radios	0.27%	0.36%	0.36%	0.36%	0.37%	0.37%	0.38%	0.38%	0.38%	0.36%
Telefonía fija	0.03%	0.04%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.04%
Viajes y viaticos	0.04%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%
Seguros	3.30%	3.78%	3.20%	2.67%	2.16%	1.92%	1.49%	1.08%	0.69%	0.32%
Mant. Veh. soporte	0.31%	0.42%	0.43%	0.43%	0.43%	0.44%	0.44%	0.45%	0.45%	0.42%
Comb. Indirectos	0.94%	1.20%	1.21%	1.22%	1.22%	1.24%	1.25%	1.27%	1.28%	1.19%
Depreciación Computo	0.38%	0.49%	0.47%	0.45%	0.43%	0.42%	0.40%	0.39%	0.37%	0.33%
Depreciación vehiculos	1.11%	1.42%	1.37%	1.31%	1.25%	1.21%	1.17%	1.12%	1.08%	0.96%
Depreciación Maq, Equip, muebles	8.53%	10.93%	10.51%	10.11%	9.66%	9.34%	8.98%	8.64%	8.30%	7.36%
Constitución (amortización)	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Valor en libros	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Total Gastos Operación	20.23%	25.67%	24.62%	23.66%	22.58%	22.04%	21.22%	20.44%	19.69%	17.52%

Income before income taxes	57.98%	47.05%	48.02%	48.89%	50.04%	50.33%	51.05%	51.75%	52.41%	56.67%
Participación de trabajadores	8.70%	7.06%	7.20%	7.33%	7.51%	7.55%	7.66%	7.76%	7.86%	8.50%
Income Before Income Taxes	49.28%	39.99%	40.82%	41.55%	42.54%	42.78%	43.39%	43.98%	44.55%	48.17%
Income tax expense	10.84%	8.80%	8.98%	9.14%	9.36%	9.41%	9.55%	9.68%	9.80%	10.60%
Net Income per ton	38.44%	31.19%	31.84%	32.41%	33.18%	33.37%	33.85%	34.31%	34.75%	37.57%

Elaboración: Los autores

De manera similar al punto anterior el análisis vertical porcentual permite hallar que los mayores costos directos son los beneficios de personal y sus salarios representan un 13,3% el año 1, y las depreciaciones y amortizaciones representan un 10.04% del total de costos.

9 ANÁLISIS DE RIESGOS

9.1 Comercial

Los riesgos comerciales que los autores han detectado en el presente proyecto son:

- Precios volátiles, en el mercado internacional del azúcar que impactan al mercado nacional, mermando las utilidades de los Ingenios Azucareros.
- Volatilidad de las divisas de países vecinos, que en el caso de las devaluaciones como las ocurridas entre los años 2014 y 2016, impactaron grandemente al sector.
- Volatilidad de los precios de los combustibles, cuando los precios del petróleo están por encima del 30% del precio del etanol, este se vuelve muy atractivo comercialmente, pero en las actuales circunstancias de precios bajos del barril de petróleo el etanol depende mucho de los subsidios gubernamentales para permanecer en el mercado.

9.2 Técnicos

Entre los principales riesgos inherentes al presente proyecto, se pueden considerar los siguientes:

- Dificultad para implementar la cosecha mecanizada en terrenos con demasiada irregularidad y con canales de riego ubicados de forma que impidan el acceso de la maquinaria al predio. Esto es, la cosecha mecanizada debe ser pensada desde la siembra y preparación del terreno, con detalles como el espaciamiento correcto de las hileras, la longitud de las líneas y la siembra de variedades que tiendan a ser erectas, factores que no son tan significativos en la cosecha manual (Solano, Ponciano, Azevedo, & Souza, 2017).
- La excesiva parcelación de algunos productores, esto es ya que algunos cañicultores tienen sus cultivos de caña intercalados en sembríos de banano, cacao, etc., lo que dificulta el traslado de la maquinaria de una parcela a otra y no permite que se alcance la eficiencia esperada de la cosechadora al tener que usar demasiado tiempo en el alcanzar la parcela y hacer los trabajos necesarios para iniciar la cosecha, sumado a que algunas parcelas tienen tamaños demasiado pequeños para hacer rentable la operación.
- Dependencia del clima, ya que el peso de la maquina no permite operar en condiciones de humedad excesiva, se limita su operación en condiciones de lluvia o garúa.

9.3 Legales

- Algunas legislaciones en otros países y también en Ecuador, consideran la operación de cosecha de caña, parte de la responsabilidad absoluta de

los ingenios por eso consideran que no puede ser entregada esta operación a terceros, por eso el proyecto de los autores, se ha planteado a realizarse únicamente en los terrenos de cañicultores mientras el gobierno defina a esta operación de cosecha como un servicio técnico especializada eliminando así el riesgo de ser considerada una tercerización de la operación de los Ingenios.

- Algunos estados de Australia y otros países están estudiando la posibilidad de prohibir trabajos agrícolas de cosecha en turnos nocturnos por los riesgos de seguridad a los trabajadores, de aprobarse una legislación similar en Ecuador afectaría enormemente el flujo estimado del negocio (Rossi Rocha, Palucci Marziale, & Hong, 2010).
- El precio que pagan los Ingenios en Ecuador por la caña a cañicultores está reglamentado por el Consejo Consultivo de Caña, existe el riesgo de que el precio impuesto sea demasiado elevado que impacte el flujo de los Ingenios y por ende su riesgo de pago a proveedores.

9.4 Laborales

Entre los riesgos laborales que presenta el proyecto se incluyen:

- Grandes dificultades para encontrar personal calificado y bien entrenado y con amplia experiencia tanto para la operación como para el mantenimiento y cuidado de la maquinaria.
- Al existir poca mano de obra especializada hay un riesgo de que por la ley de la oferta y la demanda estos trabajadores escasos comiencen a exigir una mayor remuneración que escaparía de lo pronosticado en el presente proyecto.

9.5 Sociales

Hay una posibilidad de que la disminución del requerimiento de mano de obra causado por el reemplazo de los zafreros de corte manual por la maquinaria llegue a causar malestar entre los miembros del gremio y que puedan llegar a producirse huelgas y manifestaciones que puedan provocar paralizaciones del trabajo o incluso una terminación anticipada del contrato.

9.6 Financieros

Los autores haciendo uso del software RISK y suponiendo los valores de las entradas como se muestra en la Tabla 36 y Tabla 37 del APENDICE 2, mediante la simulación matemática, se evaluaron 5000 escenarios, se obtuvo un nivel de confianza de 95% de que el proyecto obtendría un VAN \$961.777,96 con un coeficiente de variación de 66,81%, los resultados obtenidos están presentados en la Tabla 34.

Tabla 34: Resultados estadísticos del modelo de previsión del VAN

ESTADISTICO	VALORES
Mínimo	(\$931,386.41)
Máximo	\$3,678,829.18
Media	\$961,777.96
IC: 90%	± \$14,950.65
Moda	\$977,759.35
Mediana	\$936,490.96
Desv Est	\$642,594.99
Asimetría	0.2814
Curtosis	3.2371
Coeficiente de variación	0.668132372
Valores	5000
Errores	0
Filtrados	0
Izquierda X	(\$52,356.35)
Izquierda P	5.00%
Derecha X	\$2,076,875.16
Derecha P	95.00%
Dif X	\$2,129,231.52
Dif P	90.00%

De las Figura 39 y Figura 40 se encuentra que existe una probabilidad de 95% de obtener un VAN positivo.

Figura 39: Distribución de probabilidades del VAN

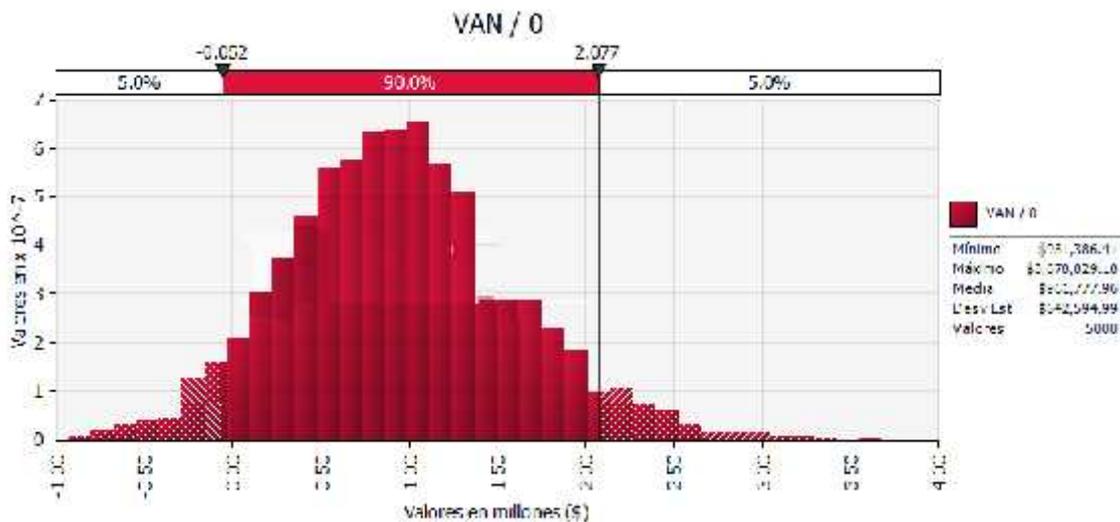


Figura 40: Distribución acumulada de probabilidades del VAN.

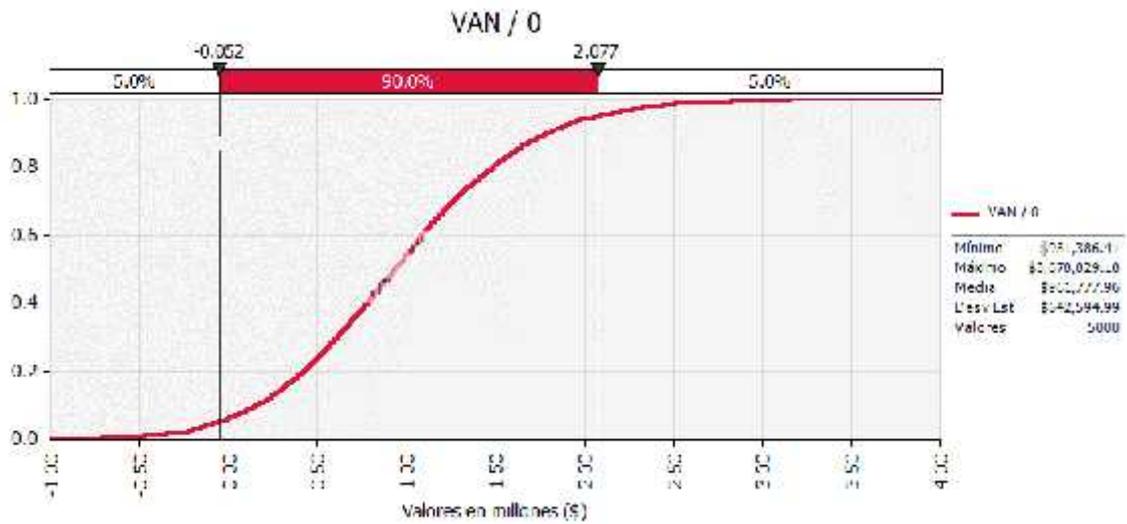
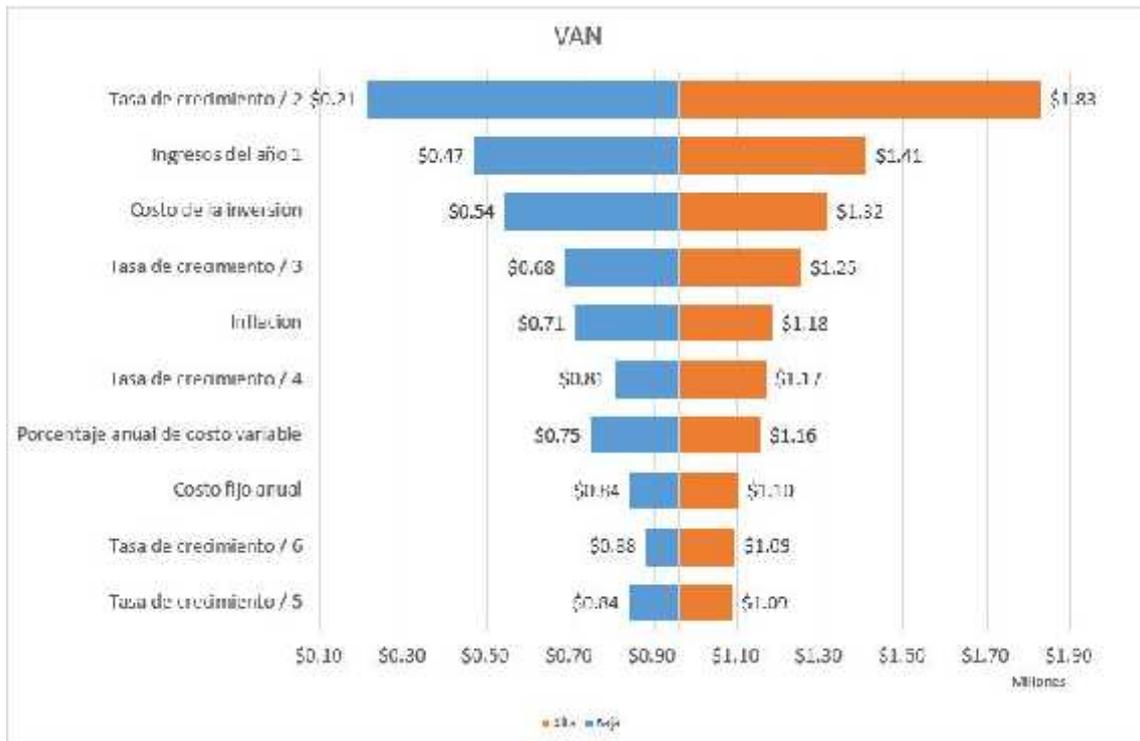


Figura 41: Sensibilidad del VAN a diferentes factores



En la Figura 41 se observan los principales factores que afectan el VAN, siendo los principales el crecimiento esperado en el precio del servicio y los ingresos en el año 1, así como el costo de la inversión entre los tres principales.

Con respecto a la TIR, mediante la simulación realizada, se obtuvo una media de 29,99% con un coeficiente de variación de 16%.

Tabla 35: Resultados estadísticos del modelo de previsión de la TIR

ESTADISTICO	VALORES
Mínimo	13.59%
Máximo	45.33%
Media	29.99%
IC: 90%	± 0.110%
Moda	31.23%
Mediana	30.07%
Desv Est	4.73%
Asimetría	-0.0722
Curtosis	3.1051
Coefficiente de variación	0.16
Valores	5000
Errores	0
Filtrados	0
Izquierda X	22.07%
Izquierda P	5.00%
Derecha X	37.62%
Derecha P	95.00%
Dif X	15.54%
Dif P	90.00%

De la Figura 42 y Figura 43 se aprecia que hay un 95% de probabilidades de que la TIR sea positiva.

Figura 42: Distribución de probabilidades de la TIR.

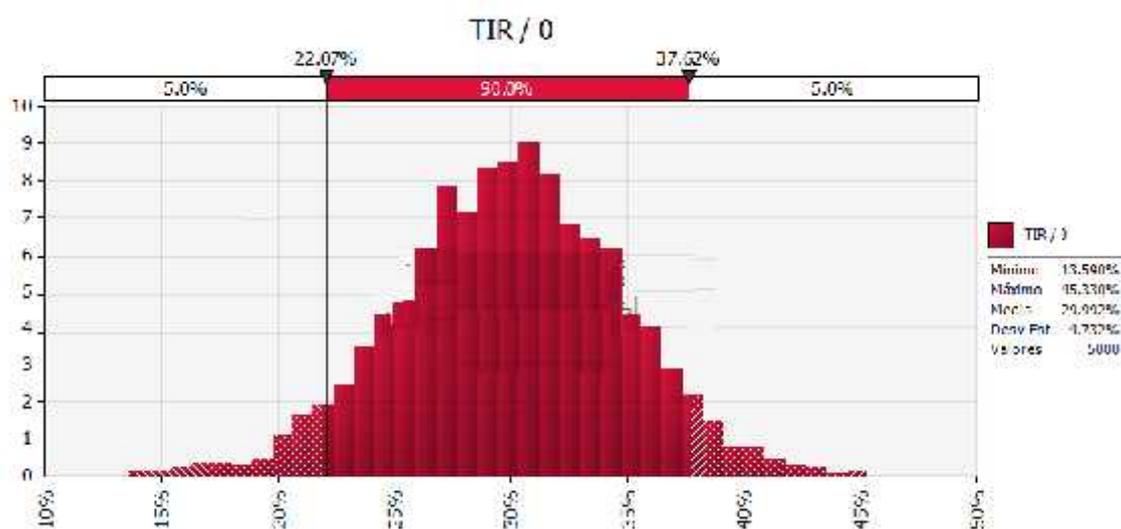


Figura 43: Distribución acumulada de probabilidades de la TIR.

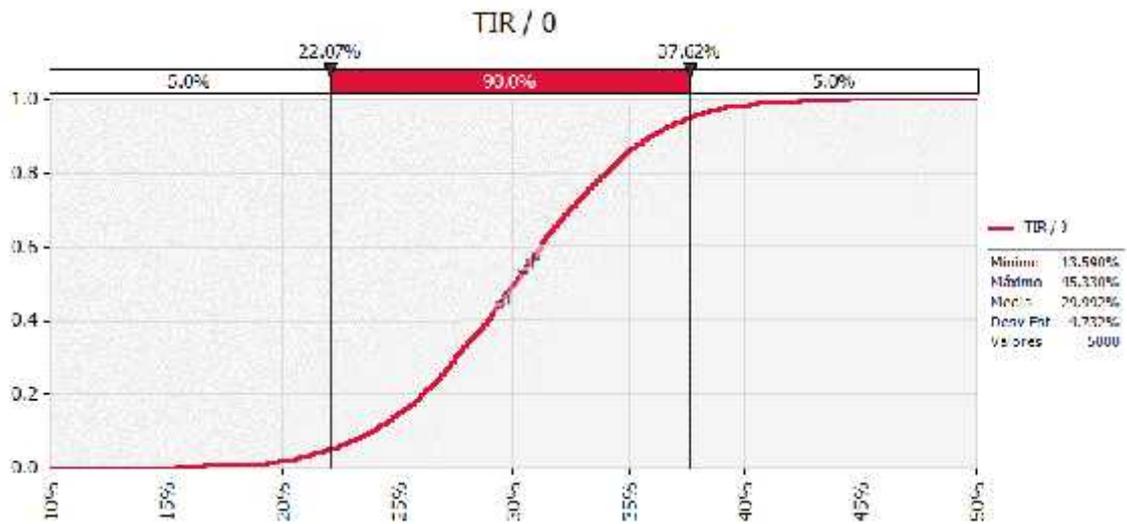
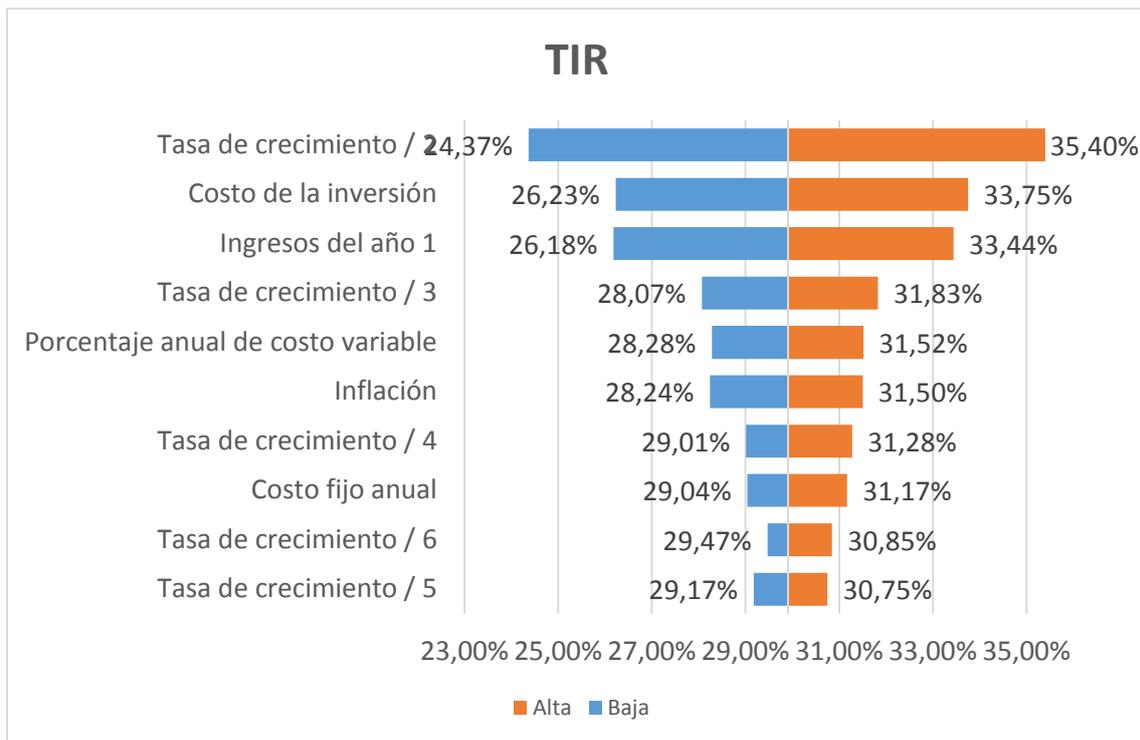


Figura 44: Sensibilidad de la TIR a diferentes factores



Como era de esperarse se encuentra que los mismos factores que influyen mayormente al VAN son los que afectan a la TIR.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones

De acuerdo a las estadísticas del Banco Central del Ecuador (BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, 2016), el aporte de la agricultura al Producto Interno Bruto fue en el año 2015 de \$ 8.451,80 millones de dólares, lo que corresponde a un 8,44% del PIB y emplea un 29,30% siendo la rama que más aporta a la composición de empleados sin embargo, en la composición de empleo pleno esta actividad solamente alcanza el 10,9%, todos estos datos indican que existe un alto grado de ineficiencia e informalidad en el sector agrícola. Este proyecto se plantea como un esfuerzo para impulsar el sector agrícola, específicamente en el sector azucarero brindando eficiencia y formalidad al sector.

Los Ingenios azucareros se enfrentan a la dificultad de conseguir mano de obra para las operaciones de cosecha manual, debido a que las nuevas generaciones prefieren estudiar universidad o buscar trabajo en la ciudad en lugar de dedicarse a las labores de zafra como lo hacían sus antepasados, adicionalmente ordenanzas municipales impiden la quema de caña en la cercanía de los centros poblados lo que es imprescindible para iniciar el corte manual, por estas y otras razones los Ingenios azucareros se han visto en la necesidad de acelerar el proceso de mecanización de la cosecha de caña de azúcar.

Luego de analizar las diferentes variables que se han planteado para llevar a cabo el proyecto de servicio de cosecha mecanizada de caña de azúcar. Los resultados obtenidos permiten concluir lo siguiente:

- Se necesitan 3 máquinas cosechadoras de caña para trabajar en las 3.000 ha que se han considerado para operar.
- Para financiar el proyecto se ejecutarán dos créditos uno para los activos fijos y uno para el capital de trabajo. El primero con un monto de \$ 1'495.800,00 a una tasa de 9,33% y el segundo con un monto de \$ 550.500,00 a una tasa de 8,74%.
- El análisis financiero del proyecto sin financiamiento nos muestra que se obtiene un VAN de \$665.566,01 a una tasa de descuento de 22,54% y una TIR de 27,90%.
- Realizando el análisis financiero con financiamiento obtenemos un VAN de \$ 2'276.631,80 a una tasa WACC de 12,67% y una TIR 46.54%.

Por tanto, el análisis financiero demuestra que es una idea de negocio viable a pesar de que haya aspectos externos que puedan debilitar su rendimiento económico.

El tiempo de recuperación de la inversión, es de, 2,32 años en el caso del proyecto financiado y de 3,5 años en el caso de proyecto auto financiado.

El análisis de riesgo financiero realizado con la herramienta RISK permite evidenciar que los principales factores que pueden afectar el rendimiento del proyecto son la tasa de crecimiento proyectada para el precio, los ingresos en el año 1, y el costo de la inversión en activos fijos.

10.2 Recomendaciones

La empresa deberá procurar mantener los gastos operativos bajos para poder subsistir, sin descuidar el adecuado mantenimiento preventivo de la maquinaria ya que esta está presupuestada que dure 10 años, además de cumplir con los parámetros de trabajo adecuados para mantener satisfecho al cliente y al usuario del servicio.

Realizar investigaciones de mercado de otros segmentos donde pudiera existir demanda de servicios de mecanización agrícola, como cultivos de Maíz, Soya, o la cosecha de biomasa para generación de energía, que permitan utilizar la capacidad operativa de la empresa.

Efectuar capacitaciones de actualización al personal técnico de la empresa, para mantener una diferenciación en la asesoría técnica que brinda la empresa en sus servicios.

Finalmente, es sugerencia de los autores ampliar el estudio por parte de los Ingenios en que puedan cuantificar los beneficios de liberar ingentes recursos que al momento se utilizan en la operación de cosecha, una operación que no agrega valor a su proceso y que por el contrario pueda utilizarse en mejorar sus procesos operativos que si generan valor como el cultivo de la caña, la molienda y la investigación en nuevas variedades de caña.

11 BIBLIOGRAFÍA

- American Sugar Cane League. (2017). *American Sugar Cane League: Louisiana*. Obtenido de <http://www.amscl.org/Blog/BlogDetail.aspx?p1=2088&p2=281&p6=0&p7=3000&p8=>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (06 de Abril de 2016). Obtenido de <http://www.asambleanacional.gob.ec/es/noticia/42743-empresarios-construtores-y-productores-presentan>
- Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar. (2007). Mecanización de la cosecha de azúcar. *Tecnicaña*.
- Banco Central del Ecuador. (2016). Estadística, Sector Externo.
- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. (2016). *PRODUCTO INTERNO BRUTO POR INDUSTRIA*. QUITO: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR.
- Beckwith, C. A. (7 de Noviembre de 1995). *Beckwith Patente n° 5463856*.
- Bernhart, H., Pillay, V., & Simpson, A. (2000). Impacts of greencane harvesting on sugar factory operation at Sezela. En *Ann. Cong. South African Sugar Tech. Assoc. (SASTA)* (págs. 369-372).
- Boeniger, M. F., Fernback, J., Hartle, R., Hawkins, M., & Sinks, T. (1991). Exposure Assessment of Smoke and Biogenic Silica Fibers During Sugar Cane Harvesting in Hawaii. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 6(1), 59-66.
- Braunbeck, O., Bauen, A., Rosillo-Calle, F., & Cortez, L. (1999). Prospects for green cane harvesting and cane residue use in Brazil. En *Biomass and Bioenergy* (6 ed., Vol. 17, págs. 495-506). Elsevier.
- Brealey, R., & Myers, S. (1993). *Fundamentos de financiación empresarial*. Madrid: McGraw-Hill.
- Cançado, J. E., Saldiva, P. H., Pereira, L. A., Lara, L. B., Artaxo, P., Martinelli, L. A., . . . Braga, A. L. (Mayo de 2006). The Impact of Sugar Cane–Burning Emissions on the Respiratory System of Children and the Elderly. *Environmental Health Perspectives*, 114(5), 725-729.
- Cansee, S. (2010). A Study of Sugarcane Leaf-Removal Machinery during Harvest. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(1), 186-188.
- CASE IH . (2017). *CASE IH*. Obtenido de <https://www.caseih.com/latam/es-latam/productos/cosechadoras/ca%C3%B1a-de-az%C3%BAcar/a8800>
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar en el Ecuador (CINCAE). (2014). Informe Anual 214.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar en el Ecuador (CINCAE). (2016). *Informe anual 2015*.
- Cerri, C., & Cerri, C. (2007). Seqüestro de carbono em solos na América Latina. *Boletim Informativo SBC*, 32, 40-44.
- Condon, E. (2011). A Visualization Model Based on Adjacency Data. *Decision Support Systems*, 349-362.
- Deepchand, K. (1986). Characteristics, present use and potential of sugar cane tops and leaves. En *Agricultural Wastes* (2 ed., Vol. 15, págs. 139-148). Elsevier.
- Deere & Company. (2011). Chairman's message: Performance stages strong rebound; company sets ambitious course for future. Moline, Ill: Deere & Company World Headquarters.

- Dinardo-Miranda, L. L., & Fracasso, J. V. (15 de Marzo de 2013). Sugarcane straw and the populations of pests and nematodes. *Scientia Agricola*, 70(5), 305-310.
- Dines, G., Rae, S. M., & Henderson, C. (2012). Sugarcane Harvest and Transport Management: A proven whole-of-systems approach that delivers least cost and maximum productivity. *Proceedings Australian Sugar Cane Technologists*, 34.
- Eiland, & Clayton. (1983). *Unburned and burned sugarcane harvesting in Florida*. ASAE.
- El Comercio, Noticias*. (18 de Diciembre de 2014). Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/aumentar-produccion-etanol-biocombustible-ecuador.html>
- El Universo, Noticias*. (13 de Junio de 2011). Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2011/06/14/1/1356/cosecha-cana-maquinaria-menos-zafreros-III.html>
- El Universo, Noticias*. (Julio de 2015). Obtenido de <http://www.eluniverso.com/noticias/2015/07/13/nota/5016517/trabajador-agricola-recibira-2141-dia>
- El Universo, Noticias*. (Septiembre de 2016). Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2006/09/16/0001/18/9CD803E95C584DC192BFEFD6F4A36EBA.html>
- Expreso, Noticias*. (Julio de 2016). Obtenido de <http://expreso.ec/economia/ecuador-exportara-su-excedente-de-azucar-GK518778>
- FAOSTAT. (2016).
- Galdos, M. V., Cerri, C. C., & Cerri, C. E. (15 de Noviembre de 2009). Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil. *Geoderma*, 153(3-4), 347-352.
- Galvis Mantilla, D. E. (2010). Los Sistemas de Corte Mecanizado de Caña de Azúcar. Equipos de Cosecha. *Tecnicaña*(26).
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Milagro. (2012). Ordenanza Municipal No. GADMM # 3-2012.
- Goldemberg, J., Teixeira, S. C., & Guardabassi, P. (7 de Abril de 2008). The sustainability of ethanol production from sugarcane. *Energy Policy*, 2086-2097.
- Grisales Serrano, J. A. (2006). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CORTE MANUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO DE CAUCA. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
- Hassuani, S. J., Lima Verde, L. M., & de Carvalho, M. I. (2005). Biomass power generation sugar cane bagasse and trash. (U. N. Centro de Tecnologia Canavieira, Ed.) *Report of Programa das Nacoes Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)*.
- Higgins, A. J., & Muchow, R. C. (2003). Assessing the potential benefits of alternative cane supply arrangements in the Australian sugar industry. *Agricultural Systems*, 76(2), 623-638.
- Humbert, R. P. (1968). *The Growing of Sugar Cane*. Elsevier.
- INEC. (2014). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria*.
- INEC. (2017). *Encuesta nacional de empleo, desempleo y subempleo*. INEC. Quito: INEC.

- Jakeway, L. A. (2013). Application of cane and forage harvesters for biomass fuel recovery. *ASABE Paper No. 701P1103e*. St. Joseph, Mich: ASAE.
- JOHN DEERE & COMPANY. (2016). Brochure Cosechadora de Caña de Azúcar CH570.
- JOHN DEERE & COMPANY. (2016). MANUAL DEL OPERADOR COSECHADORA DE CAÑA DE AZÚCAR. *MANUAL DEL OPERADOR COSECHADORA DE CAÑA DE AZÚCAR*. USA.
- Kerr, B., & Blyth, K. (1993). *They're All Half Crazy: 100 Years of Mechanical Cane Harvesting*. Brisbane, Australia: Cangrowers.
- King, N. J. (Junio de 1969). Historical review of sugarcane mechanisation in Australia. *Proceedings of the South African Sugar Technologist Association*, 93-98.
- King, N. J., Montgomery, R. W., & Hughes, C. G. (1953). *Manual of cane-growing*. Sidney: Angus and Robertson.
- Kroes, S., & Harris, H. D. (1994). Effects of cane harvester basecutter parameters on the quality of cut. *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists*.
- Lionnet, G. R. (1986). Post-harvest deterioration of whole stalk. En *Proceedings of the South African Sugar Technologists Association* (págs. 52-57).
- Lopez, A., & Bustos, J. (2016). cosecha mecanizada.
- Loyola, W. (2010). Modelo del Entorno Organizacional .
- Ma, S., Karkee, M., Scharf, P., & Zhang, Q. (2014). Sugarcane harvester technology: a critical overview. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 30(5), 727-739.
- MAGAP. (2014). *Boletín situacional de la caña de azúcar*.
- Maleki, H. M.-G., & Jamshidi, A. (2011). Forecast Model of Sugar Loss Due to Mechanical Harvesting of the sugarcane crop. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12), 1190-1194.
- Meyer, E. (1997). Factors to consider when implementing a fully mechanised sugarcane harvesting system. *Proceedings of the South African Sugar Technologists Association*, 71, 79-81.
- Meyer, E. (1999). Some measurements of mechanical sugarcane harvester performance. 73.
- Meyer, E., & Maher, G. (2009). Assessing the Viability of a Fully Mechanised Harvesting Operation for a Large Sugarcane Estate. South Africa.
- Milan, M. (2005). *Gestão Sistêmica e Planejamento Estratégico*. São Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo.
- Milan, M., & ROSA, J. (2015). Corte, transbordo e transporte (CTT): aspectos relevantes e uso da modelagem para o CTT. *Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar*. Jaboticabal, Brasil.
- Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad. (Diciembre de 2014). Obtenido de <http://www.produccion.gob.ec/arranca-la-ampliacion-de-los-biocombustibles-en-el-pais/>
- Ministerio de Salud Pública. (Julio de 2016). Obtenido de <http://www.salud.gob.ec/reglamento-de-etiquetado-permitira-seleccionar-alimentos-saludables/>
- Norris, S., & Norris, C. (2016). Modelling the sugarcane value chain: a real time decision making tool. *Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists*, 38.

- Nuñez, O., & Spaans, E. (Marzo de 2008). Evaluation of green-cane harvesting and crop management with a trash-blanket. *Sugar Tech*, 10(1), 29-35.
- Oliveira, A., & Balieiro, S. (2010). Comparative study between the Australian and Brazilian agriculture practices. Sugarcane, sugar and ethanol production costs in Brazil.
- Porter, M. E. (1982). *Estrategia Competitiva*. THE FREE PRESS.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. THE FREE PRESS.
- Procuador. (2013). *Biocombustibles*.
Revista Líderes. (Mayo de 2016). Obtenido de <http://www.revistalideres.ec/lideres/bebidas-azucaradas-gaseosas-impuestos-ecuador.html>
- Ridge, D. R., & DICK, R. G. (1985). Factors affecting cane harvesting and transport costs. *Proceedings of Australia Society of Sugar Cane Technologists*.
- Rossi Rocha, F. L., Palucci Marziale, M. H., & Hong, O.-S. (2010). Work and health conditions of sugar cane workers in Brazil. *Rev Esc Enferm USP*, 44(4), 974-979.
- Saaty, T. (1992). *Decision making for leaders*. RWS Publication.
- Salassi, M. E., & Barker, F. G. (2008). Reducing harvest cost through coordinated sugarcane harvest and transport operations in Louisiana. *Journal Association Cane Technologists*, 28, 32-41.
- Salassi, M. E., & Champagne, L. P. (1996). *Estimated costs of soldier and combine sugarcane harvesting systems in Louisiana*. D.A.E. Research Report No. 703. Baton Rouge, La.: Louisiana State University Agricultural Center, Louisiana Agricultural Experiment Station.
- Salassi, M. E., & Champagne, L. P. (1998). A spreadsheet-based cost model for sugarcane harvesting systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 20(3), 215-227.
- Sandhu, H. S., Nuessly, G. S., Cherry, R. H., Gilbert, R. A., & Webb, S. E. (Febrero de 2011). Effects of harvest residue and tillage on lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae) damage to sugarcane. *Journal of Economic Entomology*, 155-163.
- Sandhu, H., S., H., Gilbert, R. A., & Davis, L. L. (2013). Effect of sugarcane harvest residue on nutrient recycling and cane yield.
- Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de inversión Formulación y evaluación* (2ª ed.). Santiago de Chile, Chile: Pearson.
- Semenzato, R. (1995). A simulation study of sugar cane harvesting. En *Agricultural Systems* (4 ed., Vol. 47, págs. 427-437). Padova, Italia: Elsevier.
- Singh, I., & Solomon, S. (2003). Post-harvest quality loss of sugarcane genotypes under sub-tropical climate : Deterioration of whole stalk and billets. *Sugar Tech*, 5(4), 285-288.
- Solano, C. S., Ponciano, N. J., Azevedo, H. J., & Souza, P. M. (2017). Factors limiting the implementation of mechanical harvesting of sugarcane in Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil. *Revista Ceres*, 64(1), 40-46.
- Sugar Research Australia. (2014). Harvesting best practice manual.
- Viator, H., & Wang, J. J. (2011). *Effects of residue management on yield after three production cycles of a long-term sugarcane field trial in Louisiana*.

Whiteing, C., & Norris, C. P. (2002). Facilitation of best practice to reduce extraneous matter and cane loss. Australia: BSES Publication SD02009.

Xavier, C. (2014). Tools for Assessing Production Costs. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.

12 ANEXO 1

12.1 Plan de Investigación

12.1.1 Problema de Decisión Gerencial

Se debe invertir recursos en la implementación del servicio de asesoría especializada en cosecha de caña de azúcar, como parte del portafolio de servicios ofrecidos por la compañía AGROILECOM S.A.

Problema de Investigación de Mercado

Determinar si existe una demanda suficiente que justifique invertir recursos en la implementación del presente proyecto, con una rentabilidad financiera adecuada.

12.1.2 Objetivos de la Investigación

12.1.2.1 Objetivos Generales

1. Conocer las actitudes de directivos/administradores de instituciones relacionadas al sector azucarero del Ecuador referente a la aplicación del presente proyecto.
2. Determinar las inquietudes y requerimientos de los cañicultores frente a la aplicación de la cosecha mecanizada en sus predios.

12.2 Plan de muestreo

12.2.1 ENTREVISTA A EXPERTOS

Población a entrevistar: funcionarios de los principales ingenios azucareros del país, con más de 15 años de experiencia en el sector, gestionando áreas de operaciones y finanzas.

Número de entrevistados: seis personas.

Fechas de entrevistas: 1 al 31 de marzo de 2017

12.2.2 Guía de Preguntas, entrevista a expertos:

INSTRUCCIONES GENERALES

La presente investigación es de carácter académico y tiene como objetivo determinar las preferencias sobre la implementación de la cosecha mecanizada en la producción de caña de azúcar. Sus respuestas serán confidenciales.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS

Colocar una x sobre el casillero correspondiente y las preguntas de opción múltiple seleccione una o varias opciones según su criterio. En caso requiera alguna aclaración favor solicítela de inmediato.

1. ¿En qué zona usted brinda sus servicios:

- | | |
|---------------------|-----------|
| a) Guayas_____ | Zona_____ |
| b) Santa Elena_____ | Zona_____ |
| c) Los Ríos_____ | Zona_____ |
| d) Cañar_____ | Zona_____ |

e) Otros _____ Zona _____

2. ¿A través de qué organización presta sus servicios? y ¿cuál es?
Ingenio azucarero _____
Entidad pública _____
Independiente _____
Otro _____
3. ¿Cómo evalúa y qué perspectivas tiene sobre el sector azucarero del país en términos de producción, rendimiento y demanda?
4. ¿Considera que existe beneficios en la mecanización de la cosecha de caña de azúcar y cuáles serían?
5. ¿El nivel de tecnificación de los ingenios es ideal o está aún muy limitado con procesos a mejorar?
6. ¿Considera que la cosecha de caña de azúcar debe estar incluida dentro de las fases de producción de azúcar que manejan los ingenios y por qué?
7. ¿Considera como positivo que los ingenios azucareros del país liberen el proceso de cosecha de caña de azúcar a empresas externas y por qué?
8. ¿Qué riesgos se debe considerar la prestación de servicios como el que presenta AGROILECOM S.A.?

12.3 ENCUESTA A CAÑICULTORES

Población a encuestar

- **Elementos:** hombres o mujeres encargados de la producción de caña de azúcar en las UPA.
- **Unidades de Muestreo:** Unidades de producción agropecuarias (predios)
- Ubicación Geográfica: Provincia del Guayas.

Marco Muestral

Corresponde al listado de predios de producción de caña de azúcar, localizados en la provincia del Guayas, que se encuentren registrados en el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

Fecha de entrevistas: 1 al 31 de marzo de 2017

Selección de la Técnica de Muestreo

- **Técnica de Muestreo:** Probabilística
- **Tipo de técnica probabilística:** Muestreo de varias etapas, segmentando la población en conglomerados seguido de un muestreo sistemático para la selección de las unidades de muestreo.
- Método de contacto: Entrevista personal

Definición del Tamaño de la Muestra

Mediante el método de intervalo de confianza al 95% para poblaciones finitas se obtuvo un tamaño de muestra de 110 cañicultores a entrevistar.

- **Técnica:** Intervalo de confianza

- **Muestra piloto:** Se ha considerado una prueba piloto a 10 cañicultores, determinándose un valor de prevalencia frente al proyecto de 0.9.
- Método de cálculo:

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{p(1-p)}{i^2}$$

$$n_c = \frac{n}{N+n-1}$$

Reemplazando

$$n = 1,96^2 \frac{0,9(1-0,9)}{0,05^2} = 138 \quad \text{reemplazando}$$

$$n_c = \frac{138}{558+138-1} = 110 \quad \text{entrevistas a realizar}$$

Donde:

N: Tamaño de muestra para poblaciones infinitas (poblaciones grandes)

nc= Tamaño de muestra para poblaciones finitas (poblaciones pequeñas)

Z: Estadístico de la distribución normal estándar con un nivel de confianza del 95%

p: Porcentaje de la población con el atributo. De acuerdo a una entrevista pilotos se determinó un valor p de 0,9.

i: error de estimación.

N: Población de cañicultores. Para esta investigación se ha considerado como parte del muestreo a los pequeños/medianos productores de caña de azúcar, determinándose así, aquellos que tienen UPAS desde 20 ha en adelante. De acuerdo al Censo Nacional 2010 realizado por el INEC, se tiene un registro de 558 predios.

Tamaño de los conglomerados

Afijación proporcional en base al número de predios en cada cantón perteneciente al marco muestral.

Trabajo de Campo: Alcance geográfico, Días de Duración

- **Alcance Geográfico:** Cantones de la Provincia del Guayas y Cañar
- Días de duración: 30 días
- Fecha de ejecución: abril de 2017

Instrumento de investigación

INSTRUCCIONES GENERALES

La presente investigación es de carácter académico y tiene como objetivo determinar las preferencias sobre la implementación de la cosecha mecanizada en la producción de caña de azúcar. Sus respuestas serán confidenciales.

1. ¿Complete la siguiente información:
 - f) Sexo: Masculino_____ Femenino_____
 - g) Lugar de ubicación de la UPA_____
 - h) Edad _____años
 - i) Vive usted en la UPA_____
 - j) Relación con el dueño de la UPA _____
 - k) Cuantos predios tiene a su cargo el productor_____
 - l) Tamaño del predio _____
 - m) Nivel máximo de instrucción alcanzado_____

2. ¿Está registrado a alguna asociación? y si es así ¿cuál es?
 SI_____ NO_____

Nombre de la asociación_____

3. ¿Cómo se financia el ciclo productivo en su predio?
 Capital propio_____ Crédito bancario_____

Crédito del ingenio_____ Otros_____

4. ¿A qué ingenio vende su cosecha?
 San Carlos_____

Coazucar (La Troncal) _____

Valdez_____

Otros_____

5. ¿Tipo de cosecha?
 Mano de obra_____

Mecanizada_____

Ambas_____

6. ¿Cuánto dinero en total invierte en la producción de una hectárea?
 SOCA (Mantenimiento)_____

Siembra_____

7. ¿Qué tiempo dedica a la cosecha de cada hectárea?
 Mecanizada, tiempo estimado (días)_____

Manual, tiempo estimado (días)_____

8. Si ha tenido algún problema en la cosecha manual, ¿cuál ha sido este?
 Ceba arrancada _____

Corte muy alto _____

Otros _____

9. Si ha tenido algún problema en la cosecha mecanizada, ¿cuál ha sido este?
 Ceba arrancada _____

Corte muy alto _____

Otros _____

10. ¿Después de la cosecha cuánto usted invierte en apañe y otros?
 Manual _____

Mecanizada_____

11. ¿Qué nivel de satisfacción tiene su la cosecha actual?
 Manual

Mala_____

Buena_____

Muy Buena_____

Excelente_____

Mecanizada

Mala_____

Buena_____

Muy Buena_____

Excelente_____

12. ¿Estaría de acuerdo que una empresa manejando estándares de calidad, le brinde el servicio de cosecha mecanizada?
 SI_____ NO_____

13. ¿Qué recomendaciones sugiere en la aplicación de la cosecha mecanizada de caña de azúcar?

- a)
- b)

12.4 Resultados de la investigación de mercado exploratorio

NOMBRES	ANDRES DONOSO	ECO. ANGEL ZURITA	EDUARDO TORRES	ING. OSCAR NUÑEZ	ING. ANGEL FUENTES	ING. GEOVANNY PESANTEZ
INGENIO	VALDEZ	SAN CARLOS	COAZUCAR	ING. SAN CARLOS	INGENIO SAN CARLOS	COAZUCAR
CARGO	DIRECTOR DE EQUIPOS AGRICOLAS	GERENTE FINANCIERO	SUPERINTENDENTE DE TALLERES	SUPERINTENDENTE DE CAMPO	JEFE DE COSECHADORAS	GERENTE DE SERVICIOS AGRICOLAS
ZONA	GUAYAS	GUAYAS	CAÑAR / GUAYAS	GUAYAS	GUAYAS	CAÑAR / GUAYAS
PERSPECTIVAS DEL SECTOR	La producción de azúcar se ha estancado:	Ventas sumamente deprimidas especialmente los dos últimos años	Proyecciones de crecimiento por el uso del etanol	CINCAE ha desarrollado variedades de caña adaptadas con mejoras en producción y rendimiento	Ventas sumamente deprimidas especialmente los dos últimos años	Perspectivas de gran crecimiento especialmente en etanol
	Alternativas al azúcar (Stevia, edulcorantes artificiales, aspartame, sucralosa, etc.)	Recesión económica mundial y especialmente intensa en el Ecuador	Impulso del Gobierno en el desarrollo de ECOPAIS que reemplaza gasolina extra por etanol	Expectativa de crecimiento del mercado por biocombustibles	Competencia internacional baja precios (Guatemala, Brasil)	
	Regulaciones gubernamentales	Se ha restado el poder adquisitivo			Incrementos de costos de repuestos y mano de obra	
		Los supermercados están comprando menos			Variedades de caña más productivas y nuevas técnicas de siembra a doble surco para incrementar la biomasa por hectárea.	

NOMBRES	ANDRES DONOSO	ECO. ANGEL ZURITA	EDUARDO TORRES	ING. OSCAR NUÑEZ	ING. ANGEL FUENTES	ING. GEOVANNY PESANTEZ
		Las industrias están pidiendo menos azúcar para la elaboración de gaseosas, galletas dulces.				
		Impuesto a las bebidas azucaradas 2%				
		La prohibición gubernamental a los bares de colegios de expender bebidas gaseosas.				
		El consumo de azúcar ha disminuido en general en Ecuador				
		Precios bajos para no perder mercado.				
BENEFICIOS	Reducción de costos por sustitución de mano de obra por tecnología	Positivo porque cada vez, la mano de obra es más escasa	Mayor productividad	Menor tiempo para cosechar una determinada porción de cultivos	Menores los costos para la empresa ya que es menos personal.	Ahorros de costos por incremento de tecnología y aumento de productividad
		Falta de personal en las nuevas generaciones	Reducción de costos por sustitución de mano de obra por tecnología	Reducción de costos por sustitución de mano de obra por tecnología	Facilidades en el manejo de las operaciones por las reducciones de personal	Disminución contaminación por la reducción de quema de caña

NOMBRES	ANDRES DONOSO	ECO. ANGEL ZURITA	EDUARDO TORRES	ING. OSCAR NUÑEZ	ING. ANGEL FUENTES	ING. GEOVANNY PESANTEZ
		Las nuevas generaciones prefieren estudiar o trabajar en otras áreas de la economía.	Menores costos de transporte		Mayor productividad y uniformidad en la cosecha	Reducción de costos de apañe
		Los costos laborales influyen en los modos de contratación.	Mayor capacidad de transporte		Disminución contaminación por la reducción de quema de caña	
		Se pierde área cultivable porque hay que dejar espacio para las ruedas de las máquinas.			Residuos sirven de nutrientes al suelo	
NIVEL DE TECNIFICACIÓN DE INGENIOS	Tecnificación está al 100% para cosecha mecanizada en campos propios.	Actualmente el ingenio tiene mecanizada el 60% del total de la cosecha y 40% está manual.	El ingenio tiene mecanizada el 62% de la cosecha mientras que el 38% se sigue manejando manual.	En las hectáreas propias está cercano al 100%, a los cañicultores en un 6 a 8% está mecanizado el resto manual	Estamos a un 100% de tecnificación en los terrenos del ingenio, pero aún hay mucho por hacer con la caña de los terceros	Positivo especialmente hay perspectivas de crecimiento en los cañicultores ya que casi toda la caña propia de ingenio es cosechada mecanizada.
	Predios de cañicultores diseñados para cosecha manual	Predios de cañicultores diseñados para cosecha manual		La modalidad con los tercerizadores de corte de caña es que se les compara la caña no es el pago por cosecha		
	Migrar hacia la cosecha mecanizada, se necesita incrementar la inversión en tecnificación	Migrar hacia la cosecha mecanizada, se necesita incrementar la inversión en tecnificación				
	Falta diseñar el campo para dejar espacios para el movimiento de la máquina	Falta diseñar el campo para dejar espacios para el movimiento de la máquina				

NOMBRES	ANDRES DONOSO	ECO. ANGEL ZURITA	EDUARDO TORRES	ING. OSCAR NUÑEZ	ING. ANGEL FUENTES	ING. GEOVANNY PESANTEZ
	Pendiente preparar el suelo surco/ancho/altura	Pendiente preparar el suelo surco/ancho/altura				
EXCLUIR LA COSECHA DE FASE LA PRODUCCIÓN	Sí, Hay incluso ingenios que están separando razones sociales (RUC), una para campo, otra mecanización y otra para el molino.	Sí, Hay incluso ingenios que están separando razones sociales (RUC), una para campo, otra mecanización y otra para el molino.	No, porque el proceso de corte, alza y transporte no agrega valor alguno a la fabricación de azúcar	No necesariamente porque no impacta de manera determinante en las operaciones del ingenio.	tiene sus pros y sus contras, pero considero que no afecta al desempeño final del producto obtenido en el molino	Si ayuda a reducir costos es positivo sacarla del proceso
				Para el molino es transparente de donde viene la caña		
DESLINDAR LA COSECHA DE LOS INGENIOS	Si sería positivo porque libera a la empresa del costo de invertir en activos	Si sería positivo porque libera a la empresa del costo de invertir en activos	Efectivamente positivo por los gastos que representa esa operación que apenas dura seis meses.	Positivo por los motivos especialmente de costo	Si desde el punto de inversión ya que la inversión es alta y el mantenimiento de las máquinas muy costoso.	si porque la razón de ser del ingenio es producir azúcar y delegando la cosecha se puede concentrar en su "core-business".
	Ideal para implementarse en cañicultores pequeños donde actualmente se está cortando manual	Ideal para implementarse en cañicultores pequeños donde actualmente se está cortando manual				
	Y este corte manual incrementa el costo de cosecha.	Y este corte manual incrementa el costo de cosecha.				
RIESGO PROYECTO	Incremento de costos sin capacidad de traspasárselos a los clientes	Establecer parámetros adecuados del servicio	Se debe respaldar adecuadamente con un contrato para amparar cualquier riesgo inherente al proceso.	Debe existir un equilibrio para que el acuerdo sea beneficioso para ambas partes	Suscribir contratos de prestación de servicios para asegurar el flujo de efectivo de la empresa	Incrementos inesperados de tarifas al depender de un solo proveedor

NOMBRES	ANDRES DONOSO	ECO. ANGEL ZURITA	EDUARDO TORRES	ING. OSCAR NUÑEZ	ING. ANGEL FUENTES	ING. GEOVANNY PESANTEZ
	Daños mecánicos que limiten las operaciones	Estándares de cortes	Ingreso de competencia que regule el mercado	que no exista una parte perjudicada.	y se minimiza al poner a más de una empresa a competir.	Ser eficiente en el proceso de abastecimiento de caña al molino
	Que existan protestas de los gremios de zafreros manuales porque sientan que su trabajo está siendo diezmado.	Normas relaciones con los ingenios				
	Acordar parámetros de control con los ingenios	Para áreas de cañicultores se haría como venta de caña en el ingenio.				

12.4.1 Resultados de la investigación de mercado concluyente

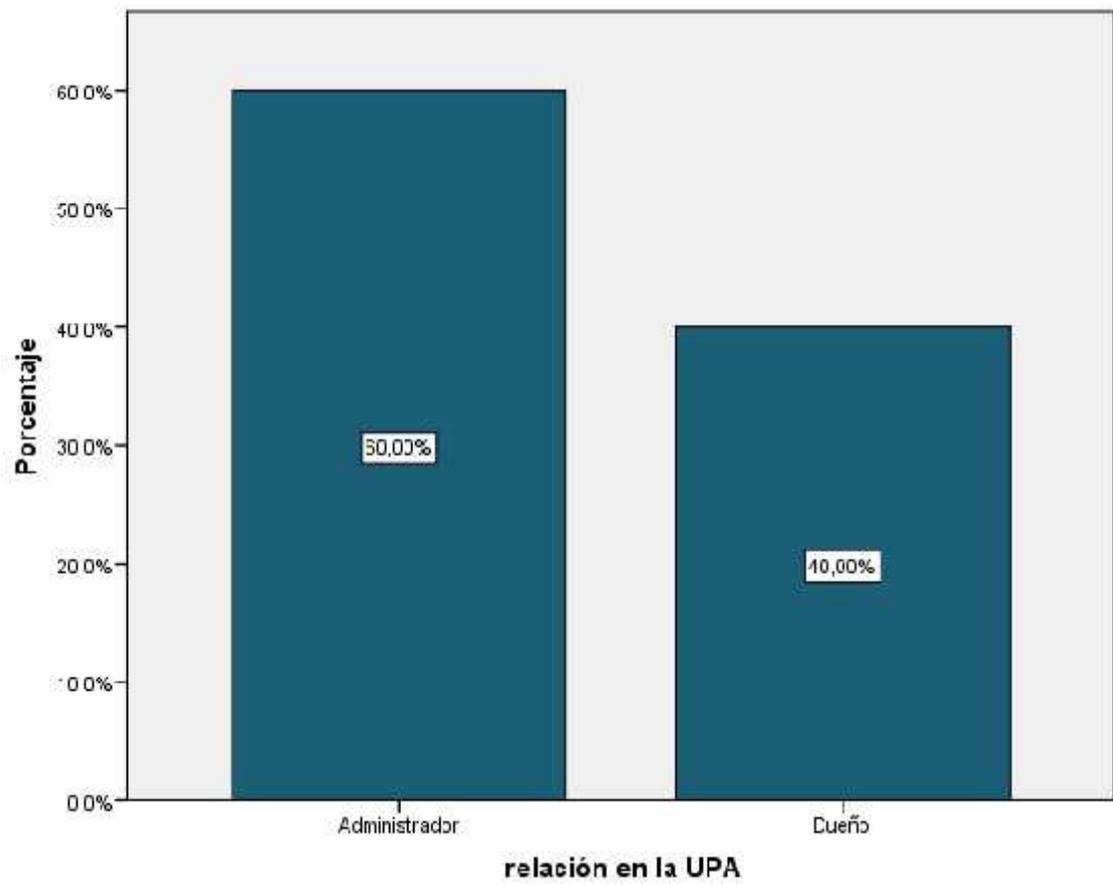
De los 110 encuestados todos ellos hombres, se obtuvo que en promedio la administración de las UPAS se realiza en un 60% de ellos bajo administradores y 40% por el dueño del predio. La edad promedio de las personas encargadas de la administración es de 47 años.

Un 80% de los entrevistados pertenece alguna asociación. El financiamiento del ciclo productivo se da en un 50% de los casos con capital propio y 50% con crédito bancario.

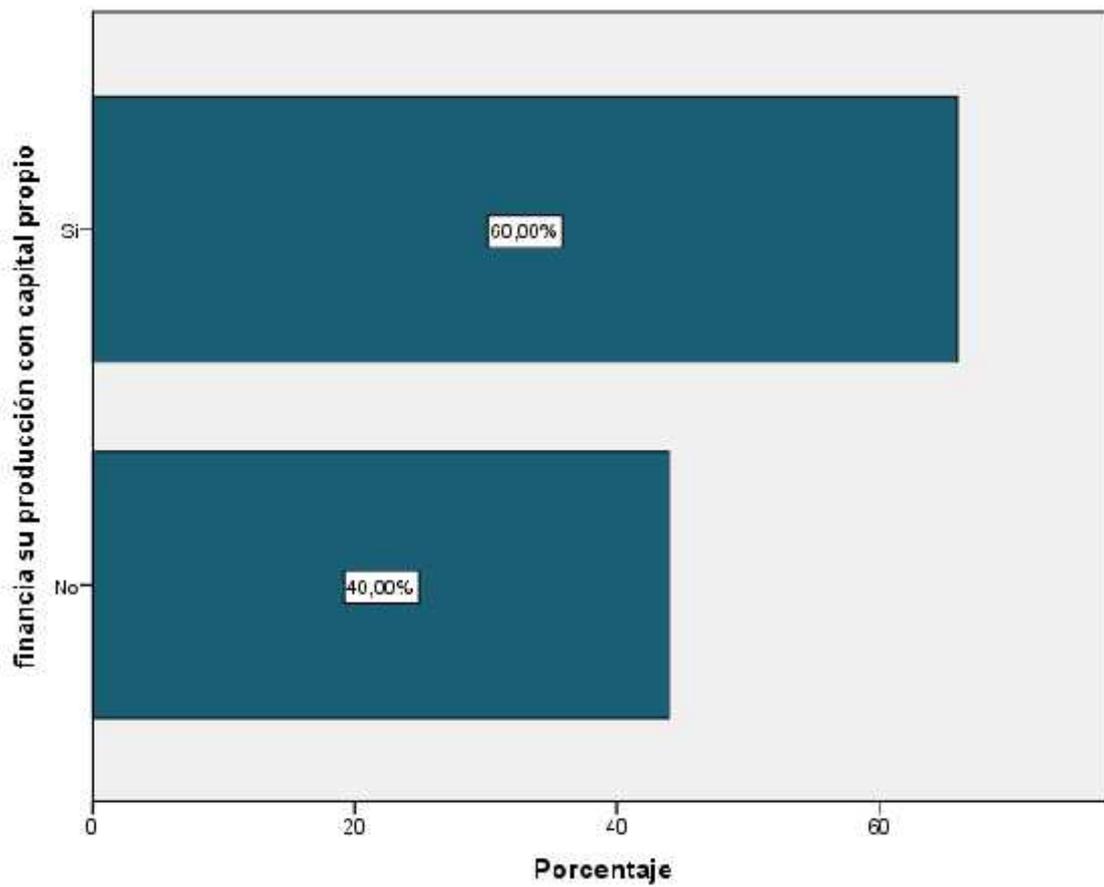
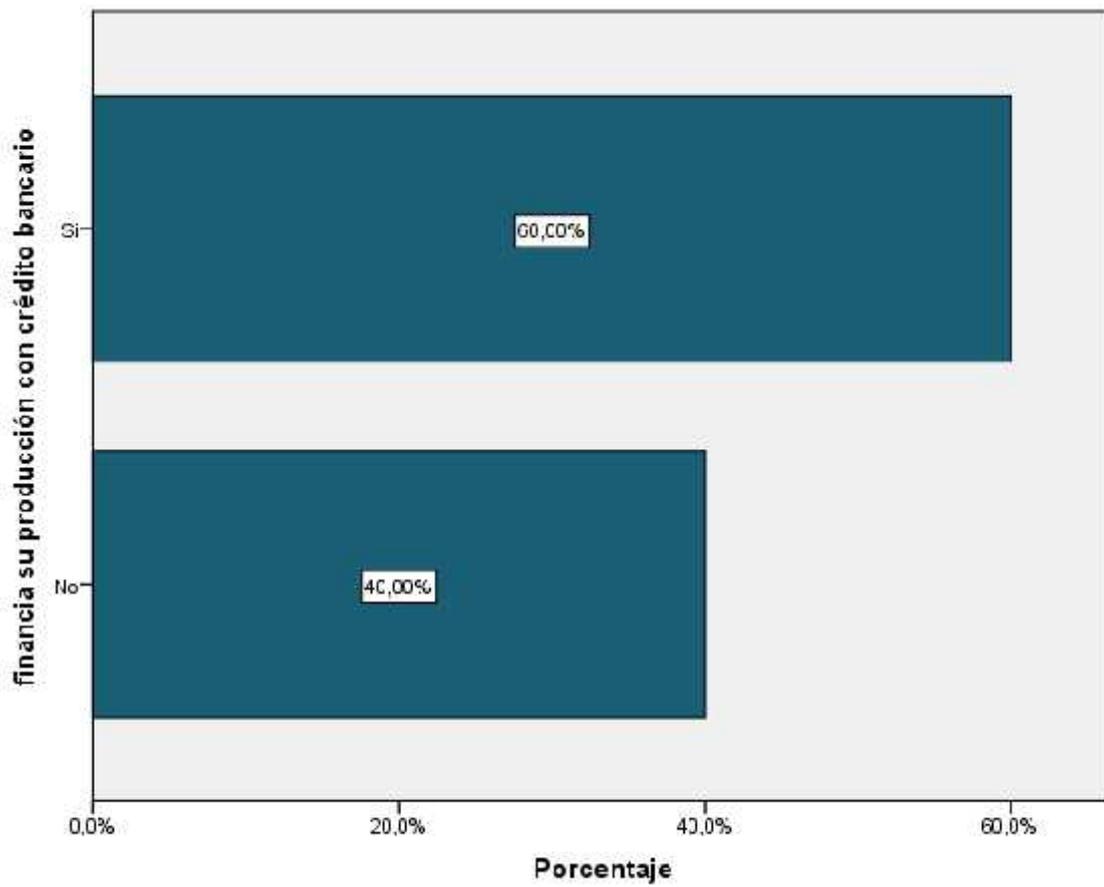
Estadísticos de edad de entrevistados

N	Válido	110
	Perdidos	0
Media		47,00
Mediana		46,00
Desviación estándar		8,124
Rango		26
Mínimo		35
Máximo		61

Relación del administrador con el dueño de la UPA



Financiamiento del ciclo productivo



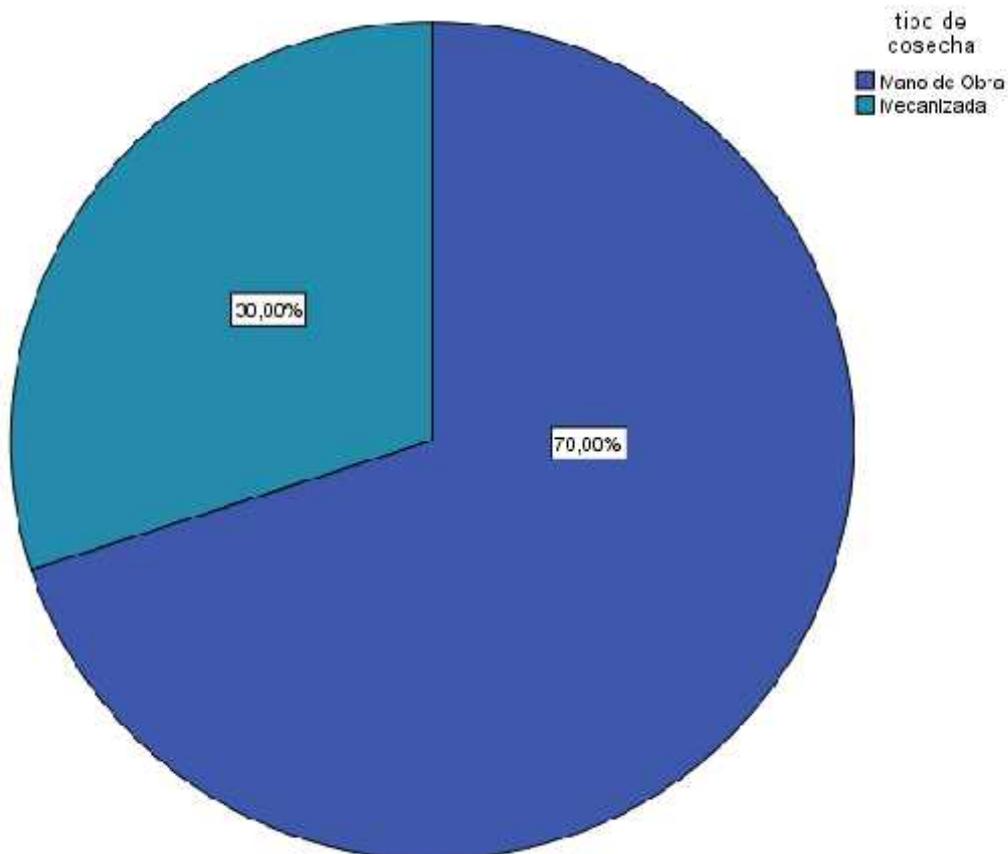
Estadísticos

monto invertido en soca en la
producción

N	Válido	110
	Perdidos	0
Media		905,00
Mediana		900,00
Desviación estándar		76,010
Rango		200
Mínimo		800
Máximo		1000

12.4.2 OPERACIÓN DEL NEGOCIO

El tipo de cosecha más frecuente utilizada entre los cañicultores entrevistados es la cosecha manual con un 70% de uso con el restante 30% utilizando cosecha mecanizada.



En la producción los cañicultores invierten en promedio US\$ 905 en la soca, siendo los mayores gastos destinados a cubrir costos de quema de caña, fertilización y riego. En la siembra el costo promedio es de US\$2.430.

Estadísticos

monto invertido en siembra en la producción

N	Válido	110
	Perdidos	0
Media		2430,00
Mediana		2500,00
Desviación estándar		277,125
Rango		1000
Mínimo		2000
Máximo		3000

En la cosecha mecanizada, un 60% de los cañicultores indica que los mayores problemas están la cepa arrancada y los cortes muy altos por parte de las máquinas. En la cosecha manual el 100% de los cañicultores indica como problemas frecuentes los cortes muy altos, tiempos de esperas prolongados; para un grupo más reducido, un 10% establece que existen problemas de regulación estatal por la quema de la producción previa la cosecha.

		% del N de columna
En la mecanización ha tenido problema de cepa arrancada	No	40,0%
	Si	60,0%
	Total	100,0%
En la mecanización ha tenido problema de corte alto	No	40,0%
	Si	60,0%
	Total	100,0%
En la cosecha manual ha tenido problema de corte alto	No	0,0%
	Si	100,0%
	Total	100,0%
En la cosecha manual ha tenido problema de tiempos de espera	No	0,0%
	Si	100,0%
	Total	100,0%
	No	90,0%
	Si	10,0%

en la cosecha manual ha tenido problema de regulación estatal	Total	100,0%
---	-------	--------

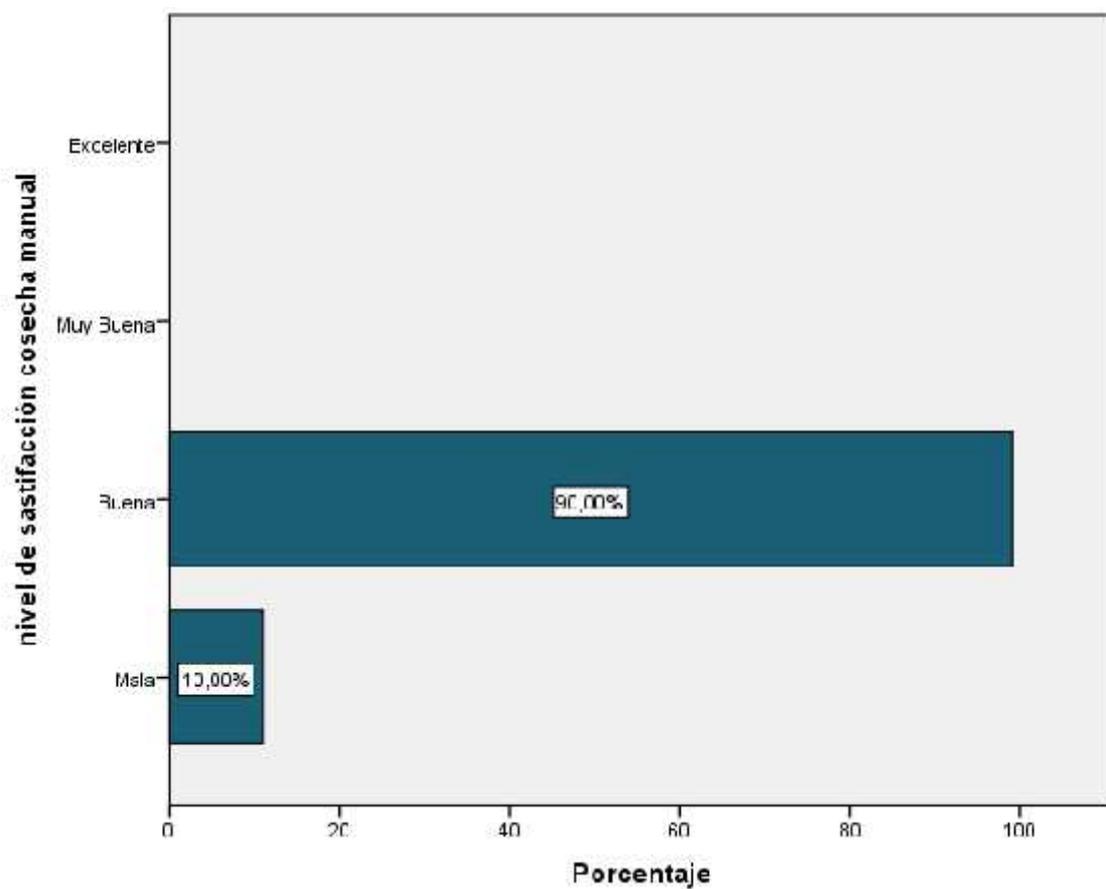
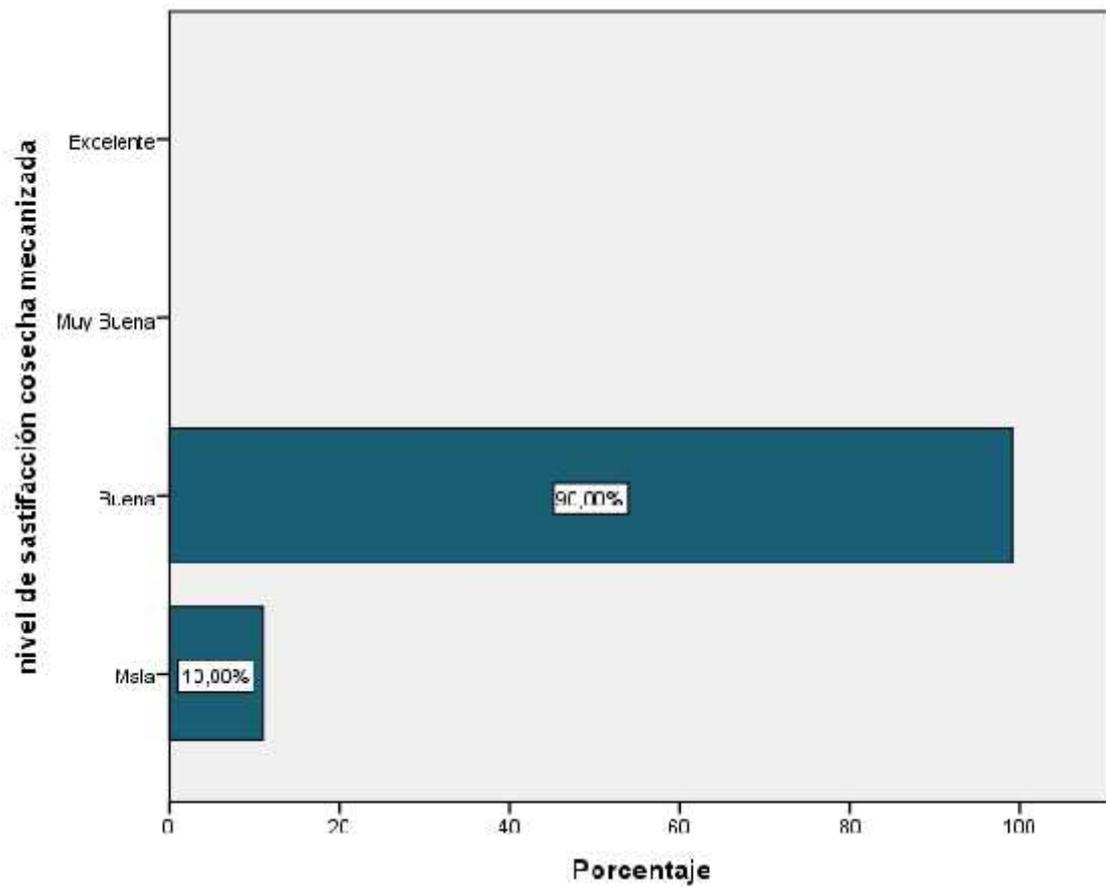
Sobre los rezagos de la caña posterior a la cosecha, se obtuvo que en promedio el gasto en apañe en la cosecha manual es superior a la cosecha mecanizada, con un costo promedio de US\$ 33 y US\$ 92 respectivamente.

Estadísticos			Estadísticos		
monto invertido en apañe en la cosecha mecanizada			monto invertido en apañe en la cosecha manual		
N	Válido	110	N	Válido	110
	Perdidos	0		Perdidos	0
Media		33,00	Media		92,00
Mediana		25,00	Mediana		95,00
Desviación estándar		16,229	Desviación estándar		8,758
Rango		40	Rango		20
Mínimo		20	Mínimo		80
Máximo		60	Máximo		100

Tipo de cosecha utilizada en caña

Problemas en la producción

Sobre la satisfacción a los medios actuales de cosecha en los predios, los cañicultores entrevistados muestran en ambos casos, tanto para cosecha manual y mecanizada, en un 90% de los casos se califica como bueno el sistema utilizado, en otros casos un 10% de ellos lo consideran como mala.



Sobre el tema de independizar el servicio de cosecha mecanizada actual que ofrecen los ingenios, el 100% de ellos, está de acuerdo con esto.

Entre los temas que recomiendan debe aplicar las empresas proveedoras del servicio de cosecha mecanizada están mejorar tiempo de entrega y cambio de cuchillas constantemente de las máquinas, personal capacitado, entre otras.

Recomendaciones que debe aplicarse en la cosecha mecanizada:

		% del N de columna
cambio de cuchillas	No	40,0%
	Si	60,0%
	Total	100,0%
rapidez de cosecha	No	20,0%
	Si	80,0%
	Total	100,0%
cortes alto	No	60,0%
	Si	40,0%
	Total	100,0%
personal capacitado	No	60,0%
	Si	40,0%
	Total	100,0%
uniformidad de la cosecha	No	60,0%
	Si	40,0%
	Total	100,0%
compromiso en el servicio	No	40,0%
	Si	60,0%
	Total	100,0%
realicen estudios del terreno	No	60,0%
	Si	40,0%
	Total	100,0%

13 APENDICE 2

Tabla 36: Entradas del modelo propuesto en software RISK.

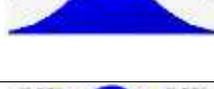
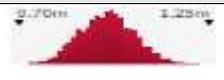
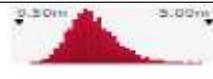
Ejecutado por: ALEXANDER LOPEZ Y JOSE BUSTOS Fecha: miércoles, 21 de junio de 2017 23:59:29						
Nombre	Celda	Gráfico	Función	Mín.	Media	Máx.
Categoría:						
Costo de la inversión	C7		RiskTriang(F7;G7;H7)	\$2,898,918	\$3,410,492	\$3,922,065.00
Ingresos del año 1	C8		RiskTriang(F8;G8;H8)	\$1,726,086	\$2,030,690	\$2,335,293.00
Costo fijo anual	C9		RiskTriang(F9;G9;H9)	\$376,171	\$442,554	\$508,937.10
Inflación	C10		RiskNormal(F10;G10)	-∞	4.0%	+∞
Porcentaje anual de costo variable	C11		RiskNormal(F11;G11)	-∞	22.0%	+∞
Tasa de crecimiento / 2	E14		RiskNormal(P11;P12)	-∞	4.0%	+∞
Tasa de crecimiento / 3	F14		RiskNormal(\$P\$15;\$P\$16)	-∞	0.0000%	+∞
Tasa de crecimiento / 4	G14		RiskNormal(\$P\$15;\$P\$16)	-∞	0.0000%	+∞
Tasa de crecimiento / 5	H14		RiskNormal(\$P\$15;\$P\$16)	-∞	0.0000%	+∞
Tasa de crecimiento / 6	I14		RiskNormal(\$P\$15;\$P\$16)	-∞	0.0000%	+∞
Tasa de crecimiento / 7	J14		RiskNormal(\$P\$15;\$P\$16)	-∞	0.0000%	+∞
Tasa de crecimiento / 8	K14		RiskNormal(\$P\$15;\$P\$16)	-∞	0.0000%	+∞
Tasa de crecimiento / 9	L14		RiskNormal(\$P\$15;\$P\$16)	-∞	0.0000%	+∞
Tasa de crecimiento / 10	M14		RiskNormal(\$P\$15;\$P\$16)	-∞	0.0000%	+∞

Tabla 37: Resultados de entradas de software RISK

Ejecutado por: ALEXANDER LOPEZ Y JOSE BUSTOS Fecha: jueves, 22 de junio de 2017 0:01:26								
Nombre	Celda	Gráfico	Mín	Media	Máx.	5%	95%	Errores
Categoría:								
Costo de la inversión	C7		\$2,906,726	\$3,410,492	\$3,917,448	\$3,060,408	\$3,760,230	0
Ingresos del año 1	C8		\$1,728,164	\$2,030,691	\$2,331,417	\$1,822,382	\$2,238,892	0
Costo fijo anual	C9		\$377,413	\$442,554	\$508,096	\$397,153	\$487,904	0
Inflación	C10		-3.8%	4.0%	12.3%	0.7%	7.3%	0
Porcentaje anual de costo variable	C11		14.3%	22.0%	30.2%	18.7%	25.3%	0
Tasa de crecimiento / 2	E14		-5.2%	4.0%	14.3%	-0.1%	8.1%	0
Tasa de crecimiento / 3	F14		-3.6136%	0.0000%	3.5455%	-1.6455%	1.6442%	0
Tasa de crecimiento / 4	G14		-3.5935%	0.0000%	3.9030%	-1.6461%	1.6442%	0
Tasa de crecimiento / 5	H14		-3.5517%	0.0001%	4.0099%	-1.6458%	1.6434%	0
Tasa de crecimiento / 6	I14		-3.6766%	0.0000%	3.6725%	-1.6467%	1.6443%	0
Tasa de crecimiento / 7	J14		-3.9081%	0.0002%	4.7148%	-1.6463%	1.6443%	0
Tasa de crecimiento / 8	K14		-3.6457%	0.0002%	4.6216%	-1.6456%	1.6445%	0
Tasa de crecimiento / 9	L14		-3.5815%	0.0000%	3.6602%	-1.6454%	1.6435%	0
Tasa de crecimiento / 10	M14		-3.9204%	-0.0001%	3.5995%	-1.6459%	1.6433%	0

Tabla 38: Resultados de variables de salidas en RISK

Ejecutado por: ALEXANDER LOPEZ Y JOSE BUSTOS Fecha: jueves, 22 de junio de 2017 0:01:29								
Nombre	Celda	Gráfico	Mín	Media	Máx.	5%	95%	Errores
Rango: Flujo de caja								
Flujo de caja / 1	D26		\$746,517	\$960,562	\$1,211,640	\$843,645	\$1,079,749	0
Flujo de caja / 2	E26		\$801,820	\$1,058,772	\$1,340,398	\$924,813	\$1,197,494	0
Flujo de caja / 3	F26		\$736,100	\$1,079,875	\$1,468,236	\$905,521	\$1,265,548	0
Flujo de caja / 4	G26		\$668,268	\$1,125,064	\$1,702,802	\$891,479	\$1,373,369	0
Flujo de caja / 5	H26		\$579,993	\$1,161,636	\$1,964,660	\$858,854	\$1,491,797	0
Flujo de caja / 6	I26		\$307,458	\$1,039,552	\$2,085,139	\$658,349	\$1,466,450	0
Flujo de caja / 7	J26		\$343,985	\$1,242,781	\$2,569,538	\$777,303	\$1,775,903	0
Flujo de caja / 8	K26		\$230,394	\$1,288,641	\$2,941,374	\$721,361	\$1,949,752	0

Flujo de caja / 9	L26		\$96,629	\$1,327,407	\$3,346,083	\$657,166	\$2,132,954	0
Flujo de caja / 10	M26		\$914,553	\$2,322,961	\$4,748,119	\$1,537,249	\$3,300,092	0
Rango:								
VAN / 0	C29		(\$931,386.40)	\$961,777.90	\$3,678,829.00	(\$52,356.35)	\$2,076,875.00	0
TIR / 0	C30		13.59%	29.99%	45.33%	22.07%	37.62%	0