

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION Y
EXPORTACION DE PANELA A ARGELIA, EN EL
MUNICIPIO DE WARNES-DPTO. SANTA CRUZ

Proyecto de Grado para obtener el Título de Licenciatura

POR: WILSON IVAN CRUZ QUISPE

TUTOR: M. SC. ING. GABRIEL FRANKLIN BALTA MONTENEGRO

LA PAZ, BOLIVIA

2021



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

Proyecto de grado:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION Y EXPORTACION DE
PANELA A ARGELIA, EN EL MUNICIPIO DE WARNES-DPTO. SANTA CRUZ

Presentado por: Univ. Wilson Iván Cruz Quispe

Para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Nota numeral:

Nota literal:

Ha sido:

Director de la carrera de Ingeniería Industrial:

Ing.M.Sc. Franz José Zenteno Benítez

Tutor: M.Sc. Ing. Gabriel Franklin Balta Montenegro

Tribunal: Ing. Juan Pablo Fernández Rocha

Tribunal: Ing. Gabriela Torrico Pérez

Tribunal: Ing. José Manuel Castro Ordoñez

Tribunal: Ing. Patricia Salas Sánchez

DEDICATORIA

A mis padres Alejandro y María, por el apoyo incondicional que me brindaron en estos años de estudio y crecimiento personal.

AGRADECIMIENTOS

Al concluir una etapa importante y deseada de mi vida, quiero extender un agradecimiento profundo a Dios, por ser parte integral de mi vida brindándome buena salud, conocimiento y sabiduría necesaria para salir adelante; agradezco a mis padres, hermanos por su apoyo y motivación que me brindaron a lo largo de la carrera.

Agradezco a la UMSA por darme la oportunidad de formar parte de la Carrera de Ingeniería Industrial; agradezco a todos los docentes que brindan su conocimiento, talento y dedicación para formar profesionales primordiales para el desarrollo de nuestro país.

Agradezco a mi tutor “M.Sc Ing. Gabriel Franklin Balta Montenegro”, por su colaboración y guía en el desarrollo de este proyecto. A mis docentes del tribunal de grado: Ing. José Castro Ordoñez, Ing. Juan Pablo Fernández Rocha, Ing. Patricia Salas Sánchez, Ing. Gabriela Torrico Pérez, por su colaboración y recomendaciones en la realización de este proyecto.

RESUMEN

El incremento en la producción de caña en Bolivia, induce a una sobreoferta y saturación del mercado interno, causando pérdidas económicas a los productores cruceños por los bajos precios del azúcar; uno de los municipios afectados es Warnes, que es el mayor productor de caña del departamento; en este municipio se encuentra la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes), que busca nuevas alternativas de mercado para la caña que producen sus socios, esta asociación realizó una pequeña investigación del mercado de caña en Brasil, encontrando que este país pasó por una situación similar en la pasada década, pero los productores brasileños incentivaron el desarrollo de los derivados de la caña, siendo la panela, miel de caña y el etanol los más demandados en el extranjero, ya sea como producto o materia prima. Es bajo este contexto que la ACW necesita determinar si es factible o no exportar panela a mercados extranjeros.

La panela es un producto sustituto del azúcar blanca/refinada, que está elaborado a base de jugo de caña, la panela se obtiene a través del proceso de evaporación del agua presente en el jugo de caña.

Realizando el estudio de mercado a nivel internacional, se halló que los principales importadores de este producto son: Indonesia, EEUU, China y Argelia, escogiendo a este último como mercado meta; Argelia entre 2014 y 2020 importó un promedio de 4,16%, 2.012.310 Tn/año. El principal importador de este producto en Argelia es CEVITAL S.A., un conglomerado empresarial, que tiene una rama alimenticia llamada CEVITAL FOOD S.A., dedicada a la producción de jugos naturales, bebidas, refinación de azúcar (a partir de panela granulada), venta de panela, miel y otros productos; su principal mercado es Argelia, pero también exporta a Túnez, Egipto y países del Magreb. La demanda mensual que esta empresa solicita es 2.100 Tn/mes (25.200 Tn/año aprox.) de panela (1.100 sólida y 900 granulada), con perspectivas de crecimiento.

Para este proyecto se creará la empresa RASC S.R.L. (Raw Sugar Foods Company S.R.L.), que estará ubicado en el Municipio de Warnes, Parque Industrial

Latinoamericano PILAT S.R.L., y tendrá una capacidad máxima de producción de 42,000 Tn.

Dado que la empresa CEVITAL S.A. demandará aproximadamente 25.200 Tn/año, a un precio FOB de 427,79 USD/Tn, se realizó la evaluación del flujo de caja del proyecto a precios constantes, a un periodo de 9 años (1 año de montaje y construcción del proyecto, y 8 años de operación), con una tasa de oportunidad real del 11,10%.

Los resultados del proyecto puro (sin financiamiento), dan un valor del VAN de USD 773.980,01 > 0, el cual nos indica que el proyecto es rentable ya que logra compensar la inversión de USD 2.135.490,17, y genera un remanente excedente de USD 773.980,01; la TIR es 20,74%, mayor a la tasa de oportunidad real del 11,10%, la relación B/C es igual a 1,07 que es mayor a 1, por tanto se concluye que el proyecto es rentable.

Los resultados del proyecto con financiamiento, que tendrá la siguiente composición 75% (USD 1.601.617,6 equivalente a 6.815 USD/productor) inversión propia, y 25% de (533.872 USD) de crédito bancario otorgado por el BDP-SAM (Banco de Desarrollo Productivo), con un interés de 14,45% a 9 años plazo con 1 año de gracia; evaluado el flujo a precios constantes, y una tasa de oportunidad real del 11,10%, el valor del VAN es 721.206,81 > 0, el cual nos indica que el proyecto es rentable ya que logra compensar la inversión de USD 1.678.762,21, y genera remanente excedente de USD 721.206,81; la TIR es 22,21%, siendo mayor a la tasa de oportunidad real, la relación B/C es igual a 1,07 que es mayor a 1; por tanto y de acuerdo a estos resultados se concluye que el proyecto es económicamente rentable.

Palabras clave: Mercado, sobreoferta, asociaciones, panela, tasa de oportunidad, crédito.

ABSTRACT

The increase in sugarcane production in Bolivia induces an oversupply and saturation of the domestic market, causing economic losses to Santa Cruz producers due to low sugar prices; One of the affected municipalities is Warnes, which is the largest sugarcane producer in the department, there are several sugarcane associations in this municipality, one of these is the ACW (Association of Sugarcane Growers of Warnes), which seeks new market alternatives, this association conducted a small investigation of the sugarcane market in Brazil, finding that this country went through a similar situation in the past decade, but Brazilian producers encouraged the development of cane derivatives (panela, cachaça, honey, alcohol-ethanol, vinegar, and others), being panela, cane honey and ethanol the most demanded abroad, either as a product or raw material. It is in this context that the ACW needs to determine whether it is feasible to export panela to foreign markets.

Panela is a substitute product for white / refined sugar, which is made from cane juice, panela is obtained through the evaporation process of the water present in cane juice, unlike refined sugar which is a concentrate of sucrose, panela preserves all the nutrients present in the sugarcane.

Carrying out the market study at an international level, it was found that the main importers of this product are: Indonesia, the US, China and Algeria, choosing the latter as the target market. Algeria has a continuous average demand increase of 4.16%, between 2014 and 2020 it imported 2,012,310 tons / year. The main importer of this product in Algeria is the business conglomerate CEVITAL SA, which has a food branch called CEVITAL FOOD SA, dedicated to the production of natural juices, beverages, sugar refining (from granulated panela), sale of panela, honey and other products; Its main market is Algeria, however it also exports its products to Tunisia, Egypt and some Maghreb countries. The monthly demand that this company requests is 2,100 tons /

month (25,200 tons / year approximately) of panela (1,100 solid and 900 granulated), with growth prospects.

For this project, the company RASC S.R.L. (Raw Sugar Foods Company S.R.L.), which will be located in the Municipality of Warnes, Parque Industrial Latinoamericano PILAT S.R.L., and will have a maximum production capacity of 42,000 Tn.

Since the company CEVITAL S.A. will demand approximately 25,200 Tn / year, at a FOB price of 427.79 USD / Tn, the evaluation of the cash flow of the project was carried out at constant prices, over a period of 9 years (1 year of assembly and construction of the project, and 8 years of operation), with an expected real rate of return of 11.10%,

The results of the pure project (without financing), give a NPV value of USD 773,980.01 > 0, which indicates that the project is profitable since it manages to compensate the investment of USD 2,135,490.17, and generates a remainder surplus of USD 773,980.01; the IRR is 20.74%, higher than the real opportunity rate of 11.10%, the B / C ratio is equal to 1.07 which is greater than 1, therefore it is concluded that the project is profitable.

The results of the project with financing, which will have the following composition 75% (USD 1,601,617.6 equivalent to USD 6,815 / producer) own investment, and 25% of (USD 533,872) of bank credit granted by the BDP-SAM (Bank of Productive Development), with an interest of 14.45% for a 9-year term with a 1-year grace period; After evaluating the flow at constant prices, and a real opportunity rate of 11.10%, the NPV value is 721,206.81 > 0, which indicates that the project is profitable since it manages to compensate the investment of USD 1,678,762 .21, and generates a surplus of USD 721,206.81; the IRR is 22.21%, being greater than the real opportunity rate, the B / C ratio is equal to 1.07 which is greater than 1; therefore, and according to these results, it is concluded that the project is economically profitable.

Keywords: Market, oversupply, associations, panela, opportunity rate, credit.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	vi
INDICE	viii
Índice de Tablas	xiii
Índice Gráficos	xvi
Índice de Diagramas e Ilustraciones	xviii
Anexos	xx
CAPITULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1. Caña de azúcar en Bolivia	2
1.1.2. Usos de la caña de azúcar	10
2.6. Estudio de mercado	46
2.6.1. Análisis del mercado meta	46
2.6.1.1. Análisis del entorno e indicadores económicos	50
2.6.1.2. Análisis FODA de Argelia	55
2.6.1.3. Análisis del sector panelero en Argelia.....	56
2.6.1.4. Comercio y acuerdos bilaterales	57
2.6.1.5. Tratamiento arancelario	57
2.6.1.6. Requisitos del mercado argelino	58
2.6.1.7. Selección del cliente objetivo.....	61
2.6.2. Pronóstico de la demanda	62
2.6.1. Análisis de la competencia.....	73
2.6.2.2. Precios FOB de exportación de la competencia.....	74
2.6.3. Pronóstico de la oferta.....	75
2.7. Marketing del producto	78
2.7.1. Características del producto	78
CAPITULO III.....	81
TAMAÑO Y LOCALIZACION	81
3.2. Localización	83
3.2.1. Estudio de localización	83
3.2.1.1. Macro localización	86
3.2.1.2. Micro localización.....	87
CAPITULO IV.....	94

INGENIERIA.....	94
4.1. Proceso de producción de panela	94
4.1.1. Materia prima, insumos y suministros de producción	94
4.1.2. Diagrama de producción de panela	97
4.1.3. Descripción del proceso de producción	101
4.1.3.1. Subproceso 1-obtencion y pre-concentrado de jugo de caña.....	101
4.2. Buenas Prácticas de Manufactura en la producción de panela	115
4.3. Balance de materia y energía	121
4.3.1. Extracción	122
4.3.2. Purificación	125
4.3.3. Evaporación.....	130
4.4. Capacidad de producción, maquinaria y equipo	133
4.4.1. Capacidad de producción	133
4.4.2. Maquinaria	135
4.4.2.1. Preparación de la caña.....	135
4.4.2.2. Molienda de caña	137
4.4.2.3. Caldera de generación de vapor	138
4.4.2.4. Recepción y Calentamiento de jugo de caña.....	139
4.4.2.9. Producción y empaquetado de panela	144
4.4.2.10. Sistema de tratamiento de aguas	147
4.4.2.11. Maquinaria de transporte.....	148
4.4.3. Equipo	149
4.4.3.1. Equipo de trabajo	149
4.4.3.2. Equipos de laboratorio	150
4.4.3.3. Equipos de protección personal	154
4.5. Sistema de producción	156
4.5.1. Tiempo de producción de un lote.....	156
4.5.2. Abastecimiento de materia prima e insumos	157
4.6. Diseño de planta.....	162
4.6.1. Distribución de la planta	162
4.6.1.1. Área de producción	164
4.6.1.2. Área de Generación de Vapor	166
4.6.1.3. Área de tratamiento de aguas	167
4.6.1.4. Sala de cuadros eléctricos	168
4.6.1.5. Sala de control de producción	169
4.6.1.6. Área de almacenes, materia prima, producto terminado e insumos.....	170
4.6.1.7. Área de laboratorio de análisis y control de calidad	171

4.6.1.8. Área de laboratorio de microbiología	173
4.6.1.9. Área de laboratorio de fisicoquímica	175
4.6.2. Instalación sanitaria.....	176
4.6.3. Instalación eléctrica.....	177
4.7. Seguridad industrial e higiene del trabajo	177
4.7.1. Normas a ser aplicadas.....	177
4.8. Señalización	178
4.8.1. Normas a ser aplicadas.....	178
CAPITULO V	180
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	180
5.1. Definición.....	180
5.2. Diagnóstico ambiental sin proyecto	180
5.2.1. Medio ambiente físico.....	180
5.2.2. Medio ambiente biológico.....	181
5.2.3. Medio ambiente socioeconómico.....	182
5.3. Diagnóstico ambiental con proyecto	182
5.3.1. Impactos sobre el medio ambiente físico y biológico.....	182
5.3.2. Impactos sobre el medio ambiente socioeconómico.....	187
5.4. Medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.....	187
5.5. Categorización del proyecto.....	190
5.5.1. Obtención de licencia ambiental según categoría de impacto ambiental.....	191
5.5.2. Obtención de ficha ambiental.....	191
5.5.3. Obtención del estudio de impacto ambiental	192
CAPITULO VI.....	193
LOGISTICA Y DISTRIBUCION.....	193
6.1. Flujo de exportación de panela	193
6.2. Requisitos y trámites de exportación	196
6.3. Transporte y logística interna del producto.....	202
6.3.1. Embalaje.....	202
6.3.1.1. Normas técnicas internacionales de embalaje.....	202
6.3.2. Cálculo del embalaje del producto.....	206
6.3.2.3. Cálculo del volumen de carga exportado	208
6.4. Incoterm seleccionado.....	211
6.5. Forma de pago.....	212
6.6. Calculo del costo de exportación	215
6.6.1. Determinación del valor FOB del producto	216
CAPITULO VII	217

ORGANIZACIÓN	217
7.1. Organización administrativa	217
7.1.1. Niveles de organización	217
7.1.2. Descripción de funciones de cargo	218
7.1.3. Costo laboral	222
7.1.3.1. Costo laboral mensual	222
6.1.3.2. Costo laboral anual.....	223
7.2. Organización legal	223
7.2.1. Selección del tipo de sociedad	223
7.2.2. Tramites de registro.....	224
CAPITULO VIII	225
EVALUACION FINANCIERA	225
8.1. Inversión y costos.....	225
8.1.1. Inversión del proyecto.....	225
8.1.1.1. Activo fijo	225
8.1.1.2. Activos diferidos	229
8.1.2. Costos del proyecto.....	231
8.1.2.1. Costo fijo.....	231
8.1.2.2. Costo variable.....	231
8.1.2.2.1. Costo variable unitario	233
8.1.2.3. Costo total	233
8.1.2.4. Costo de producción.....	233
8.1.3. Capital de trabajo	234
8.1.3.1. Capital de trabajo por el método de desfase.....	234
8.1.4. Inversión del proyecto.....	235
8.2. Determinación del precio y el punto de equilibrio.....	235
8.2.1. Determinación del precio de venta.....	235
8.2.2. Determinación del punto de equilibrio.....	236
8.3. Flujo financiero del proyecto	237
8.3.1. Flujo de fondos puro (sin financiamiento)	239
8.3.2. Flujo de fondos con financiamiento.....	240
8.3.2.1. Análisis y selección de fuentes de financiamiento.....	240
8.3.2. Amortización del crédito.....	242
CAPITULO IX.....	245
EVALUACION DEL PROYECTO.....	245
9.1. Evaluación financiera.....	245
9.1.1. Análisis de sensibilidad.....	245

9.1.1.1. Modelo multidimensional de sensibilidad del VAN-Simulación de Monte Carlo	245
9.2. Planificación del proyecto	249
9.2.1. Cronograma de ejecución del proyecto	249
CAPITULO X	252
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	252
10.1 Conclusiones	252
10.2. Recomendaciones	253
Bibliografía	255
Anexos	263

Índice de Tablas

Tabla 1-1: Bolivia, producción y superficie cultivada de caña, 2011-2019.....	8
Tabla 1-2: Nombres de la panela o Azúcar no Centrifugada (ANC).....	13
Tabla 1-3: Producto Interno Bruto Departamental, 2011-2019 (En miles de bolivianos, 1990)	15
Tabla 1-4: Producción y superficie cultivada de caña, Dpto. Santa Cruz, 2012-2020	19
Tabla 1-5: Municipio de Warnes, producción de caña, promedio 2012-2020.....	22
Tabla 1-6: Análisis de involucrados del proyecto.....	27
Tabla 2-1: Valor nutritivo de la panela	29
Tabla 2-2: Principales productores de panela a nivel mundial, 2014-2020	30
Tabla 2-3: Exportación de panela (Chancaca) boliviana, 2014-2020.....	31
Tabla 2-4: Producción de caña de Warnes, promedio, 2012-2020	32
Tabla 2-5: Importación mundial de panela, periodo 2014-2020.....	33
Tabla 2-6: Principales países importadores de panela, periodo 2014-2020.....	35
Tabla 2-7: Oferta exportable mundial de panela, periodo 2014-2020	37
Tabla 2-8: Principales países exportadores de panela, periodo 2014-2020	38
Tabla 2-9: Análisis de la preselección de países	40
Tabla 2-10: Evaluación de los principales mercados.....	41
Tabla 2-11: Matriz de selección de mercado	45
Tabla 2-12: Perfil de mercado meta, Argelia 2020	48
Tabla 2-13: Principales indicadores económicos de Argelia, 2016-2020.....	51
Tabla 2-14: Argelia, importaciones por países (países proveedores), 2017-2020	52
Tabla 2-15: Argelia, exportaciones por países (países clientes), 2019-2020.....	53
Tabla 2-16: Principales productos exportados (sin hidrocarburos), 2019-2020	54
Tabla 2-17: Argelia, exportaciones por tipo de producto, 2019-2020.....	54
Tabla 2-18: Argelia, importaciones por tipo de producto, 2018-2020.....	55
Tabla 2-19: Análisis FODA de Argelia, 2018-2020	56
Tabla 2-20: Argelia, balance comercial de la panela, 2014-2020.....	57
Tabla 2-21: Argelia, aranceles impuestos a la panela, 2020.....	58
Tabla 2- 22: Análisis comparativo de las empresas	61
Tabla 2-23: Argelia, demanda de panela, 2014-2020	63
Tabla 2-24: Pronostico del precio-Método de Winter, 2021-2030	69
Tabla 2-25: Pronostico del Ing.Per-cápita – Método de Winter, 2021-2030.....	71
Tabla 2-26: Pronostico de la demanda de panela en Argelia, 2021-2030.....	72
Tabla 2-27: Principales países proveedores de panela a Argelia, 2012-2020.....	74
Tabla 2-28: Precios FOB de la competencia, 2012-2020	75

Tabla 2- 29: Pronostico de la oferta de panela a Argelia, 2021-2028.....	76
Tabla 2-30: Pronostico de oferta vs demanda, 2012-2028.....	77
Tabla 2-31: Características del producto Panela Granulada	79
Tabla 2-32: Características del producto Panela Solida Redonda	79
Tabla 2-33: Características del producto Panela Solida Cuadrada	79
Tabla 3-1: Análisis de selección de localización	86
Tabla 3-2: PILAT S.R.L., propuesta de terreno de 6.500 m2	93
Tabla 4-1: Características de la caña de azúcar	94
Tabla 4-2: Características del cloro.....	94
Tabla 4-3: Características del gas carbónico CO2	95
Tabla 4-4: Características del Dióxido de Azufre.....	95
Tabla 4-5: Características del Ácido Cítrico E-330	96
Tabla 4-6: Características de la Cal	96
Tabla 4- 7: Características del Bicarbonato de sodio.....	97
Tabla 4-8: Buenas Prácticas de Manufactura en la Producción de Panela	116
Tabla 4-9: Capacidad de maquinaria instalada	134
Tabla 4-10: Dosificadora de caña	135
Tabla 4-11: Maquina de limpieza y lavado de caña.....	136
Tabla 4-12: Sistema de extracción de tres rodillos	137
Tabla 4-13: Caldera de generación de vapor.....	138
Tabla 4-14: Tanques de almacenamiento de jugo de caña.....	139
Tabla 4- 15: Tanques de clarificación de jugo de caña.....	140
Tabla 4-16: Filtradores de jugo de caña.....	141
Tabla 4-17: Evaporadores de jugo de caña	142
Tabla 4-18: Concentrador de jugo de caña	143
Tabla 4-19: Batidora de panela granulada.	144
Tabla 4-20: Envasador automático de panela granulada 50 kg.....	145
Tabla 4-21: Envasador automático de panela solida 50 kg.....	146
Tabla 4- 22: Sistema de tratamiento de aguas.....	147
Tabla 4-23: Características del montacargas.....	148
Tabla 4-24: Equipos de trabajo	149
Tabla 4-25: Equipos de análisis y control de calidad.....	150
Tabla 4-24 (continuación): Equipos de análisis y control de calidad	151
Tabla 4-26: Equipos de laboratorio de microbiología.....	152
Tabla 4-27: Equipos de laboratorio de fisicoquímica	153
Tabla 4-28: Equipos de protección personal	154
Tabla 4-29: Consumo de energía por maquina	159

Tabla 4-30: Materia prima, insumos	161
Tabla 4-32: Dimensiones de maquinaria de producción.....	165
Tabla 5- 1: Niveles de DBO en la limpieza y extracción del jugo.....	185
Tabla 6- 1: Características de la hidrovía Paraguay-Paraná.....	194
Tabla 6- 2: Características de los tramos	195
Tabla 6- 3: Medidas de contenedores estándar 20` y 40`	204
Tabla 6- 4: Resumen embalaje del producto.....	209
Tabla 6- 5: Calculo del precio FOB del producto	216
Tabla 7- 1: Requerimiento de RR.HH. y sueldos asignados.....	222
Tabla 7- 2: Costo laboral anual	223
Tabla 7- 3: Gastos de constitución	224
Tabla 8- 1: Activo fijo.....	225
Tabla 8- 2: Detalle de edificaciones e instalaciones	226
Tabla 8- 3: Detalle de maquinaria.....	227
Tabla 8- 4: Detalle de equipos de protección personal	227
Tabla 8- 5: Descripción de equipos de trabajo.....	228
Tabla 8- 6: Descripción de equipos de laboratorio	228
Tabla 8- 7: Depreciación de activo fijo y valor residual.....	229
Tabla 8- 8: Activos intangibles	230
Tabla 8- 9: Amortización de activos intangibles	230
Tabla 8- 10: Costos fijos	231
Tabla 8- 11: Materia Prima e Insumos Principales	232
Tabla 8- 12: Insumos secundarios y suministros	232
Tabla 8- 13: Inversión del proyecto	235
Tabla 8- 14: Tasa de oportunidad esperada para el sector alimentos.....	238
Tabla 8- 15: Inflación general, 2010-2020.....	239
Tabla 8- 16: Fuentes de financiamiento	240
Tabla 8- 18: Amortización del crédito	243
Tabla 9- 2: Datos estadísticos	248
Tabla 9-2: Cronograma de ejecución del proyecto	250

Índice Gráficos

Grafico 1-1: Principales productores de caña de azúcar, 2012-2019	7
Grafico 1-2: Producción de caña de azúcar, principales departamentos de Bolivia	8
Grafico 1-5: Evolución del PIB de Bolivia vs Dpto. Santa Cruz, 2011-2019	14
Grafico 1-3: PIB Departamental promedio, 2011-2019 (Expresado en miles de bolivianos, 1990).....	15
Grafico 1-4: Representación del PIB departamental promedio, 2011-2019	15
Grafico 1-6: Estructura productiva de Santa Cruz, 2011-2019.....	16
Grafico 1-7: PIB per cápita cruceño en relación a Bolivia, 2011-2019 (Expresado en dólares americanos).....	17
Grafico 1-8: Exportaciones de Santa Cruz y Bolivia, 2011-2019 (Expresado en millones de USD).....	17
Grafico 1-9: Importaciones de Bolivia y Santa Cruz, 2011-2019 (Expresado en millones de USD).....	18
Grafico 1-10: Superficie cultivada-caña de azúcar, Dpto. Santa Cruz, 2012-2020	20
Grafico 2-1: Exportación de panela (chancaca) boliviana, 2014-2020.....	32
Grafico 2-2: Importación mundial de panela, periodo 2014-2020.....	34
Grafico 2-3: Comportamiento de la oferta mundial de panela, periodo 2014-2020	37
Grafico 2-4: Comportamiento de importaciones: Argelia, Canadá y Marruecos.	44
Grafico 2-5: Demanda de Panela (Miles de USD/Tn), 2014-2020.....	64
Grafico 2- 6: Pronostico del precio, 2021-2030.....	70
Grafico 2-7: Pronostico del ingreso disponible, 2021-2030	71
Grafico 2-9: Precios FOB de la competencia, 2012-2020	75
Grafico 2-10: Pronostico de la oferta de panela a Argelia, 2021-2028.....	77
Grafico 2-11: Pronostico de la Oferta vs Demanda, 2012-2028	78
Grafico 4-1: Símbolos de la nomenclatura ASME	98
Grafico 4-2: Recepción de caña	101
Grafico 4-3: Lavado de caña	102
Grafico 4-4: Fragmentación de la caña	103
Grafico 4-5: Descripción del proceso de molienda.....	104
Grafico 4-6: Molienda de caña, mediante rodillos de alta presión	105
Grafico 4-7: Recepción y calentamiento de jugo de caña.....	106
Grafico 4-8: Clarificación del jugo de caña	106
Grafico 4-9: Filtración del jugo de caña	108
Grafico 4-10: Descripción del proceso de evaporación	110
Grafico 4-11: Tanque evaporador de jugo de caña	110

Grafico 4-12: Medida de concentración de sacarosa	111
Grafico 4-13: Batido de jugo concentrado de caña	111
Grafico 4-14: Molido y tamizado de panela granulada.....	112
Grafico 4-15: Moldeo de panela	113
Grafico 4-16: Moldeo de panela	113
Grafico 4-17: Ejemplo de instalación del área de producción de panela.....	164
Grafico 4-18: Ejemplo de un área de envasado y empaquetado	166
Grafico 4-19: Ejemplo del área de generación de vapor.....	167
Grafico 4-20: Ejemplo de área de tratamiento de aguas industriales.....	168
Grafico 4-21: Ejemplo de sala de cuadros eléctricos	169
Grafico 4-22: Ejemplo de sala de control de producción.....	170
Grafico 4-23: Ejemplo de almacén industrial	171
Grafico 4-24: Ejemplo de laboratorio de control de calidad.....	173
Grafico 4-25: Ejemplo de laboratorio de control de calidad.....	174
Grafico 4-26: Ejemplo de laboratorio de fisicoquímica.....	176
Grafico 6- 1: Norma ISO 3394, dimensiones estándar de unidades de carga.....	203
Grafico 6- 2: Norma ISO 780 y 700, símbolos de manejo.....	205
Grafico 6- 3: Paletización en contenedor de 20 TEU	210
Grafico 6- 4: Paletización en contenedor de 40 TEU	211
Grafico 9- 1: Diagrama de previsión del VAN.....	247
Grafico 9- 2: Sensibilidad del VAN.....	248
Grafico 9- 3: Cronograma de ejecución del proyecto	251

Índice de Diagramas e Ilustraciones

Diagrama 4-1: Proceso de producción de panela, subproceso 1 "obtención y concentrado de jugo de caña"	99
Diagrama 4-2: Diagrama de flujo del proceso	114
Diagrama 4-3: Diagrama del proceso de producción de panela	121
Diagrama 4-4: Diagrama final del proceso de producción de panela	132
Diagrama 6- 1: Flujo de operación de cartas de crédito.....	215
Diagrama 7- 1: Organigrama del proyecto.....	218
Ilustración 1-1: Zonas de cultivo de caña en el departamento de Santa Cruz.....	9
Ilustración 1- 2: Zonas de cultivo en el departamento de Tarija.....	9
Ilustración 1-3: Zonas de cultivo en el departamento de La Paz	10
Ilustración 2-1: Mapa político de Argelia	47
Ilustración 2-2: Puerto de Argel, Argelia.....	47
Ilustración 2-3: Prototipo del producto Panela Solida	80
Ilustración 2-4: Prototipo del producto Panela Granulada.....	80
Ilustración 3-1: Macro localización del proyecto.....	87
Ilustración 3-2: Ubicación en la provincia Warnes-Municipio de Warnes.....	88
Ilustración 3-3: Ubicación del Parque Industrial Latinoamericano PILAT S.R.L.....	88
Ilustración 3-4: Ubicación de planta en el Parque Industrial Latinoamericano S.R.L....	90
Ilustración 3-5: Ubicación del manzano	91
Ilustración 3-6: Ubicación del lote del proyecto	91
Ilustración 3-7: Vista aérea del Parque Industrial Latinoamericano	92
Ilustración 3-8: Vista frontal del lote2, PILAT S.R.L.....	92
Ilustración 4-1: Dosificadora de caña	135
Ilustración 4- 2: Maquina de limpieza y lavado de caña.....	136
Ilustración 4-3: Sistema de extracción de tres rodillos	137
Ilustración 4-4: Caldera de generación de vapor.....	138
Ilustración 4-5: Tanques de almacenamiento de jugo de caña.....	140
Ilustración 4-6: Tanques de clarificación de jugo de caña.....	141
Ilustración 4-7: Filtradores de jugo de caña	142
Ilustración 4-8: Evaporadores de jugo de caña	143
Ilustración 4-9: Concentrador de jugo de caña	144
Ilustración 4-10: Batidora de panela granulada.	145
Ilustración 4-11: Envasador automático de panela granulada 50 kg.....	146
Ilustración 4-12: Envasador automático de panela solida 50 kg.....	147

Ilustración 4- 13: Sistema de tratamiento de aguas.....	148
Ilustración 4-14: Plano de distribución de áreas	163
Ilustración 5- 1: Chaqueo yerbas, residuos de plantas y hojas de caña.....	183
Ilustración 6- 1: Flujo de exportación de panela a Argelia	193
Ilustración 6- 2: Ejemplo de factura comercial de exportación	201
Ilustración 6- 3: Incoterm FOB	212

Anexos

Anexo 1-A: Producción y área cultivada-mayores productores de caña de azúcar, periodo 2014-2019.	263
Anexo 1-A (Continuación): Producción y área cultivada-mayores productores de caña de azúcar, periodo 2014-2019.....	264
Anexo 1-B: Santa Cruz, producto interno bruto por actividad económica, 2011-2019.	265
Anexo 2-A: Principales países importadores de panela a nivel mundial, periodo 2014-2020.....	266
Anexo 2-A (Continuación): Principales países importadores de panela a nivel mundial, periodo 2014-2020	267
Anexo 2-B: Principales países exportadores de panela a nivel mundial, periodo 2014-2020.....	268
Anexo 2-D: Contacto de interes de compra con CEVITAL FOOD S.A	269
Anexo 2-C: Formulario de solicitud de panela granulada, Cevital Food S.A.....	270
Anexo 2-D: Formulario de solicitud de panela solida, Cevital Food S.A.	271
Anexo 2-E: Valores de salida de IBM-SPSS para la regresión del modelo de pronóstico de la demanda.....	272
Anexo 2-F: Principales exportadores de panela a Argelia, 2012-2020.....	275
Anexo 4-A: Relación entre grados brix y calores específicos	276
Anexo 4-B: Propiedades térmicas de algunos alimentos	276
Anexo 4-B (Continuación): Propiedades térmicas de algunos alimentos.....	277
Anexo 4-C: Plano de distribución y áreas.....	278
Anexo 4-D: Plano de techos.....	279
Anexo 4-E: Plano de Instalación Eléctrica.....	280
Anexo 4-F: Plano de instalación sanitaria y pluvial.....	281
Anexo 4-G: Significado general y formas geométricas de señalización.....	282
Anexo 5-A: Formulario de categorización ambiental	283
Anexo 5-A (Continuación): Formulario de categorización ambiental.....	284
Anexo 5-B: Esquema de estudio de impacto ambiental.....	285
Anexo 6-A: Ejemplo de carta de crédito.....	286

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La caña de azúcar (*Sccharum officinarum*), es una hierba gigante, perteneciente a la familia de las gramíneas, del que se utiliza el tallo como materia prima para la industria panelera y azucarera.

Para algunos autores el origen de la caña de azúcar es el Noreste de la India, específicamente la región de Bengala, de aquí el nombre de su capital Gaura, de la palabra “Gur” que significa azúcar.

Para otros es de Nueva Guinea, y se extendió luego a Borneo, Sumatra y la India, posteriormente Alejandro Magno la llevo a Persia (331 ac), y los árabes lo diseminaron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde paso a África y España. Otros estudiosos indican su origen en Indochina.

El origen exacto de la caña de azúcar es todavía materia de investigación. Sin embargo, se considera que este puede haber sido el archipiélago de Melanesia en Nueva Guinea 8.000 a 15.000 años a.c. de donde se difundió a las islas vecinas, la China y la India. La dispersión posterior ocurrió hacia Hawái, África Oriental, Madagascar, el Medio Oriente y el Mediterráneo. En 1493 Cristóbal Colon en su segundo viaje a América la trajo a las islas del Caribe, particularmente la isla La Española, actual República Dominicana y Haití, de donde se difundió posteriormente a Cuba, Puerto Rico, Colombia, México y Perú. Al Brasil fue introducida por los portugueses alrededor del año 1500 (Corpoica-Sena, 1998).

1.1.1. Caña de azúcar en Bolivia

Entre los diferentes sectores productivos que desarrollan sus actividades en Bolivia, el sector cañero-azucarero es uno de los más importantes, debido a su trascendencia socioeconómica reflejada en la generación de empleos, ingresos y divisas para el país.

Estudios de Carlos Sempat Assadourian (1982) y Laura Escobari (1985) demuestran que la caña de azúcar fue introducida en Los Andes por los españoles, los primeros años del periodo colonial. En el Virreinato del Perú en el Siglo XVI habían cinco productoras de azúcar, las zonas de mayor importancia eran Quito, Arequipa, Paraguay y Argentina, como zonas secundarias de producción Cuzco, Abancay, Vilcabamba. En Charcas existía producción de azúcar, en baja escala, en Santa Cruz y en La Paz, donde en 1587 existían 8 trapiches azucareros en las zonas yungueñas.

Humberto Vázquez Machicado sostiene que el azúcar era importado, llevado con dificultades a Charcas, en distintas formas de consumo, en dulces, chancacas, melazas. Hasta que surgieron las plantaciones de Santa Cruz, especialmente en la región de Barracas, a orillas del Guapay en San Lorenzo, en Santa Cruz la Vieja.

Era importante en esta zona la producción de azúcar, misma que ligo la economía cruceña al mercado interno cuyo eje económico eran las minas de Potosí, que era el polo económico que retroalimentaba la economía de Charcas.

El padre carmelita Antonio Vázquez de Espinoza sostenía que en la jurisdicción de Santa Cruz en los siglos XVI y XVII existían grandes cañaverales y 25 ingenios de azúcar, barracas rudimentarias que abastecían los mercados de La Plata y Potosí.

En La Paz por otra parte, los trapiches se hallaban concentrados en los yungas y Apolobambaba, las zonas de Coroico, Circuata, Apolo, San Buenaventura producían azúcar en expectable cantidad de tal manera que en el Siglo XVIII bajo el producto importado de Cuzco.

En el Sud-este de La Paz cobro importancia la producción azucarera de los Yungas de Inquisivi, lugar donde se decía existía una Mina de Caña de azúcar, la Hacienda Cañamina.

La estructura productiva en la colonia era precaria, los ingenios o trapiches existentes, los alambiques de procesado de alcohol, abastecían mercados regionales, pese a que en el siglo XVIII la producción y venta era monopolio de España, mediante la cedula emitida por Felipe V en 1714. Sin embargo, como demuestra, Sempat Assadourian, el producto en parte era traído por importación de Cuzco.

La producción de azúcar y alcohol en la zona fue monopolio de las haciendas, principalmente de Cañamina, habiendo otras que producían en pequeña escala, tales como Calajahuira en la Plazuela, Capellanía y Pampa grande.

La producción azucarera de los yungas de Inquisivi, fundamentalmente de la hacienda Cañamina, había declinado a fines del siglo XIX a raíz de la competencia con su similar extranjero, principalmente con el producto peruano y argentino. Frente a esta situación, la producción del alcohol se constituyó en el rubro principal.

“En la región de los yungas donde existen algunas propiedades valiosas como Cañamina, Polea y otras, el cultivo se dedica con preferencia a la plantación de coca y elaboración de alcohol y alguna producción de café calculando aproximadamente en 4.000 cestos de coca, 2.000 quintales de licor de caña de azúcar y unos 600 quintales de café”. (Gutiérrez, Jorge, 1997)

Según Langer, la importación del azúcar barato del norte argentino y otros países hizo que muchos cultivadores de caña de La Paz y de Santa Cruz se pasaran a la producción de alcohol. En el caso de Cinti (Chuquisaca) durante la primera mitad del siglo XIX la producción de caña dulce se extendió en los valles de Pilaya y Pilcomayo. La hacienda Caraparí fue una de las más importantes:

“De las cinco sesiones en que se subdividía Carapari, cuatro eran cultivadas exclusivamente por los arrenderos; la sección en que estaban situadas todas las tierras de la hacienda abarcaba el valle, la casa de hacienda y la destilería. La naturaleza de la caña de azúcar, que exige poco trabajo durante la mayor parte del año, si requería gran cantidad de mano de obra en su cosecha...”

La mayor parte de las haciendas productoras de caña de azúcar de esta zona vendían su producto en forma de miel de caña o Chancaca, a los hacendados del Valle de Cinti, los mismos que la convertían en aguardiente. Langer nos demuestra en su estudio, que existía un mercado interno, donde los circuitos comerciales tenían su centro dinámico en las minas de plata de Potosí, en las minas de Huanchaca, pero también en Uyuni, Colquechaca, Tarija, Cotagaita y Sucre.

Debacle, recuperación y auge la agroindustria azucarera

La crisis productiva de los años de apertura al mercado internacional declinó y ya en los años veinte adelante no podemos hablar de una producción azucarera como tal, sino de producción de aguardiente de caña. Sin grandes cambios en la economía cruceña o la paceña. En el caso de Chuquisaca, Langer estudia a la Sociedad Agrícola, ganadera e Industrial de Cinti, (SAGIC), que era propietaria de las haciendas de San Pedro Mártir, Culpina e Inkawasi, según él autor, ligada a intereses de Simón I Patiño, con fuerte respaldo económico-financiero, organizada en 1925, creó un gran complejo industrial: “Las haciendas integrantes de SAGIC sufrieron cambios casi inmediatamente después de la creación de la sociedad. En 1925 comenzó la construcción de una carretera de Inkawasi a San Pedro. En Culpina se construyó una población /... /Un gran complejo de destilación de granos dominaba la población, que también incluía un molino de granos y una pulpería/.../En 1928 la sobreproducción puso en crisis la industria alcoholera; poco después la gran crisis mundial hizo bajar las ventas de alcohol, sobre todo en las minas, obligando a la sociedad a depender más de los arrenderos en sus ganancias” SAGIC encontró la manera de enfrentar esta crisis apoyándose en las ganancias que le

reportaba la explotación de sus likinas y del uso de mano de obra de los arrenderos, luego de la reforma agraria se convirtió en una industria importante de producción de singanis del país.

En todo el país a lo largo de las décadas del 30 y 40 la producción de azúcar había disminuido significativamente convirtiéndose en alcohol blanco.

En el caso del departamento de La Paz, en una evaluación provincia por provincia, en los artículos del homenaje al IV Centenario, constatamos que las zonas más importantes de producción de azúcar eran: Inquisivi (Circuata, Cajuata, la hacienda Cañamina y otras), Muñecas (Camata, Aucapata, Iskanwaya), Larecaja (Mapiri, Tipuani, Guanay, Challana, la fábrica de Alcoholes de caña Chiliza), Caupolican (Apolo, Haciendas Piliapo, Puerto Tuiche, en el curso del río Machariapo y aledaños), Sud Yungas (Irupana, La hacienda La Plazuela de donde se sacaba 5000 litros de alcohol al año) Iturralde (Xiamas).

La producción de azúcar refinada en baja escala sólo abastecía a las micro regiones, constituyéndose el alcohol en la fuente de ingresos de los productores, en las tres primeras décadas del siglo XX, experimenta procesos importantes, que abordaremos más adelante.

En la provincia Inquisivi, el caso de La Hacienda Cañamina es relevante. En los años veinte un experto norteamericano J. Wannag fue contratado para realizar una evaluación de las características de la propiedad, el informe de este consultor extranjero daba a conocer que en ella se estaba produciendo 60 latas quincenales de 96 grados y que tenía capacidad para producir el doble, fruto de la explotación de 130 hectáreas En la década del 40, la producción de alcohol, había sustituido a la producción de azúcar definitivamente, quedando atrás la posibilidad de volverse a constituir en un ingenio azucarero. En 1948 Antonio Fuentes presentaba un cuadro de producción de alcohol en los yungas de Inquisivi donde Cañamina mantenía la primicia en niveles de producción de alcohol, por lo menos en la zona; habiéndose conservado su potencialidad productiva

pese a estar sometida a los avatares de la guerra del Chaco (1932 - 1935) que la afectaron de manera directa por constituirse en propiedad del Banco Central de Bolivia sometida a los designios de la cosa pública.

Fue recién en la década del 40 del siglo XX que la producción azucarera en Bolivia experimentó una recuperación de alcances importantes. El principal centro de producción azucarera, fue el departamento de Santa Cruz de la Sierra. Una de sus primeras experiencias se desarrolló en la hacienda “La Esperanza” ubicada en la provincia Warnes a 60 km de la capital oriental.

Los pequeños ingenios azucareros tradicionales recibieron un empuje de grandes dimensiones las próximas décadas, a raíz de las recomendaciones realizadas por la misión económica norteamericana presidida por Mervin Bohan, que planteaba al gobierno boliviano orientar su política de desarrollo capitalista del agro con la marcha hacia el oriente, para impulsar la explotación petrolera y agricultura tropical, política que se efectivizó con el triunfo de la revolución de 1952.

El “Plan Bohan” se implementó a través del fortalecimiento de la Corporación Boliviana de Fomento (CBF), creada en los años 40 y que dio un empuje importante a la industrialización del azúcar a gran escala con la creación de los ingenios azucareros en el siguiente orden: La Esperanza 1949, La Bélgica 1952, Guabirá 1956, San Aurelio 1957.

El servicio Agrícola Interamericano (SAI), agencia gubernamental de los Estados Unidos empezó a operar en Bolivia en 1947, recibió un nuevo impulso en 1964. Del SAI dependía el pool de maquinaria pesada que se instaló en Santa Cruz, y cuyas topadoras, tractores y motoniveladoras, eran arrendadas a los nuevos agricultores.

PRODUCCION ACTUAL DE LA CAÑA DE AZUCAR A NIVEL MUNDIAL

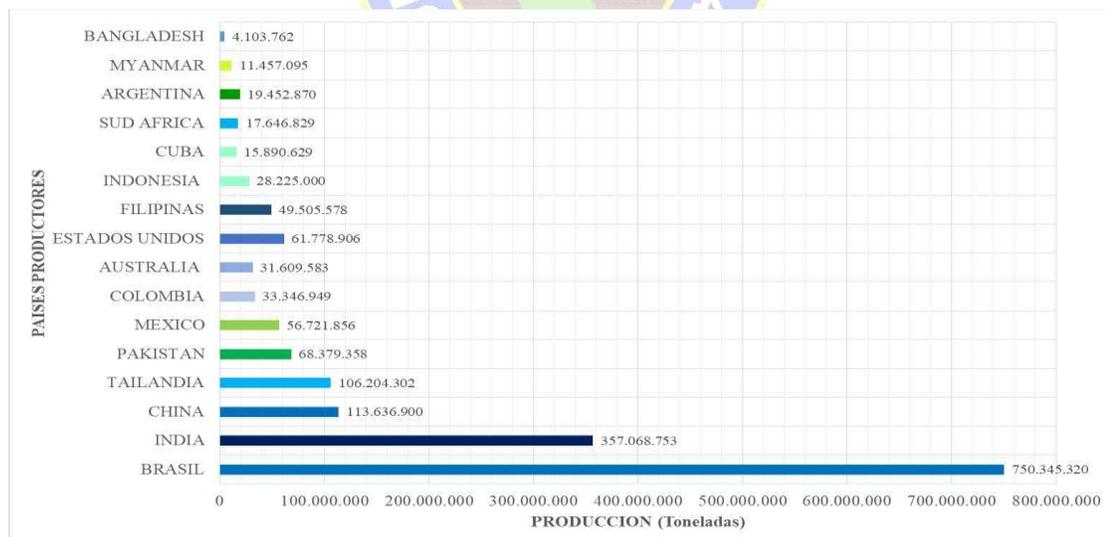
Según estadísticas de producción de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura), los principales productores de caña de azúcar a

nivel mundial son 16 países. Realizando un análisis de producción y área cultivada de estos países, en el periodo 2012-2019 (**Anexo 1-A**), tenemos los siguientes datos:

El principal productor de caña de azúcar en el mundo es Brasil, con el 44,99% (750.345.320 Tn) de producción promedio anual, seguido de India con un 21,41% (357.068.753 Tn), China con 6,81% (113.636.900 Tn), Tailandia con el 6,37% (106.204.302 Tn), Pakistán con el 4,10% (68.379.358 Tn), México 3,40% (56.721.856 Tn), Colombia con el 2,00% (33.346.949 Tn), Australia con 1,90% (31.609.583 Tn), Estados Unidos con 1,75% (29.153.906 Tn), Filipinas con 1,47% (24.505.578 Tn), Indonesia con 1,69% (28.225.000 Tn), Cuba con 0,95% (15.890.629 Tn), Sud África con 1,06% (17.646.829 Tn), Argentina con 1,17% (19.452.870 Tn), Myanmar con 0,69% (11.457.095 Tn), y Bangladesh con el 0,25% (4.103.762 Tn).

En el **Grafico 1-1**, se muestra la participación de tres países sudamericanos, Brasil, Colombia y Argentina; sin embargo, de estos dieciséis países, solo Brasil, India y Colombia son los mayores productores de panela.

Grafico 1-1: Principales productores de caña de azúcar, 2012-2019



Fuente: Elaboración con base a datos de la FAO, FAOSTAT-Producción de caña de azúcar.

PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR EN BOLIVIA

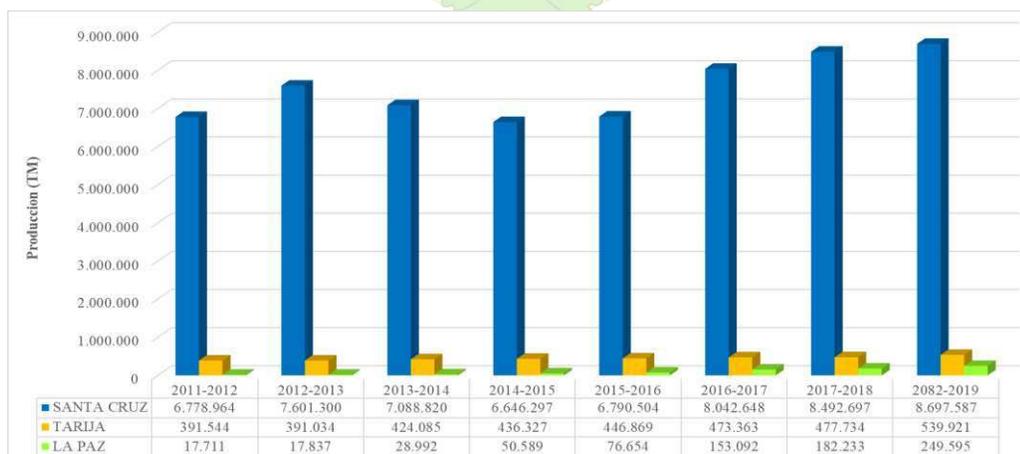
En Bolivia, los departamentos que producen caña son: Santa Cruz, Tarija y La Paz. En la Tabla 1-1 (Grafico 1-2), se muestra el incremento de la producción y superficie cultivada. En la campaña 2011-2012 alcanzó un valor de 7.241.104 TM con una superficie cultivada de 118.615 Ha; de la campaña 2011-2012 hasta 2018-2019, la producción creció un 32,00%, llegando a producirse 9.558.472 TM de una superficie de 138.812 Ha. El mayor productor es Santa Cruz con una producción promedio anual de 7.517.352 TM, seguido de Tarija con 447.610 TM y La Paz con 97.088 TM.

Tabla 1-1: Bolivia, producción y superficie cultivada de caña, 2011-2019

DESCRIPCION	PRODUCCION	TASA DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCION	SUPERFICIE CULTIVADA	TASA DE CRECIMIENTO DE LA SUP. CULTIVADA
	Toneladas Metricas (TM)	(%)	Hectareas (Ha)	(%)
2011-2012	7.241.104	-	118.615	-
2012-2013	8.064.683	11,37	122.150	2,98
2013-2014	7.598.630	-5,78	127.500	4,38
2014-2015	7.192.512	-5,34	133.020	4,33
2015-2016	7.374.751	2,53	134.729	1,28
2016-2017	8.731.676	18,40	137.013	1,70
2017-2018	9.215.146	5,54	135.864	-0,84
2018-2019	9.558.472	3,73	138.812	2,17
T. CRECIMIENTO ACUMULADO		32,00		17,03

Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística), Censo Nacional Agropecuario-2015.

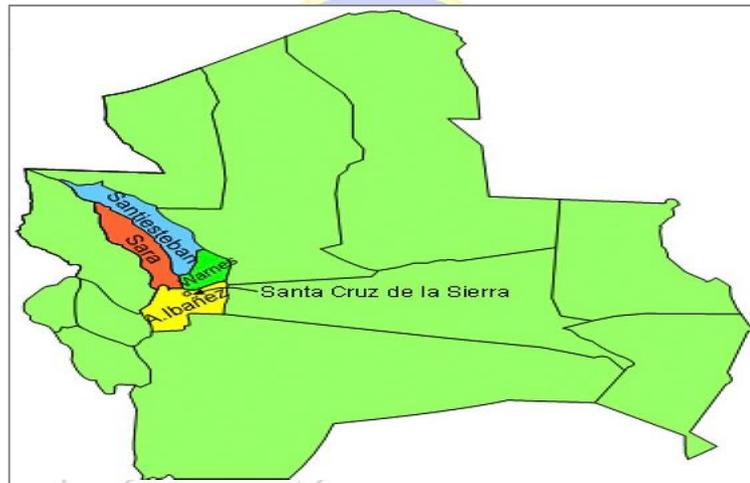
Grafico 1-2: Producción de caña de azúcar, principales departamentos de Bolivia



Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)

En **Santa Cruz** la producción de caña se encuentra en las provincias de Andrés Ibáñez (municipios de Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, El Torno, La Guardia), Warnes (municipio de Warnes, Okinawa1), Santiesteban (municipios de Saavedra, Mineros, Montero y Alonzo Fernández).

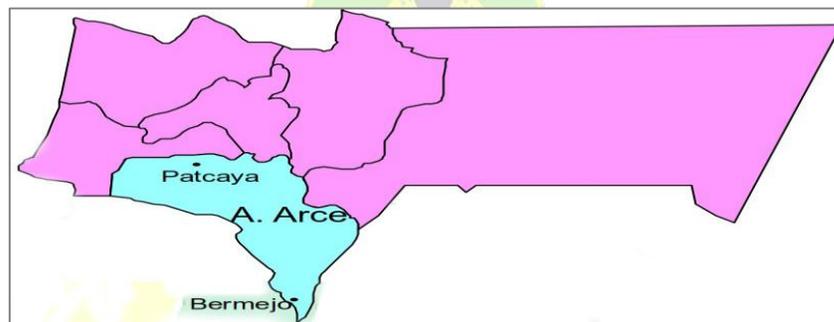
Ilustración 1-1: Zonas de cultivo de caña en el departamento de Santa Cruz



Fuente: Cadena productiva del azúcar-AEMP (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Empresas)

En **Tarija**, la zona de producción está ubicada en la Provincia Arce, más propiamente en el municipio de Bermejo y parte del municipio de Padcaya, capital de dicha provincia; ambos ubicados al sur de la provincia.

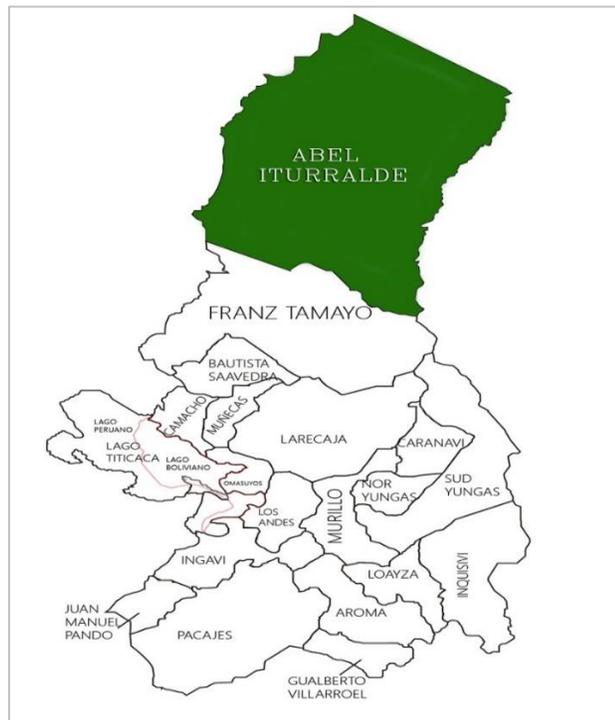
Ilustración 1- 2: Zonas de cultivo en el departamento de Tarija



Fuente: Cadena productiva del azúcar-AEMP (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Empresas)

En **La Paz**, la producción de caña de azúcar se realiza en la provincia Abel Iturralde (municipios de Xiamas y San Buenaventura). (**Ilustración 1-3**)

Ilustración 1-3: Zonas de cultivo en el departamento de La Paz



Fuente: Cadena productiva del azúcar-AEMP (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Empresas)

1.1.2. Usos de la caña de azúcar

La ciencia agroindustrial ha determinado varios usos a la caña de azúcar; el principal y más conocido es el azúcar refinado, pero existen otros usos, los cuales podemos clarificarlos en:

Alimento humano/animal

- **Azúcar:** El azúcar de acuerdo con el estado dentro del proceso industrial, color, granulometría y pureza puede ser:

Azúcar crudo: Producto cristalizado obtenido por cocimiento del jugo de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, constituido esencialmente por

cristales sueltos de sacarosa cubiertos por una película de su miel madre original (también conocido como panela granulada).

Azúcar Blanco: Producto cristalizado obtenido del cocimiento del jugo de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa obtenidos mediante procedimientos industriales apropiados y que no han sido sometidos a proceso de refinación.

Azúcar Blanco Especial: Producto cristalizado obtenido del cocimiento del jugo de caña de azúcar o de la remolacha azucarera, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, obtenidos mediante procedimientos industriales apropiados y que no han sido sometidos a proceso de refinación.

- **Miel:** Existen varios tipos de mieles, entre ellos está la Meladura (Jugo clarificado y concentrado por evaporación), Miel Virgen (Es la meladura que no ha sido sometida al proceso de cristalización, cuando su contenido de azúcares totales como reductores es mayor a 67%), Miel Rica Invertida (Se obtiene cuando la meladura se somete a los proceso de inversión y concentración, logrando contenidos de azúcares totales como reductores superiores a 75%).
- **Melaza:** Líquido denso y viscoso obtenido de la centrifugación de la masa cocida final y del cual no es posible recuperar económicamente más sacarosa por los métodos usuales.
- **Panela:** Producto obtenido por evaporación directa del jugo de caña de azúcar, ya sea o no previamente clarificado. La panela se puede encontrar en forma compacta (cuadrada o circular) como ha sido su presentación tradicional o de manera granulada, en polvo y hasta saborizada. Por normas de sanidad hoy su presentación debe llevar empaque.
- **Vinagre:** Solución diluida de ácido acético, hecho por fermentación, a la que se le agrega sales y extractos de otras materias. El azúcar es la base en la producción de vinagre, cualquier solución diluida con azúcar puede transformarse en vinagre.

Alcoholes

- **Carburante (etanol):** La caña es la materia prima para la producción de etanol, que es un alcohol incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78%, se perfila y es usado como recurso energético potencialmente sostenible.
- **Antiséptico:** El alcohol antiséptico, también tiene como base etanol a un porcentaje de 70% de pureza, es usado en medicina.

Sucroquímicos farmacéuticos

- **Ácido glicólico:** Es una sustancia de la medicina estética, muy utilizado para la realización de peeling químico. Puede ser obtenidos de frutas como la uva, ciruelo, pero el método más usado es a partir de caña de azúcar o remolacha azucarera.
- **Citrato de Calcio:** Es la sal del ácido cítrico e hidróxido de calcio. Es una de las formas más comunes de suplementos de calcio. Se ha realizado varios estudios conducidos en las ventajas del citrato de calcio, en todos los estudios, el citrato de calcio proporciona mayores ventajas que cualquier otra forma de calcio.
- **Citrato de Sodio:** Es la sal sódica del ácido cítrico. Se obtiene en forma de cristales blancos, inoloros y con sabor salino refrescante.
- **Ácido Cítrico:** Es un ácido orgánico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Este ácido es uno de los aditivos más usados en la industria alimentaria. Se obtiene por fermentación de distintas materias primas, especialmente la melaza de la caña de azúcar.

En este proyecto nos dedicaremos a la producción de panela o chancaca, que es un producto sólido o granulado obtenido por la evaporación del jugo de caña. Ha sido consumido tradicionalmente como un edulcorante en la mayoría de las regiones que cultivan caña de azúcar en el mundo, en las cuales es conocida con diferentes nombres (**Tabla 1-2**).

Tabla 1-2: Nombres de la panela o Azúcar no Centrifugada (ANC)

REGION	PAIS	NOMBRE
ASIA	India, Pakistan	Jaggery, Gur
	Tailandia	Namtan Tanode
	Japon	Kokuto, Black Sugar
	Filipinas	Moscavado, Panocha
	Sri Lanka	Hakuru, Vellam
	Malasia	Gula, Melaka
	Indonesia	Gula Java, Gula Merah
AMERICA LATINA	Mexico	Piloncillo
	Guatemala	Panela, Rapadura
	Costa Rica, Nicaragua	Tapa Dulce
	Panama	Panela, Rapadura
	Colombia, Ecuador	Panela
	Venezuela	Papelón, Panela
	Peru, Bolivia	Chancaca
	Brasil	Rapadura
	Argentina	Azucar Panela
AFRICA	Nigeria, Kenya, Africa del Sur	Jaggery
EUROPA, NORTE AMERICA	Reino Unido	Unrefined muscovado
	Francia	Cassonade
	Alemania	Vollrohrzucker
	EEUU	Raw Sugar

Fuente: FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

1.2. Justificación del proyecto

1.2.1. Justificación teórica

El departamento de Santa Cruz ha presentado un crecimiento económico acelerado y diversificado que son motivo de orgullo para la mayoría de los cruceños que se identifican con la imagen del progreso, modernidad y desarrollo.

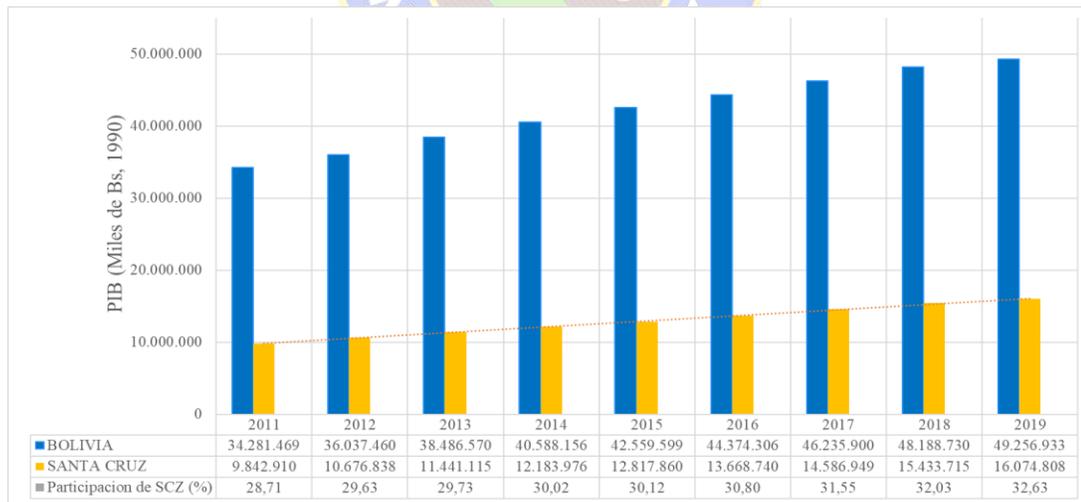
En los últimos 30 años Santa Cruz ha ido consolidando su posición como “motor” de la económica boliviana. Es un departamento que concentra inversiones, exportaciones, industria, servicios, así como también al 25% de la población económicamente activa (PEA).

Para detallar el crecimiento del departamento de Santa Cruz como parte justificativa de este proyecto, realizaremos un análisis de su economía productiva, en el periodo 2011-2019.

En la **Tabla 1-3, Grafico 1-3 y 1-4**, se muestra el PIB de los nueve departamentos en el periodo 2011-2019, en promedio durante este periodo el PIB de Bolivia es de Bs 42.223.236, donde Santa Cruz, La Paz y Cochabamba representan el 30,72% (Bs 12.969.657), 24,48% (Bs 10.335.583) y 15,74% (Bs 6.647.349) del PIB respectivamente. Lo destacable es este análisis, es que, solamente el departamento de Santa Cruz representa un tercio de toda la producción nacional.

En el **Grafico 1-5**, se muestra la evolución del PIB cruceño respecto al PIB de Bolivia; cómo se puede observar en la gestión 2011 el PIB de Bolivia alcanzo un valor de Bs 34.281.469 y el PIB cruceño alcanzo un valor de Bs 9.842.910 representando un 28,71% de la producción total de Bolivia, en las siguientes gestiones este porcentaje fue creciendo hasta llegar a la gestión 2019, donde el PIB boliviano alcanzo un valor de Bs 49.256.933 y el PIB cruceño un valor de Bs 16.074.808, representando un 32,63% de toda la producción boliviana. Este departamento crece en promedio a un ritmo del 6,33%, que es mayor al promedio nacional de crecimiento.

Grafico 1-3: Evolución del PIB de Bolivia vs Dpto. Santa Cruz, 2011-2019



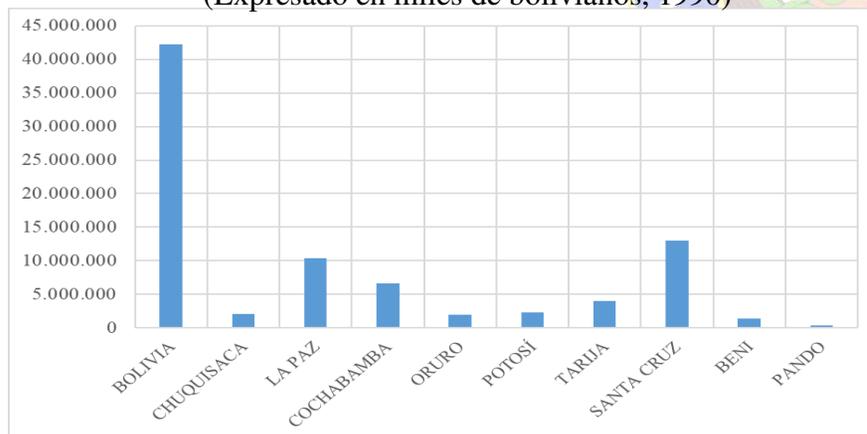
Fuente: Elaboración con base al Instituto Nacional de Estadística, INE.

Tabla 1-3: Producto Interno Bruto Departamental, 2011-2019 (En miles de bolivianos, 1990)

DESCRIPCION	PRODUCTO INTERNO BRUTO, PIB									PIB PROMEDIO 2010-2018	PORCENTAJE (%)
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
BOLIVIA	34.281.469	36.037.460	38.486.570	40.588.156	42.559.599	44.374.306	46.235.900	48.188.730	49.256.933	42.223.236	100,00
CHUQUISACA	1.619.555	1.755.213	1.947.761	2.097.880	2.263.320	2.281.107	2.324.446	2.391.831	2.391.417	2.119.170	5,02
LA PAZ	8.234.768	8.618.358	9.103.059	9.598.107	10.349.995	10.920.586	11.586.254	12.110.469	12.498.651	10.335.583	24,48
COCHABAMBA	5.480.011	5.688.339	5.999.745	6.297.090	6.677.951	7.047.605	7.205.872	7.636.927	7.792.598	6.647.349	15,74
ORURO	1.888.675	1.853.142	1.935.395	1.985.228	1.985.351	2.011.750	2.142.831	2.175.627	2.234.283	2.023.587	4,79
POTOSÍ	2.167.990	2.014.825	2.127.113	2.220.716	2.307.669	2.480.403	2.512.050	2.615.247	2.614.715	2.340.081	5,54
TARIJA	3.578.004	3.923.071	4.360.632	4.577.696	4.452.617	4.178.691	4.025.644	3.849.619	3.619.953	4.062.881	9,62
SANTA CRUZ	9.842.910	10.676.838	11.441.115	12.183.976	12.817.860	13.668.740	14.586.949	15.433.715	16.074.808	12.969.657	30,72
BENI	1.148.985	1.179.002	1.233.166	1.272.501	1.339.744	1.411.388	1.466.947	1.563.338	1.611.714	1.358.532	3,22
PANDO	320.571	328.673	338.584	354.963	365.092	374.034	384.906	411.959	418.793	366.397	0,87

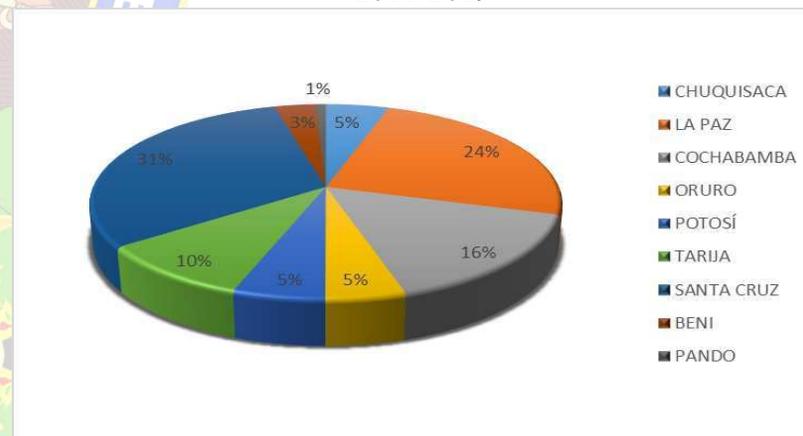
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, (INE).

Grafico 1-4: PIB Departamental promedio, 2011-2019 (Expresado en miles de bolivianos, 1990)



Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)

Grafico 1-5: Representación del PIB departamental promedio, 2011-2019



Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)

Analizando la estructura productiva (**Grafico 1-6**), en el periodo analizado 2011-2019, el departamento de Santa Cruz, destaca por la Industria Manufacturera representado un 24,46% de su producción, siendo esta actividad el principal motor del desarrollo, seguido de la Agricultura, Caza y Pesca con 20,92%(**Anexo 1-B**).

Grafico 1-6: Estructura productiva de Santa Cruz, 2011-2019



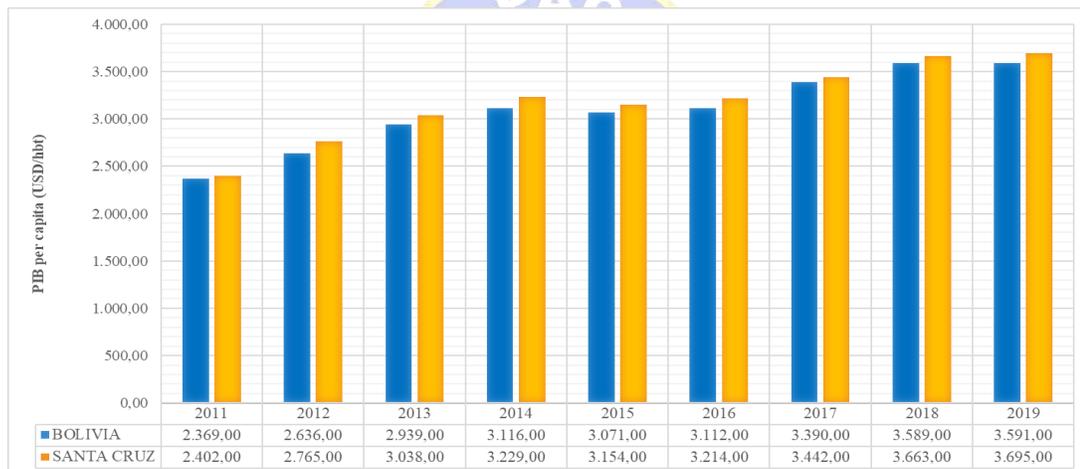
Fuente: Elaboración con base al Instituto Nacional de Estadística, (INE)

En relación al PIB per cápita, el departamento de Santa Cruz está por encima del promedio nacional; en 2011 el PIB per cápita de Bolivia alcanzó un valor de 2.369 USD/hbt, ese mismo año el departamento de Santa Cruz tuvo un PIB per cápita de 2.402 USD/hbt; hasta el 2019 el PIB per cápita nacional creció un promedio anual del 4,73%, llegando a un valor de 3.591 USD/hbt; para el departamento cruceño hasta el 2019 el PIB per cápita departamental creció un promedio anual del 4,90%, llegando a un valor de 3.695 USD/hbt.

En el **Grafico 1-8**, se muestra el valor de las exportaciones de Bolivia; en el 2011 el valor alcanzado fue de 6.966 millones de USD, presentando un crecimiento promedio de 16,65% hasta 2014, a partir de ese año las exportaciones disminuyeron considerablemente; para el 2018 el valor de las exportaciones fue de 8.969 millones de USD.

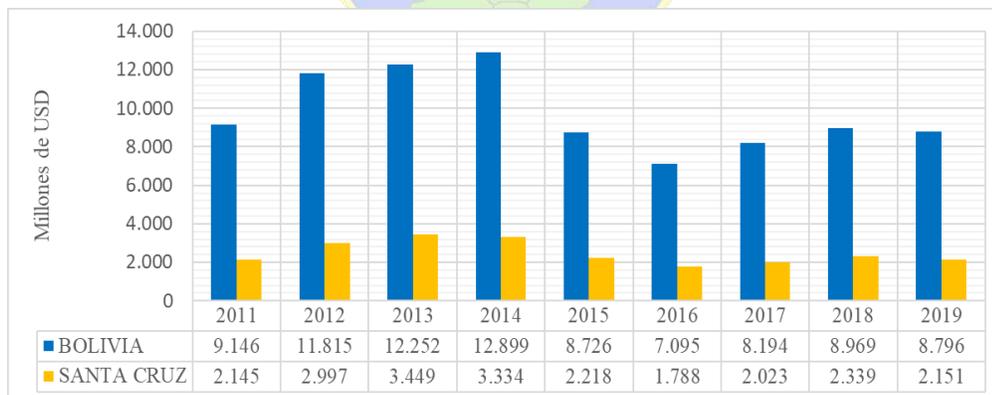
Las exportaciones de Santa Cruz en 2011 alcanzaron un valor de 2.145 millones de USD, al igual que los demás departamentos de Bolivia alcanzo sus mayores valores en 2013-2014; sin embargo, el 2019 las exportaciones cruceñas decrecieron un 8,04% respecto de 2018, alcanzando un valor de 2.151 millones de USD.

Grafico 1-7: PIB per cápita cruceño en relación a Bolivia, 2011-2019
(Expresado en dólares americanos)



Fuente: Elaboración con base al Instituto Nacional de Estadística (INE)

Grafico 1-8: Exportaciones de Santa Cruz y Bolivia, 2011-2019
(Expresado en millones de USD)

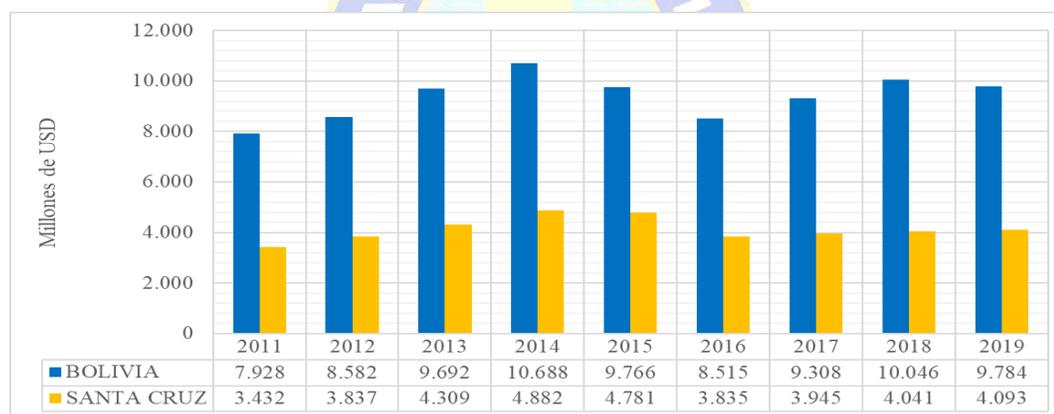


Fuente: Elaboración con base al Instituto Nacional de Estadística
(p): Datos preliminares.

Las importaciones de Bolivia en el año 2011, alcanzaron un valor de 7.928 millones de USD, y han estado en aumento en la última década (ver **Gráfico 1-9**), en 2019 el valor alcanzado fue de 9.784 millones de USD.

Lo mismo ocurrió en Santa Cruz, en 2011 las importaciones alcanzaron un valor de 3.432 millones de USD, y para 2019 están fueron en aumento hasta llegar a 4.093 millones de USD.

Grafico 1-9: Importaciones de Bolivia y Santa Cruz, 2011-2019
(Expresado en millones de USD)



Fuente: Elaboración con base al Instituto Nacional de Estadística (p): Datos preliminares.

La economía boliviana presentó un auge económico en el periodo 2006-2014, por el elevado precio del petróleo y las materias primas, que contribuyó de buena manera al desarrollo económico de Bolivia, y el departamento Santa Cruz no quedó exento; sin embargo, a partir del 2015 la economía boliviana presenta menores ingresos y esto afecta el desarrollo de los departamentos.

El departamento de Santa Cruz, depende de la industria manufacturera y la agricultura como pilares de su desarrollo económico, siendo este departamento menos vulnerable a los bajos ingresos de materias primas y el petróleo por presentar una economía diversificada, estos factores alientan a más empresarios del país a situarse en Santa Cruz por presentar una economía diversificada y menor vulnerabilidad a cambios en la economía nacional.

Entonces para que el desarrollo económico de Santa Cruz siga siendo sustentable, se debe fomentar el crecimiento de nuevas industrias y agroindustrias que ayuden al crecimiento de la economía de este departamento.

1.2.2. Justificación practica

En el departamento de Santa Cruz, la agricultura es la segunda actividad más importante después de la industria manufacturera, esta actividad representa el 20,92% de la economía cruceña; como se observa en la **Tabla 1-4** y el **Grafico 1-10**, la producción y superficie cultivada de caña tiende a incrementarse cada año, para la zafra 2012-2013 la superficie cultivada fue de 138.846 Ha (7.601.300 TM); para la campaña 2019-2020 la superficie cultivada tuvo un crecimiento acumulado del 18,42%, llegando a cultivarse 164.417 Ha (9256.677 TM), la producción tuvo un crecimiento acumulado del 21,78%. En este periodo 2012-2020 no solo se mejoró la producción y superficie cultivada, también se mejoró en rendimiento por hectárea; en 2012-2013 el rendimiento era de 54,75 TM/Ha, para 2019-2020 el rendimiento es de 56,3 TM/Ha.

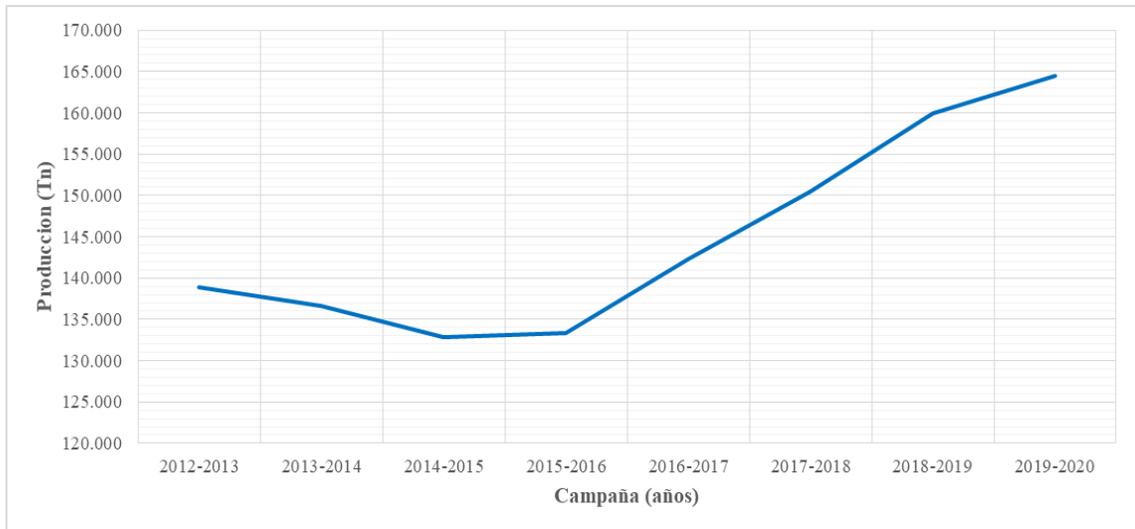
Del total de la producción de caña de azúcar, el 45,3% se dedica a la producción de azúcar para el mercado interno boliviano que consume aproximadamente 3,2 millones de quintales de azúcar, y el restante 54,7% es de uso industrial para la producción de etanol y el restante es exportado. (CAO, 2018)

Tabla 1-4: Producción y superficie cultivada de caña, Dpto. Santa Cruz, 2012-2020

DESCRIPCION	PRODUCCION	TASA DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCION	SUPERFICIE CULTIVADA	TASA DE CRECIMIENTO DE LA SUP. CULTIVADA
	Toneladas Metricas (TM)	(%)	Hectareas (Ha)	(%)
2012-2013	7.601.300	-	138.846	-
2013-2014	7.088.820	-6,74	136.675	-1,56
2014-2015	6.646.297	-6,24	132.897	-2,76
2015-2016	6.790.504	2,17	133.309	0,31
2016-2017	8.042.648	18,44	142.272	6,72
2017-2018	8.492.697	5,60	150.450	5,75
2018-2019	8.697.587	2,41	159.882	6,27
2019-2020	9.256.677	6,43	164.417	2,84
T. CRECIMIENTO ACUMULADO		21,78		18,42

Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)

Grafico 1-10: Superficie cultivada-caña de azúcar, Dpto. Santa Cruz, 2012-2020



Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)

Este incremento en la producción y superficie cultivada fue impulsado por la demanda en el mercado interno y externo; en el mercado interno por el consumo y la demanda de bioetanol, en el mercado externo por una mayor demanda de la industria alimenticia.

Si bien la demanda se ha incentivado por políticas públicas como la producción de etanol como sustituto de aditivo para la gasolina, el gobierno nacional no ha cumplido plenamente con el acuerdo.

Según Oscar Alberto Arnez, presidente de la Confederación Nacional de Cañeros de Bolivia (CONCABOL), Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) dejó de retirar en la segunda quincena de marzo del 2020 entre 15 a 20 millones de litros de alcohol anhidro comprometidos con los ingenios sucroalcoholeros, situación que genera un grave perjuicio económico al sector cañero.

Este incumplimiento de acuerdos no solo afecta a grandes productores de caña, sino también a pequeños productores; porque, al incumplirse un acuerdo, la caña extraída ya

no tiene mercado y esto representa una pérdida económica para las pequeñas asociaciones de caña, porque al no encontrar un comprador de precio justo tienen que deshacerse de la caña a precios de remate.

Una de las asociaciones que presenta el problema mencionado es la Asociación de Cañeros de Warnes, perteneciente al Municipio de Warnes, este municipio es uno de los mayores productores de caña del departamento de Santa Cruz, la ACW está compuesta por 235 productores y forma parte de la Federación de Cañeros de Santa Cruz, en la **Tabla 1-5**, se muestra la cantidad de caña producida promedio de las campañas 2012-2020.

El municipio de Warnes produce en promedio en cada zafra 1.266.344 Tn de caña de azúcar, de los cuales alrededor de 450.000 Tn pertenecen a la producción hecha por la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes).

Según Martha Arredondo, Gerente Administrativa de la ACW, es preocupante la saturación del mercado azucarero en Bolivia, ya que perjudica el desarrollo productivo de los productores cañeros de la asociación, la alternativa a este problema según ellos es desarrollar otras áreas productivas relacionadas con la caña de azúcar, una de estas es la producción de panela (chancaca) a través de la instalación de una agroindustria panelera, que de acuerdo a investigaciones realizadas por la ACW es demandada por países europeos como un sustituto de la azúcar refinada, también es demanda como insumo para la industria de jugos y bebidas, por países áridos que no producen caña, tal es el caso de Chile, África del Norte y Medio Oriente, esta actividad productiva ha tenido éxito en Brasil y Colombia.

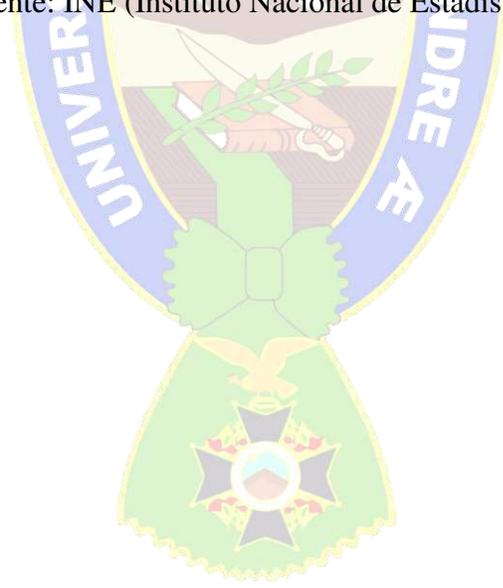
La producción promedio del municipio en 2018 y 2019 fue de 450.000 Tn, sin embargo, según Martha Arredondo, la capacidad de producción de los socios de la ACW alcanza tranquilamente a 700.000 Tn, ya que cada productor tiene tierras que están en descanso o están dedicadas al pastoreo y no son aprovechadas por la saturación del

mercado. Es así que ellos dedicarían 250.000 Tn de caña a producción de panela, ya que 450.000 Tn están comprometidas con la Corporación UNAGRO.

Tabla 1-5: Municipio de Warnes, producción de caña, promedio 2012-2020

AÑO	SUPERFICIE CULTIVADA (Ha)	PRODUCCION (Tn)
2012	21.594	886.440
2013	25.296	1.038.401
2014	25.913	1.063.728
2015	24.679	1.013.075
2016	26.222	1.076.392
2017	26.530	1.089.055
2018	24.371	1.000.411
2019	27.764	1.139.709
2020	28.381	1.165.036
Promedio:	30.849	1.266.343

Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)



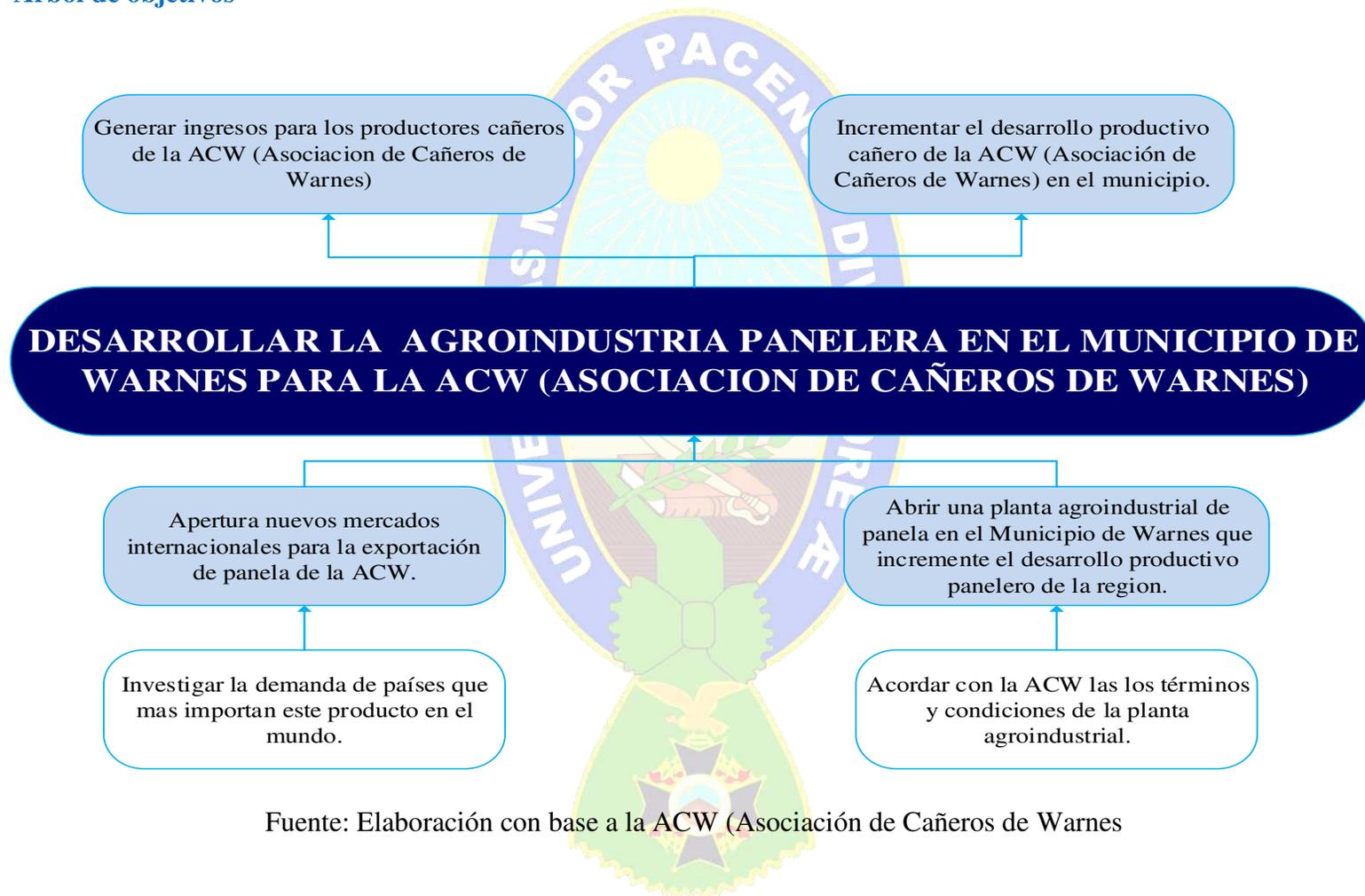
1.3. Diagnóstico y planteamiento del problema

1.3.1. Árbol de problemas causas y efectos



Fuente: Elaboración con base a la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes).

1.3.2. Árbol de objetivos



1.3.3. Planteamiento del problema

Bajo el análisis realizado en los puntos anteriores, concluimos que el departamento de Santa Cruz, tiene una alta capacidad y desarrollo productivo, uno de los sectores desarrollados es el azucarero; sin embargo, el incremento continuo en la producción de caña de azúcar causa una sobreoferta en un mercado interno que ya está saturado, provocando una disminución de precios que afecta a los productores de caña, quienes al no poder vender la caña, optan por venderla a precios ínfimos o exportar la caña y sus derivados (alcohol y miel de caña).

Este es el caso de la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes) que actualmente produce 450.000 Tn de caña para la industria azucarera, pero desean incrementar su producción a 700.000 Tn, dedicando 250.000 Tn a la producción de panela; sin embargo al no existir empresas dedicadas a este rubro, se ven en la necesidad de constituir su propia agroindustria en beneficio de los socios miembros.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la factibilidad técnica económica del proyecto RASC S.R.L. (RAW SUGAR FOODS COMPANY S.R.L), de producción y exportación de panela a Argelia en el Municipio de Warnes-Dpto. Santa Cruz, para los miembros de la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes), como alternativa de desarrollo frente a la saturación del mercado de caña de azúcar en Bolivia.

1.4.2. Objetivos específicos

- Efectuar un estudio de mercado, que permita determinar el mercado país meta para la exportación de panela de la ACW.
- Efectuar un estudio acerca del proceso productivo, para medir el rendimiento del proceso de producción de panela.
- Cuantificar la cantidad de divisas generadas por el proyecto, para determinar las ganancias que obtendrá la ACW.

1.5. Análisis de involucrados del proyecto

Para la ejecución de este proyecto, se necesita la participación activa de los socios productores de caña de la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes) quienes se encargarán de proveer la caña de azúcar de acuerdo a las normas y condiciones de calidad requeridas para un óptimo rendimiento en la producción de panela.

PILAT S.R.L., la empresa RASC S.A. dependiente de la ACW será socia comercial del parque industrial, ya que será ahí donde se ejecutará el proyecto, el parque industrial une Santa Cruz de la Sierra con Puerto Quijarro a través del Ferrocarril Oriental que es primordial para la exportación al Océano Atlántico.

CEVITAL FOOD S.A., será nuestro cliente empresarial que se encarga de comprar el producto. Esta empresa es un gran conglomerado privado que se encarga de producir jugos y bebidas, venta de panela, miel de caña y la refinación de azúcar, cuyo mercado es Argelia, Túnez y otros países de Medio Oriente.

1.6. Alcances y limitaciones

- El estudio del proyecto tomara datos estadísticos a partir del 2011 en adelante.
- El estudio del proyecto se realizará desde un punto de vista privado, en beneficio de la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes), quienes además de ser los proveedores de la caña de azúcar serán socios inversores del proyecto.
- El presente proyecto abarca únicamente la panela hecha de caña de azúcar en sus dos presentaciones más comunes: solida (o en bloque) y granulada.
- El estudio del proyecto analizara la cantidad de divisas que se generaría por la exportación del producto en beneficio de los socios productores de la ACW.

1.6.2. Limitaciones

- El estudio del proyecto se limita por la falta de datos estadísticos acerca de la cantidad producida de panela, el INE (Instituto Nacional de Estadística) ni ninguna otra institución cuenta con datos acerca de la cantidad de panela que se produce en el municipio ni el departamento de Santa Cruz.

Tabla 1-6: Análisis de involucrados del proyecto

GRUPO SOCIAL	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	ESTRATEGIA	ACUERDOS Y COMPROMISOS
Socios de la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes), productores y proveedores de caña de azúcar a la agroindustria RASC S.A.	Proveer materia prima (caña de azúcar) a la agroindustria panelera RASC S.A.	Mala calidad de la materia prima por factores climáticos.	Aplicar normas de control de calidad en la recepción de materia prima a la empresa.	Acordar con los socios proveedores condiciones y características físicas y químicas acerca de la caña de azúcar (ej. Madurez, tamaño, estado de la caña y otros).
		Plagas que podrían afectar al correcto desarrollo de la planta, incurriendo en pérdidas	Aplicar normas de control de calidad en la recepción de materia prima a la empresa.	
PILAT S.R.L.	Concretar la compra de un terreno de 7.500 m ² y gozar de los beneficios que ofrece en beneficio del proyecto.	Condiciones de funcionamiento en el Parque Industrial Latinoamericano PILAT S.R.L.	Cumplir las condiciones y requisitos de funcionamiento legal de la empresa.	Acordar los beneficios y responsabilidades de la empresa con el parque industrial.
CEVITAL FOOD S.A.	Cliente empresarial argentino que comprara el producto.	No satisfacer al cliente con el producto, en cuanto a la calidad y tiempo de entrega.	Cumplir con las características del producto requeridas por el cliente.	Entregar el producto cumpliendo todos los estándares de calidad.

Fuente: Elaboración con base a Formulación y Evaluación de Proyectos-CEPAL/IL

CAPITULO II

MERCADO

2.1. Panela

Según la FAO:

“La panela es un producto proveniente de la evaporación del jugo de caña de azúcar *Saccharum officinarum* L., sin centrifugar, que contiene minerales subhedrales o anhedrales no visibles al ojo humano que mantiene sus elementos constitutivos como sacarosa, glucosa, fructuosa y minerales, y que no proviene de la reconstitución de sus elementos (azúcares)”.

Cerca del 10% de las más de 300 millones de toneladas de azúcar producidas al año en el mundo, corresponden a azúcares integrales, no refinados y presentados en la mayor parte en forma de bloques sólidos.

Estos productos conocidos como: panela, piloncillo, rapadura, gula yaba entre otros, se caracterizan no solo por ser endulzantes, sino por ser una gran fuente de nutrientes para el consumidor. Estos productos son consumidos en gran parte por países europeos y asiáticos; sin embargo, el mayor consumo se encuentra en Colombia con un promedio anual de 32,2 kg-panela/habitante-año.

2.1.1. Valor nutritivo de la panela

Según CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria).

“La panela es un producto energético, siendo recomendada como alimento esencial para el desenvolvimiento humano por contener carbohidratos, seis minerales, proteínas y vitaminas”

La panela en cualquier de sus presentaciones tiene un mayor aporte nutritivo en relación a la azúcar refinada. Como se puede apreciar en la (Tabla 2-1), la panela es un producto muy rico nutrientes. Los minerales que más destacan en su composición son el

Potasio, Calcio, Magnesio, Fosforo, Sodio, Hierro, Manganeso, Zinc, Flúor, Cobre; minerales indispensables en la alimentación y cuyos requerimientos diarios no son cubiertos por la población.

Tabla 2-1: Valor nutritivo de la panela

PARA CADA 100 g	AZUCAR REFINADO	PANELA
CARBOHIDRATOS EN GRAMOS (gr)		
Sacarosa	99,6	72-78
Fructuosa	-	1,5-7
Glucosa	-	1,5-7
MINERALES EN MILIGRAMOS (mg)		
Potasio	0,5-1	10 a 13
Calcio	0,5-5	40 a 100
Magnesio	-	70 a 90
Fosforo	-	20 a 90
Sodio	0,6-0,9	19 a 30
Hierro	0,5-1	10 a 13
Manganeso	-	0,2 a 2,5
Zinc	-	0,2 a 2,4
Fluor	-	5,3 a 6
Cobre	-	0,1 a 1,9
VITAMINAS EN MILIGRAMOS (mg)		
Provitamina A	.	2
Vitamina A	.	3,8
Vitamina B1	.	0,01
Vitamina B2	.	0,06
Vitamina B5	.	0,01
Vitamina B6	.	0,01
Vitamina C	.	7
Vitamina D2	.	6,5
Vitamina E	.	111,3
Vitamina PP	.	7
DIVERSOS		
Proteína en mg	-	280
Agua en g	0,01	1,5-7
Calorias	384	312

Fuente: CORPOICA-COLOMBIA, www.corpoica.gov.co

El Calcio (Ca), es el mineral que más abunda en el organismo y es necesario para la mayoría de los procesos biológicos, por lo que sus niveles en sangre están regulados en forma muy ajustada.

En el caso de Potasio (K), es el principal catión intracelular, actuando en la polarización y despolarización de las membranas celulares. Se absorbe rápidamente en el intestino delgado y es captado por las células, facilitado por la insulina, catecolaminas y la aldosterona. El riñón es el principal excretor de este mineral.

Otro de los minerales fundamentales para la correcta fisiología del organismo y presente en la panela es el Hierro (Fe). Sus principales componentes son las proteínas de tipo hemo: Hemoglobina, mioglobina y citocromos.

Además de ello contiene vitaminas esenciales para el organismo, como la Vitamina A (necesaria para el crecimiento y desarrollo de los huesos), B1 (necesaria en la transformación de los alimentos en energía), B2 (conserva el buen estado de las células del sistema nervioso), B6 (interviene en la transformación de hidratos de carbono y grasas en energía), C (antioxidante), E (antioxidante natural). La panela es un producto saludable, altamente recomendado para deportistas y personas en general.

2.2. Producción de panela a nivel mundial

En el mundo existen 27 países productores de panela, de los cuales destacan 5 países que son los mayores productores de panela (ver Tabla 2-2), entre estos países esta Brasil como principal productor de panela con un promedio de producción entre 2014-2020 de 14.447.143 Tn/año, en segundo lugar, se encuentra India con 5.938.857 Tn/año, en tercer lugar Tailandia con 4.968.571 Tn/año, en cuarto lugar, esta Colombia con 1.965.971 Tn/año, y por último tenemos a China con 743.686 Tn/año.

Tabla 2-2: Principales productores de panela a nivel mundial, 2014-2020

PAIS	TONELADAS POR AÑO							PRODUCCION PROMEDIO (Tn)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
BRASIL	14.690.000	14.830.000	14.440.000	14.560.000	14.160.000	13.990.000	14.460.000	14.447.143
INDIA	5.570.000	5.100.000	4.859.000	5.571.000	6.753.000	6.484.000	7.235.000	5.938.857
TAILANDIA	4.690.000	4.330.000	3.960.000	4.650.000	5.660.000	5.420.000	6.070.000	4.968.571
COLOMBIA	1.630.200	1.628.900	1.729.000	2.570.100	1.892.800	1.987.700	2.323.100	1.965.971
CHINA	718.000	660.000	614.000	714.000	737.800	832.000	930.000	743.686

Fuente: Elaboración con base a FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS>

2.3. La panela en Bolivia

En Bolivia el consumo es muy reducido, la producción es artesanal, no se cuenta con registros estadísticos de producción y consumo per cápita; sin embargo, el departamento de Santa Cruz mediante Ley Departamental No. 129 del 03 de noviembre de 2016 declaró al Municipio de Saipina como la capital de la chancaca o empanizado. Este municipio cuenta con un ingenio de producción de chancaca orgánica (panela) y miel desde el 2011, este tiene una producción anual de 270.000 @/año, equivalente a 3.061 Tn/año, cuyo producto es distribuido en el municipio de Santa Cruz y poblaciones del valle alto de Cochabamba como: Punata, Cliza, Araní, que son productores de chicha.

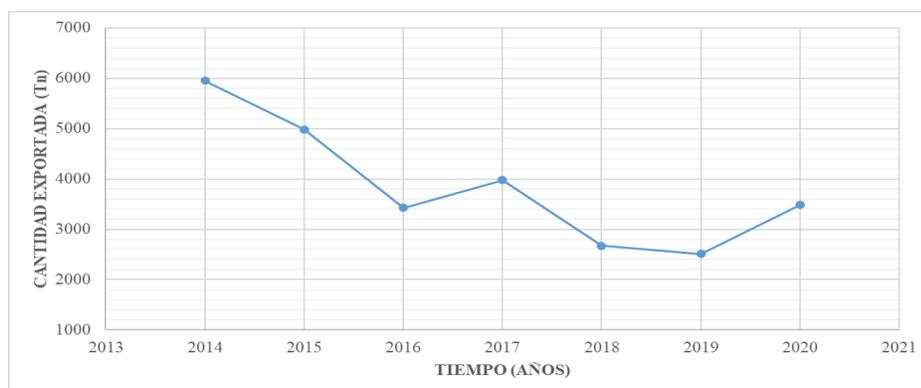
Si bien no se cuenta con la cifra exacta acerca de la producción de panela en la región se tiene estimaciones de que se produce alrededor de 4.200 Tn/año. Según la CNC (Cámara Nacional de Comercio), actualmente la exportación de panela es realizada por la empresa La Bélgica S.A e ISHIMA S.R.L. (Tabla 2-3), que exportan en promedio 3.930 Tn/año, a los países de Japón y Estados Unidos, en 2014 se exporto aproximadamente 5.952 Tn (2.643 miles de USD), descendiendo en promedio un 5,23% para 2020 exportando 3.486 Tn (1.728 miles de USD).

Tabla 2-3: Exportación de panela (Chancaca) boliviana, 2014-2020

PAIS	UNIDAD	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	PROMEDIO
MUNDO	Tn	5952	4986	3425	3980	2674	2508	3486	3.859
	Miles de USD FOB	2643	2376	1372	1592	1081	1013	1728	1.686
CHILE	Tn	0	0	0	0	0	0	2001	286
	Miles de USD FOB	0	0	0	0	0	0	1125	161
VENEZUELA	Tn	0	1543	0	0	0	0	0	220
	Miles de USD FOB	0	993	0	0	0	0	0	142
JAPON	Tn	0	25	20	0	15	18	0	11
	Miles de USD FOB	0	13	10,18	0	7,74	9,32	0	6
PERU	Tn	1090	116	0	120	133	0	110	224
	Miles de USD FOB	676	50	0	52	58	0	48	126
ESTADOS UNIDOS	Tn	4862	3302	3405	3860	2526	2490	1375	3.117
	Miles de USD FOB	1967	1320	1362	1540	1015	1003	556	1.252

Fuente: ILC TRADEMAP, www.trademap.com

Grafico 2-1: Exportación de panela (chancaca) boliviana, 2014-2020



Fuente: ILC TRADEMAP, www.trademap.com

2.3.1. Producción de panela en el Municipio de Warnes

Según Martha Arredondo máxima representante de los productores de caña de la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes), el Municipio de Warnes produce chancaca de manera artesanal al igual que otros municipios, su producción estimada es de 400 a 600 Tn de panela por año. La representante también menciona que, de llevarse a cabo el proyecto de construir su propia agroindustria panelera, cada socio productor estaría dispuesto a proveer entre 900-1100 Tn de caña anuales, multiplicado por 235 socios equivale a 211.500-258.500 Tn/año de caña, que producirían en promedio 37.012 a 45.237 Tn/año de panela aproximadamente.

Tabla 2-4: Producción de caña de Warnes, promedio, 2012-2020

AÑO	SUPERFICIE CULTIVADA (Ha)	PRODUCCION (Tn)
2012	21.594	886.440
2013	25.296	1.038.401
2014	25.913	1.063.728
2015	24.679	1.013.075
2016	26.222	1.076.392
2017	26.530	1.089.055
2018	24.371	1.000.411
2019	27.764	1.139.709
2020	28.381	1.165.036
Promedio:	30.849	1.266.343

Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)

2.4. Estructura de Mercado

La importación y exportación de panela (chancaca), está muy ligada con el mercado internacional del azúcar refinada, al ser un producto commodity su precio está por debajo del precio del azúcar refinada y depende mucho del comportamiento del mismo; la demanda (importación) de este producto se da de tres maneras: “*el primer tipo de importación se realiza para el consumo personal como producto orgánico como sustituto al azúcar refinada, este tipo de importación es realizado por países de Europa, Asia y América del Norte*”; “*el segundo tipo de importación se da como materia prima para la industria de alimentos y bebidas o la industria de refinación de panela a azúcar blanca (países desérticos como Chile, Medio Oriente y Norte de África)*”, “*el tercer tipo es una combinación de ambos, es decir que una empresa importa la panela para industria alimenticia y venta de consumo*”.

ANALISIS DE LA DEMANDA MUNDIAL DE PANELA

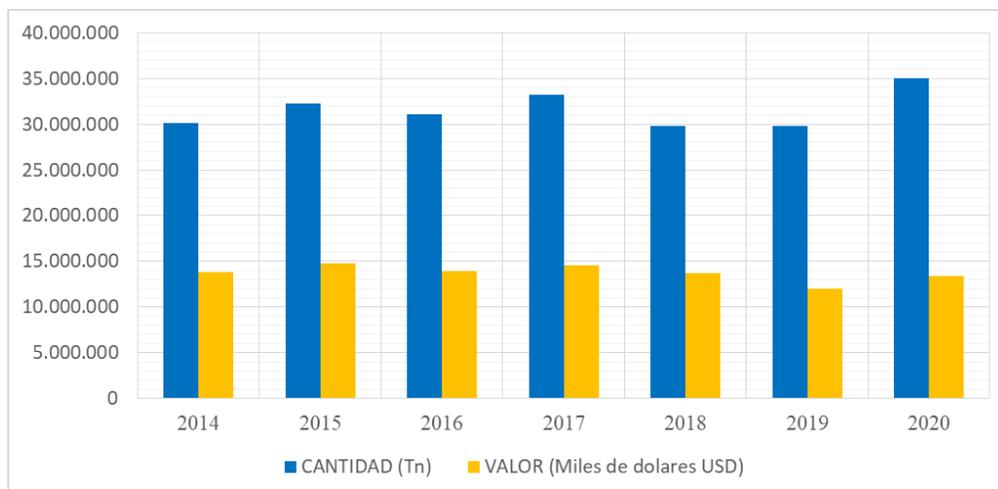
El comportamiento de la demanda de panela por los diferentes países en el periodo analizado 2014-2020, muestra las siguientes cifras (Tabla 2-5, Grafico 2-2): la importación total en 2014 fue de 30.101.448 Tn (13.846.553 Miles de dólares USD), el mayor crecimiento se registra en 2020 con un 17,59% respecto de 2019, con un valor de 34.992.112 Tn (13.432.758 Miles de dólares USD).

Tabla 2-5: Importación mundial de panela, periodo 2014-2020

AÑO	DEMANDA		VALOR UNITARIO
	Toneldas	Miles de dolares	Dolares/Tonelada
	Tn	\$US	\$US/Tn
2014	30.101.448	13.846.553	460
2015	32.221.363	14.804.282	459
2016	31.101.448	13.946.553	448
2017	33.221.363	14.604.282	440
2018	29.854.093	13.745.124	460
2019	29.758.748	11.994.301	403
2020	34.992.112	14.432.758	412
PEOMEDIO	36.992.112	13.910.550	440

Fuente: ITCTRADE MAP estadísticas de UN COMTRADE www.trademap.org

Grafico 2-2: Importación mundial de panela, periodo 2014-2020



Fuente: Elaboración con base a cálculos de ITC TRADE MAP. www.trademap.com

El valor por cada tonelada de panela importada en 2014 alcanzó un valor de 460 \$US/Tn, para el 2020 se tiene un incremento de 2,33% respecto al 2019 con un valor de 412 \$US/Tn de panela, el promedio durante el periodo es de 440 \$US/Tn.

Según datos de la Organización Mundial del Comercio (OMC) existen más de 25 países importadores de este producto (**Anexo 2-A**); durante el periodo analizado 2014-2020, Indonesia importó en promedio 4.180.141 Tn (1.626.513 miles de USD), China 3.082.858 Tn (1.115.770 miles de USD), Estados Unidos 2.154.701 Tn (1.143.825 miles de USD), Bangladesh 1.951.428 Tn (709.456 miles de USD), República de Corea 1.772.915 Tn (658.431 miles de USD), Argelia 2.012.310 Tn (699.744 miles de USD), Malasia 1.896.264 Tn (739.695 miles de USD), India 1.214.372 Tn (393.295 miles de USD), Japón 1.284.787 Tn (566.431 miles de USD), Canadá 1.195.691 Tn (414.260 miles de USD), Iraq 886.769 Tn (274.456 miles de USD), Reino Unido 552.434 Tn (248.496 miles de USD), España 362.113 Tn (167.735 miles de USD), Marruecos 930.719 Tn (357.157 miles de USD), Rusia 203.629 Tn (83.128 miles de USD), Portugal 317.856 Tn (128.084 miles de USD), Rumania 191.399 Tn (83.469 miles de USD), Italia 267.328 Tn (132.257 miles de USD), Ksajstan 219.588 Tn (85.687 miles de USD).

USD), Emiratos Árabes Unidos 528.281 Tn (167.306 miles de USD), Yemen 357.567 Tn (113.656 miles de USD), Israel 103.429 Tn (44.174 miles de USD), Túnez 245.191 Tn (83.467 miles de USD), Alemania 67.540 Tn (46.716 miles de USD), Países Bajos 99.752 Tn (50.448 miles de USD).

Tabla 2-6: Principales países importadores de panela, periodo 2014-2020

PAIS	UNIDAD	PROMEDIO 2014-2020	VARIACION PROMEDIO
INDONESIA	CANTIDAD (Tn)	4.180.141	11,01
	VALOR (Miles de dolares USD)	1.626.513	8,68
CHINA	CANTIDAD (Tn)	3.082.858	10,99
	VALOR (Miles de dolares USD)	1.115.770	5,99
ESTADOS UNIDOS	CANTIDAD (Tn)	2.154.701	3,86
	VALOR (Miles de dolares USD)	1.143.825	5,17
BANGLADESH	CANTIDAD (Tn)	1.951.428	12,97
	VALOR (Miles de dolares USD)	709.456	7,84
REP. COREA	CANTIDAD (Tn)	1.772.915	0,58
	VALOR (Miles de dolares USD)	658.431	-2,50
ARGELIA	CANTIDAD (Tn)	2.012.310	6,79
	VALOR (Miles de dolares USD)	699.744	2,83
MALASIA	CANTIDAD (Tn)	1.896.264	1,41
	VALOR (Miles de dolares USD)	739.695	-0,93
INDIA	CANTIDAD (Tn)	1.214.372	-1,25
	VALOR (Miles de dolares USD)	393.295	-4,65
JAPON	CANTIDAD (Tn)	1.284.787	0,21
	VALOR (Miles de dolares USD)	566.431	2,00
CANADA	CANTIDAD (Tn)	1.195.691	2,65
	VALOR (Miles de dolares USD)	414.260	-1,79
IRAQ	CANTIDAD (Tn)	886.769	21,20
	VALOR (Miles de dolares USD)	274.456	23,06
REINO UNIDO	CANTIDAD (Tn)	552.434	-5,23
	VALOR (Miles de dolares USD)	248.496	-9,67
ESPAÑA	CANTIDAD (Tn)	362.113	-4,43
	VALOR (Miles de dolares USD)	167.735	-11,18

Fuente: OEC (The Observatory of Economic Complexity), Raw Sugar.

Tabla 2-6 (Continuación): Países importadores de panela, periodo 2014-2020

PAIS	UNIDAD	PROMEDIO 2014-2020	VARIACION PROMEDIO
MARUECOS	CANTIDAD (Tn)	930.719	8,85
	VALOR (Miles de dolares USD)	357.157	10,76
RUSIA	CANTIDAD (Tn)	203.629	-23,71
	VALOR (Miles de dolares USD)	83.128	-28,28
PORTUGAL	CANTIDAD (Tn)	317.856	-1,71
	VALOR (Miles de dolares USD)	128.084	-5,60
RUMANIA	CANTIDAD (Tn)	191.399	13,78
	VALOR (Miles de dolares USD)	83.469	-4,59
ITALIA	CANTIDAD (Tn)	267.328	-0,38
	VALOR (Miles de dolares USD)	132.257	-2,69
KAZAJSTAN	CANTIDAD (Tn)	219.588	-14,61
	VALOR (Miles de dolares USD)	85.687	-15,12
EMIRATOS ARABES UNIDOS	CANTIDAD (Tn)	528.281	34.337,92
	VALOR (Miles de dolares USD)	167.306	13.790,43
YEMEN	CANTIDAD (Tn)	357.567	8,04
	VALOR (Miles de dolares USD)	113.656	6,57
ISRAEL	CANTIDAD (Tn)	103.429	-7,79
	VALOR (Miles de dolares USD)	44.174	-5,33
TUNEZ	CANTIDAD (Tn)	245.191	28,82
	VALOR (Miles de dolares USD)	83.467	27,85
ALEMANIA	CANTIDAD (Tn)	67.540	26,03
	VALOR (Miles de dolares USD)	46.716	1,43
PAISES BAJOS	CANTIDAD (Tn)	99.752	0,99
	VALOR (Miles de dolares USD)	50.448	-9,83

Fuente: OEC (The Observatory of Economic Complexity), Raw Sugar.

ANALISIS DE LA OFERTA MUNDIAL DE PANELA

El comportamiento de las exportaciones de panela en sus diferentes presentaciones varia en relación a los países demandantes del mercado global; evaluando la oferta en el periodo 2014-2020 (Tabla 2-7 y Grafico 2-3), se puede observar que la oferta exportable en 2014 fue de 30.810.197 Tn (13.943.358 Miles de dólares USD FOB), el mayor crecimiento se dio en 2020 en un 18,59% respecto de 2019, con un valor de 35.482.741

Tn (13.990.990 Miles de dólares USD FOB), la cantidad exportada en 2020 fue de 37.482.741 Tn (11.359.158 Miles de dólares USD FOB).

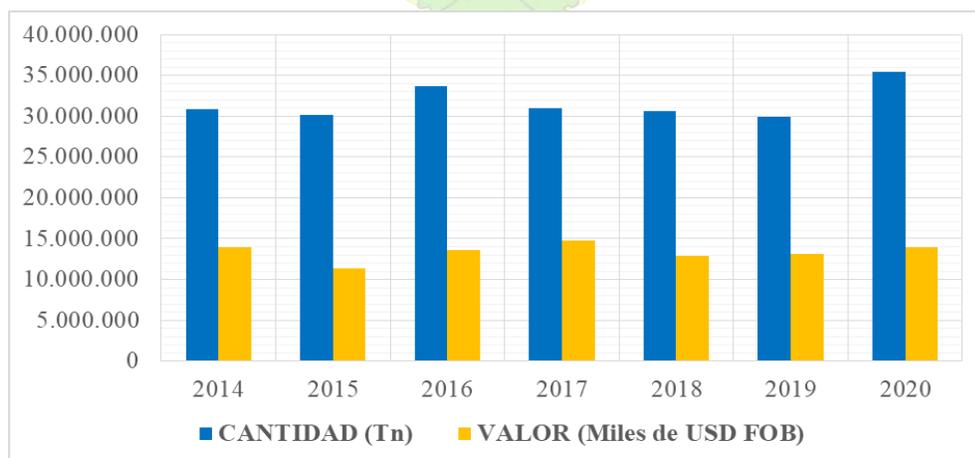
Tabla 2-7: Oferta exportable mundial de panela, periodo 2014-2020

AÑO	OFERTA		PRECIO DE OFERTA
	Toneldas	Miles de dolares FOB	Dolares/Tonelada
	Tn	\$US FOB	SUS/Tn
2014	30.810.197	13.943.358	453
2015	30.109.186	11.348.314	377
2016	33.663.430	13.549.652	403
2017	30.987.638	14.744.274	476
2018	30.570.796	12.841.985	420
2019	29.919.147	13.091.240	438
2020	35.482.741	13.990.990	394
PROMEDIO	31.649.019	13.358.545	423

Fuente: Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC.

El valor unitario por cada tonelada exportada alcanzo en 2014 a 453 \$US FOB/Tn, el mayor incremento se da en 2017 con un valor de 476 \$US FOB/Tn, el valor de cada tonelada exportada de panela en 2020 alcanzó un valor de 394 \$US FOB/Tn un 9,88% menor en relación al 2019; en precio promedio durante este periodo fue de 423 \$US FOB/Tn.

Grafico 2-3: Comportamiento de la oferta mundial de panela, periodo 2014-2020



Fuente: Elaboración con base a cálculos del ITC TRADEAMP.

Brasil es el mayor exportador de panela, durante el periodo 2014-2020 (**Anexo 2-B**) exporto en promedio 14.229.662 Tn (6.060.579 miles de USD FOB); seguido de Tailandia 3.646.170 Tn (1.210.544 miles de USD FOB), Guatemala 1.516.080 Tn (606.052 miles de USD FOB), Cuba 840.002 Tn (334.847 miles de USD FOB) , México 801.801 Tn (395.658 miles de USD FOB), Suazilandia 361.410 Tn (167.465 miles de USD FOB), El Salvador 439.735 Tn (168.919 miles de USD FOB), Sudáfrica 479.789 Tn (173.874 miles de USD FOB), India 596.824 Tn (210.464 miles de USD FOB), Colombia 199.916 Tn (98.638 miles de USD FOB), Francia 164.647 Tn (74.722 miles de USD FOB), Fiji 161.723 Tn (67.067 miles de USD FOB), Mauricio 99.973 Tn (73.603 miles de USD FOB), Costa rica 188.105 Tn (73.461 miles de USD FOB) y Paraguay 84.362 Tn (63.135 miles de USD FOB).

Tabla 2-8: Principales países exportadores de panela, periodo 2014-2020

PAIS	UNIDAD	PROMEDIO 2014-2020
BRASIL	CANTIDAD (Tn)	14.229.661,50
	VALOR (Miles de dolares USD)	6.060.579,30
TAILANDIA	CANTIDAD (Tn)	3.646.169,57
	VALOR (Miles de dolares USD)	1.210.544,29
GUATEMALA	CANTIDAD (Tn)	1.516.079,86
	VALOR (Miles de dolares USD)	606.052,29
CUBA	CANTIDAD (Tn)	840.001,71
	VALOR (Miles de dolares USD)	334.847,14
MEXICO	CANTIDAD (Tn)	801.801,29
	VALOR (Miles de dolares USD)	395.658,14
SUAZILANDIA	CANTIDAD (Tn)	361.410,29
	VALOR (Miles de dolares USD)	167.464,57
ELSALVADOR	CANTIDAD (Tn)	439.735,29
	VALOR (Miles de dolares USD)	168.918,71
SUDAFRICA	CANTIDAD (Tn)	479.788,57
	VALOR (Miles de dolares USD)	173.874,14
INDIA	CANTIDAD (Tn)	596.823,57
	VALOR (Miles de dolares USD)	210.463,86
COLOMBIA	CANTIDAD (Tn)	199.916,14
	VALOR (Miles de dolares USD)	98.637,57
FRANCIA	CANTIDAD (Tn)	164.647,14
	VALOR (Miles de dolares USD)	74.722,00
FIJI	CANTIDAD (Tn)	161.723,36
	VALOR (Miles de dolares USD)	67.067,14
MAURICIO	CANTIDAD (Tn)	99.973,43
	VALOR (Miles de dolares USD)	73.602,86
COSTA RICA	CANTIDAD (Tn)	188.105,29
	VALOR (Miles de dolares USD)	73.460,71
PARAGUAY	CANTIDAD (Tn)	84.361,86
	VALOR (Miles de dolares USD)	63.135,43

Fuente: OEC (The Observatory of Economic Complexity), Raw Sugar.

2.5. Selección de mercado

2.5.1. Preselección de mercado

Se preseleccionará diez países posibles para la exportación de panela, estos países deberán presentar las siguientes condiciones:

- Ser uno de los principales países importadores de panela con crecimiento continuo durante el periodo evaluado 2014-2020.
- Tener soberanía marítima, es decir que sean países acceso directo a ultramar, esto con el objetivo de que el producto no demore en llegar y facilitar trámites de exportación.
- Presentar una economía estable, tanto en lo económico y en lo social.

De acuerdo al análisis realizado, los países de Estados Unidos¹, China e Indonesia presentan una sobreoferta de panela, es por ello que quedaran descartados; ya que el proyecto no tendría posibilidad de desarrollarse, por la alta competitividad (Anexo 2-C).

De la Tabla 2-6 se seleccionó los países que presentan un crecimiento acumulado considerable, entre estos se seleccionó a: Bangladesh, Argelia, Japón, Marruecos, Canadá, Túnez, Alemania, Países Bajos, Republica Checa y Malasia.

Como se observa en la Tabla 2-9 durante el periodo 2014-2020, Bangladesh, importo 1.951.428 Tn/año (709.455,85 miles de USD/año), y presenta un crecimiento promedio de 15,13%; Argelia importo 2.012.310 Tn/año (699.744 miles de USD/año), presentando un crecimiento promedio del 6,79%; Japón, importo 1.284.787 Tn/año (566.431 miles de USD/año), presentando un crecimiento promedio de 0,24%; Marruecos, importo 930.719 Tn/año (357.157 miles de USD/año), presentando un crecimiento promedio de 10,76%; Canadá, durante el mismo periodo importo 1.195.6914 Tn/año (414.260 miles de USD/año), presentado un crecimiento promedio de 2,65%; Túnez, importo 245.191

¹ Actualmente el mercado de Estados Unidos se encuentra saturado, es uno de los mercados con mayor demanda de este producto, entre los principales exportadores esta: México, Guatemala, Tailandia, India, y Colombia,

Tn/año (83.467 miles de USD/año), presentando un crecimiento promedio de 33,62%; Alemania, importo 67.540 Tn (46.716 miles de USD/año), presentando un crecimiento promedio de 30,37%; Países Bajos, importo 99.752 Tn/año (50.448 miles de USD/año), presentando un crecimiento promedio de 1,15%; República de Corea, importo 1.772.915 Tn/año (658.431 miles de USD), presentando un crecimiento promedio de 0,68%; Malasia, importo 1.896.264 Tn/año (739.695 miles de USD), presentando un crecimiento promedio de 1,65%.

Tabla 2-9: Análisis de la preselección de países

PAIS	IMPORTACION							PROMEDIO 2014-2020	VARIACION PROMEDIO %
	Toneladas (Tn)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
BANGLADESH	1.123.632	1.683.421	1.934.370	2.832.376	1.840.278	2.140.769	2.105.150	1.951.428	
	-	49,82	14,91	46,42	-35,03	16,33	-1,66		15,13
ARGELIA	1.575.798	1.543.061	1.786.967	2.210.390	2.280.697	2.252.495	2.436.765	2.012.310	
	-	-2,08	15,81	23,70	3,18	-1,24	8,18		7,92
JAPON	1.324.822	1.268.222	1.247.297	1.220.984	1.299.747	1.293.312	1.339.122	1.284.787	
	-	-4,27	-1,65	-2,11	6,45	-0,50	3,54		0,24
MARRUECOS	0	755.704	1.058.517	1.160.745	1.049.569	1.201.309	1.289.187	930.719	
	-	-	40,07	9,66	-9,58	14,46	7,32		12,38
CANADA	1.183.487	1.104.635	1.155.518	1.112.443	1.111.209	1.305.872	1.396.672	1.195.691	
	-	-6,66	4,61	-3,73	-0,11	17,52	6,95		3,10
TUNEZ	170.532	147.999	141.559	404.172	424.662	145.125	282.288	245.191	
	-	-13,21	-4,35	185,51	5,07	-65,83	94,51		33,62
ALEMANIA	40.281	81.814	108.947	90.725	36.144	35.342	79.528	67.540	
	-	103,11	33,16	-16,73	-60,16	-2,22	125,02		30,37
PAISES BAJOS	154.011	174.741	229.811	27.330	28.805	57.185	26.384	99.752	
	-	13,46	31,52	-88,11	5,40	98,52	-53,86		1,15
REPUBLICA DE COREA	1.765.211	1.677.695	1.770.576	1.733.854	1.798.674	1.832.618	1.831.776	1.772.915	
	-	-4,96	5,54	-2,07	3,74	1,89	-0,05		0,68
MALASIA	1.943.752	1.776.451	1.860.987	1.940.329	1.944.768	1.727.585	2.079.978	1.896.264	
	-	-8,61	4,76	4,26	0,23	-11,17	20,40		1,65

Fuente: Elaboración con base a la OEC (The Observatory of Economic Complexity), Raw Sugar

2.5.2. Priorización de mercados

Los países que se eligieron como mercado potencial de panela son: Bangladesh, Argelia, Marruecos, Canadá y Malasia, ya estos países presentan un incremento promedio considerable de importación de panela; estos países son de fácil acceso marítimo lo cual es favorable para el beneficio proyecto. En la Tabla 2-10, se muestra un análisis general de su economía, situación política, demografía, para así determinar cuáles serán los posibles mercados meta del producto.

Tabla 2-10: Evaluación de los principales mercados

PAIS	DATOS GENERALES	IMPORTACIONES PROMEDIO 2014-2020	EXPORTACIONES PROMEDIO 2014-2020	SALDO COMERCIAL 2014-2020	COMPETENCIA (EXPORTACIONES), PROMEDIO 2014-2020	TRANSPORTE	CONCLUSION	
BANGLADESH	Extencion: 147.630 Km2	Toneladas (Tn)					Principales puertos:	Bangladesh es un gran mercado, una buena opcion para la exportacion de panela, durante el periodo 2014-2020 importo 1.851.428 Tn (709.456 miles de USD), su exportacion o reexportacion es equivalente a 549,67 miles de USD FOB, una cantidad que no es considerable.
	Habitantes: 163.046.161 (2018)	1.961.428	1.002,43	-1.960.426	BRASIL	1.445.325	Chalna.	
	Capital: Daca (28.399.000 Hbts)				BELICE	51.000	Chittagong.	
	Principales ciudades: Daca, Jaitul, Chittagong, Khulna				INDIA	27.501	Dhaka.	
	Lengua: Bengali						Mongla.	
	Unidad monetaria: Taka bangladesi (Tk)							
	Forma de gobierno: Republica parlamentaria							
	PIB nom: 288.146 millones de USD							
	Agricultura: Arroz, trigo, frutas y hortalizas							
	Distancia: Bolivia-Bangladesh= 34.867,61 Km							
ARGELIA	Extencion: 2.381.741 Km2	Toneladas (Tn)					Principales puertos:	Argelia es una de las mejores opciones para la exportacion de panela, por su elevada cantidad demandada y su poca reexportacion que es favorable para nosotros; ademas de ello tan solo tres paises exportan a este pais.
	Habitantes: 40.606.052 (2016)	2.012.310	4.967,14	-2.007.343	BRASIL	1.648.769	Argel	
	Capital: Argel (4.375.000 Hbts)				CHINA	44	Annaba	
	Principales ciudades: Oran, Constanina				COLOMBI	162	Oran	
	Lengua: Arabe (Oficial), lenguas bararebes, Español, Frances						Beni	
	Unidad monetaria: Dinar Argelino (DA)						Saf	
	Forma de gobierno: Republica semipresidencialista							
	PIB nom: 197.629 millones de USD							
	Agricultura: Cereales (trigo, maiz, centene), la vid, el olivo y citricos.							
	Distancia: Bolivia-Argelia= 21.188,51 Km							
MARRUECOS	Extencion: 446.550 Km2	Toneladas (Tn)					Principales puertos:	Marruecos es una de las mejores opciones para la exportacion de panela, por su elevada cantidad demandada y su nula reexportacion que es favorable para nosotros; ademas de ello tan solo tres paises exportan a este pais.
	Habitantes: 35.330.305 (2017)	930.719	0,00	-930.719	BRASIL	858.182	Agadir	
	Capital: Rabat (628.000 Hbts.)				MEXICO	84.615	Marrakach	
	Principales ciudades: Casablanca, Fez.						Tangier	
	Lengua: Arabes(oficial), lenguas bararebes, Español y Frances.						Casablanca	
	Unidad monetaria: Dirham (Dh)						Nador	
	Forma de gobierno: Monarquia constitucionalista							
	PIB nom: 120.997 millones de USD							
	Agricultura: Cereales (Trigo, Avena, Maiz, Arroz) y la remolacha.							
	Distancia: Bolivia-Marruecos= 21.006,45 Km							

Tabla 2-10 (Continuación): Evaluación de los principales mercados

PAIS	DATOS GENERALES	IMPORTACIONES PROMEDIO 2014-2020	EXPORTACIONES PROMEDIO 2014-2020	SALDO COMERCIAL 2014-2020	COMPETENCIA (EXPORTACIONES), PROMEDIO 2014-2020	TRANSPORTE	CONCLUSION	
CANADA	Extencion: 9.976.139 Km2	Toneladas (Tn)					Principales puertos:	Canada es una buena opcion para la exportacion de panela, su cantidad demandada durante el periodo evaluado fue de 1.195.691 Tn (414.260 miles de USD), presenta una tasa de crecimiento de 3.13%. Sus exportacion o reexportacion es en pequena cantidad.
	Habitantes: 36,7 millones (2018)	1.195.691	51,00	-1.195.640	BRASIL	287.272	Quebec	
	Capital: Ottawa (994.837 Hbts)				GUATEMA	65.020	Montreal	
	Principales ciudades: Toronto, Montreal, Vacouver, Edmonton				NICARAG	10.210	Vancouver	
	Lengua: Ingles y Frances (Oficiales)						Halifax	
	Unidad monetaria: Dólar canadiense (\$ C)						Toronto	
	Forma de gobierno: Monarquia Federal Parlamentaria							
	PIB nom: 1.733.706 millones de USD							
	Agricultura: Trigo, cebada, maíz, papa, soya.							
	Distancia: Bolivia-Canada= 20.065,15 km							
Extencion: 329 847 km2	Toneladas (Tn)						Principales puertos:	Malasia es una buena opcion para la exportacion de panela, en el periodo 2014-2020 importo un promedio de 1.896.264 Tn (739.695 miles de USD); exporta o reexporta una cantidad muy pequena equivalente a 182,29 miles de USD.
Habitantes: 29 628 392 hab. (2013)	1.896.264	430,00	-1.895.834	BRASIL	1.160.136	Kelang		
Capital: Kuala Lumpur (hbts.)				INDIA	72.269	Tanjung Pelepas		
Principales ciudades: Kuala Lumpur, Johor Bahru, Ipoh, Shah Alam				GUATEMA	57.372	Penang		
Lengua: Malayo (oficial)				TAILANDI	274.835	Pasir Gudang		
Unidad monetaria: Ringgit (MYR)				AUSTRALI	158.131			
Forma de gobierno: Monarquia parlamentaria								
PIB nom: 364.919 millones (2018)								
Agricultura: Cereales, Trigo, Maíz, Cebada, Arroz, soya, banana, manzanas								
Distancia: Bolivia-Malasia= 34.728,74 Km								

Fuente: Elaboración con base a Trademap.



De acuerdo a la Tabla 2-10, Bangladesh durante el periodo analizado 2014-2020 importó 1.961.428 Tn/año de panela, y sus exportaciones fueron de 1.002,43 Tn/año, teniendo un saldo comercial negativo de 1.960.426 Tn/año; Argelia importó 2.012.310 Tn/año de panela, y sus exportaciones de este producto fueron de 4.967,14 Tn/año, teniendo un saldo comercial negativo de 2.007.343 Tn/año; Marruecos importó 930.719 Tn/año de panela, y sus exportaciones son nulas, teniendo un saldo comercial negativo de 930.719 Tn/año; Canadá importó 1.195.691 Tn/año, y sus exportaciones fueron de 51,0 Tn/año, teniendo un saldo comercial negativo de 1.195.640 Tn/año; Malasia importó 1.896.264 Tn/año, y sus exportaciones fueron de 430,0 Tn/año, teniendo un saldo comercial negativo de 1.895.834 Tn/año.

“De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que los mercados meta con mayor oportunidad de desarrollo del proyecto son:

Argelia, Canadá y Marruecos”.

2.5.3. Selección final del mercado

En la Tabla 2-11, se muestra un análisis más profundo que en la Tabla 2-10, de los tres probables mercados meta del proyecto.

Argelia, es la principal economía del norte de África, presenta una economía estable, tiene un crecimiento continuo de importación de panela, el valor promedio durante el periodo 2014-2020 fue de 2.012.310 Tn/año (699.744,14 miles de USD/año), las exportaciones de este producto fueron de 4.967,14 Tn/año (2.361 miles de USD); presenta un déficit comercial de 2.007.343 Tn/año de panela; su principal proveedor de panela es Brasil. De acuerdo al análisis realizado Argelia alcanza una puntuación de **77.22%**.

Canadá, es uno de los países más estables y ricos de OCDE², presenta una considerable importación de panela y sus exportaciones del mismo son bajas, en promedio durante el periodo 2014-2020 importó 1.195.691 Tn/año (414.260 miles de USD/año), sus exportaciones fueron de 51 Tn/año (29,71 miles de USD), presenta un déficit comercial negativo de 1.195.640 Tn/año, sus principales proveedores son Brasil y Guatemala. De acuerdo al análisis realizado Canadá alcanza un puntaje de 75,56%, por tanto este país será el mercado alternativo del proyecto.

Marruecos, es un mercado relativamente nuevo, empezó a importar panela desde el 2015, durante el periodo analizado 2014-2020, importó 930.719 Tn/año (357.157 Miles de USD/año), no presenta exportaciones, su principal proveedor también es Brasil, presenta una economía estable y creciente. De acuerdo al análisis realizado Marruecos alcanzo un puntaje de 71,11%, por tanto será nuestro mercado Contingente.

Grafico 2-4: Comportamiento de importaciones: Argelia, Canadá y Marruecos.



Fuente: Elaboración con base a cálculos del ITC TRADEMAP. www.trademap.org

² La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), es un organismo de cooperación internacional compuesto por 38 estados, cuyo objetivo es coordinar su políticas económicas y sociales.

Tabla 2-11: Matriz de selección de mercado

FACTOR	PONDERACION-PAIS					
	ARGELIA		CANADA		MARRUECOS	
	VALOR	PONDERACION	VALOR	PONDERACION	VALOR	PONDERACION
FACTORES CULTURALES						
Idioma	Arabe (oficial), Español, Ingles y Frances		Ingles y Frances		Español, Ingles y Frances	
Barreras de idioma	Moderado	50%	Moderado	50%	Moderado	50%
FACTORES POLITICOS						
Estabilidad política	Estable	100%	Estable	100%	Estable	100%
Acuerdos comerciales (TLC)	No existe		No existe		No existe	
FACTORES ECONOMICOS						
Cantidad importada (Tn)	2.012.310		1.195.691		930.719	
Cantidad importada (miles de USD)	699.744		414.260		357.157	
Cantidad exportada (Tn)	4.967	-	51	-	0	-
Cantidad exportada (miles de USD)	2.361		29		0	
Balance (Tn)	-2.007.343	100%	-1.195.640	60%	-930.719	40%
Balance (miles de USD)	-697.383		-414.231		-357.157	
Tendencia de crecimiento 2014-2020 (%)	6,79	90%	2,65	50%	8,85	100%
Principal proveedor (competencia)	Brasil		Brasil		Brasil	
PIB nom (millones de USD)	197.629	60%	1.733.706	90%	120.997	50%
PIB percapita (USD)	4.866	60%	48.446	90%	3.441	50%
Crecimiento economico, r. de 2019 (%)	2,10%	85%	1,80%	70%	3,10%	95%
OTROS FACTORES						
Disponibilidad de puertos	Existe		Exite		Existe	
Distancia aprox. respecto de Bolivia (Km)	21.189	80%	20.065	90%	21.009	85%
Arancel general (%)	21,75%	70%	16,40%	80%	21,00%	70%
Riesgos comerciales	Moderado		Moderado		Moderado	
TOTAL		77,22%		75,56%		71,11%

Fuente: Elaboración con base a OMC (Organización Mundial del Comercio), Trademap ILC, Banco Mundial.

Como se observa en el Grafico 2-4, las importaciones de Argelia presentan un crecimiento a partir del año 2017, ese año importo 2.210.390 Tn, y para 2018 creció un 3,18%, para 2019 decreció 1,24%%, para 2020 creció 8,18% respecto de 2019 importando 2.436.765 Tn; el crecimiento continuo de la demanda de panela en Argelia es una oportunidad para el desarrollo de nuevas empresas en Bolivia.

Canadá presenta una demanda importada promedio de 1.195.691 Tn, es una buena cantidad; sin embargo, su demanda se mantiene relativamente constante, lo cual no es bueno para el desarrollo del proyecto; Marruecos es un mercado relativamente nuevo, lo cual da incertidumbre acerca de cuál podría ser su comportamiento a futuro en el mercado; por estos motivos y el análisis selección mostrado en la Tabla 2-11 se escoge a Argelia como mercado principal para exportar panela.

2.6. Estudio de mercado

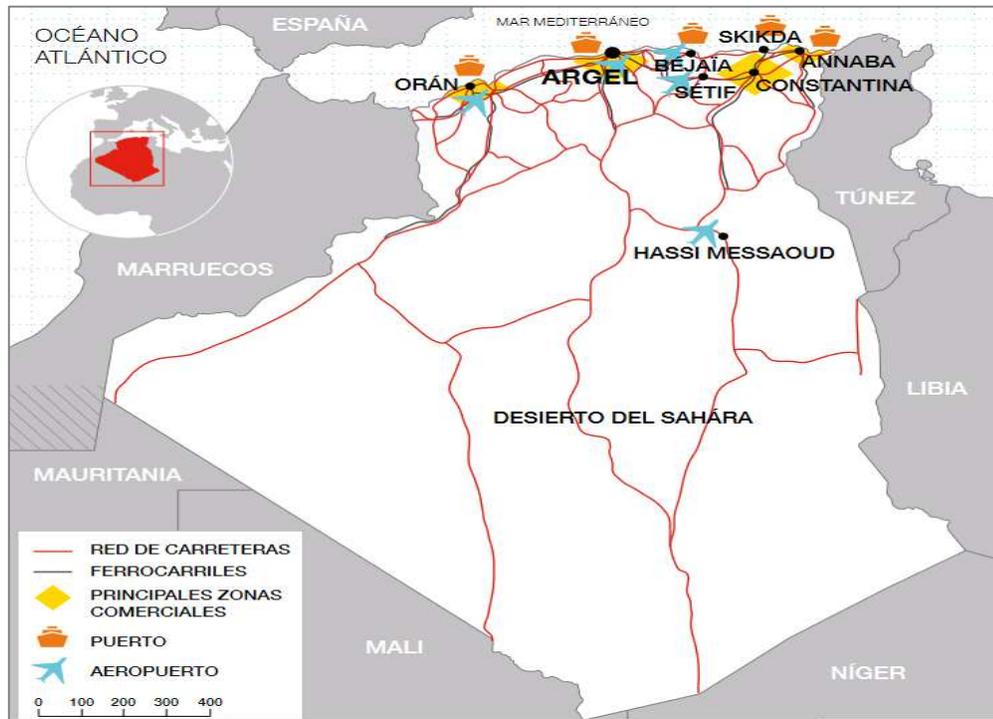
2.6.1. Análisis del mercado meta

La Republica Argelina Democrática y Popular está situada en el noroeste del continente africano, en el centro de Magreb, entre Marruecos y Túnez, y limita de este a oeste con el Sahara Occidental, Mauritania, Mali, Níger y Libia. Es el país más grande del Magreb (Argelia, Libia, Marruecos, Mauritania y Túnez), es el segundo más grande de África y el décimo del mundo.

La característica principal de la economía argelina es el sector energético y su gran dependencia que tiene en relación con la producción de gas y petróleo, que supone un 97% del valor de sus exportaciones. En este sentido, la volatilidad de los precios de los hidrocarburos en los mercados internacionales, ejerce un gran impacto e influencia en el desarrollo y crecimiento de la economía en general.

La agricultura representa el 12% del PIB y empleó del 9,7% de la población activa (Banco Mundial, 2019). Los principales cultivos son el trigo, la cebada, la avena, los cítricos, la viticultura, las aceitunas, el tabaco y los dátiles. Argelia es un gran productor de corcho y un importante criador de ganado.

Ilustración 2-1: Mapa político de Argelia



Fuente: Instituto Nacional de Cartografía de Argelia, *الارث يسة* – INCT,
http://www.inct.mdn.dz/site%20anglais/web_inct_sim/produits.php

Ilustración 2-2: Puerto de Argel, Argelia



Fuente: Instituto Nacional de Cartografía de Argelia, *الارث يسة* – INCT,
http://www.inct.mdn.dz/site%20anglais/web_inct_sim/produits.php

Tabla 2-12: Perfil de mercado meta, Argelia 2020

CATEGORIA	DESCRIPCION
DATOS GENERALES	
Nombre oficial	Republica Democratica Popular de Argelia
Capital	Argel
Nacionalidad	Argelino (a)
Idioma	Árabe (oficial), francés (lingua franca), bereber o tamazight (oficial); dialectos incluyen Kabyle Berber (Taqbaylit), Shawiya Berber (Tacawit), Mzab Berber, Tuareg Berber (Tamahaq)
Religion	Musulmán (oficial, predominantemente sunita) 99%, otro (incluye cristiano y judío) <1%
GEOGRAFIA	
Ubicación	Noroeste de África, bordeando el Mediterraneo, entre Marruecos y Túnez.
Límites	Limita con Marruecos al oeste, Mauritania, al sudoeste, al sur con Malí y Níger, y al este con Libia y Túnez.
Area	Total: 2.381.740 km ² Tierra: 2.381.740 km ² Costa marítima: 1.936 km
Características	Es el país más grande de África, pero el 80% del desierto; cañones y cuevas en las montañas meridionales de Hoggar y en la árida zona de Tassili n'Ajjer en el sureste del país contienen numerosos ejemplos de arte prehistórico: pinturas rupestres y esculturas que representan actividades humanas y animales salvajes y domésticos (elefantes, jirafas, ganado) - esa fecha en el Período Húmedo Africano, hace aproximadamente 11,000 a 5,000 años, cuando la región estaba completamente cubierta de vegetación.
Clima	Arido a semiárido; inviernos suaves y húmedos con veranos calurosos y secos a lo largo de la costa; más seco con inviernos fríos y veranos calurosos en el altiplano; Sirocco es un viento caliente, cargado de polvo / arena especialmente común en verano
Elevacion	Elevacion media: 800 m Extremos de elevación: punto más bajo: -40 m Pico mas alto: Tahat 2.908 m
DEMOGRAFIA	
Poblacion (millones de hbts)	40.969.443
Composicion etnica	Árabe-bereber 99%, europeos menos de 1% Nota: Aunque casi todos los argelinos son de origen bereber (no árabes), solo una minoría se identifica como bereber, alrededor del 15% de la población total; estas personas viven principalmente en la región montañosa de Kabylie al este de Argel; los bereberes también son musulmanes, pero se identifican con su herencia cultural bereber en lugar de árabe; Los bereberes llevan tiempo agitando, a veces violentamente, la autonomía; es poco probable que el gobierno otorgue autonomía, pero ha reconocido oficialmente los idiomas bereberes y los ha introducido en las escuelas públicas.
Poblacion urbana	72.6% (29.743.815 Hbts)
Tasa de crecimiento de la poblacion	1.70%
Tasa de fertilidad	2,7 niños nacidos/mujer
Estructura de edades	0-14 años: 29,31% (Hombres 6.148.568/Mujeres 5.858.922) 15-24 años: 15,3% (Hombres 3.208.185/Mujeres 3.061.179) 25-54 años: 42,93% (Hombres 8.906.160/Mujeres 8.682.894) 55-64 años: 6,81% (Hombres 1.410.298/Mujeres 1.378.282) 65 años en adelante: 5,65% (Hombres 1.079.218/Mujeres 1.235.737)
Edad media	Total: 28,1 years Hombres: 27,8 years Mujeres: 28,4 years
Distribucion de la poblacion	La gran mayoría de la población se encuentra en la parte norte extrema del país a lo largo de la costa mediterránea
Esperanza de vida	Poblacion total: 77 años Hombres: 75,6 años Mujeres: 78,4 años.
Mortalidad infantil	Total: 19,6 muertes/1,000 nacidos. Hombres: 21,2 muertes/1,000 nacidos. Mujeres: 17,9 muertes/1,000 nacidos (2017 est.)

Tabla 2-12 (Continuación): Perfil del mercado meta, Argelia 2020

CATEGORIA	DESCRIPCION
ECONOMIA	
PIB nom (millones de USD)	185.000
Tasa de crecimiento de PIB (%)	1,7
PIB per capita en USD	4.297
Tasa de inflacion (%)	5,6
Tasa de desempleo (%)	11,7
Productos agricolas	Trigo, cebada, avena, uvas, aceitunas, cítricos, frutas; ovejas, ganado
Industrias	Petróleo, gas natural, industrias ligeras, minería, electricidad, petroquímica, procesamiento de alimentos
Exportacion (Billones de USD)	33.15
Productos de exportacion	Petróleo, gas natural y productos del petróleo 97%
Socios de exportacion	Italia 17,4%, España 13%, Francia 11,9%, EE. UU. 9,4%, Brasil 6,2%, Países Bajos 5,5%
Importacion (Billones de USD)	49.99
Productos de importacion	Bienes de capital, productos alimenticios, bienes de consumo
Socios de importacion	China 18,2%, Francia 9,1%, Italia 8%, Alemania 7%, España 6,9%, Turquía 4,4%
Moneda	Dinar Argelino (DA)
Tasa de cambio DA-Dólar US	0,0085
ENERGIA	
Acceso a energia electrica (% poblacion)	99%
Produccion de energia electrica (billion kWh)	64,67
Consumo de energia electrica (billion kWh)	53,44
Exportacion de energia electrica (millones kWh)	641
Importacion de energia electrica (millones kWh)	610
Produccion de crudo de petroleo (millones bbl/dia)	1.348
Exportacion de crudo de petroleo (bbl/dia)	798.900
Importacion de crudo de petroleo (millon bbl/dia)	5.880
Reservas de petroleo (million bbl)	12,2
Produccion de gas natural (billones m ³)	83,04
Consumo de gas natural (billones m ³)	39,62
Exportacion de gas natural (billion m ³)	43,42
Importacion de gas natural (billion m ³)	0
Reservas de gas (trillones m ³)	4.504,00
TRANSPORTE	
Sistema Nacional de aero transporte	Número de compañías aéreas registradas: 4
	Inventario de aeronaves matriculadas operadas por compañías aéreas: 74
	Tráfico anual de pasajeros en las compañías aéreas registradas: 5,910,835
	Tráfico anual de mercancías en las compañías aéreas registradas: 24,723,377 mt-km
Total aeropuertos:	157
Helipuertos:	3
Vias ferreas	Total: 3.973 km
	Carril ancho: 2.888 km 1.432-m carril (283 km electrificado)
	Carril estandar: 1.085 km 1.055-m carril (0 km electrificado)
Puertos y terminales	Mejores puertos marítimos: Argel, Annaba, Arzew, Bejaia, Djendjene, Jijel, Mostaganem, Orán, Skikda
	LNG terminal(s) (importacion): Arzew, Bethioua, Skikda

Fuente: Elaboración con base a CIA (Central Intelligence Agency)-The World Factbook, www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/sp.html

La Tabla 2-11, muestra información detallada de nuestro mercado meta Argelia, este país es uno de los más importantes y grandes del noroeste africano, es un gran exportador de gas natural y petróleo como sus vecinos Libia y Marruecos.

2.6.1.1. Análisis del entorno e indicadores económicos

La economía argelina se caracteriza por cinco aspectos esenciales:

- Fuerte concentración económica en el sector hidrocarburos.
- Industria eficiente.
- Bajo desempleo.
- Dependencia económica de Francia y Italia.
- Gran importancia del sector público en la economía.

La economía argelina está condicionada por el petróleo y el gas, que suponen más del 95% de los ingresos de divisas y cuyos ingresos fiscales generados alcanzan tradicionalmente el 60% del total recaudado en el Estado. Por ello, su crecimiento económico está basado intensamente por la evolución de los precios energéticos.

En 2016 el PIB nominal de Argelia alcanzó un valor de 168.038 millones de USD, teniendo un incremento del 3,3% para el 2017 cuando alcanzó un valor de 173.900 millones de USD. Para 2020 el PIB nominal de Argelia fue de 175.027 mil millones de USD, teniendo un descenso del 5,4% en relación al 2019 que alcanzó un valor de 185.001 millones de USD, debido a la pandemia del COVID-19 que afectó la economía global; sin embargo, el FMI proyecta que la economía argelina se recuperara en un 3,4% para el 2021 y un 2,9% para el 2022.

Las reservas internacionales netas de este país en 2016 alcanzaron un valor de 178.938 millones de USD, disminuyendo a 143.000 millones de USD para 2017 y a 100.000 millones de USD para 2018; para la gestión 2020 las reservas fueron e 88,610 millones de USD un 8,95% menor en relación a la gestión 2019.

La deuda externa de este país alcanzó un valor de 6.013 millones de USD (3,4% PIB), siendo un 46,45% mayor en relación a la gestión 2019 cuando alcanzó un valor de 4.100 millones de USD.

La Balanza Comercial de Argelia en el periodo 2016-2020, presenta un déficit de 13.721 millones de USD para 2016, 18.206 millones de USD en el año 2017, 10,868 millones de USD para 2018, 5.029 millones de USD para 2019 y 6.111 millones de USD para 2020. La variación acumulada de este periodo nos indica que las importaciones se redujeron en 18,57% y las exportaciones también se redujeron en 5,18%.

Tabla 2-13: Principales indicadores económicos de Argelia, 2016-2020

ITEM	2016	2017	2018	2019	2020
PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)					
PIB (Millones de USD, p. cprientes)	168.318	173.900	178.300	185.001	175.028
Crecimiento del PIB (%)	4,1	3,3	2,5	3,8	-5,4
INFLACION					
Inflacion (%)	2,9	4,8	6,4	7,5	9,5
EMPLEO Y TASA DE PARO					
Poblacion activa	11.642	11.798	11.937	12.112	14.126
Desempleo de poblacion activa (%)	10,6	11,2	12,2	11,7	10,5
DEFICIT PUBLICO					
DF (% respecto del PIB)	-7,1	-15,6	-14,0	-15,1	-16,9
DEUDA					
Deuda Publica Interna (Millones de USD)	16.402	14.517	32.738	33.855	34.194
Deuda Publica Interna (% del PIB)	7,0	8,8	21,0	18,3	8,2
Deuda Externa (Millones de USD)	3.735	3.000	3.900	4.100	6.013
Deuda Externa (% del PIB)	2,2	1,7	2,2	2,2	3,4
EXPORTACIONES					
Millones de USD	37.780	28.883	35.191	41.168	35.823
Variacion (%)	-4,6	-39,9	-23,6	17,0	-13,0
IMPORTACIONES					
Millones de USD	51.501	47.089	46.059	46.197	41.934
Variacion (%)	8,9	6,8	-12,1	-9,3	-9,2
SALDO COMERCIAL					
Millones de USD	-13.721	-18.206	-10.868	-5.029	-6.111
RESERVAS INTERNACIONALES					
Millones de USD	178.938	143.000	100.000	97,33	88,61
TIPO DE CAMBIO FRENTE AL DÓLAR					
Media anual	80,5	101,3	109,5	110,9	116,6
Fin de periodo	87,5	107,1	110,4	114,8	119,8

Fuente: FMI (Fondo Monetario Internacional)

PRINCIPALES SOCIOS COMERCIALES

A finales de 2020, China fue el principal país proveedor de productos a Argelia (TABLA 2-14), con 7.850 Millones de USD, de exportación, seguida de Francia con 4.781 Millones de USD, Italia con 3.653 Millones de USD, Alemania con 3.179 Millones de USD, España con 3.128 Millones de USD, Turquía con 2.310 Millones de USD, Estados Unidos con 1.618 Millones de USD y Corea del Sur con 1.2018 Millones de USD. En total las importaciones de Argelia alcanzaron un valor de 28.144 Millones de USD en 2020, con un descenso del 4,26% respecto de 2019.

Tabla 2-14: Argelia, importaciones por países (países proveedores), 2017-2020

PAIS	VALOR DE IMPORTACION			
	Millones de USD			
	2017	2018	2019	2020
CHINA	8.223	8.396	8.309	7.850
FRANCIA	5.420	4.774	4.295	4.781
ITALIA	4.828	4.642	3.754	3.653
ALEMANIA	3.382	3.009	3.215	3.179
ESPAÑA	3.934	3.595	3.128	3.535
TURQUIA	2.036	1.933	1.701	2.310
ESTADOS UNIDOS	2.017	2.342	1.491	1.628
REPUBLICA DE COREA	1.281	1.033	1.487	1.208
SUBTOTAL	33138	31742	29399	28.144
VARIACION (%)		-4,212686	-7,381387	-4,268853

Fuente: Aduanas Argelinas

Las mayores exportaciones de bienes, principalmente de petróleo, son exportadas a Italia, en 2020 el valor de las exportaciones a Italia fue de 6.127 Millones de USD, seguido de Francia con 4.781 Millones de USD, Estados Unidos con 3.857 Millones de USD, Brasil con 2.248 Millones de USD, Países Bajos 2.250 Millones de USD, Turquía con 2.318 Millones de USD y Gran Bretaña con 2.771 Millones de USD. El total de las exportaciones a estos países alcanzo un valor total de 24.202 Millones de USD, teniendo un descenso del 1,69% respecto a la gestión 2019.

Tabla 2-15: Argelia, exportaciones por países (países clientes), 2019-2020

PAIS	VALOR DE EXPORTACION			
	Millones de USD			
	2017	2018	2019	2020
ITALIA	6.196	4.779	5.548	5.127
FRANCIA	4.921	3.192	4.492	4.631
ESTADOS UNIDOS	6.565	3.562	4.192	3.857
BRASIL	1.977	3.227	2.644	2.248
PAISES BAJOS	1.393	1.339	1.723	2.250
TURQUIA	2.071	1.232	1.563	2.318
GRAN BRETAÑA	2.883	1.129	1.420	2.771
SUBTOTAL	28.023	20.478	23.601	23.202
VARIACION (%9		-26,92	15,25	-1,69

Fuente: Aduanas Argelinas

EXPORTACIONES DE ARGELIA

Los hidrocarburos representaron la mayor parte de las exportaciones argelinas en 2020 estas representaron el 92,1% del volumen total de las exportaciones.

Las exportaciones fuera de los hidrocarburos, que siguen siendo marginales, solo representan el 7,9% del volumen total de las exportaciones, equivalentes a 2.539 millones de dólares, registrando un descenso del 14,38% respecto al año 2019.

Los grupos de productos exportados fuera de los hidrocarburos (ver Tabla 2-15) consisten esencialmente en productos semiacabados que representan una cuota del 75.8% del volumen total de las exportaciones, es decir, el equivalente a 1.956,92 millones de dólares, de productos alimenticios con una participación de 12,8% (373,77 millones de dólares), productos brutos y equipos industriales con una participación idéntica de 6,8% equivalentes a un valor de 186,0 millones de dólares, y bienes de consumo no alimentarios representan un 1,1%.

La exportación de productos como se indicó anteriormente sufrió un descenso debido a la pandemia global, como se muestra en la Tabla 2-16 y 2-17, la exportación de aceites descendió un 8.54%, amoníaco anhidro 23,46%, fertilizantes 64,35%, azúcar de caña 3,25%, dátiles 18,41%, hidrogeno y gases raros 27,35%, helado en platos o en hojas

23,11%, cementos 97,47%; los únicos productos que tuvieron incremento en exportación fueron fosfato de calcio en 8,2% y electrodomésticos en un 24,36%.

Tabla 2-16: Principales productos exportados (sin hidrocarburos), 2019-2020

PRINCIPALES PRODUCTOS	2019		2020		VARIACION
	Millones USD	%	Millones de USD	%	%
Bienes alimentarios	407,90	15,8	373,77	12,8	-8,37
Productos brutos	95,90	3,7	92,39	3,2	-3,66
Productos semiacabados	2.335,58	79,8	1.956,92	75,8	-16,21
Bienes de equipo agrícolas	0,30	0	0,30	0	0,00
Bienes de equipo industriales	90,10	3,1	82,90	3,2	-7,99
Bienes de consumo (no alimentarios)	36,40	1,4	33,40	1,1	-8,24
Total	2.966,18		2.539,68		-14,38

Fuente: Aduanas Argelinas

Tabla 2-17: Argelia, exportaciones por tipo de producto, 2019-2020

PRODUCTO	2019	2020	EVOLUCION
	Millones de USD	Millones de USD	%
Aceites y otros productos provenientes de la deshidratación de alquitran	613,63	561,24	-8,54
Amoniaco Anhidro	446,75	341,95	-23,46
Fertilizantes minerales o químicos nitrogenados	917,47	327,04	-64,35
Azúcar de caña o de remolacha	233,03	225,46	-3,25
Fosfato de Calcio	50,95	55,13	8,20
Dátiles	64,19	52,37	-18,41
Hidrogeno, gases raros	37,80	27,46	-27,35
Helado en platos o en hojas	33,06	25,42	-23,11
Electrodomesticos	27,12	33,78	24,56
Cementos	24,93	0,63	-97,47
SUBTOTAL	2.449	1.650,48	

Fuente: Aduanas Argelinas

IMPORTACIONES DE ARGELIA

Las importaciones argelinas se incrementaron en 0,52% en comparación con 2019, pasando de 45,96 mil millones de dólares a 46,19 mil millones de dólares. El acumulado de las gestiones 2018-2020 (ver Tabla 2-18), muestran que el sector de Bienes Alimentarios creció un 4.13%, los bienes destinados a la producción se redujeron 5,07%, la importación de bienes de equipo se redujo 12,06% y el sector de bienes de consumo no alimentario creció un 16,99%.

Tabla 2-18: Argelia, importaciones por tipo de producto, 2018-2020

PRODUCTO	2018	2019	2020	EVOLUCION
	Millones de USD			(%)
Bienes alimentarios	8.233	8.437	8.573	4,13
Bienes destinados a la produccion	14.613	14.497	13.872	-5,07
Bienes de equipo	15.915	14.573	13.996	-12,06
Bienes de consumo no alimentario	8.339	8.450	9.756	16,99
SUBTOTAL	47.100	45.957	46.197	0,52

Fuente: Aduanas Argelinas

2.6.1.2. Análisis FODA de Argelia

Argelia es un país económicamente estable, desde el 2016 su economía no ha dejado de crecer, pero el 2020 debido a la pandemia del Covid-19 el PIB se redujo un 4,9% respecto al 2019, sin embargo, según el FMI Argelia es uno de los países menos afectado, y pronostica un crecimiento del 3,4% para este 2021.

Según proyecciones la FMI y el Banco Mundial:

Argelia ha seguido sufriendo con la caída de los precios del petróleo a nivel global (ya que el petróleo representa más de 90% de las exportaciones y 60% del ingreso total), y su crecimiento económico se ralentizó en 2017 (de 3,3% del PIB a 1,5%). La actividad económica decreció en 2020 debido a la pandemia que redujo los precios del gas y el petróleo. Las políticas expansionistas y las reformas económicas recientes debiesen estimular el crecimiento en 2021.

En la Tabla 2-19, se muestra el análisis FODA, de la cual podemos concluir que durante los últimos cinco años Argelia ha presentado estabilidad económica y social, permitiendo un amplio desarrollo industrial; si bien su capacidad agro productiva es limitada, Argelia importa productos semiprocesados y los transforma en productos con valor agregado que son distribuidos al mercado interno y exportados a países del Magreb, lo cual es favorable para el desarrollo del proyecto.

Tabla 2-19: Análisis FODA de Argelia, 2018-2020

FORTALEZAS		OPORTUNIDADES	
F1	Importantes reservas de petróleo y gas especialmente en gas de esquisto	O1	Las necesidades agrícolas de los argelinos están cubiertas en un 50% por la producción nacional, la agricultura se basa en la producción de cereales.
F2	Potencial en los campos de las energías renovables y el turismo	O2	Por sus condiciones climáticas, Argelia tiene escasez de agua lo que dificulta su producción e implica la importación de productos.
F3	Sólida posición financiera externa (muy bajo endeudamiento externo, importantes reservas de divisas)	O3	Crecimiento de la inversión en la construcción y la agricultura.
DEBILIDADES		AMENAZAS	
D1	Altamente dependiente de los hidrocarburos y problemas al usar este ingreso	A1	Reducción de subsidios, podría afectar la capacidad adquisitiva de la población.
D2	Líneas divisorias entre los que están en el poder y la población en general	A2	Terrorismo en medio oriente que afecta a países de la región, incluyendo a Argelia.
D3	Alto desempleo juvenil	A3	Diferencias ideológicas y culturales en la sociedad, que pretenden dividir la nación.
D4	Peso excesivo del sector público		
D5	Burocracia burocrática, debilidades en el sector financiero y clima empresarial problemático		

Fuente: Elaboración propia

2.6.1.3. Análisis del sector panelero en Argelia

En Argelia la producción de azúcar refinada se realiza a través de la producción e importación de remolacha azucarera³ desde Francia, sin embargo esta no es suficiente para cubrir la demanda local; es así que empresas multinacionales que dominan la industria de alimentos y el azúcar en Argelia optan por importar azúcar en bruto (azúcar sin refinar) y caña para poder producir azúcar, miel de caña y otros derivados para cubrir la demanda nacional e inclusive exportar a países vecinos como Túnez, Egipto y otros de Medio Oriente.

³ Es una variedad de la remolacha común (*Beta vulgaris*), la raíz de la remolacha azucarera se ha ido seleccionando durante años para conseguir un mayor porcentaje de azúcar en su composición y una mayor capacidad agrícola. La Unión Europea, Estados Unidos y Rusia son los tres principales productores de remolacha azucarera del mundo.

Argelia exporta poca cantidad de panela, casi toda la cantidad importada por empresas argelinas se la usa para consumo interno, producción de azúcar refinada para su exportación y miel de caña, usadas principalmente en la industria de alimentos y bebidas, es así que las importaciones de panela han tenido un incremento significativo en los últimos años; en 2014 el valor importado fue de 810.072 Miles de USD, llegando en 2020 a un 973.536 Miles de USD; en promedio anualmente este país importa 767.087 Miles de USD de panela.

Tabla 2-20: Argelia, balance comercial de la panela, 2014-2020

AÑO	PRODUCCION	EXPORTACIONES		IMPORTACIONES		BALANZA COMERCIAL	
	CANTIDAD	CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR
	Toneladas (Tn)	Toneladas (Tn)	Millones de USD	Toneladas (Tn)	Millones de USD	Toneladas (Tn)	Millones de USD
2014	7.000	0	0	1.426.718	810.072	-1.426.718	-810.072
2015	6.150	0	0	1.431.767	673.215	-1.431.767	-673.215
2016	7.113	0	0	1.575.798	661.682	-1.575.798	-661.682
2017	6.954	0	0	1.543.061	531.305	-1.543.061	-531.305
2018	6.034	0	0	1.786.967	747.437	-1.786.967	-747.437
2019	7.320	0	0	2.210.390	972.362	-2.210.390	-972.362
2020	7.200	0	0	2.280.697	973.536	-2.280.697	-973.536
PROMEDIO	6.824	0	0	1.750.771	767.087	-1.750.771	-767.087

Fuente: OEC (The Observatory of Economic Complexity), Raw Sugar.

2.6.1.4. Comercio y acuerdos bilaterales

Actualmente Bolivia no tiene acuerdos comerciales de libre comercio, ni comercio específico de algún producto.

Sin embargo, se tiene un convenio de cooperación entre la gigante petrolera Sonotrach de Argelia, para la exploración de pozos petroleros; acuerdo que fue firmado por el ministro de Hidrocarburos Luis Alberto Sánchez, el 30 de agosto de 2018 en el “*1er Foro Internacional de Gas, Petroquímica y combustibles verdes*”.

2.6.1.5. Tratamiento arancelario

En Argelia de acuerdo a la **Clasificación Arancelaria Armonizada Local**, la panela pertenece a la **SECCION IV** de la clasificación arancelaria, **Capítulo 17**, de acuerdo a esto la partida arancelaria es 1701 y la sub-partida arancelaria **1701.14.90**.

Cuando el exportador quiere hacer ingresar un producto a Argelia, primero se establece el arancel general (derecho de aduana D.D. en Argelia) para el producto y posteriormente el I.V.A (T.V.A. en Argelia). De acuerdo a la Tabla 2-21, el arancel de importación que se paga por cada kg de panela o azúcares brutos es del 5% (perteneciente a azúcares naturales o brutos) respecto al valor, al momento de nacionalizar el producto se debe pagar 19% por concepto del I.V.A.

Tabla 2-21: Argelia, aranceles impuestos a la panela, 2020

PARTIDA Y SUBPARTIDA	DESCRIPCION		DESCRIPCION DEL PRODUCTO	TASAS E IMPUESTOS		
	Cantidad	Unidad		D.D.	I.V.A.	Otras tasas
17.01			Azúcares de caña y remolacha, sacarosa químicamente pura, estado sólido			
1701.14.10	1	kg	Destinados al refinaje	5	19	-
1701.14.90	1	kg	Otros	5	19	-

Fuente: Elaboración con base a Aduana Argelina, www.douane.gov.dz

NOTA

De acuerdo a la clasificación arancelaria de Argelia:

Las sub-partidas 1701.12, 1701.13, 1701.14 pertenecen a azúcares crudos o sin refinar, sólido

2.6.1.6. Requisitos del mercado argelino

Requisitos para entrar al mercado de Argelia

En el marco del comercio exterior, para la exportación a Argelia, se debe cumplir la ley de finanzas complementarias:

Ley de finanzas complementarias de Julio de 2009.

Pago obligatorio de las importaciones únicamente mediante crédito documentario para las operaciones que excedan los 100.000 dinares (aprox. 1.000 euros),

Requisitos para el pago mediante crédito bancario:

- Certificado sanitario/fitosanitario para todos los productos agroalimentarios que no hayan sido sometidos a tratamiento térmico o de conservación.

- Certificado de control de calidad de la mercancía.
- Certificado de origen.
- Las importaciones están sujetas a domiciliación bancaria previa.
- Prohibición de importación definitiva de mercancías usadas (maquinaria de construcción y piezas de recambio).

Otros requisitos:

- Etiquetado en árabe
- Descarga solo en el puerto de Argel.
- **Certificado HALAL**, que garantiza la calidad del producto y sus características.

Etiquetado y empaque

Para el etiquetado de los productos alimenticios se debe cumplir el **Decreto ejecutivo N.º 2005-484 del 22 de diciembre de 2005 modificativo del decreto de 10 de noviembre de 1990 relativo al etiquetado y la presentación de productos alimentarios.**

En el etiquetado para productos alimenticios debe figurar obligatoriamente: Denominación de venta (específica, no genérica) y peso neto, en la parte frontal, en un lugar claro y visible. La denominación debe ser clara, no de fantasía, ni inventada y no contener palabras que puedan inducir a error al consumidor.

- Razón social o marca registrada, dirección del fabricante, distribuidor e importador (en caso de productos importados).
- Identificación del lote de fabricación y el país de origen.
- Modo de empleo y precauciones, en su caso (de productos congelados la indicación de las precauciones es obligatoria).
- Fecha de fabricación y durabilidad mínima.

- Lista de ingredientes, precedida por el término “ingredients” y constituida por la enumeración de todos ellos, en orden decreciente según el porcentaje. Cuando un ingrediente este compuesto de otros ingredientes, debe especificarse en la lista de ingredientes seguida de una “sub-lista”, entre paréntesis conteniendo los porcentajes por orden descendiente.
- Condiciones particulares de conservación.

Otros datos para el etiquetado:

- Ha de aparecer la lengua árabe y facultativamente en otra lengua extranjera (inglés, francés). El etiquetado debe ser tal que no se desprenda.
- En los recipientes que aparezcan recubiertos con otro embalaje las menciones obligatorias han de aparecer en este embalaje exterior o sobre el recipiente siempre que el embalaje superficial sea transparente.
- La cantidad neta de productos alimentarios a de ser expresada según el sistema métrico internacional; medidas de volumen para los líquidos, de peso para los sólidos, de peso o volumen para los pastosos o viscosos y número de unidades para producto vendidos por piezas.
- Los datos del importador deben figurar en la etiqueta y nunca en pegatina aparte.
- No se permiten las pegatinas en las etiquetas.
- La nota ministerial del 28 de febrero de 2009, dispensa de indicar el número de lote en el etiquetado de alimentos perecederos en un corto espacio de tiempo (duración igual o inferior a 3 meses), siempre que la fecha de caducidad este claramente indicada sobre el etiquetado al menos con día y mes.

2.6.1.7. Selección del cliente objetivo

La industria azucarera es propiedad en un 80% del conglomerado CEVITAL, que domina el mercado de los alimentos, jugos y bebidas; seguida de CRISTAL UNION S.A. que tiene una participación aproximada de 16%. Actualmente, el consumo de azúcar se estima en 1,3 millones de toneladas/año. Las necesidades futuras del país serían del orden de 2 millones de toneladas/año. La empresa CEVITAL creó una nueva gran refinería llamada Refinería Oranaise de Sucre (en Orán), con una capacidad de producción de azúcar de 700 000 TM/año. (Benbouli, Sabrina, 2017)

Tabla 2- 22: Análisis comparativo de las empresas

CEVITAL S.A.	CRISTAL UNION S.A.
CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA	
Es el conglomerado privado más grande de Argelia, con intereses en el sector agroalimentario, el comercio minorista, la industria y los servicios, creado por Issad Rebrab. La sede de la empresa se encuentra en Kouba, Argelia. Cevital es miembro fundador del proyecto Desertec. Las ganancias de la empresa en 2019 fueron de US \$ 3.589 millones.	Cristal Unión es una cooperativa azucarera francesa creada en 2000 a partir de la fusión de las azucareras de Arcis, Bazancourt, Corbeilles y Eclaron. Tiene filiales en Italia, Argelia y Tunes.
SUBCIDIARIAS FILIALES	
Las principales subsidiarias y empresas afiliadas de Cevital incluyen procesamiento de alimentos, centros comerciales, construcción, venta de automóviles y fabricación de vidrio.	Se dedica netamente a la producción de azúcar y sus derivados a partir de la remolacha azucarera y caña importada.
RUBRO ALIMENTICIO	
El sector de alimentos de CEVITAL es CEVITAL FOOD S.A., creado en 1998.	Produce azúcar comestible para consumo individual y alimenticio, se encuentra en Argelia desde 2014 y desde 2018, Cristal Union desarrolla el primer sector azucarero orgánicos mediante la producción de panela granulada y sólida. También produce Alcohol utilizado en perfumera y cosmética, en alimentos de bebidas alcohólicas o medicinal. Desde el 2020, Cristal Union se ha convertido en el primer productor europeo de alcohol, y exporta a diferentes países de Europa y el Magreb.
Consta de varias unidades de producción tales como: refinería de petróleo, refinería de azúcar, unidad de producción de margarina, unidad de envasado de agua mineral, unidad de producción y envasado de bebidas refrescantes, conservera, silos portuarios y terminal de descarga portuaria.	
PARTICIPACION DE MERCADO	
Según la publicación de "Jeune Afrique" 2015, revela que de las 29 empresas más grandes de Argelia, Cevital se sitúa en la tercera posición, después de Sonotrach y Naftal, con un volumen de negocio 2.800 millones de dólares. (Jeune Afrique, 2015)	Cristal Union no se encuentra en el top 29 de la revista "Jeune Afrique", esta empresa ingresó al mercado argelino en 2014 tiene un volumen de ventas de 462 millones de dólares. Tiene un volumen de negocio valorado en 1790 millones de dólares. (Econostrum, 2018 www.econostrum.info)
COUTA DE MERCADO ESTIMADA	
70%	20%
PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA	
Brasil, Colombia, China	Proveedores de caña: India y Brasil; Proveedores de remolacha azucarera: Francia y Bélgica

Fuente: Elaboración propia

Claramente la mejor opción es CEVITAL FOOD S.A.; se tuvo contacto con la empresa, misma que presento su interés de adquirir 2.100 Tn/mes de panela de Bolivia, los requisitos que la empresa pidió es conocer el Estudio de Factibilidad de Proyecto, el tiempo estimado de envío a Argelia, la capacidad que tendrá la planta. Esta empresa envió una ficha técnica de características físico-químicas y organolépticas del producto necesario para el ingreso al mercado argelino, de modo que sean de la misma calidad a productos de Brasil y el precio sea menor o igual al de este país. En el **Anexo 2-C, 2-D**, se muestra en el formulario de solicitud del producto con las características físico-químicas del producto.

2.6.2. Pronóstico de la demanda

“Un pronóstico es la previsión del comportamiento de una o más variables, en función a datos históricos, para así reducir el margen de incertidumbre dentro del que se deben efectuar los juicios de la administración”. (Reitsch, 1996)

Existen diferentes indicadores que pueden evaluar el pronóstico, a continuación, se muestran los que usaremos para este proyecto:

Desviación absoluta de la Media (DAM), mide la precisión de un pronóstico mediante el promedio de la magnitud de los errores de pronóstico (valores absolutos de cada error).

$$DAM = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$$

Error Cuadrático Medio (EMC), consiste en que cada error o residual se elevara al cuadrado, luego estos valores se suman y se dividen entre el número de observaciones. Este indicador penaliza los errores mayores de pronóstico ya que eleva al cuadrado cada uno.

$$EMC = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}$$

Porcentaje de error medio absoluto (PEMA), se calcula encontrando el error absoluto en cada periodo, dividiendo este entre el valor real observado para ese periodo y después promediando estos errores absolutos de porcentaje. El PEMA mide que tan grandes son los errores de pronóstico comparados con los valores reales de la serie.

$$PEMA = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i}}{n}$$

En la Tabla 2-23, se muestra la demanda de panela de Argelia en miles de USD, estos valores contienen implícitamente la inflación, pero es necesario convertirlos a valores reales/constantes mediante el uso del IPC (Índice de Precios al Consumidor), para de esta manera tener un pronóstico más confiable.

El Grafico 2-5, se muestra el comportamiento del valor de la panela a precios constantes y corrientes, esta grafica nos ayudará a determinar cuál será el comportamiento futuro de la demanda importada de panela por parte de Argelia.

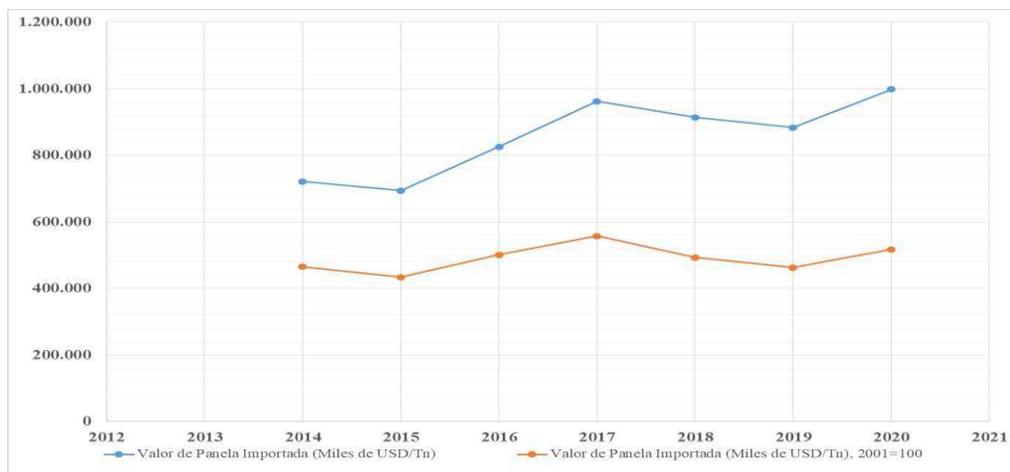
Tabla 2-23: Argelia, demanda de panela, 2014-2020

PERIODO	IPC	DEMANDA IMPORTADA DE PANELA	VALOR DEMANDA IMPORTADA DE PANELA	VALOR DE DEMANDA IMPORTADA DE PANELA	PRECIO DE COMPRA	P. COMPRA REAL 2001=100	INGRESO DISP. PER CAPITA 2001=100
(Años)		Toneladas/año	Miles de USD/Tn	Miles de USD/Tn, 2001=100	(USD/Tn)	(USD/Tn)	(USD/Hbt)
2012	136,23	1.426.718	810.072	594.636	567,79	416,79	2.017,63
2013	142,39	1.431.767	673.215	472.797	470,20	330,22	2.207,71
2014	155,10	1.575.798	721.682	465.301	457,98	295,28	2.205,90
2015	160,11	1.543.061	694.305	433.642	449,95	281,03	2.128,13
2016	164,77	1.786.967	825.437	500.963	461,92	280,34	2.051,07
2017	172,65	2.210.390	962.362	557.406	435,38	252,18	1.794,93
2018	185,37	2.280.697	914.536	493.357	400,99	216,32	1.759,42
2019	190,92	2.252.495	883.768	462.900	392,35	205,51	2.006,36
2020	193,00	2.436.765	998.719	517.471	409,85	212,36	1.807,60
PROMEDIO	166,73	1.882.739,78	831.566,22	499.830,32	449,60	276,67	1.997,64

Fuente: ITC TRADEAMP, Oficina Nacional de Estadísticas de Argelia (الوطني الادي وان)

(الإحصاءات)

Grafico 2-5: Demanda de Panela (Miles de USD/Tn), 2014-2020



Fuente: ITC TRADEAMP, Oficina Nacional de Estadísticas de Argelia (الوطني الاديوان) للإحصائي

Para proyectar la demanda, se optará por un modelo econométrico de una variable dependiente y dos variables independientes, y para resolverlo se usará el método MCO⁴ (Mínimos Cuadrados Ordinarios), que presenta propiedades estadísticas atractivas que la han convertido en uno de los más eficaces y populares del análisis de regresión.

Cálculo del modelo econométrico de la demanda.

El método MCO, es un método matricial, que consiste en plantear una función de demanda “Q”, en función del precio “P” y el ingreso disponible per cápita “Ydp”, estos últimos deben estar en precios constantes o reales; para de esta manera hallar los estimadores A, B y C, obteniendo así una ecuación que pronostica los valores futuros. Además de ello se debe hallar los estadísticos t-student, F de Fisher, Durbin-Watson, la homocedasticidad y sus respectivas pruebas, que deben validar el modelo.

⁴ El método MCO fue creado por el matemático alemán Carl Friedrich Gauss, este método minimiza la suma de las distancias verticales entre las respuestas observadas en la muestra y las respuestas del modelo.

De manera matricial el procedimiento es el siguiente:

Procedimiento de ajuste del modelo:

Plantear la función del modelo unifuncional.

$$Q(p_1, y_1) = A + Bp_1 + Cy_1 + \varepsilon$$

Minimizar el error

$$\varepsilon = Q - Q_c$$

$$\text{Min } \Sigma \varepsilon^2 = \Sigma (Q - Q_c)^2$$

$$\text{Min } \Sigma \varepsilon^2 = \Sigma (Q - A - Bp_1 - Cy_1)^2$$

Realizar la condición de primer orden (derivada respecto de A, B y C)

$$\partial \varepsilon^2 / \partial A = \Sigma 2(Q - A - Bp_1 - Cy_1)(-1) = 0$$

$$\partial \varepsilon^2 / \partial B = \Sigma 2(Q - A - Bp_1 - Cy_1)(-p_1) = 0$$

$$\partial \varepsilon^2 / \partial C = \Sigma 2(Q - A - Bp_1 - Cy_1)(-y_1) = 0$$

Formar las ecuaciones normales:

$$\Sigma Q = An + B\Sigma p_1 + C\Sigma y_1$$

$$\Sigma Qp_1 = A\Sigma p_1 + B\Sigma p_1^2 + C\Sigma y_1p_1$$

$$\Sigma Qy_1 = A\Sigma y_1 + B\Sigma p_1y_1 + C\Sigma y_1^2$$

Aplicando matrices:

$$\begin{bmatrix} \Sigma Q \\ \Sigma Qp_1 \\ \Sigma Qy_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \Sigma p_1 & \Sigma y_1 \\ \Sigma p_1 & \Sigma p_1^2 & \Sigma y_1p_1 \\ \Sigma y_1 & \Sigma p_1y_1 & \Sigma y_1^2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix}$$

Hallar la solución de función transformada (hallar A, B, C):

$$\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \Sigma p_1 & \Sigma y_1 \\ \Sigma p_1 & \Sigma p_1^2 & \Sigma y_1p_1 \\ \Sigma y_1 & \Sigma p_1y_1 & \Sigma y_1^2 \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} \Sigma Q \\ \Sigma Qp_1 \\ \Sigma Qy_1 \end{bmatrix}$$

Para el cálculo de forma matricial necesitaremos de los siguientes datos:

n	Qv	P ₁	Y ₁	QvP ₁	QvY ₁	P ₁ ²	Y ₁ ²	P ₁ Y ₁
1	594635,54	402,7	2.017,63	239.444.111	1.199.754.756	162.146	4.070.832	812.447
2	472796,54	330,2	2.207,71	156.126.362	1.043.796.846	109.045	4.873.976	729.027
3	465301,10	295,3	2.205,90	137.393.949	1.026.409.272	87.190	4.866.010	651.358
4	433642,50	281,0	2.128,13	121.865.444	922.848.683	78.976	4.528.948	598.064
5	500963,16	280,3	2.051,07	140.441.367	1.027.512.966	78.592	4.206.908	575.004
6	557406,31	252,2	1.794,93	140.564.243	1.000.503.436	63.593	3.221.762	452.637
7	493357,07	216,3	1.759,42	106.722.286	868.022.869	46.794	3.095.563	380.595
8	462899,64	205,5	2.006,36	95.128.327	928.743.598	42.232	4.025.483	412.318
9	517470,98	212,4	1.807,60	109.890.047	935.381.144	45.097	3.267.422	383.862
SUMATORIA (Σ)	4.498.473	2.476	17.979	1.247.576.136	8.952.973.571	713.665	36.156.903	4.995.311

Aplicando el procedimiento 5 y 6 obtenemos lo siguiente:

Aplicando matrices

$$\begin{vmatrix} 4.498.473 \\ 1.247.576.136 \\ 8.952.973.571 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 9 & 2.476 & 17.979 \\ 2.476 & 713.665 & 4.995.311 \\ 17.979 & 4.995.311 & 36.156.903 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} A \\ B \\ C \end{vmatrix}$$

Hallar la solución de función transformada (hallar A, B, C)

$$\begin{vmatrix} A \\ B \\ C \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} n & \Sigma p_1 & \Sigma y_1 \\ \Sigma p_1 & \Sigma p_1^2 & \Sigma y_1 p_1 \\ \Sigma y_1 & \Sigma p_1 y_1 & \Sigma y_1^2 \end{vmatrix}^{-1} * \begin{vmatrix} \Sigma Q \\ \Sigma Q p_1 \\ \Sigma Q y_1 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} A \\ B \\ C \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 9 & 2.476 & 17.979 \\ 2.476 & 713.665 & 4.995.311 \\ 17.979 & 4.995.311 & 36.156.903 \end{vmatrix}^{-1} * \begin{vmatrix} 4.498.473 \\ 1.247.576.136 \\ 8.952.973.571 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} A \\ B \\ C \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 874.812,41 \\ 749,96 \\ -290,99 \end{vmatrix}$$

De esa manera se hallan los estimadores A, B y C; de manera manual; pero con ayuda de IBM SPSS, se hallan los estimadores y los estadísticos correspondientes como se muestra en el **Anexo 2-E**, obteniéndose lo siguiente:

$$Qv(p_1, y_1) = 874.812,41 + 749,96p_1 - 290,99y_1 (*)$$

$$t_{\text{calc}}: (1,527) \quad (2,292) \quad (-5,239)$$

$$F_{\text{calc}} = 4,78$$

Los parámetros son estadísticamente significativos ($t_{\text{cal}} < t_{\alpha/2, n-1}$), no existe presencia de multicolinealidad, R^2 es igual a 0,848 y R^2 ajustado es igual a 0.798, lo cual indica un ajuste significativo, ($F_{\text{calc}} < F_{1-\alpha, k, n-k-1}$, $4,78 < 5,14$) por lo tanto el modelo es globalmente significativo.

Cálculo de los límites del estadístico Durbin-Watson:

$$DW = 2,184 \quad ; \quad n = 9 \quad ; \quad \alpha = 5\% \quad ; \quad k' = 2$$

$$d_{\text{inf}} = 0,629 \quad ; \quad d_{\text{sup}} = 1,699^5 \quad \rightarrow \quad DW > d_{\text{sup}}; 2,184 > 1,54$$

Dado que el valor de Durbin Watson calculado $DW=2,184$ es mayor que $d_{\text{sup}}=1,699$, valor obtenido de tablas, concluimos que no existe autocorrelación positiva; por tanto, se acepta el modelo.

Ahora para realizar un pronóstico necesitamos saber cuál será el comportamiento de los precios y el ingreso disponible per cápita, ambos en precios constantes. Una vez obtenido estos pronósticos podremos determinar el posible comportamiento de la demanda de panela.

⁵ Valores extraídos del libro Econometría, Gujarati (Quinta Edición, 2010). Pág. 745.

PRONOSTICO DEL PRECIO DE COMPRA-MÉTODO DE WINTER

Para el pronóstico del comportamiento de los precios, utilizaremos el modelo de atenuación exponencial lineal y estacional de tres parámetros de Winter, que es una extensión del método de Holt⁶, este modelo tiende a reducir más el error del pronóstico, además de atenuar la tendencia y la estacionalidad utilizando constantes de atenuación para cada una de ellas.

Las cuatro ecuaciones utilizadas en el método de Winter son:

La serie exponencial atenuada:

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

La estimación de la tendencia:

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2)$$

La estimación de la estacionalidad:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-1} \quad (3)$$

El pronóstico de p periodos en el futuro:

$$\hat{Y}_t = (A_t - pT_t)S_{t-L+p} \quad (4)$$

Donde:

A_t = nuevo valor atenuado

α = constante de atenuación

Y_t = nueva observación o valor real de la serie en el periodo t.

β = constante de atenuación de la estimación de la tendencia ($0 < \beta < 1$)

T_t = estimación de la tendencia

γ = constante de atenuación de la estimación de la estacionalidad ($0 < \gamma < 1$)

⁶ El método de pronósticos de Holt, denominado también Método de los parámetros de Holt. Esta técnica atenúa de forma directa la tendencia y la pendiente empleando diferentes constantes de atenuación y los valores de tendencia serán muy sensibles a variaciones aleatorias, esta técnica proporciona flexibilidad las proporciones a las que se rastrearán la tendencia y la pendiente.

S_t = estimación de la estacionalidad

P= periodos a estimar en el futuro

L= longitud de la estacionalidad

Y_{t+p} = pronóstico de p periodos en el futuro.

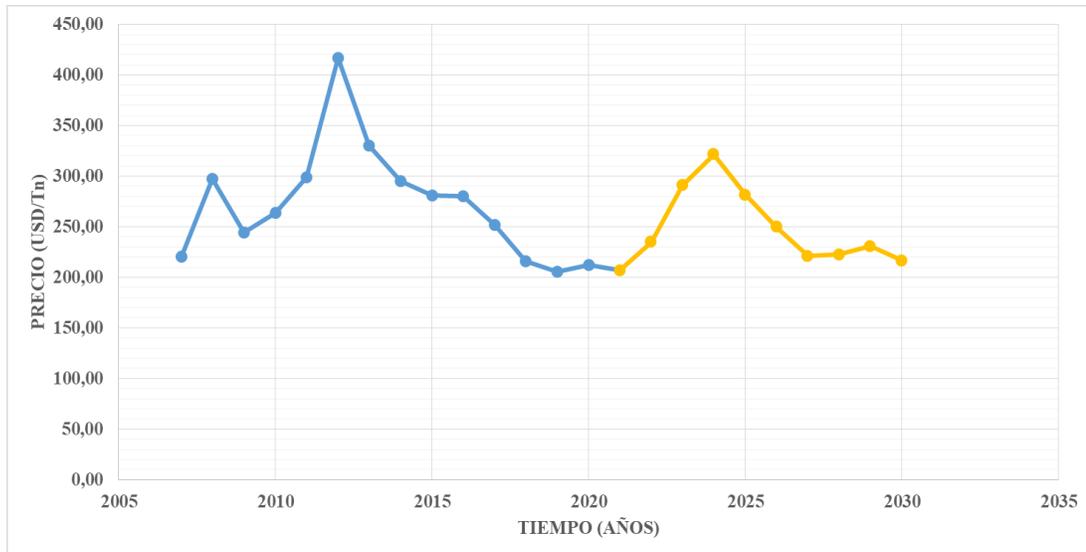
Cálculo del pronóstico del precio: $\alpha = 0,2$, $\beta = 0,8$; $\gamma = 0,8$

Aplicando el método de Winter y usando los valores $\alpha = 0,2$, $\beta = 0,8$; $\gamma = 0,8$, pronosticamos el comportamiento del precio para el periodo 2021-2030. De acuerdo a este pronóstico, la Desviación Absoluta Media DAM=28,45; el Error Cuadrático Medio es de EMC=2.831 y el Porcentaje de Error Medio Absoluto PEMA=8,84%.

Tabla 2-24: Pronostico del precio-Método de Winter, 2021-2030

PERIODO	PRECIOS DE COMPRA 2001=100	A_t	T_t	S_t	\hat{Y}_{t+p}	e_t
AÑOS	USD/Tn					
2007	220,81	220,81	0,00	1	220,81	0,00
2008	297,75	236,20	12,31	1,21	220,81	5919,75
2009	244,00	288,43	44,25	0,92	220,81	537,76
2010	263,72	288,02	8,52	0,92	220,81	1840,90
2011	299,03	283,07	-2,26	1,03	220,81	6118,49
2012	416,79	318,48	27,87	1,25	220,81	15362,40
2013	330,22	408,45	77,55	0,90	220,81	2394,01
2014	295,28	392,03	2,38	0,78	220,81	3327,34
2015	281,03	310,00	-65,15	0,88	220,81	3626,01
2016	280,34	236,29	-71,99	1,13	220,81	3544,01
2017	252,18	211,49	-34,24	1,18	220,81	983,73
2018	216,32	211,04	-7,21	1,06	300,32	7055,81
2019	205,51	206,22	-5,30	1,01	305,55	10009,44
2020	212,36	202,28	-1,04	1,01	271,69	3520,21
2021	206,89				206,89	
2022	234,85				234,85	
2023	290,90				290,90	
2024	321,45				321,45	
2025	281,39				281,39	
2026	249,73				249,73	
2027	220,94				220,94	
2028	222,44				222,44	
2029	230,78				230,78	
2030	216,69				216,69	
	DAM=	28,45	EMC=	2.831	PEMA=	8,84%

Grafico 2- 6: Pronostico del precio, 2021-2030

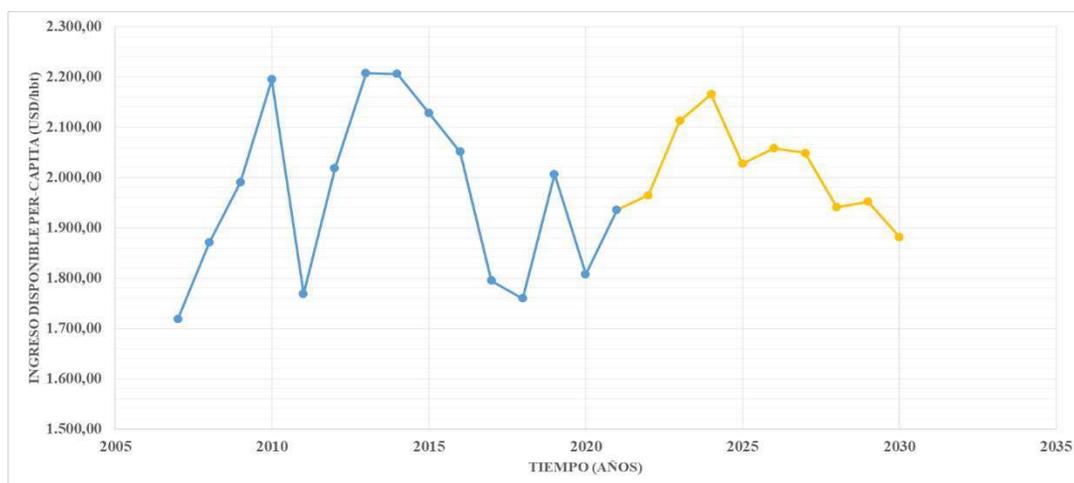


Fuente: Elaboración con base a TABLA 2-24

Cálculo del pronóstico del Ing. Disponible per cápita $\alpha = 0,5$, $\beta = 0,15$; $\gamma = 0,5$

De la misma manera que el pronóstico del precio, el pronóstico del comportamiento del ingreso disponible per cápita real, se hizo con los parámetros $\alpha = 0,5$, $\beta = 0,15$, $\gamma = 0,5$, que de acuerdo a este pronóstico se tiene los siguientes indicadores estadísticos: la Desviación Absoluta Media DAM=126,5; el Error Cuadrático Medio ECM=48.246 y el Porcentaje de Error Medio Absoluto PEMA=6,17%, que significa que las proyecciones en este modelo son consistentes.

Grafico 2-7: Pronostico del ingreso disponible, 2021-2030



Fuente: Elaboración con base a TABLA 2-25

Tabla 2-25: Pronostico del Ing.Per-cápita – Método de Winter, 2021-2030

PERIODO AÑOS	ING.DISP.PER CAPITA 2001=100 USD/Hbt	A_t	T_t	S_t	\hat{Y}_{t+p}
2007	1.718,46	1.718,46	0,00	1,00	1.718,46
2008	1.870,27	1.794,36	11,39	1,02	1.718,46
2009	1.990,29	1.915,36	27,83	1,03	1.718,46
2010	2.194,95	2.074,43	47,51	1,04	1.718,46
2011	1.768,50	1.968,12	24,44	0,97	1.718,46
2012	2.017,63	1.935,05	15,81	1,01	1.718,46
2013	2.207,71	2.112,89	40,12	1,03	1.718,46
2014	2.205,90	2.198,97	47,01	1,01	1.718,46
2015	2.128,13	2.175,27	36,40	1,00	1.718,46
2016	2.051,07	2.111,47	21,37	0,98	1.718,46
2017	1.794,93	1.948,36	-6,30	0,95	1.718,46
2018	1.759,42	1.817,81	-24,94	0,96	1.843,94
2019	2.006,36	1.911,97	-7,07	1,00	2.001,75
2020	1.807,60	1.899,13	-7,94	0,98	2.215,56
2021	1.935,47				1.935,47
2022	1.964,54				1.964,54
2023	2.112,76				2.112,76
2024	2.165,29				2.165,29
2025	2.027,91				2.027,91
2026	2.057,87				2.057,87
2027	2.048,92				2.048,92
2028	1.941,00				1.941,00
2029	1.952,04				1.952,04
2030	1.881,83				1.881,83
	DAM=	126,50	EMC=	48,246	PEMA=

Cálculo del pronóstico de demanda de panela en Argelia:

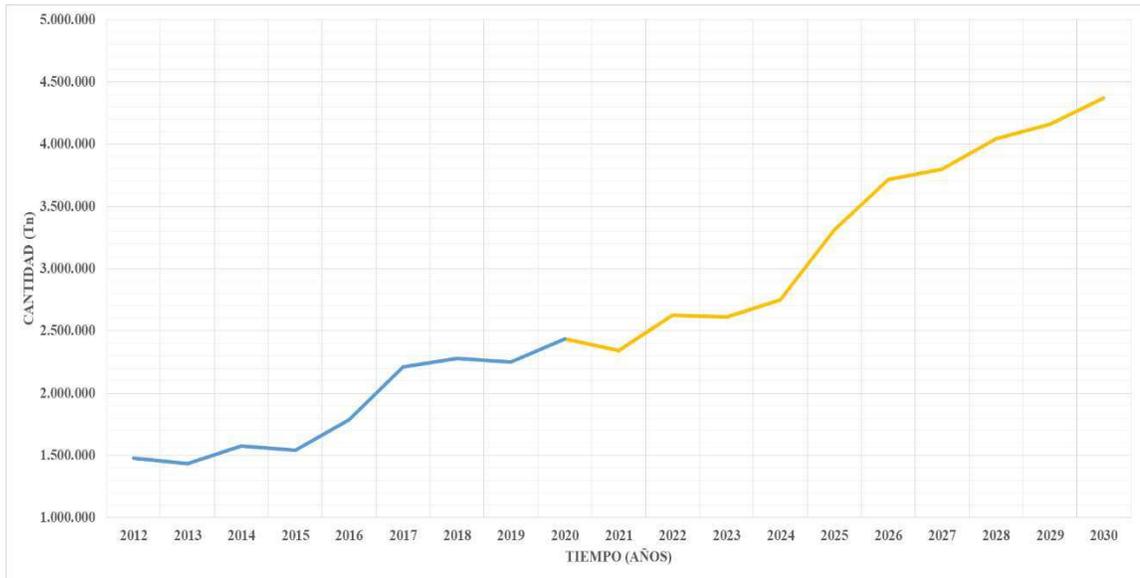
Tabla 2-26: Pronostico de la demanda de panela en Argelia, 2021-2030

PERIODO	DEMANDA IMPORTADA DE PANELA, 2001=100	P. COMPRA REAL 2001=100	INGRESO DISP. PER CAPITA 2001=100	DEMANDA PRONOSTICADA	DEMANDA PRONOSTICADA DE PANELA
(Año)	Miles de USD/Tn	(USD/Tn)	(USD/Hbt)	Miles de USD/Tn	Tn/Año
2012	594.636	416,79	2.017,63	600.271,18	1.476.718
2013	472.797	330,22	2.207,71	480.038,95	1.431.767
2014	465.301	295,28	2.205,90	454.361,23	1.575.798
2015	433.642	281,03	2.128,13	466.303,33	1.543.061
2016	500.963	280,34	2.051,07	488.212,87	1.786.967
2017	557.406	252,18	1.794,93	591.625,57	2.210.390
2018	493.357	216,32	1.759,42	565.066,15	2.280.697
2019	462.900	205,51	2.006,36	445.099,52	2.252.495
2020	517.471	212,36	1.807,60	508.077,34	2.436.765
2021	484.807	206,89	1.935,47	484.806,50	2.343.306
2022	616.935	234,85	1.964,54	616.934,87	2.626.932
2023	759.744	290,90	2.112,76	759.743,80	2.611.701
2024	883.011	321,45	2.165,29	883.010,73	2.746.961
2025	931.613	281,39	2.027,91	931.612,76	3.310.753
2026	928.456	249,73	2.057,87	928.455,55	3.717.837
2027	838.935	220,94	2.048,92	838.934,65	3.797.115
2028	899.371	222,44	1.941,00	899.371,44	4.043.209
2029	959.993	230,78	1.952,04	959.992,51	4.159.773
2030	947.525	216,69	1.881,83	947.524,75	4.372.720
DAM=	14.887	EMC=	288.114.869	PEMA=	5,54%

Con los datos de la **Tabla 2-23, 2-24, 2-25** y la ecuación (*) ecuación del comportamiento del modelo; pronosticamos la demanda de panela, tal como se muestra en la **Tabla 2-26**. Los estadísticos de error de este pronóstico son: Desviación Absoluta Media DAM=14.887, Error Cuadrático Medio ECM=288.114.869, que es un valor muy grande (esto es debido a que el ECM penaliza el error para cifras grandes), y el Porcentaje de Error Medio Absoluto PEMA=5,54% que un porcentaje pequeño; por lo cual se concluye que este pronóstico es consistente.

Grafico 2-8: Pronostico de la importación de panela en Argelia, 2021-2030
(Toneladas/año)

$$Q_d(p_1, y_1) = 874. + 749,96p_1 - 290,99y_1 (*)$$



Fuente: Elaboración con base a TABLA 2-23, 2-24, 2-25

En el Grafico 2-8, muestra el posible comportamiento de la demanda de panela de Argelia, en promedio el crecimiento de la demanda de 2012-2020, es de 6,46%, el promedio de crecimiento de los datos pronosticados de 2021-2030 es de 6,02% que es un valor muy cercano a 6,46%; por tanto se concluye que los datos pronosticados se asemejan al posible comportamiento de la demanda que tendrá la panela.

2.6.1. Análisis de la competencia

Entre los principales países proveedores de panela en Argelia esta: Brasil, China y Colombia, en el **Anexo 2-F** se muestra datos acerca de los principales exportadores de panela a Argelia en el periodo 2012-2020, en la Tabla 2-27 se muestra un resumen de la cantidad exportada por estos países a Argelia.

Brasil, es el principal proveedor de panela a Argelia, sus exportaciones representan el 89,14% de la cantidad total importada por Argelia; entre 2012-2020 exporto un promedio de 1.793.793 Tn de panela, equivalente a 785.105 miles de USD.

China, es el segundo proveedor de panela a Argelia, sus exportaciones representan el 0,029% de la cantidad importada por este país; entre 2012-2020 exporto un promedio de 582 Tn de panela, equivalente a 275 miles de USD.

Colombia es el tercer proveedor de Argelia, sus exportaciones representan el 0,0082%; Colombia empezó a exportar a Argelia a partir del 2014 con 74 Tn de panela (45 Miles de USD); para 2020 redujo su exportación en 0,22%, respecto a 2019 exportando 175 Tn (92 miles de USD).

Tabla 2-27: Principales países proveedores de panela a Argelia, 2012-2020

AÑOS	CANTIDAD TONELADAS (Tn)		
	BRASIL	CHINA	COLOMBIA
2012	1.347.090	-	-
2013	1.431.741	260	-
2014	1.575.798	160	74
2015	1.543.061	210	125
2016	1.786.967	740	350
2017	2.032.043	820	100
2018	2.120.392	790	120
2019	2.098.305	836	224
2020	2.208.742	842	175
PROMEDIO	1.793.793	582	167

Fuente: Trade map ILC, www.trademap.org

2.6.2.2. Precios FOB de exportación de la competencia

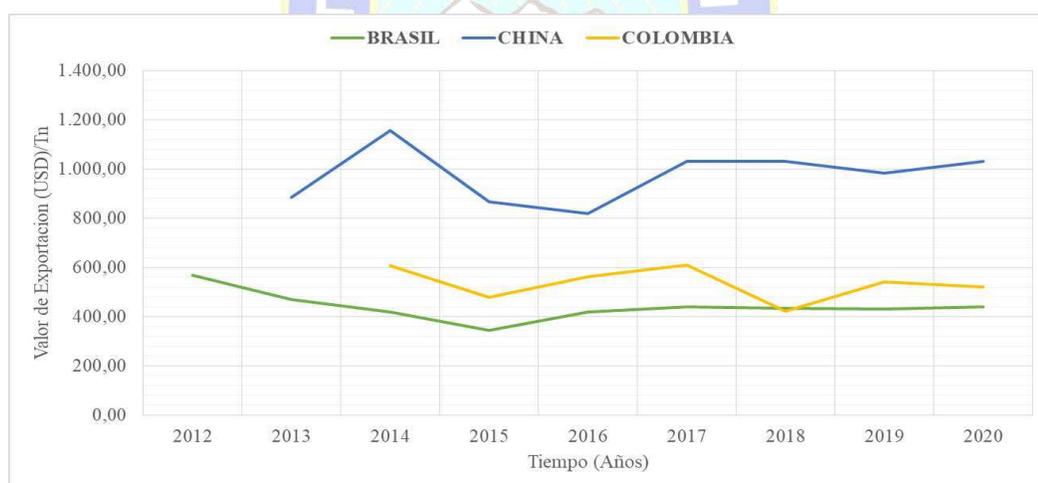
En la Tabla 2-27 se muestra los precios al cual son vendidos los productos de Brasil, China y Colombia en el periodo 2012-2020; Brasil exporto panela a un promedio de 440,43 USD/Tn; China exporto panela a un valor promedio de 442,49 USD/Tn; Colombia vendió su producto a un precio FOB de 434,64 USD/Tn. Como se puede observar el país que tiene una ventaja comparativa de precio FOB es Colombia, seguido de Brasil y China.

Tabla 2-28: Precios FOB de la competencia, 2012-2020

AÑO	VALOR FOB DE EXPORTACION USD/Tn		
	BRASIL	CHINA	COLOMBIA
2012	568,08	0	0
2013	470,05	615,38	0
2014	419,75	593,75	609,46
2015	344,12	480,95	528,00
2016	417,80	447,30	562,86
2017	439,48	456,10	610,00
2018	434,90	465,19	529,17
2019	430,23	459,33	545,18
2020	439,48	464,37	527,14
PROMEDIO	440,43	442,49	434,64

Fuente: Elaboración en base a datos de www.trademap.org

Grafico 2-9: Precios FOB de la competencia, 2012-2020



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística-Colombia (DANE), Instituto Brasileño de Geografía y Estadística-Brasil (IBGE)

2.6.3. Pronóstico de la oferta

Como se mencionó anteriormente los principales proveedores de panela a Argelia son Brasil, China y Colombia; para evaluar cuál será el posible comportamiento de oferta de panela de estos países se hará un pronóstico de la oferta usando el Método de Winter.

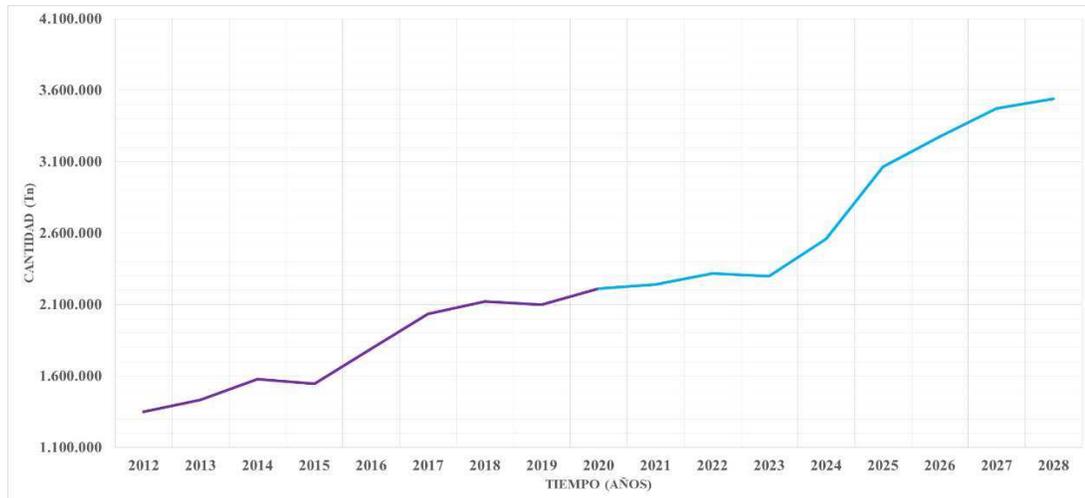
Cálculo del pronóstico de la oferta (exportación): $\alpha = 0,4$; $\beta = 0,5$; $\gamma = 0,5$

Tabla 2- 29: Pronostico de la oferta de panela a Argelia, 2021-2028

PERIODO AÑOS	CANTIDAD EXPORTADA (Tn/año)	A_t	T_t	S_t	\hat{Y}_{t+p}	e_t
2012	1.347.090	1.347.090	117.214,58	1	1.347.090	0
2013	1.432.001	1.451.383	110.753,87	0,99	1.340.629	-91.372
2014	1.576.032	1.571.933	115.651,69	1,00	1.446.557	-129.475
2015	1.543.396	1.631.168	87.443,35	0,97	1.540.583	-2.813
2016	1.788.057	1.766.933	111.604,54	0,99	1.609.109	-178.948
2017	2.032.963	1.946.852	145.761,62	1,02	1.786.712	-246.251
2018	2.121.302	2.088.985	143.947,09	1,02	1.980.289	-141.014
2019	2.099.365	2.165.633	110.297,60	1,01	2.089.859	-9.506
2020	2.209.759	2.240.710	92.687,56	1,03	2.169.503	-40.256
2021	2.240.364				2.240.364	
2022	2.315.144				2.315.144	
2023	2.296.850				2.296.850	
2024	2.557.049				2.557.049	
2025	3.061.734				3.061.734	
2026	3.276.155				3.276.155	
2027	3.471.205				3.471.205	
2028	3.539.941				3.539.941	
DAM=	69.970	EMC=	10.840.526.709		PEMA=	5,09%

De la misma manera que en los pronósticos anteriores, para el pronóstico de la oferta utilizamos los valores de los parámetros: $\alpha = 0,4$, $\beta = 0,05$, $\gamma = 0,5$, los estadísticos son los siguientes: DAM=69.970, el ECM=10.840.526.709, y el PEMA=5,09%. El crecimiento promedio de la oferta del 2012-2020 es de 6,14%, los datos pronosticados del 2021-2028 tienen un crecimiento promedio es de 5,89% que es un porcentaje muy cercano a 6,14%; por tanto se concluye que los datos pronosticados son el posible comportamiento de la oferta.

Grafico 2-10: Pronostico de la oferta de panela a Argelia, 2021-2028



Fuente: Elaboración con base a la Tabla 2-29.

2.6.4. Análisis del pronóstico Oferta vs Demanda

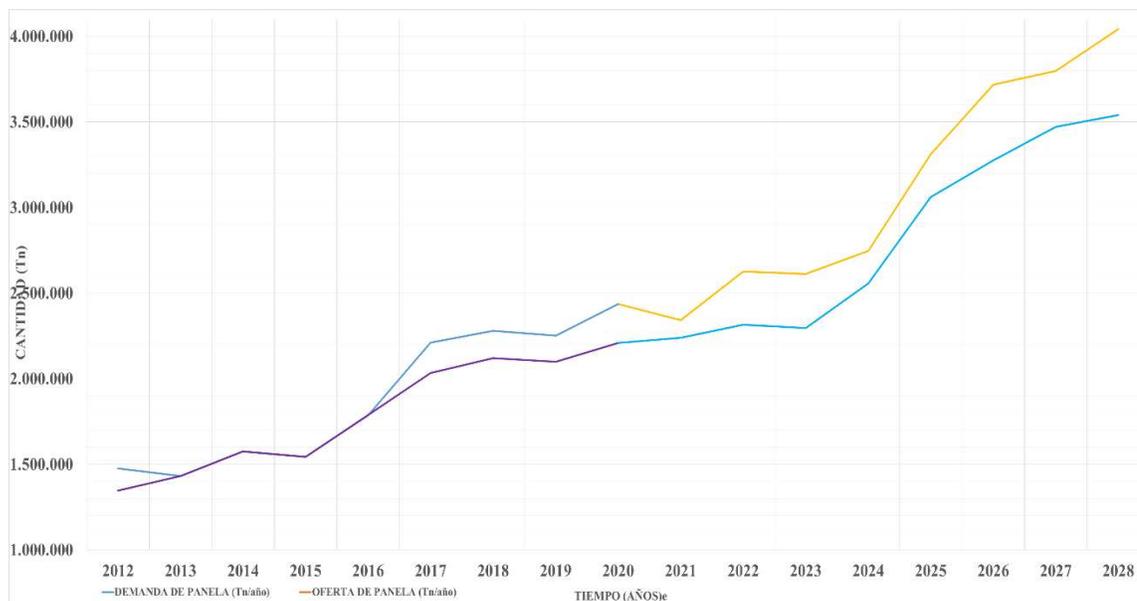
En este punto se analizará la brecha aproximada entre oferta y demanda. Como se muestra en la Tabla 2-30 y el Grafico 2-11, esta brecha insatisfecha promedio entre 2012-2028 es de 193.180 Tn; entonces la producción de 42.000 Tn/año de panela cubriría aproximadamente el 21,74% de esta brecha entre oferta y demanda de Argelia.

Tabla 2-30: Pronostico de oferta vs demanda, 2012-2028

AÑO	CANTIDAD DEMANDADA	CANTIDAD EXPORTADA	DEMANDA INSATISFECHA
	ARGELIA Tn	BRASIL-COLOMBIA- CHINA Tn	Tn
2012	1.476.718	1.347.090	129.628
2013	1.431.767	1.432.001	-234
2014	1.575.798	1.576.032	-234
2015	1.543.061	1.543.396	-335
2016	1.786.967	1.788.057	-1.090
2017	2.210.390	2.032.963	177.427
2018	2.280.697	2.121.302	159.395
2019	2.252.495	2.099.365	153.130
2020	2.436.765	2.209.759	227.006
2021	2.343.306	2.240.364	102.942
2022	2.626.932	2.315.144	311.787
2023	2.611.701	2.296.850	314.850
2024	2.746.961	2.557.049	189.912
2025	3.310.753	3.061.734	249.019
2026	3.717.837	3.276.155	441.683
2027	3.797.115	3.471.205	325.911
2028	4.043.209	3.539.941	503.268
PROMEDIO	2.481.910	2.288.730	193.180

Fuente: Elaboración con base a Tabla 2-26, 2-29

Grafico 2-11: Pronostico de la Oferta vs Demanda, 2012-2028



Fuente: Elaboración con base a Tabla 2-30

2.7. Marketing del producto

2.7.1. Características del producto

Como se mencionó en este capítulo se producirá dos tipos de panela; panela granulada y panela sólida, ambos demandados por la empresa CEVITAL FOOD S.A.:

PANELA GRANULADA

La panela granulada es la más requerida en el mercado objetivo Argelia, ya que la empresa CEVITAL FOOD S.A. utiliza este producto como insumo para la producción de azúcar refinada y bebidas.

PANELA SOLIDA

La pénéla solida es la segunda versión del producto más requerida de importación por la empresa CEVITAL FOOD S.A., este tipo de panela es un concentrado de jugo de caña de azúcar, que se utiliza como insumo en la industria de alimentos (alfajores, dulces y otros), producción de miel de caña y alcohol.

Tabla 2-31: Características del producto Panela Granulada

CARACTERISTICAS		PRODUCTO
Dimensiones:	l=100, a=60 cm, e=12,5 cm	
Presentación:	Sacos de 50 kg	
Densidad:	1,48 gr/cm ³	
Ciclo de vida:	36 meses	
Envase	Exterior: Sacos de papel kraft.	
	Interior: Bolsa oxobiodegradable.	
Tipo de exportación:	100% natural, sin colorantes ni aromatizantes.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-32: Características del producto Panela Solida Redonda

CARACTERISTICAS		PRODUCTO
Dimensiones:	D=8,0 cm, h=2,5 cm, V=125 cm ³	
Dimensiones del envase:	40x30x30	
Unidades por envase:	358	
Densidad:	1,34 gr/cm ³	
Presentación:	Cajas de 48 kg aprox.	
Ciclo de vida:	30 meses	
Envase	Exterior: Cajas de cartón corrugado llanas u onduladas.	
	Interior: Bolsas PEBO reciclable.	
Tipo de exportación:	100% natural, sin colorantes ni aromatizantes.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-33: Características del producto Panela Solida Cuadrada

CARACTERISTICAS		PRODUCTO
Dimensiones:	l=8 cm, a=6,25 cm, h=2,5 cm, V=125 cm ³	
Dimensiones del envase:	40x30x30	
Unidades por envase:	358	
Densidad:	1,34 gr/cm ³	
Presentación:	Cajas de 48 kg aprox.	
Ciclo de vida:	30 meses	
Envase	Exterior: Cajas de cartón corrugado llanas u onduladas.	
	Interior: Bolsas oxobiodegradables	
Tipo de exportación:	100% natural, sin colorantes ni aromatizantes.	

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 2-3, 2-4 se muestran los prototipos posibles del producto panela sólida y granulada a exportarse a Argelia, los mismo cumplen los requisitos requeridos por la Aduana de Argelia, presentando así las traducciones en idioma árabe e idioma extranjero (Ingles o Francés).

Ilustración 2-3: Prototipo del producto Panela Solida



Fuente: Elaboración con base a requisitos de la Aduana Argelina www.douane.gov.dz

Ilustración 2-4: Prototipo del producto Panela Granulada



Fuente: Elaboración con base a requisitos de la Aduana de Argelia www.douane.gov.dz

CAPITULO III

TAMAÑO Y LOCALIZACION

3.1. Tamaño

La determinación del tamaño depende de un análisis interrelacionado de diferentes variables, como ser: demanda, disponibilidad de insumos, localización. (Nassir Sapag Chain, 2008)

3.1.1. Variables que determinan el tamaño del proyecto

Los factores que determinan el tamaño de un proyecto son: la demanda del mercado, disponibilidad de materia prima, tecnología, los equipos y el financiamiento.

-Disponibilidad de materia prima e insumos

Como se mencionó en el CAPITULO II-MERCADO, la ACW (Asociación de Cañeros de Warnes), tiene una capacidad máxima de producción de 650.000 Tn de caña de azúcar, de las cuales 400.000 Tn están comprometidas con los ingenios azucareros de la región, y 250.000 Tn de su producción estaría destinada a producir panela (Chancaca). La producción de panela presenta un rendimiento promedio del 16-19%, dependiendo mucho de las normas de producción aplicadas y los estándares de calidad de la planta. (Moreno, 2007)

De acuerdo a la cita, las 250.000 Tn de caña producirían aproximadamente 40.000-45.000 Tn de panela.

Los insumos para la producción de panela, como ser: Cal, Ácido Cítrico, Cloro líquido, Gas carbónico, Bicarbonato de sodio y Ácido Clorhídrico, son de fácil acceso en el mercado departamental de Santa Cruz, por ser la región productora de azúcar en Bolivia.

-Demanda del mercado

Existen tres situaciones básicas del tamaño que pueden identificarse respecto del mercado: aquella en la cual *la cantidad demandada total sea claramente menor que las unidades productoras posibles de instalar*; aquella en la cual *la cantidad demandada sea igual a la capacidad mínima que se puede instalar*, y aquella en la cual *la cantidad demandada sea superior a la mayor de las unidades productoras posibles a instalar*.

Para nuestro proyecto se aplica el tercer caso, debido a que la demanda es mayor a la producción estimada, es decir, la brecha no cubierta del mercado argelino es de 193.180 Tn y nuestra producción estimada de acuerdo a la disponibilidad de materia es de aproximadamente 42.000 Tn.

Como se mencionó en el capítulo dos hay un interés de la empresa CEVITAL FOOD S.A. de comprar 2.100 Tn/mes de panela en cualquiera de sus presentaciones, que cumpla todas las características de calidad e inocuidad del mercado argelino.

-Financiamiento y recursos económicos

Al ser un proyecto de carácter privado para los miembros de la ACW (Asociación Cañera de Warnes), Según Martha Arredondo, representante ejecutiva de la ACW, el financiamiento sería cubierto hasta un 75%, por un aporte propio de los socios miembros de la ACW, necesitando un financiamiento del 25% del total de la inversión necesaria.

-Tecnología

La maquinaria a ser instalada será semiautomática, las características, capacidad y cantidad a ser instalada se muestra en el CAPITULO IV-Ingeniería.

-Ubicación geográfica del proyecto

Tal como se explicará más adelante en este capítulo el proyecto estará ubicado en el mismo municipio, en el Parque Industrial Latinoamericano (PILAT S.R.L), el parque industrial más grande de Bolivia, que presenta muchas ventajas en relación a cualquier otra posible ubicación de la planta.

3.2. Localización

3.2.1. Estudio de localización

De acuerdo a la Asociación de Cañeros de Warnes, la planta agroindustrial de panela, debe estar cerca al municipio de Warnes o municipios aledaños; actualmente en el departamento de Santa Cruz existen cinco parques industriales:

-Parque Industrial Ramón Darío Gutiérrez

Se trata del parque industrial más antiguo del país. Es público y está administrado por la Gobernación de Santa Cruz. Fue creado en 1969 gracias al DS 08845.

Se halla en Santa Cruz de la Sierra, tiene algo más de 962.075 metros cuadrados y está dividido en 89 manzanos. En total, hay 786 lotes y solo 42 disponibles. Alberga a un total de 411 industrias. Otras 62 están en proceso de implementación.

Ventajas: Liberación del pago de impuestos y timbres de transferencia (D.S 14057 de 25 de octubre de 1976).

Servicios básicos: La cobertura de agua y energía eléctrica es total. También tiene una red de gas natural, que llega al 46% del total del parque. La cobertura del alcantarillado, entretanto, llega al 52%. En el lugar se tratan las aguas residuales, algo que está a cargo de Saguapac.

Precios: El lote cuesta entre 50 y 300 dólares, de acuerdo a la ubicación.

-Parque Agroindustrial del Norte

Es un parque industrial público, va camino a cumplir 30 años. Fue creado el 2 de octubre de 1992 gracias a la Ley 1352. Está en Montero y lo administra la Alcaldía. El parque tiene una extensión de 183 hectáreas, donde se reparten 174 lotes. Actualmente solo hay dos disponibles. En el lugar operan actualmente 71 industrias.

Ventajas: Exención total del pago del impuesto a la propiedad de bienes inmuebles por el lapso de 10 años (Ley Municipal N° 44/2015 de 15 de septiembre de 2015).

Servicios básicos: La cobertura de agua es total. El 70% de la red está a cargo de una cooperativa y el resto se abastece de agua de pozos. Tiene 100% de cobertura de energía eléctrica y la red de gas alcanza al 80%. En cuanto al alcantarillado, las empresas cuentan con cámaras sépticas.

Precio: El precio del lote es de 2 dólares por metro cuadrado a crédito y de 1,5 dólares al contado.

-Parque Industrial Latinoamericano

Está situado en Warnes y es privado. Comenzó a operar el 20 de marzo de 2012. Tiene una extensión de 1.850 hectáreas, actualmente más de 1.100 empresas se han instalado en el lugar.

Los terrenos están disponibles en superficies que van desde los 1.750 metros cuadrados hasta los 150 mil metros cuadrados para el asentamiento de la pequeña, mediana y gran industria.

Ventajas: El paso del ferrocarril Santa Cruz-Curumba pasa por sus instalaciones, se encuentra cerca de la carretera internacional Santa Cruz-Brasil, se encuentra cerca del aeropuerto internacional Viru Viru.

Precio: El precio del lote es de entre 29 y 31 dólares por metro cuadrado.

Servicios Básicos: Este parque industrial cuenta, con cuatro fases de construcción, actualmente la fase I y II han sido concluidas, cuenta con un 95% de instalación de alcantarillado, un 90% con luz y agua, un 65% cuenta con la red de gas industrial.

-Parque Industrial Maccaferri.

Está situado en Cotoca y es privado. Tiene cobertura total en agua potable y energía eléctrica. No cuenta con red de gas ni alcantarillado. Su extensión es de diez hectáreas y, en el lugar, hay 13 lotes. 12 están disponibles. El metro cuadrado cuesta \$us 35. Hay una empresa en operación.

-Parque Agroindustrial Aprograni Nemesio Medina.

Se halla en el municipio de Agustín Saavedra y es privado. No hay datos sobre la cobertura de servicios básicos. Su superficie es de 148 hectáreas. No hay datos sobre el número de lotes. Hay una empresa en operación, según la escasa información disponible.

Para elegir donde será ubicada la planta agroindustrial de panela, se realizó un análisis en la TABLA 3-1, donde se califican del uno al cien por ciento cada factor que influiría en el desarrollo de la empresa.

De acuerdo a la evaluación realizada, el mejor lugar para ubicar la planta agroindustrial de panela en el Parque Industrial Latinoamericano, que se encuentra en el mismo municipio, cerca de la materia prima, mano de obra, y lo más importante el ferrocarril de transporte al puerto de embarque pasa por las instalaciones del parque industrial.

Tabla 3-1: Análisis de selección de localización

Factores	P. Industrial Ramon Dario Gutierrez	P. Agroindustrial del Norte	P. Industrial Latinoamericano	P. Industrial Maccaferri	P. Aprogrami Nemesio Medina.
Materia Prima	6,0	9,0	9,0	8,0	8,0
Mano de Obra	9,0	8,0	8,5	7,0	6,0
Energía eléctrica	9,5	8,0	8,5	5,0	4,0
Agua	9,0	8,0	8,0	6,0	6,0
Gas	9,5	7,5	9,0	8,0	4,0
Distancia de Warnes	5,5	7,0	9,0	7,0	5,0
Carrtera Internacional	7,5	8,0	8,0	7,0	4,0
Distancia de Ferrocarril	8,0	8,0	9,5	9,5	7,5
Puerto de embarque	5,5	6,5	8,0	8,0	7,0
Vigilancia y seguridad	8,5	6,0	7,5	5,0	3,0
Impuestos					
Puntaje Total	7,8	7,6	8,5	7,1	5,5

Fuente: Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz

3.2.1.1. Macro localización

El Parque Industrial Latinoamericano (PILAT S.R.L.), está asentado sobre una superficie total de 1.835 ha de terrenos originales, a los cuales se sumaran 467 ha de nuevos terrenos, haciendo un total de 2.302 ha de terrenos ubicados a 23 km del municipio de Santa Cruz de la Sierra, ubicado en el municipio de Warnes; cuenta con acceso a ultramar a través de Puerto Quijarro y el ferrocarril que une Santa Cruz con Puerto Quijarro.

La hidrobía Paraguay-Paraná, es un sistema fluvial formado por ríos internacionales Paraguay y Paraná, el cual ofrece una vía navegable natural con una inclinación mínima que elimina la necesidad de construir esclusas para ese cometido. Comienza al norte de Brasil en Puerto Cáceres y baja el Puerto de Nueva Palmira en Paraguay y Argentina. Esta arteria hídrica conecta a Bolivia con el Océano Atlántico y por ende es una vía para la exportación de panela a Argelia explicado en este proyecto.

Ilustración 3-1: Macro localización del proyecto

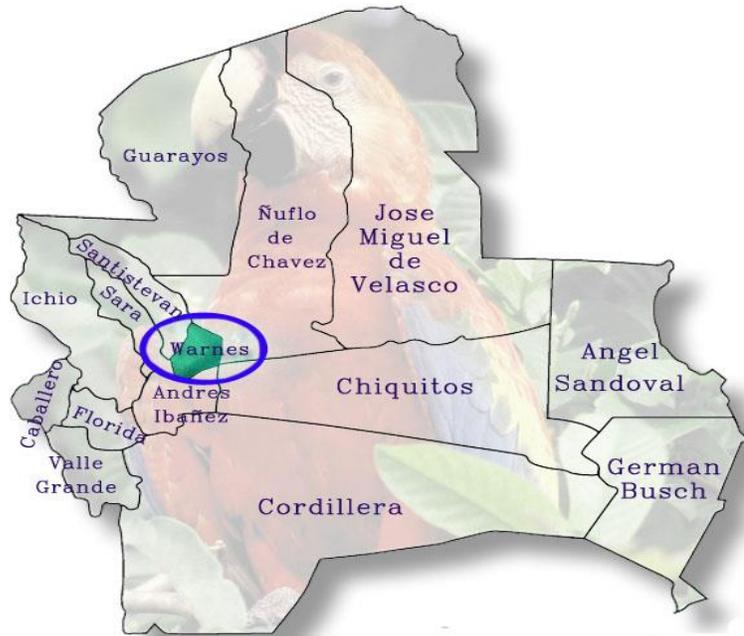


Fuente: Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

3.2.1.2. Micro localización

El proyecto estará ubicado en el Parque Industrial Latinoamericano (PILAT), perteneciente al Municipio de Warnes. Este parque está desarrollado sobre una base de 1.800 hectáreas, se encuentra a 25 minutos de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, el municipio de Warnes cuenta con 194.313 habitantes.

Ilustración 3-2: Ubicación en la provincia Warnes-Municipio de Warnes



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3-3: Ubicación del Parque Industrial Latinoamericano PILAT S.R.L.



Fuente: Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

Entorno:

- Acceso a través de 5 carreteras.
- El Aeropuerto Internacional de Viru Viru, se encuentra a 5 minutos del Parque Industrial Latinoamericano.
- La línea ferra que vincula Brasil con Bolivia y Argentina atraviesa los terrenos del Parque Industrial Latinoamericano.
- Colindante con la Zona Franca y el Recinto Aduanero.
- Situado en el centro de la Zona Agroindustrial más importante de la región.
- 130.000 familias asentadas en urbanizaciones próximas, garantizan la mano de obra calificada más económica de Sudamérica.

Infraestructura:

- Todas las avenidas y calles pavimentadas cuentan con: Red de Gas Industrial, Agua Potable, Alcantarillado Pluvial y Sanitario, y Energía Eléctrica Trifásica de media tensión.
- Servicio de telecomunicaciones con fibra óptica.
- 60 hectáreas para estacionamiento.
- Centro logístico y de transporte
- Centro empresarial de negocios
- Patio de comidas
- Espacios deportivos
- Centro de salud
- Estación de bomberos
- Modulo policial
- Estaciones de servicio de combustible
- Temperatura estándar promedio de 25°C.

Ubicación de la planta en el Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

Los terrenos ofertados y disponibles por el Parque Industrial Latinoamericano, pertenecen a la FASE 3 del parque, el terreno del proyecto estará ubicado en el manzano M-2, lote N.º 2, perteneciente a empresas medianas tipo B. A continuación, se muestran los gráficos de ubicación del terreno del proyecto y su respectivo costo.

Ilustración 3-4: Ubicación de planta en el Parque Industrial Latinoamericano S.R.L..



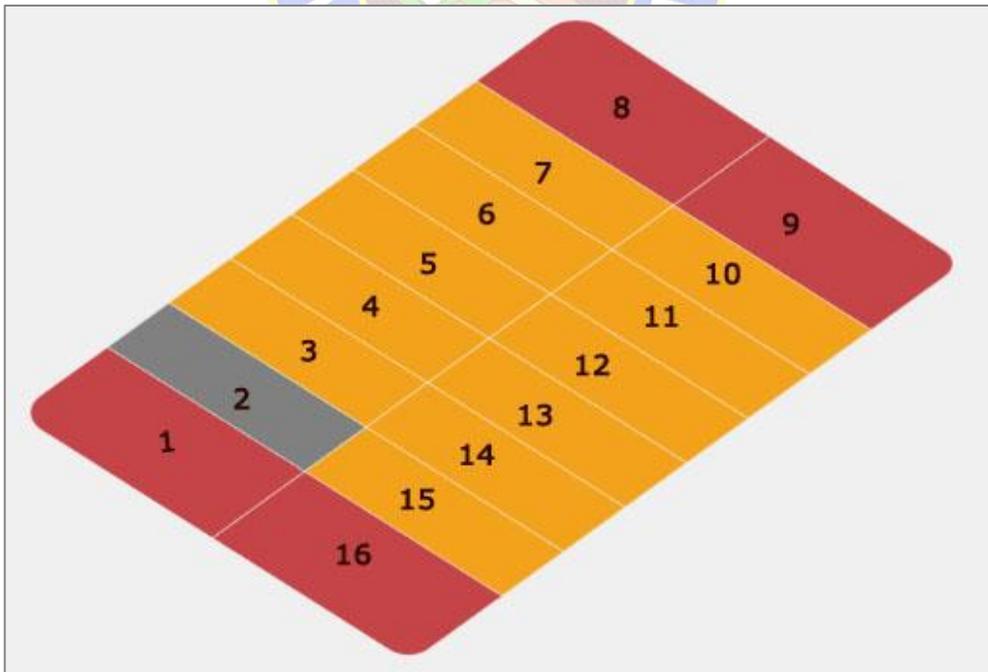
Fuente: Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

Ilustración 3-5: Ubicación del manzano



Fuente: Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

Ilustración 3-6: Ubicación del lote del proyecto



Fuente: Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

Ilustración 3-7: Vista aérea del Parque Industrial Latinoamericano



Fuente: Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

Ilustración 3-8: Vista frontal del lote2, PILAT S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

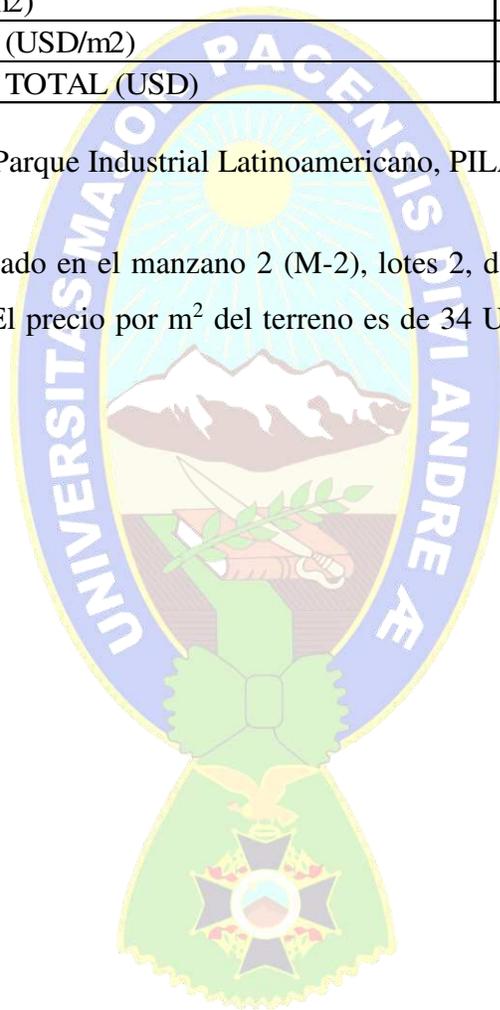
Costo de la planta en el Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

Tabla 3-2: PILAT S.R.L., propuesta de terreno de 6.500 m²

ITEM	VALOR
MANZANO (MZ)	2
LOTE	2
AREA (m ²)	6500
PRECIO (USD/m ²)	34
PRECIO TOTAL (USD)	221000

Fuente: Parque Industrial Latinoamericano, PILAT S.R.L.

El proyecto, estará ubicado en el manzano 2 (M-2), lotes 2, de 6.500 m² de superficie, ampliable a 7.000 m². El precio por m² del terreno es de 34 USD, costando un total de 221.000 USD.



CAPITULO IV

INGENIERIA

4.1. Proceso de producción de panela

4.1.1. Materia prima, insumos y suministros de producción

Caña de azúcar: La caña de azúcar es la materia prima principal para la producción de panela, para extraer el jugo esta debe estar madura, los niveles de sacarosa deben estar a 60-63% pp, 13-14% en peso. La misma será provisto por la Asociación de Cañeros de Warnes (ACW).

Tabla 4-1: Características de la caña de azúcar

Características	60-63% p/p y 13-14% en peso, Azucres Reductores: 3-5% p/p, Agua: 16%, Grasas: 0, 4%	
Vida útil:	2 meses	
Presentación:	Toneladas	
Precio:	220 Bs/Tn	
Almacenamiento:	Ambiente cerrado, no exponer al sol, $T \leq 25^{\circ}\text{C}$	

Fuente: Asociación de Cañeros de Warnes (ACW).

Cloro líquido: El cloro líquido, es necesario para la limpieza de la caña de toda suciedad o microorganismos antes de la extracción del jugo, El uso recomendado es de 10 ml por cada 40 lt de agua. Este producto será provisto por la empresa Astrix Bolivia S.A.

Tabla 4-2: Características del cloro

Características	Estado fisico: Liquido, Color: Transparente, Olor: Irritante, Punto de ebullicion: 110°C, Densidad: 1,16 gr/ml, Solubilidad en agua: 100%, PH: 14	
Vida útil:	3 meses	
Presentación:	10 lt, 20 lt, 50 lt	
Precio:	50 Bs/unidad	
Almacenamiento:	Area cerrada con ventilación natural, no exponer a la luz solar.	

Fuente: Unilever S.A.

Gas carbónico: El dióxido de carbono, o gas carbónico, CO₂ es un gas incoloro e inoloro y con sabor ligeramente ácido-picante. El dióxido de carbono es almacenado a presión en cilindros de acero y se encuentra en estado líquido y gaseoso a una presión de aprox. 480 PSI a 18 °C. Se usa en el proceso de filtración de cachaza para extraer la sacarosa que aun contiene, la concentración del gas debe ser del 1,0% en la cachaza.

Tabla 4-3: Características del gas carbónico CO₂

Características	Estado físico: Gaseoso-Líquido; Color: Incoloro; Olor: Inoloro, levemente picante; Temperatura crítica: -146,9°C; Densidad: 1,83 kg/m ³ ; Solubilidad en agua: 90%	
Vida útil:	5 años	
Presentación:	50 lt	
Proveedor:	Praxair Bolivia	
Precio:	205 Bs/tanque	
Almacenamiento:	Temperatura ambiente, alejada de explosivos.	

Fuente: Praxair Bolivia S.A.

Dióxido de Azufre: Es un gas incoloro con un característico olor irritante. Al igual que el gas carbónico el SO₂ se usa como desinfectante y blanqueador de la cachaza. La concentración del SO₂ en la cachaza debe ser del 10%.

Tabla 4-4: Características del Dióxido de Azufre

Características	Estado físico: Líquido gaseoso; Color: Incoloro; Olor: Inoloro; Temperatura crítica: -10°C; Densidad de vapor: 2,26 a 20 °C; Solubilidad en agua: 11g/100 g; PH: Acido	
Vida útil:	2 años	
Presentación:	Cilindros de 40 lt=45kg	
Proveedor:	QUIMI-CAL S.R.L.	
Precio:	225 Bs/tanque	
Almacenamiento:	Evitar contacto con calor y humedad. Debe prevenirse la filtración de agua al interior del recipiente	

Fuente: QUIMI-CAL S.R.L.

Ácido Cítrico (E-330): Es un polvo acidulante, regulador de la acidez y saborizantes. Se produce industrialmente por fermentación de glucosa del limón. Es necesario en para proceso de clarificación del jugo de caña. La cantidad necesaria por litro de jugo de caña es de 8,0 gr/lit.

Tabla 4-5: Características del Ácido Cítrico E-330

Características	Estado físico: Sólido cristalino, Color: Incoloro, Olor: Inoloro, Punto crítico: 67°C descomposición, Densidad: 900-980 gr/cm ³ ; Solubilidad en agua: 59%; PH: (5gr/100ml agua) 2,2-3,0	
Vida útil:	18 meses	
Presentación:	Sacos de 25 kg	
Proveedor:	© Brenntag Bolivia S.R.L. Km. 10 1/2 Carretera al norte Santa Cruz de la Sierra	
Precio:	130 Bs/unid	
Almacenamiento:	Almacenar en un lugar seco entre 15 a 25°C	

Fuente: Brenntag Bolivia S.R.L

Cal-(CaO): Es un producto que se obtiene de la piedra caliza, que por ser alcalina tiene como peculiaridad ser un poderoso desinfectante de bacterias y virus nocivos para la salud. Suaviza y clarifica el agua, elimina sustancias negativas y neutraliza los ácidos del agua. La cantidad requerida de CaO es de 0,9 Tn/hr en solución.

Tabla 4-6: Características de la Cal

Características	Estado físico: Sólido; Color: Blanco; Olor: Inoloro; Punto de descomposición > 1000°C; Densidad: 0,5-0,7 kg/lit; Solubilidad en agua: 20-30%; PH: En agua 12-13 a 25°C.	
Vida útil	2 años	
Presentación:	Sacos de 25 kg	
Proveedor:	QUIMI-CAL S.R.L.	
Precio:	35 Bs/unid	
Almacenamiento:	Almacenar en lugar seco, minimizar el contacto con el aire y la humedad.	

Fuente: QUIMI-CAL S.R.L., YURA S.A.

Bicarbonato de sodio: Es un compuesto sólido cristalino de color blanco soluble en agua, con un ligero sabor alcalino, en la industria alimenticia se utiliza como agente leudante⁷, pero también se usa como agente de limpieza, desinfectante, regulador de pH, antiácido y agente neutralizante, etc. El uso necesario en la producción de panela es de 50-120 gr por 100 kg de meladura.

Tabla 4- 7: Características del Bicarbonato de sodio

Características	Estado físico: Sólido; Color: Blanco; Olor: Inoloro; Temperatura crítica: 65°C empieza a descomponerse; Densidad: 3 gr/cm ³ ; Solubilidad en agua: 72%; PH: (5gr/100ml agua) 8,0-8,6	
Vida útil:	24 meses	
Presentación:	Sacos de 25 kg	
Proveedor:	© Brenntag Bolivia S.R.L. Km. 10 1/2 Carretera al norte Santa Cruz de la Sierra	
Precio:	160 Bs/saco	
Almacenamiento:	Ambiente fresco y seco, separado de ácidos y bases fuertes a temperaturas inferiores a 40 °C.	

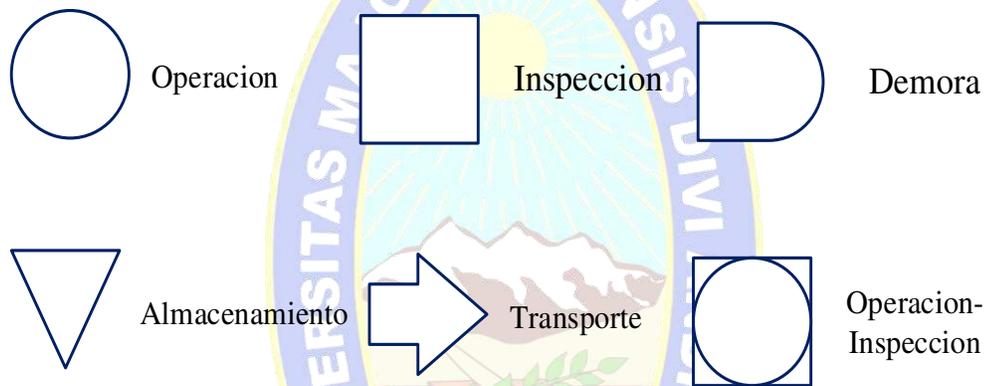
4.1.2. Diagrama de producción de panela

La producción de panela sigue los mismos procesos de producción de azúcar, pero sin contar con los procesos de cristalización y centrifugado; la panela sólida y granulada se obtienen de un mismo subproducto “jugo de caña”; para que la producción del “jugo de caña” cumpla los estándares de calidad requeridos por el cliente, cada proceso debe ser controlado siguiendo un manual de Buenas Prácticas de Manufactura de la Panela (BPM-Panela).

⁷ Un agente leudante es aquella sustancia capaz de producir, o incorporar gases, en productos que van a ser horneados con el objeto de aumentar su volumen y producir cierta forma y textura en su masa final.

El Diagrama 4-1 describe el flujo de producción de panela desde la preparación de la caña hasta la obtención del “jugo de caña” pre concentrado, para la elaboración de este diagrama tomamos como referencia la nomenclatura de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)⁸. El Diagrama 4-2 describe gráficamente el flujo de producción, el mismo está elaborado en base a la norma ANSI/ISA-S5.5-Símbolos Gráficos para el despliegue de procesos.

Grafico 4-1: Símbolos de la nomenclatura ASME



Fuente: ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)

El proceso de producción de la panela estará dividido en tres subprocesos:

- Subproceso 1: Obtención y pre-concentrado del jugo de caña
- Subproceso 2: Obtención de panela granulada
- Subproceso 3: Obtención de panela solida

⁸ La Society of Mechanical Engineers, más conocida como ASME, es una asociación de profesionales fundada en 1880, con la idea de generar una serie de códigos de diseño para la construcción, pruebas e inspección de bienes de equipo industriales. Entre estos equipos se encuentran los recipientes a presión.

Diagrama 4-1: Proceso de producción de panela, subproceso 1 "obtención y concentrado de jugo de caña"

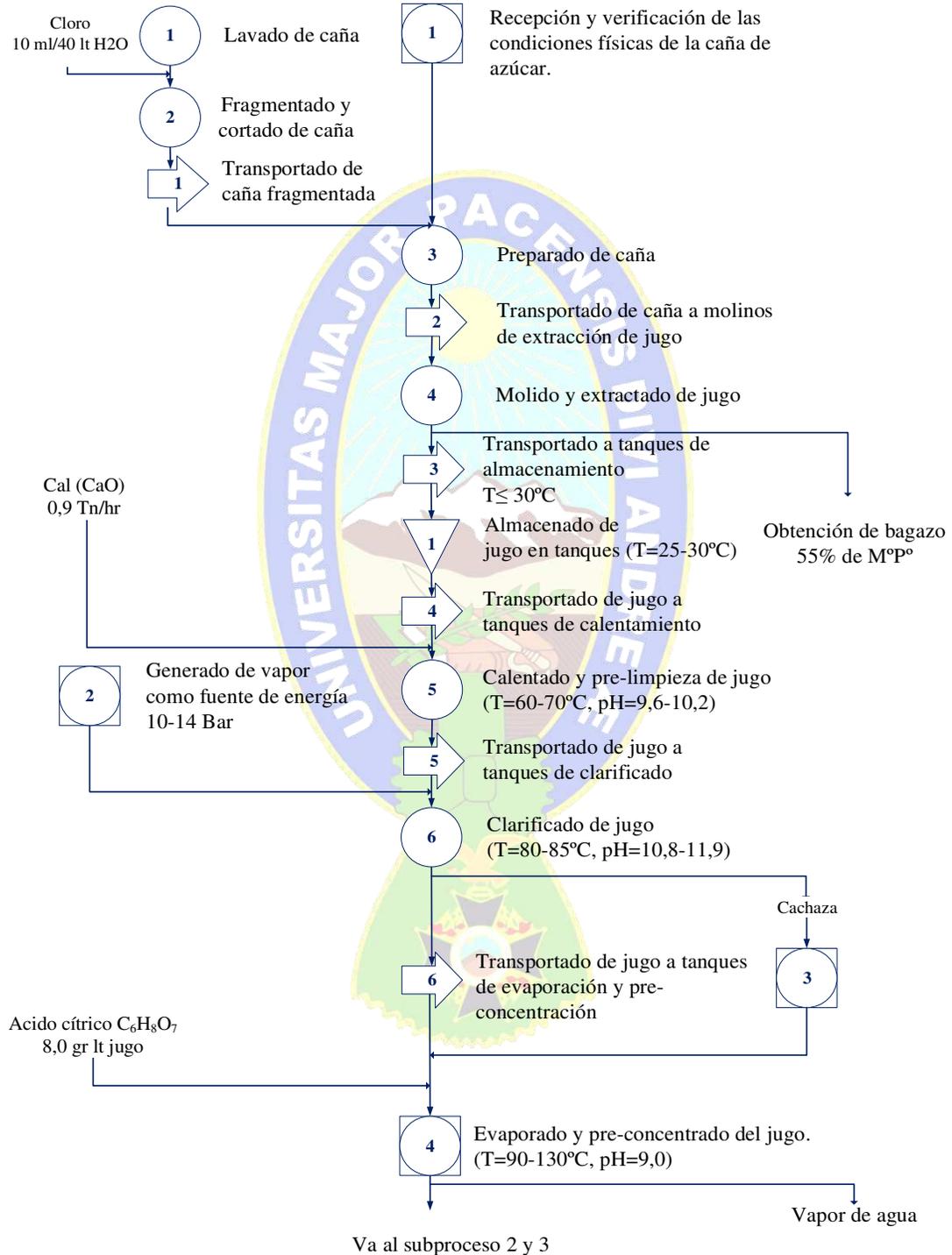
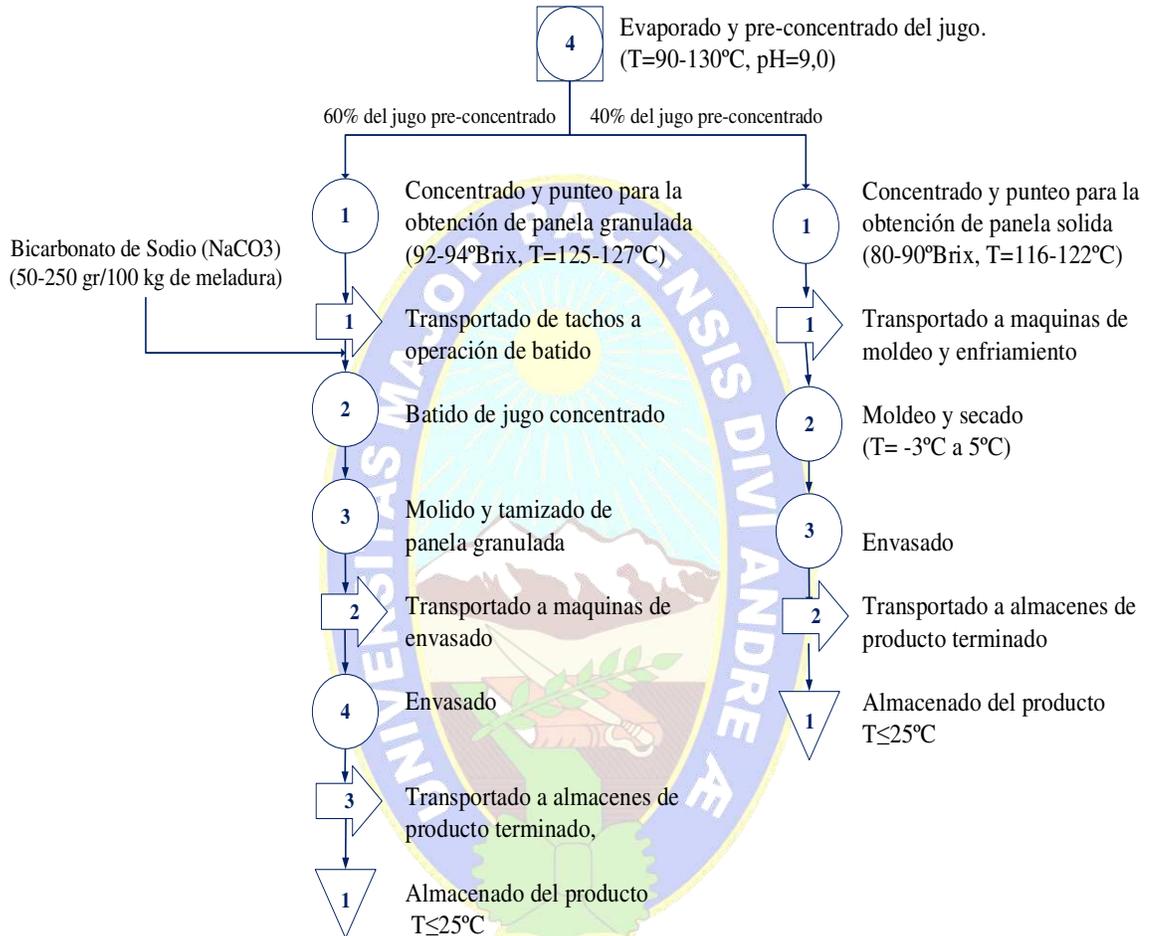


Diagrama 4-1 (continuación): Proceso de producción de panela, subproceso 2 y 3 “obtención de panela granulada y sólida”



Fuente: Elaboración con base a Producción de azúcar no centrifugada (panela)
<http://www.fao.org/faostat/es/#search/AZUCAR%20NO%20CENTRIFUGADA>

4.1.3. Descripción del proceso de producción

4.1.3.1. Subproceso 1-obtencion y pre-concentrado de jugo de caña

PREPARACIÓN DE LA CAÑA

La caña que llega al campo se muestra, luego se pesa en básculas y se conduce al almacén de materia prima.

Se debe extraer muestras de aproximadamente 5 Kg que debe pasar por una máquina desfibadora. Del producto resultante se toma una muestra de 500 gr a la cual se debe realizar análisis químico para determinar su porcentaje de sacarosa.

El propósito de estos es determinar la cantidad de sólidos, cantidad de sacarosa, fibra y otros componentes. El resultado del análisis junto con el peso determinara el precio que se pagara al productor. (Robledo Rodriguez, 2006)

Grafico 4-2: Recepción de caña



Fuente: Ingenio Azucarero Guabirá S.A

Lavado

Se emplea un lavadero de chorro, que está constituido por un transportador de gran anchura, concebido para hacer avanzar la caña, bajo la acción de chorros de agua a presión elevada. Se utilizan rodillos sucesivos que favorecen la rotación de la caña. Los chorros de agua provienen de inyectores que dirigen el agua de lavado sobre la parte superior de la caña.

A continuación, la caña pasa a una mesa tamiz-vibrante que permite el escurrido de la caña hasta llegar al aparato llamado separador balístico, que separa una parte de las hierbas y por otra las raicillas y las gravas finas. Esta separación se efectúa como consecuencia de la diferencia de densidad de los productos a separar y de su aptitud más o menos marcada a adherirse a la banda transportadora.

Después del tamizado, las aguas son enviadas a un depósito decantador ciclónico de agua fangosa, que efectúa una primera concentración de lodos. Las aguas menos cargadas de residuos se llevan sucesivamente a dos depósitos de agua predecantada, donde son recicladas como agua de transporte, mientras que las más cargadas son enviadas a un proceso de purgado de lodos. (Robledo Rodriguez, 2006)

Grafico 4-3: Lavado de caña



Fuente: Ingenio Azucarero Guabirá S.A

Fragmentación

Las picadoras son unos ejes colocados sobre los conductores accionados por turbinas, provistos de cuchillas que cortan los tallos y los convierten en astillas, de tamaño uniforme para facilitar así la extracción del jugo en los molinos.

Las grúas depositan la caña en una mesa. La mesa consiste en una plataforma metálica con inclinación provista de un conductor de cadena con velocidad variable. La caña es conducida en la mesa hasta las cuchillas. Estas cortan por impacto la caña en pequeñas partes. Inmediatamente la caña cae al segundo conductor que acarrea los trozos hacia las segundas cuchillas. Finalmente, la caña pasa por una máquina desfibradora que es un tambor giratorio provisto de martillos que desmenuzan la caña. (Robledo Rodriguez, 2006)

Grafico 4-4: Fragmentación de la caña



Fuente: Asociación de Cañeros de Warnes (ACW), Ingenio Azucarero Guabirá S.A

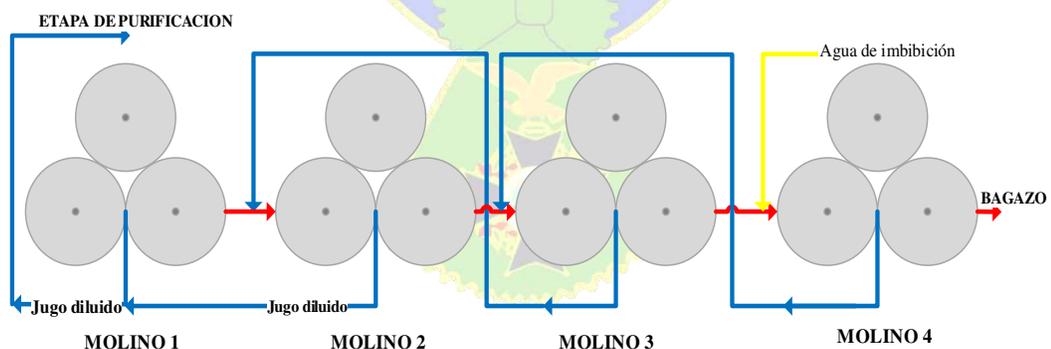
MOLIENDA

Para extraer el jugo de caña, se realiza un prensado mecánico a través de molinos de rodillos. El sistema de molienda a través de rodillos es el más utilizado en la industria del azúcares por su alto rendimiento.

En el **Grafico 4-5**, se observa que la caña desmenuzada entra en el primer molino donde mediante la presión se extrae el jugo de caña. El bagazo que sale del molino pasa a través de un conductor al segundo molino y este proceso continua hasta llegar a la última unidad de molienda.

A la entrada del último molino se realiza el proceso de imbibición⁹ con agua a una temperatura de 65-85°C al bagazo, aumentando así la extracción en un 15% aproximadamente. Paralelo a la imbibición se realiza el proceso de maceración¹⁰ que tiene la misma finalidad. La maceración consiste en remojar el bagazo con el jugo diluido producto de la inhibición. El jugo extraído por un molino se aplica a la entrada de un molino anterior, así que antes de cada molino se macera con un jugo más pobre proveniente de la extracción anterior. En un tándem de 4 molinos se aplica maceración al primero, segundo y tercer molino e imbibición al cuarto molino. Así que el jugo del último molino se bombearía hasta la entrada del anterior y así sucesivamente hasta llegar a la entrada del segundo. El jugo resultante del primer molino junto con el jugo del segundo se bombea a la etapa de purificación o clarificación. (Robledo Rodriguez, 2006)

Grafico 4-5: Descripción del proceso de molienda



Fuente: Elaboración propia.

⁹ La **imbibición** se define como el desplazamiento de un fluido viscoso por otro inmiscible con este.

¹⁰ La **maceración** es un proceso de extracción de materias de diferentes estados físicos de solido-liquido, en el cual los compuestos químicos de interés se encuentran en materia de estado sólido, ya que estos poseen solubilidad; se usa un líquido que permita su extracción.

Al bagazo extraído en este proceso ya no será de utilidad en ningún otro proceso, por ello será entregado al generador de energía eléctrica del Parque Industrial Latinoamericano que nos proporcionará electricidad subvencionada.

El bagazo más fino, llamado bagacillo, se utiliza como medio de filtración natural de la cachaza extraída del jugo de caña.

Grafico 4-6: Molienda de caña, mediante rodillos de alta presión



Fuente: Ingenio Azucarero Guabirá S.A

CALENTAMIENTO

La panela una vez extraída es de color gris oscuro, antes de la clarificación y limpieza el jugo debe ser calentado hasta los 60-70°C, llegando a un pH de 10,8-11,9 con un tiempo de espera de al menos 20 min.

Grafico 4-7: Recepción y calentamiento de jugo de caña.



Fuente: Asociación de Cañeros de Warnes (ACW), Ingenio Azucarero Guabirá S.A

CLARIFICACION

El jugo como se mencionó antes contiene partículas que dificultarían la evaporación y una buena calidad del producto, para su limpieza se realiza un encalado (leche de cal) a una temperatura de 80-85°C, hasta un contenido total de CaO del jugo del 2-2,5%, con un tiempo de espera de 30 min. Una serie de ácidos orgánicos y el fosfato se precipitan como sales cálcicas. (Robledo Rodríguez, 2006)

Grafico 4-8: Clarificación del jugo de caña



Fuente: Asociación de Cañeros de Warnes (ACW), Ingenio Azucarero Guabirá S.A

FILTRACION

Con el fin de eliminar el exceso de calcio y destruir el sacarato cálcico formado, se debe añadir gas enriquecido de dióxido de carbono necesario para la formación del carbonato cálcico. El carbonato de calcio formado posee igualmente la propiedad de absorber una gran parte de no azúcar y de colorantes e igualmente posee un efecto depurante. Por la bajada de pH, el CO₂ descompone los sacaratos liberando la sacarosa. Se trabaja con dos etapas, una primera y una segunda carbonatación. Mediante la carbonatación a 85°C el pH se lleva de nuevo a 10,8-11,9. El lodo formado se separa por decantación y filtración a 95°C, lavándose en los filtros hasta que el azúcar residual sea del 0,1-1,0%. En la segunda carbonatación se alcanza un pH de 8,9-9,2 a 95-98°C. Se separa por filtración de la pequeña cantidad de lodos. Hay que medir cuidadosamente la adición de CO₂ para evitar transformar el carbonato de calcio precipitado a bicarbonato soluble. En el curso de precipitación la potasa y la sosa liberados en el encalado, constituyen la alcalinidad natural, son transformados en carbonato de potasio y de sodio solubles que quedan en el jugo. Para aclarar el color y mantener su estabilidad, en muchas ocasiones se añade dióxido de azufre (SO₂) durante la subsiguiente evaporación. Este proceso consigue inactivar o al menos minimizar la acción de los polifenoles y los amino compuestos. A continuación, se vuelve a filtrar: se obtiene así finalmente un jugo claro, límpido, con un peso seco del 15-18%. En esta filtración se añade el bagacillo residuo de la molienda de caña, este en mezcla con los lodos mejora la operación de los filtros. (Robledo Rodriguez, 2006)

Grafico 4-9: Filtración del jugo de caña



Fuente: Asociación de Cañeros de Warnes (ACW), Ingenio Azucarero Guabirá S.A

EVAPORACION

La evaporación tiene la finalidad concentrar el jugo, separando el exceso de agua que impide la formación de mieles.

Este proceso se da en evaporadores alternativos de efectos múltiples o de corriente descendente (**Grafica 4-10**), que consisten en una solución de celdas de ebullición dispuestas en serie, en los que, para evitar la inversión de sacarosa, conviene mantener, como ya se ha dicho, una reacción difícilmente alcalina ($\text{pH}=9$) y temperaturas de ebullición de $130-90^{\circ}\text{C}$. El jugo entra primero al pre-evaporador y se calienta hasta el punto de ebullición. El intercambio de calor se da a partir del vapor de escape proveniente de las turbinas con una presión aproximada de 20 atm. Al comenzar a ebullicir se generan vapores los cuales sirven para calentar el jugo en el siguiente efecto,

logrando así el menor punto de ebullición en cada evaporador y un menor costo. En el proceso de evaporación se obtiene la meladura.

Durante la concentración se precipitan sales de calcio, la glutamina todavía presente se transforma en ácido pirrolidocarboxílico por descenso del pH, en pequeña medida tiene lugar una degradación alcalina de azúcares y un oscurecimiento del jugo por la temperatura, debido a la reacción de Maillard¹¹ y la caramelización.

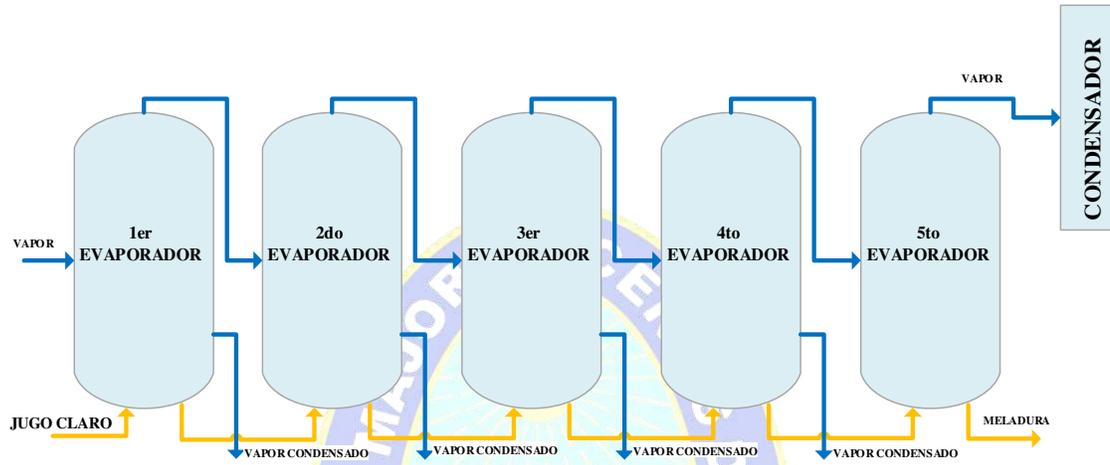
El vapor producido por la caja precedente llega a la caja siguiente y allí se condensa; las aguas condensadas con evacuadas a medida que se producen. Se hace notar que la presión que reina en los efectos va decreciendo del primero al último, de forma que el jugo es realmente aspirado de una caja de evaporación a otra. La presión de vapor introducida en el primer efecto que es de hecho limitada, porque si la presión es demasiado elevada la temperatura lo es igual y sería nefasto para el jugo a concentrar.

El objeto práctico obtenido, es en realidad, netamente inferior al número de efectos evaporatorios, pues todos los vapores producidos por una caja de vaporización no son canalizados hacia la caja siguiente, ya que veces una gran parte de estos evaporadores, es extraída para las diferentes necesidades de calentamiento y cocción. (Robledo Rodríguez, 2006)

Para evitar la cristalización de la melaza o jugo en el proceso de evaporación, previamente se debe usar ácido cítrico de 10 ml/litro de jugo.

¹¹ La reacción de Maillard, consiste en la unión no enzimática del grupo carbonilo, principalmente de aldehídos o cetonas de azúcares reductores, como la glucosa y la fructuosa, con el grupo amino de proteínas o ácidos nucleicos. (Couplican Alvarado, 2019)

Grafico 4-10: Descripción del proceso de evaporación



Fuente: Elaboración con base a www.agropanela.com

Grafico 4-11: Tanque evaporador de jugo de caña



Fuente: Asociación de Cañeros de Warnes (ACW), Ingenio Azucarero Guabirá S.A

4.1.3.2. Subproceso 2-obtencion de panela granulada

CONCENTRACION Y PUNTEO

Para la obtención de panela granulada, la concentración a la que llega es mayor comparado a la panela, es decir, valores entre 92-94 °Brix. Significa que la temperatura de la miel, estará comprendida entre los 125-127°C.

Grafico 4-12: Medida de concentración de sacarosa



Fuente: Ingenio Azucarero Guabirá S.A

BATIDO

Después de la obtención del punto, la masa es removida a un tanque de batido, donde, por medio de una paleta se va removiendo el azúcar formando cristales. En esta operación se suele usar bicarbonato de sodio, el cual favorece la formación de gas carbónico (CO₂), la cantidad recomendada es de 50-120 gr por 100 kg de meladura.

Grafico 4-13: Batido de jugo concentrado de caña



Fuente: ACW, Ingenio Azucarero Guabirá S.A

MOLIDO Y TAMIZADO

Una vez seca la panela, pasa a través de una máquina de molienda que uniformiza el tamaño de los cristales. El tamizado consiste en tener los cristales lo mejor uniformes posibles, los cristales que no sean del tamaño deseado son devueltos a la molienda.

Cuando la panela se encuentra en los tamaños requeridos se procede a su envasado mediante un a máquina de envasar.

Grafico 4-14: Molido y tamizado de panela granulada



Fuente: ACW, Ingenio Azucarero Guabirá S.A.

4.1.3.3. Subproceso 3-obtencion de panela solida

CONCENTRACION Y PUNTEO

El punteo significa establecer el punto ideal para sacar el producto. Se lo puede realizar considerando el punto de ebullición del producto que es un método preciso para obtener un producto homogéneo.

Cuando la meladura alcanza una temperatura de 114°C, se puede empezar a obtener panela. Temperaturas entre 116-122°C son las más recomendadas a 82-92°Brix, la temperatura ideal es 118°C dependiendo de la dureza del producto final. Esto significa que para obtener panelas suaves el punto concentración debe ser menor y para panelas duras debe ser mayor.

MOLDEO, ENFRIADO Y DESMOLDEO

Logrado el color deseado se procede al moldeo, este proceso se realiza en una máquina de moldeo rotativa, similar a la de los helados, esta máquina se encuentra entre -3°C y -5°C favoreciendo el moldeo y enfriamiento del producto; teniendo así el producto listo para envasar y empaquetar.

Grafico 4-15: Moldeo de panela



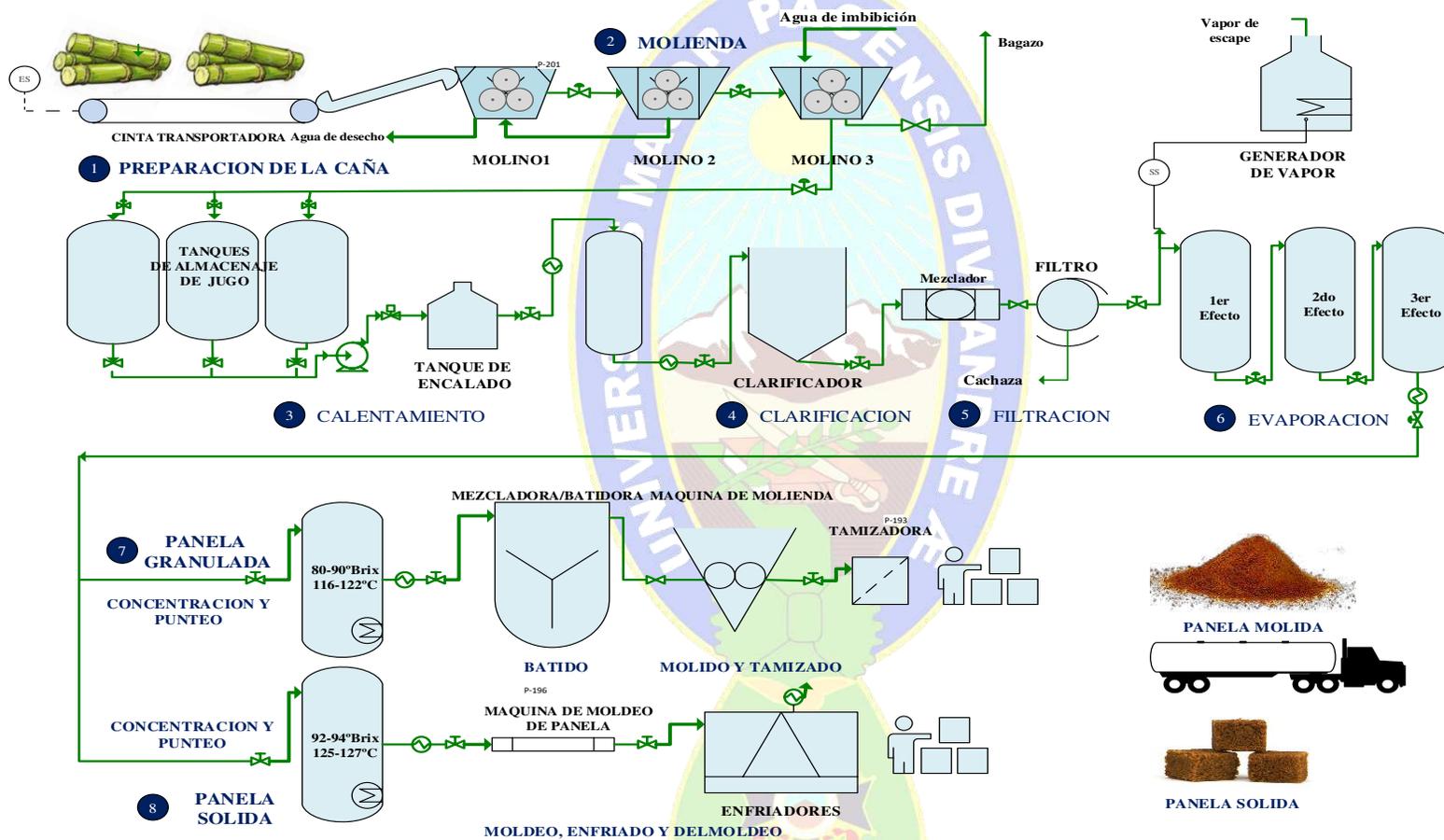
Fuente: Asociación de Cañeros de Warnes (ACW).

Grafico 4-16: Moldeo de panela



Fuente: Asociación de Cañeros de Warnes (ACW).

Diagrama 4-2: Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Elaboración con base a Principios de Procesos Químicos, Felder-Rousseau. 3ra Edición, Normas ISA (Instrumentation Society of América)

4.2. Buenas Prácticas de Manufactura en la producción de panela

“Las Buenas Prácticas de Manufactura” son un conjunto de principios y recomendaciones técnicas que se aplican en el procesamiento de alimentos para garantizar la inocuidad e higiene de un producto” (Diaz & Uria, 2019)

La aplicación de las BPM en la industria alimenticia se aplica en las instalaciones, personal, higiene en la elaboración, almacenamiento y transporte de materias primas y producto final y el control de procesos en la producción.

La aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura nos ayuda a:

- Cumplir las normativas y procedimientos ISO 9000 y 9001.
- Contribuir al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano.
- Evita la contaminación de los alimentos, disminuyendo con ello las enfermedades, infecciones e intoxicaciones por consumo del producto.
- Es útil para el diseño y funcionamiento de las instalaciones de un proceso.

Para el cumplimiento de las BPM, el personal debe estar capacitado en las siguientes áreas:

- Mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones; Limpieza, desinfección y control de plagas.
- Seguimiento de normas de inocuidad e higiene personal.
- Calibración de equipos e instrumentos de medición.
- Control de calidad del agua potable.
- Control de proveedores de materia prima e insumos.

En la Tabla 4-7 se muestra las Buenas Prácticas de Manufactura a ser aplicadas en la producción de Panela (BPM-Panela), desde la recepción de materia prima hasta el almacenamiento del producto para su exportación.

Tabla 4-8: Buenas Prácticas de Manufactura en la Producción de Panela

MATERIA PRIMA E INSUMOS		RIESGO	CAUSAS	FASE PRIMARIA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	SANITIZACION	HIGIENE	PRODUCTO TERMINADO
Caña de azucar	Físico	Tierra, pelos, pajas, piedras.	Plantaciones hechas en tierra	Realizar un analisis de la caña antes de adquirirla, midiendo la cantidad de sacarosa presente y la existencia de microorganismos que dañen la produccion.	La caña recepcionada debe almacenada en un ambiente de pared solida gruesa, con poca humedad, regulando el aire, de tal manera que la cañ conserve sus propiedades.	Ingresar la caña recepcionada a la maquina de lavado, para su posterior molienda	Al momento de lavarse la caña, se le debe agregar una solucion de cloro, de tal manera que se eliminen los microorganismos que podrian dañar la produccion.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavsble, botas, guantes de caucho, cofia, barbijo.	Caña lavada y desfibrada, lista para ingresar al proceso de molienda y extraccion de jugo.
	Químico	Herbicidas, y pesticidas presentes en la caña	Fumigacion de sembradios no controlada						
	Biológico	Insectos y microorganismos	Por la naturaleza misma de la planta, si es en exceso es por falta de control de plagas.						
Cal	Físico	Envase en descomposicion	Transporte o producto vencido.	Verificar el estado fisico del producto, el mismo debe cumplir todas las reguaciones de un producto quimico.	El hiroxido de calcio o Cal, debe estar almacenado en un ambiente cerrado, de paredes rigidas con poca humedad, a 25°C, no expuesto al sol.	Preparar un solucion de cal (lechada de cal) de 0,9 Tn/hra, el mismo clarificara y regulara el pH del jugo.	La solucion de cal debe estar alejada de productos o sustancias que adulteren su composicion dañando al producto final.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Solucion de jugo de caña con cal, que esta en proceso de limpieza y clarificacion.
	Químico	Irritacion y quemaduras	Manipulacion sin medidas de seguridad.						
	Biológico	Intoxicacion por uso en exceso..	No medir la concentracion de la solucion						
Cloro liquido	Físico	Abolladuras en el envase	Por el transporte o vencimiento del producto	Verificar el estado fisico del producto, el mismo debe cumplir todas las reguaciones de un producto quimico.	El cloro liquido debe estar almacenado en un ambiente cerrado, de paredes rigidas con poca humedad, a 25°C, no expuesto al sol.	Preparar un solucion cloro-agua en una relacion de 10 ml por cada 40 lt de agua.	La solucion de cloro y agua debe estar en un tanque cerrado, se debe verificar constantemente su composicion.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, casco de seguridad, barbijo.	Caña libre de impurezas y microorganismos, lista para ser desfibrada.
	Químico	Quemaduras o picazon en la piel	Manipulacion sin medidas de seguridad.						
	Biológico	Intoxicacion en caso de inhalacion	Manipulacion sin medidas de seguridad.						

Tabla 4-7 (continuación): Buenas Prácticas de Manufactura en la Producción de Panela

MATERIA PRIMA E INSUMOS	RIESGO		CAUSAS	FASE PRIMARIA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	SANITIZACION	HIGIENE	PRODUCTO TERMINADO
Gas carbonico	Físico	Abolladuras en el envase	Por el transporte o vencimiento del producto	Manejar y transportar el producto con extremo cuidado.	Debe ser almacenado en un ambiente de paredes de material rígido revestido con concreto, los pisos deben ser de material liso fácil de limpiar y desinfectar.	Conectar el cilindro de gas carbonico al tanque de filtracion de cachaza, la cantidad a ser usada es de 0,72 Tn/hra en la cachaza.	Desinfectar los botones y parte exterior del concentrador de cilindro; limpiar los filtros por lo menos una vez a la semana con jabón y agua.	El personal debe ser un tecnico en instalacion de gases; equipado con: overol hermético frente a gases, calzados punta de metal, guantes latex crespón, barbijo.	Jugo de caña recuperado de la cachaza.
	Químico	-	-						
	Biológico	-	-						
Gas Dioxido de Azufre, SO ₂	Físico	Abolladuras en el envase	Por el transporte o vencimiento del producto	Manejar y transportar el producto con extremo cuidado.	Debe ser almacenado en un ambiente de paredes de material rígido revestido con concreto, los pisos deben ser de material liso fácil de limpiar y desinfectar.	Conectar el cilindro de SO ₂ , al tanque de filtracion de cachaza, con una concentracion de 10% respecto al volumen de cachaza.	Desinfectar los botones y parte exterior del concentrador de cilindro; limpiar los filtros por lo menos una vez a la semana con jabón y agua.	El personal debe ser un tecnico en instalacion de gases; equipado con: overol hermético frente a gases, calzados punta de metal, guantes latex crespón, barbijo.	Jugo de caña recuperado de la cachaza.
	Químico	-	-						
	Biológico	-	-						
Acido citrico C ₆ H ₈ O ₇	Físico	Abolladuras o desgaste en el envase	Por el transporte o mal estado del producto	Verificar el estado del producto y seguir todas las instrucciones de uso; rotularlo con su nombre y el riesgo de manejo.	Almacenar en un ambiente de paredes rígidas revestido de concreto, fresco y seco separado de zonas de trabajo, lejos de fuentes de calor.	Agregar 8,0 gr por cada litro de jugo caña en el proceso de clarificacion y evaporacion	Limpiar y desinfectar las superficies y recipientes que han estado en contacto con el producto.	Personal capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Jugo de caña clarificado, y pH estabilizado.
	Químico	Irritacion en piel y ojos	Manipulacion sin medidas de seguridad.						
	Biológico	Indigestion	En caso de consumo o inhalacion						

Tabla 4-7 (continuación): Buenas Prácticas de Manufactura en la Producción de Panela

PROCESO	RIESGO	CAUSAS	FASE PRIMARIA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	SANITIZACION	HIGIENE	PRODUCTO TERMINADO	
Recepción de caña de azúcar	Físico	Tierra, pelos, pajas, piedras.	Realizar un análisis químico antes de adquirirla, midiendo la concentración de sacarosa y/o la existencia de microorganismos.	La caña debe ser recepcionada en un área de gran espacio, suelos lisos lavables y desinfectables,, de tal manera que la caña no sea dañada y pierda sus propiedades.	Ingresar la caña a la maquina lavado, para su molienda. La caña sobrante debe ser almacenada.	Con el objetivo de evitar propagacion de microorganismos e insectos, se debe preparar un área limpia y desinfectada para recibir la caña (no en el piso).	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes de caucho, cofia, barbijo.	Caña de azúcar lista para ser lavada	
	Químico	Herbicidas, y pesticidas presentes en la caña							Fumigacion de sembradios no controlada
	Biológico	Insectos y microorganismos							Por la naturaleza misma de la planta, si es en exceso es por falta de control de plagas.
Lavado de caña	Físico	Polvo, pelos o tierra	Limpiar la maquina de lavado y el ambiente.	Debe existir espacio suficiente entre maquinaria paredes, piso y maquinaria, los pisos deben ser lisos, impermeables, fáciles de limpiar y desinfectar	Lavar la caña con una solicion de cloro, en la proporcion de 10 ml por cada 40 lt.	Limpiar constantemente el área de lavado, para no generar focos de infeccion.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes de caucho, cofia, barbijo.	Caña de azúcar lavada	
	Químico	-							-
	Biológico	Microorganismos dañinos para la salud							Por mala inspeccion en laboratorio
Fragmentación y cortado de caña	Físico	Polvo, pelos o tierra	Verificar que la caña haya sido lavada adecuadamente, cumpliendo las normas de inocuidad y sanidad.	Debe existir espacio suficiente entre maquinaria paredes, piso y maquinaria, los pisos deben ser lisos, impermeables, fáciles de limpiar y desinfectar	La caña lavada para por un proceso de fragmentacion u desmenuzado, para mayor facilidad de su extraccion de jugo.	Inspeccionar constantemente el funcionamiento de la maquina, y las condiciones del ambiente para que no se contamine el producto.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes de caucho, cofia, barbijo.	Caña fragmentada	
	Químico	-							-
	Biológico	Microorganismos dañinos para la salud							Por un mal proceso de lavado
Molienda y extracción de jugo	Físico	Polvo y pelo	Inspeccionar y llevar a cabo bien la operación de frangmentado.	Debe existir espacio suficiente entre maquinaria paredes, piso y maquinaria, los pisos deben ser lisos, impermeables, fáciles de limpiar y desinfectar	La caña frangmentada es ingresada a molinos de tres rodillos de extraccion, mediante la inbibicion con agua a 65°C.	Inspeccionar constantemente el funcionamiento de la maquina, y las condiciones del ambiente para que no se contamine el producto.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Jugo de caña	
	Químico	-							-
	Biológico	Bacterias y microorganismos							Por un mal proceso de lavado

Tabla 4-7 (continuación): Buenas Prácticas de Manufactura en la Producción de Panela

PROCESO	RIESGO		CAUSAS	FASE PRIMARIA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	SANITIZACION	HIGIENE	PRODUCTO TERMINADO
Calentamiento y pre-limpieza de jugo	Físico	Polvo y pelo	Por las condiciones del ambiente (ventanas, paredes, pisos, y techos)	Verificar las condiciones físicas de limpieza e inocuidad del ambiente de trabajo.	Debe existir espacio suficiente entre maquinaria paredes, piso y maquinaria, los pisos deben ser lisos, impermeables, fáciles de limpiar y desinfectar	El jugo de caña recién extraído debe ser limpiado y precalentado a 60-70°C y un pH de 9,6-10,2	Limpiar, desinfectar y verificar que el tanque de almacenamiento no tenga derrames de jugo.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Jugo de caña pre-limpio y calentado.
	Químico	Acidez	Por no regular el pH						
	Biológico	Bacterias y microorganismos	Por las condiciones del ambiente o el aire contaminado						
Clarificación de jugo	Físico	Polvo y pelos	Por las condiciones del ambiente (ventanas, paredes, pisos, y techos)	Verificar las condiciones de limpieza e inocuidad del ambiente, y la preparación de la solución de cal.	Debe existir espacio suficiente entre maquinaria paredes, piso y maquinaria, los pisos deben ser lisos, impermeables, fáciles de limpiar y desinfectar	El jugo de caña debe mezclarse con una solución de hidróxido de calcio a 80-85°C y un pH de 10,8-11,9	Limpiar, desinfectar y verificar que el tanque de almacenamiento no tenga derrames de jugo.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Jugo de caña clarificado
	Químico	Acidez	Por mucha concentración de la solución de hidróxido de calcio (leche de cal)						
	Biológico	Bacterias y microorganismos	Por las condiciones del ambiente o el aire contaminado						
Filtración de cachaza	Físico	Polvo y pelos	Por las condiciones del ambiente (ventanas, paredes, pisos, y techos)	Verificar las condiciones del ambiente (pisos, paredes, ventanas) y la cantidad de los gases de CO ₂ y SO ₂ .	Debe existir espacio suficiente entre maquinaria paredes, piso y maquinaria, los pisos deben ser lisos, impermeables, fáciles de limpiar y desinfectar	Debe recuperarse el jugo que aun queda en la cachaza retirada del proceso de clarificación mediante la inyección de gas CO ₂ y SO ₂ .	Limpiar, desinfectar y verificar los tanques, el mismo debe estar cerrado y no debe tener derrames de jugo	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Jugo de caña recuperado de la cachaza
	Químico	Sulfuración y fenóles	Por altas dosis de gas CO ₂ y SO ₂						
	Biológico	Bacterias y microorganismos	Por las condiciones del ambiente o el aire contaminado						
Evaporación y pre-concentrado	Físico	Polvo de bagazo, pelos y polvo.	Por las condiciones del ambiente (ventanas, paredes, pisos, y techos)	Verificar las condiciones del ambiente (pisos, paredes, ventanas), además de tomar muestras del jugo constantemente.	Debe existir espacio suficiente entre maquinaria paredes, piso y maquinaria, los pisos deben ser lisos, impermeables, fáciles de limpiar y desinfectar	Debe evaporarse el agua presente en el jugo, con el objetivo de concentrar la sacarosa, a 80-90°C.	Limpiar, desinfectar y verificar los tanques de jugo, el mismo debe estar cerrado y no debe tener derrames de jugo	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Jarabe de caña (miel de caña)
	Químico	Acidez del jugo	Por mala regulación y control de temperaturas y pH						
	Biológico	-	-						

Tabla 4-7 (continuación): Buenas Prácticas de Manufactura en la Producción de Panela

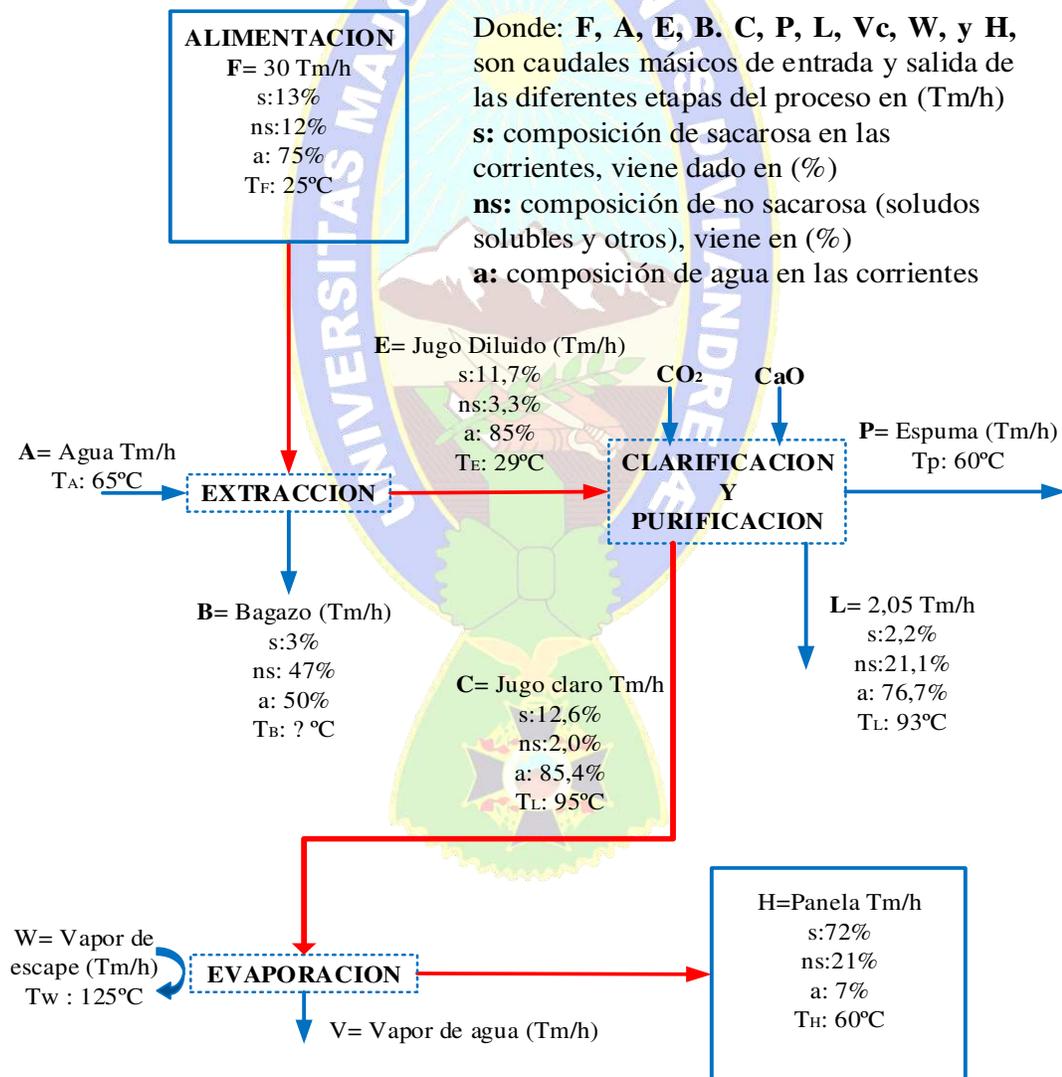
PROCESO	RIESGO		CAUSAS	FASE PRIMARIA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	SANITIZACION	HIGIENE	PRODUCTO TERMINADO
Concentración y punteo de jugo	Físico	Polvo de bagazo, pelusas y polvo.	Por las condiciones del ambiente (ventanas, paredes, pisos, y techos)	Verificar las condiciones del ambiente (pisos, paredes, ventanas), además de tomar muestras del jugo constantemente.	Debe existir espacio suficiente entre maquinaria paredes, piso y maquinaria, los pisos deben ser lisos, impermeables, fáciles de limpiar y desinfectar	La panela debe calentarse aun mas, hasta llegar a una temperatura promedio de 116 a 127°C y 80 a 94°Brix.	Limpiar, desinfectar y verificar los tanques de jugo, el mismo debe estar cerrado y no debe tener derrames de jarabe.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Panela o chancaca lista para procesar.
	Químico	-	-						
	Biológico	-	-						
Envasado y embalaje de panela	Físico	Polvo o pelusas	Por las condiciones del ambiente (ventanas, paredes, pisos, y techos)	Verificar condiciones del ambiente (pisos, paredes, ventanas); tomar muestras del aire para verificar existencia de bacterias.	El ambiente de envasado y embalaje, debe ser de paredes y pisos lisos y rígidos, las ventanas deben estar cerradas y debe contar con un presurizador de aire.	El jarabe de caña para p. solida debe ser moldeado- envasado al vacío; para p. granulada debe ser secada- triturada y envasada en sacos.	Limpiar y desinfectar constantemente las superficies de la maquinas de envasado y embalado.	El personal debe estar capacitado en inocuidad alimentaria, equipado con: Mameluco lavable, botas, guantes latex, cofia, barbijo.	Panela solida y granulada
	Químico	-	-						
	Biológico	Bacteria clostridium	Se desarrolla por no evasar al vacío.						
Almacenado de panela	Físico	Golpes y abolladuras en el envase	Por no tener medidas de precaucion en el manejo del producto terminado.	Verificar condiciones del almacen (pisos, paredes, ventanas); verificar y regular la temperatura.	El almacen de producto terminado, debe ser un ambiente de paredes rígidas, piso liso facil de limpiar y desinfectar, tener aire fresco y seco. Temperatura estandar de 25°C.	La panela solida o granulada una embalada debe ser transportada a un almacen de producto termiando.	Limpiar, desinfectar y controlar la tempertura del almacen de producto terminado.	El personal debe estar capacitado en manejo control de almacenes, equipado con: casco, overol, calzados punta de metal, guantes y barbijo.	Panela solida y granulada listas para ser exportadas.
	Químico	Descomposicion del producto	Por malas condicones del almacen o temperatura no regulada.						
	Biológico	-	-						

Fuente: Elaboración con base a apuntes de Tecnología de Alimentos y Laboratorio IND-736

4.3. Balance de materia y energía

Para el análisis de la producción se analizarán las principales operaciones de la producción de panela del proyecto, estos son: molienda, clarificación, purificación, evaporación. En el siguiente diagrama se muestran las corrientes de entrada y salida de las distintas etapas, además de sus composiciones en sacarosa, no-sacarosa, agua y temperatura.

Diagrama 4-3: Diagrama del proceso de producción de panela



Fuente: Elaboración con base a www.corpoica.com.co

4.3.1. Extracción

BALANCE DE MATERIA

En el siguiente diagrama, se muestra la composición en azúcar, no azúcar y agua, iniciales de la caña de azúcar:



Tenemos tres componentes así que podemos plantear tres ecuaciones linealmente independientes, una que corresponde al balance global, y las otras dos correspondientes a los balances parciales:

$$\text{Balance global: } F + A = E + B \quad (1)$$

$$\text{Balance de sacarosa: } (X_S)_F F + (X_S)_A A = (X_S)_E E + (X_S)_B B \quad (2)$$

$$\text{Balance de no-sacarosa: } (X_{NS})_F F = (X_{NS})_E E + (X_{NS})_B B \quad (3)$$

Sustituyendo los valores del diagrama en las expresiones anteriores, tenemos un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas:

$$\text{Balance global: } 30 + A = E + B$$

$$\text{Balance de sacarosa: } 0,13 * 30 + 0 * A = 0,117 * E + 0,03 * B$$

$$\text{Balance de no-sacarosa: } 0,12 * 30 + 0 * A = 0,033 * E + 0,47 * B$$

Resolviendo el sistema y considerando un rendimiento para la extracción del jugo del 90%, obtenemos lo siguiente:

$$E = 28,71 \text{ Tm/h}, \quad B = 5,42 \text{ Tm/h}, \quad A = 4,13 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Según (Tawfik, 1992), la fórmula para calcular la densidad del jugo de caña a diferentes temperaturas y grados Brix es la siguiente:

$$\rho_{j.caña} = 1.043 + 4,854^{\circ}Br - 1,05^{\circ}C \text{ (kg/m}^3\text{)} \text{ (}\alpha\text{)}$$

Al momento de extraer el jugo este sale a 29°C y un promedio de 16 a 18 grados Brix de sacarosa (para nuestro caso usaremos 17°Br), entonces utilizando la anterior formula obtendremos la cantidad de jugo que se obtiene por hora:

$$\rho_{j.caña} = 1.043 + 4,854 * 17^{\circ}Br - 1,05 * 29^{\circ}C \rightarrow \rho_{j.caña} = 1.095,1 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Cálculo de la cantidad de jugo extraído por hora:

$$28,71 \frac{Tm_{j.c}}{h} * \frac{1.000 \text{ kg}_{j.c}}{1 Tm_{j.c}} * \frac{1 \text{ m}^3_{j.c}}{1.095,1 \text{ kg}_{j.c}} * \frac{1.000 \text{ lt}_{j.c}}{1 \text{ m}^3_{j.c}} = 26.216,8 \text{ lt}_{j.c}$$

BALANCE DE ENERGIA



Balance global de energía para la extracción: $Q_F + Q_A = Q_E + Q_B$ (4)

Para el cálculo de la cantidad de calor que intercambia cada corriente se utilizara la expresión:

$$Q_C = C * C_P (T - T_{ref})^{12} \quad (*)$$

Donde:

Q_c =Cantidad de calor aportada o retirada por la corriente C dada en kcal/h.

C=Caudal másico de la corriente C dado en kg/h.

¹² Para el cálculo de las entalpias se ha utilizado como temperatura de referencia 0°C)

C_p =Capacidad calorífica de la corriente C en kcal/kg°C.

T=Temperatura que lleva corriente C en °C.

T_{ref} =Temperatura de referencia en °C (utilizaremos 0°C).

Cálculo de Q_F

$$Q_F = F * C_p(T - T_{ref}) \quad (5)$$

El valor de C_p a utilizar para el azúcar, será un valor aproximado del C_p del maíz, por su mismo contenido de agua (ver Anexo 4-A).

$$C_p = 3,35 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_F = 30.000 \text{ kg/h} * 0,80 \text{ kcal}(25 - 0)$$

$$Q_F = 600.000 \text{ kcal/h}$$

Cálculo de Q_A

La corriente A, el agua de imbibición, no puede exceder los 65°C, debido a que un mayor aumento en la temperatura produce más dextrosa. Esto se debe evitar debido a que mayor producción de dextrosa disminuye la producción de sacarosa.

$$Q_A = A * C_p(T - T_{ref}) \quad (6)$$

$$Q_A = 4130 \text{ kg/h} * 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (65 - 0)$$

$$Q_A = 268.450 \text{ kcal/h}$$

Cálculo de Q_E

El valor usado para el calor específico es del ANEXO 4-B que relaciona los grados Brix y calores específicos. Se tiene un valor de 15 °Brix, por lo que el valor de C_p será 0,91kcal/Kg°C.

$$Q_E = E * C_p(T - T_{ref}) \quad (7)$$

$$Q_E = 28.710 \text{ kg/h} * 0,91 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (29 - 0)$$

$$Q_E = 757.656,9 \text{ kcal/h}$$

No se conoce la temperatura ni cantidad de calor eliminada por la corriente de bagazo. A partir del balance de energía podemos calcularlo a partir de la ecuación 4:

$$Q_F + Q_A = Q_E + Q_B \quad (4)$$

$$Q_B = 110.793,1 \text{ kcal/h}$$

De la ecuación (*) $Q_C = C * C_p(T - T_{ref})$, se despeja T. El valor del Cp se lo calcula de tablas, siendo 0,79kcal/kg°C:

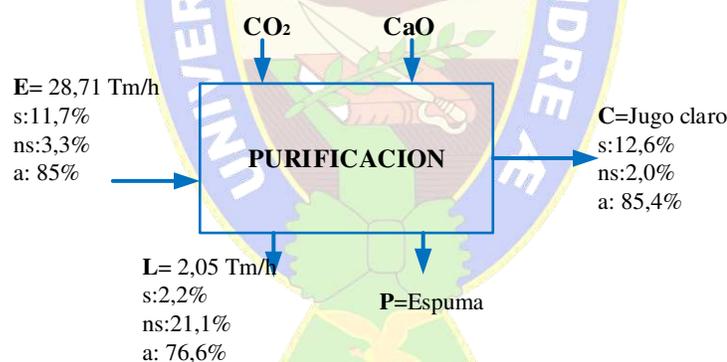
$$Q_B = B * C_p(T - T_{ref})$$

$$110.793,1 = 5.420 \text{ kg/h} * 0,79 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (T - 0)$$

$$T_B = 25,88^\circ\text{C}$$

4.3.2. Purificación

BALANCE DE MATERIA



Se puede plantear tres ecuaciones linealmente independientes, una la correspondiente al balance global y dos correspondientes a los balances parciales:

$$\text{Balance global:} \quad E + \text{CO}_2 + \text{CaO} = C + P + L \quad (8)$$

$$\text{Balance de sacarosa:} \quad (X_S)_E E = (X_S)_C C + (X_S)_P P + (X_S)_L L \quad (9)$$

$$\text{Balance de no-sacarosa:} \quad (X_{NS})_E E = (X_{NS})_C C + (X_{NS})_P P + (X_{NS})_L L \quad (10)$$

Sustituyendo valores a las ecuaciones anteriores se tiene:

$$\text{Balance global: } 28,71 + CO_2 + CaO = C + P + 2,05$$

$$\text{Balance de sacarosa: } 0,117 * 28,71 = 0,126 * C + (X_S)_P P + 0,022 * 2,05$$

$$\text{Balance de no-sacarosa: } 0,033 * 28,71 = 0,020 * C + (X_{NS})_P P + 0,211 * 2,05$$

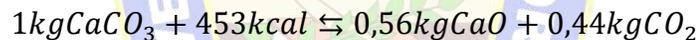
Se tiene un sistema de 3 ecuaciones con 6 incógnitas. Para resolver el sistema hay que determinar la cantidad de espuma y la piedra caliza para tratar la alimentación:

Cantidad de espuma de carbonatación P

La cantidad de espuma depende de:

- Cal empleada
- La cantidad de materias no azucaradas, precipitadas y arrastradas.

Con arreglo a la reacción que se da en el horno:



Según (Porta A., 1955) se sabe que un kilogramo de espuma contiene 0,5 kg de $CaCO_3$, entonces se podrá escribir la siguiente proporción:

$$\frac{1 \text{ kg espuma}}{0,5 \text{ kg } CaCO_3} * \frac{1 \text{ kg } CaCO_3}{0,56 \text{ kg } CaO} = 3,57 \frac{\text{kg espuma}}{\text{kg } CaO}$$

A esta cantidad hay que añadir el peso de materias no azucaradas precipitadas, por lo cual se admite que a una parte de óxido de calcio le corresponde cuatro partes de espuma.

Atendiendo la bibliografía anterior, se trabaja con tres partes de óxido de calcio por cada cien de caña, por lo que la espuma producida será cuatro veces mayor; es decir, 12 partes por cada 100 de caña. Al ser la alimentación 30 Tm/h, producirá una cantidad de espumas de 3,60 Tm/h.

$$**P = 3,60 Tm/h**$$

Consumo de piedra caliza, producción de CaO y CO₂

Como ya se ha mencionado se realiza un encalado de un 3% de óxido de calcio, y una piedra caliza con una riqueza del 97% en carbonato cálcico.

Puesto que se tiene una alimentación de 30 Tm/h de caña se necesitan 0,90 Tm/h de CaO.

$$m_{CaO} = 0,90 \text{ Tm CaO/h}$$

De acuerdo a la estequiometria de la reacción anterior, se tiene que 1kg de CaCO₃ da 0,56kg de CaO:

$$0,90 \frac{\text{Tm CaO}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ kg CaCO}_3}{0,56 \text{ kg CaO}} * \frac{100 \text{ kg}_i \text{ CaCO}_3}{97 \text{ kg}_p \text{ CaCO}_3} \rightarrow m_{CaCO_3} = 1,65 \text{ Tm CaCO}_3/\text{h}$$

Según la estequiometria, por la producción de 1,65 Tm CaCO₃, se consumen **0,72 Tm de CO₂**.

De la ecuación 8:

$$E + CO_2 + CaO = C + P + L \quad (8)$$

$$28,71 + 0,72 + 0,90 = C + 3,60 + 2,05$$

$$C = 24,68 \text{ Tm/h j. c.}, \% \eta = 0,9$$

$$C = 22,21 \text{ TM/h jugo claro}$$

De los balances en los componentes se obtiene las composiciones de sacarosa y no sacarosa en la espuma:

$$\text{Balance de sacarosa: } 0,117 * 28,71 = 0,126 * C + (X_S)_P P + 0,022 * 2,05$$

$$0,117 * 28,71 = 0,126 * 22,21 + (X_S)_P * 3,60 + 0,022 * 2,05$$

$$(X_S)_P = 0,143$$

Balance de no-sacarosa: $0,033 * 28,71 = 0,020 * C + (X_{NS})_P P + 0,211 * 2,05$

$$0,033 * 28,71 = 0,020 * 22,21 + (X_{NS})_P * 3,60 + 0,211 * 2,05$$

$$(X_{NS})_P = 0,019$$

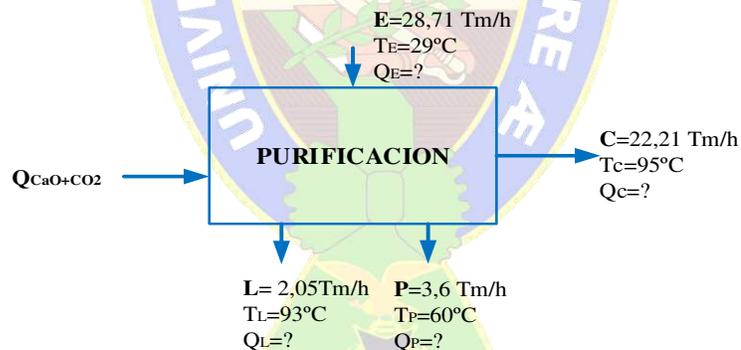
Según tablas del Anexo 4-A, a la temperatura de 95°C el jugo de caña contiene $14,6^{\circ}\text{Br}$, con la ayuda de la ecuación (α) calculamos la cantidad de jugo de caña obtenida en este proceso:

$$\rho_{j.caña} = 1.043 + 4,854 * 14,6^{\circ}\text{Br} - 1,05 * 95^{\circ}\text{C} = 1.014,12 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Cálculo de la cantidad de jugo extraído por hora:

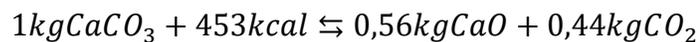
$$22,21 \frac{\text{Tm}_{j.c}}{\text{h}} * \frac{1.000 \text{ kg}_{j.c}}{1 \text{ Tm}_{j.c}} * \frac{1 \text{ m}_{j.c}^3}{1.014,12 \text{ kg}_{j.c}} * \frac{1.000 \text{ lt}_{j.c}}{1 \text{ m}_{j.c}^3} = 21.900,76 \text{ lt}_{j.c}$$

BALANCE DE ENERGIA



$$\text{Balance global: } Q + Q_R + Q_E = Q_C + Q_L + Q_P \quad (11)$$

Como se ha visto la reacción química que tiene lugar es:



En la disociación se desprende 453 kcal/kg de CaCO_3 , si se tiene que se consume de $1,65 \text{ Tm CaCO}_3$, se obtendrá:

$$Q_R = 1650 \text{ kgCaCO}_3 * 453 \text{ kcal/h} = \mathbf{747.550 \text{ kcal/h}}$$

Calor aportado por el jugo diluido (Q_E):

El jugo diluido entra a 29°C. El valor de Cp es de 0,91 para un valor de 15°Brix según la tabla del Anexo 4-A, con ayuda de la ecuación (*) realizamos el cálculo:

$$Q_E = E * C_p(T - T_{ref}) (*)$$

$$Q_E = 28710 * 0,91(29 - 0)$$

$$\mathbf{Q_E = 757.656,9 \text{ kcal/h}}$$

Cálculo del calor evacuado por el jugo claro (Q_C):

El jugo claro sale a 95°C; el valor de Cp se tomará como en los casos anteriores del Anexo 4-B, correspondiente para los 14,6 °Brix, que es 0,91 kcal/h.

$$Q_C = C * C_p(T - T_{ref})$$

$$Q_C = 22.210 \text{ kg/h} * 0,91 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (95 - 0)$$

$$\mathbf{Q_C = 1.920.054,5 \text{ kcal/h}}$$

Calor evacuado por los lodos (Q_L):

Los lodos salen a 93°C. Según (Belitz, 1987) la clarificación se realiza de 90-95°C. Tiene un valor Cp de 0,86 según el Anexo 4-B:

$$Q_L = L * C_p * (T - T_{ref})$$

$$Q_L = 2.050 \text{ kg/h} * 0,86 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} * (93 - 0)$$

$$\mathbf{Q_L = 163.959 \text{ kcal/h}}$$

Calor evacuado por la espuma (Q_P):

La espuma sale a 60°C. Según (Porta A., 1975), y tiene un valor de Cp de 0,93 según el Anexo 4-B:

$$Q_P = P * C_p(T - T_{ref})$$

$$Q_P = 3.600 \text{ kg/h} * 0,93 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (60 - 0)$$

$$Q_P = 200.880 \text{ kcal/h}$$

Se ha calculado todos los términos del balance global de energía para la etapa de purificación, excepto Q que es el calor aportado en el calentamiento que tiene lugar en la etapa de purificación. De la ecuación (11), despejamos Q:

$$Q + Q_R + Q_E = Q_C + Q_L + Q_P \quad (11)$$

$$Q + 746.550 + 757.656,9 = 1.920.054,5 + 163.959 + 200.880$$

$$Q = 780.686,6 \text{ kcal/h}$$

4.3.3. Evaporación

BALANCE DE MATERIA



$$\text{Balance global: } C = W + V + H \quad (12)$$

$$\text{Balance de sacarosa: } (X_S)_C C = (X_S)_H H \quad (13)$$

$$\text{Balance de no-sacarosa: } (X_{NS})_C C = (X_{NS})_H H \quad (14)$$

De la ecuación 13 y 14, podemos hallar el valor final de la panela producida (H); para hallar el valor de W y V, haremos uso del porcentaje de agua del valor de C, considerando una composición de 85,4% agua ($C = X_a * C = 0,854 * 24,68 = 21,08$), de este el 80% corresponde al “Vapor de Agua (V=16,86)” y un 10% al vapor de agua perdida (W=2,11) y el otro 10% por lo general se queda en la panela, ya que no es posible calcular el valor de H de manera directa haremos uso de los porcentajes de sacarosa y no sacarosa presente en la composición de cada uno.

$$\text{Balance de sacarosa: } 0,126 * 22,21 = 0,72 * H_1$$

$$\text{Balance de no-sacarosa: } 0,02 * 22,21 = 0,21 * H_2$$

$$H = H_1 + H_2 = 3,88 + 2,12 \rightarrow H = 6,00 \text{ Tm/h}$$

Debemos considerar que todo el proceso se tiene perdidas, por lo tanto, consideraremos un rendimiento $\eta=90\%$, entonces de 30 Tm/h de caña se produce 5,402 Tm_{panela}/h, obteniéndose un rendimiento productivo del $\eta=18,0\%$ en el escenario más optimista.

$$H = 5,402 \text{ Tm/h} ; W = 2,11 \text{ Tm/h} ; V = 16,86, \text{ Tm/h}$$

Según (Tawfik, 1992), la miel de caña se encuentra a 90-110°C (usaremos 100°C), y 82°Brix, entonces tenemos:

$$\rho_{j.caña} = 1.043 + 4,854 * 82^\circ Br - 1,05 * 100^\circ C = 1.336,03 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Cálculo de la cantidad de jugo extraído por hora:

$$5,402 \frac{\text{Tm}_{j.e}}{\text{h}} * \frac{1.000 \text{ kg}_{j.e}}{1 \text{ Tm}_{j.e}} * \frac{1 \text{ m}_{j.e}^3}{1.336,03 \text{ kg}_{j.e}} * \frac{1.000 \text{ lt}_{j.e.}}{1 \text{ m}_{j.e}^3} = 4.041,83 \text{ lt}_{j.e}$$

BALANCE DE ENERGIA

$$\text{Balance global: } Q_C = Q_W + Q_V + Q_H \quad (14)$$

Cálculo de Qw

El Cp. del agua evaporada 0,49 kcal/kg°C

$$Q_W = W * C_p(T - T_{ref})$$

$$Q_W = 2.110 \text{ kg/h} * 0,49 \text{ kcal/kg}^\circ C (125^\circ C - T_{ref})$$

$$Q_W = 129.298 \text{ kcal/h}$$

Cálculo de Q_V

El Cp. del agua evaporada 0,49 kcal/kg°C

$$Q_V = V * C_p(T - T_{ref})$$

$$Q_V = 16.860 \text{ kg/h} * 0,49 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (125^\circ\text{C} - T_{ref})$$

$$Q_V = 1.032.675 \text{ kcal/h}$$

Cálculo de Q_H

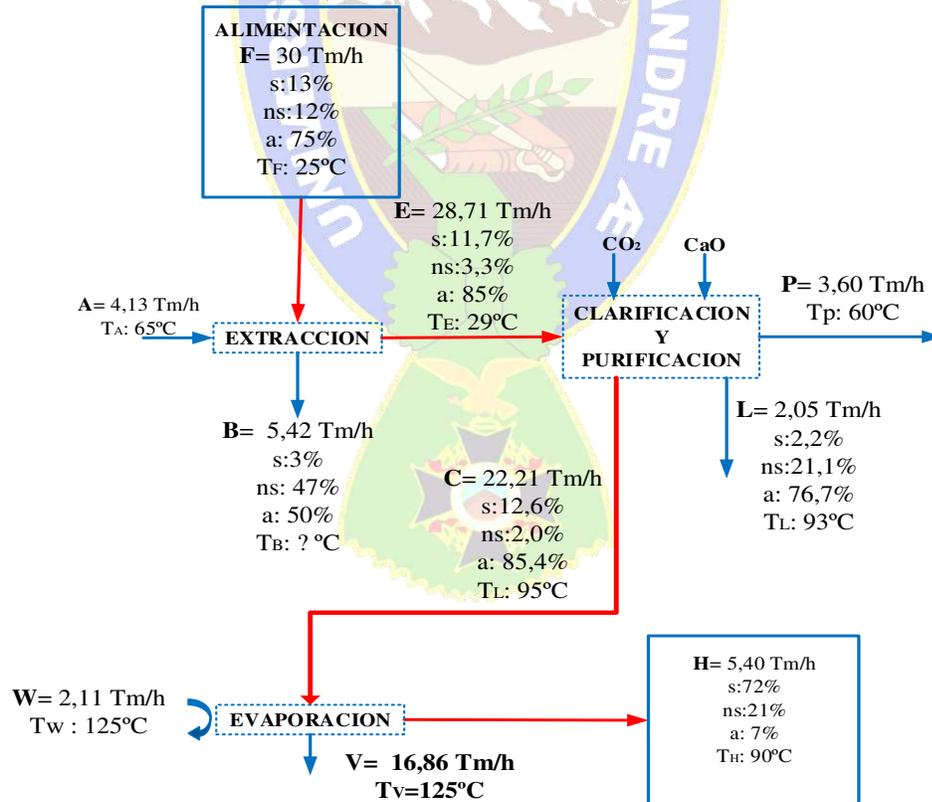
De la ecuación general despejamos Q_H

$$Q_C = Q_W + Q_V + Q_H$$

$$Q_H = Q_C - Q_W - Q_V = (1.920.054 - 1.032.675 - 129.298) \text{ kcal/h}$$

$$Q_H = 758.081,5 \text{ kcal/h}$$

Diagrama 4-4: Diagrama final del proceso de producción de panela



Fuente: Elaboración con base a www.corpoica.com.co

4.4. Capacidad de producción, maquinaria y equipo

En este punto, se determinará la capacidad de trabajo, la selección de maquinaria y equipos necesarios para la producción, la capacidad instalada de la maquinaria.

4.4.1. Capacidad de producción

Según (Tawfik, 1992) “La capacidad de producción es la cantidad de unidades a producir en un lapso de tiempo determinado”.

Cálculo de la capacidad de producción teórica:

De acuerdo a datos de la Asociación de Productores de Warnes (ACW), la capacidad máxima de materia prima que se proveerá a la planta será de 250.000 Tn/año en cada zafra. Según (Moreno, 2007) el rendimiento de producción de panela es de un 16-19%, para nuestro cálculo usaremos el promedio 17,5%, entonces:

$$250.000 \frac{Tn_{caña}}{año} * \frac{17,5 Tn_{panela}}{100 Tn_{caña}} = 42.500 \frac{Tn_{panela}}{año}$$

Cálculo de la capacidad de producción instalada:

Este cálculo lo realizaremos considerando los procesos clave de producción tal como se hizo en el punto 4.2. Balance materia y Energía.

De acuerdo a los datos de la Tabla 4-8, y en base al punto 4.3. Balance de materia y energía, podemos calcular la capacidad de producción instalada, considerando una eficiencia productiva anual del 90%:

$$5,402 \frac{Tn_{panela}}{hra} * \frac{16 hra}{1 dia} * \frac{360 dias}{1 año} * 0,9 = 28.000 \frac{Tn_{panela}}{año}$$

La capacidad máxima de producción considerando tres turnos de trabajo y una eficiencia productiva del 90% es de:

$$5,402 \frac{Tn_{panela}}{hra} * \frac{24 hra}{1 dia} * \frac{360 dias}{1 año} * 0,9 = 42.005 \approx 42.000 \frac{Tn_{panela}}{año}$$

Tabla 4-9: Capacidad de maquinaria instalada

PROCESO	MAQUINA	CANTIDAD	CAPACIDAD
Preparacion de la caña	Dosificadora de caña	1	25-30 Tn/h
	Lavadora de caña	2	15 TM/h
Molienda	Extrusora de rodillos	4	10 Tn/hra
Generacion de vapor	Generador de vapor	1	20-30 Tn/h de vapor
Calentamiento	Tanques de almacenamiento	3	10.000 lt
Clarificacion	Tanques de clarificacion	3	10.000 litros
Filtracion	Tanques de filtracion	2	2.500 litros
Evaporacion	Tanques de evaporacion	5	5.000 litros
Concentracion y punteo	Tanques de concentracion	4	5.000 litros
Batido y molienda de p.granulada	Moledora y batidora de panela	1	2.500-3.000 kg/hr
Envasado de p.granulada	Envasadora de p.granulada	1	2.500-3.000 kg/hr
Envasado de p.sólida	Envasadora de p.sólida	1	2.500-3.000 kg/hr
Horas de trabajo:	8	Dias	360
Turnos de trabajo:	2	N° Trab.:	48

Fuente: Elaboración propia

Capacidad a ser usada según la demanda:

De acuerdo al CAPITULO 2-MERCADO, la empresa CEVITAL FOOD S.A, demandara mensualmente 1.100 Tn de panela granulada y 900 Tn de panela sólida, equivalente a 25.200 Tn de panela anuales, entonces con estos datos calculamos la capacidad a ser usada:

$$Cap. Usada = \frac{Produccion Demandada}{Cap. prod instalada} = \frac{25.200 Tn/año}{42.000 Tn/año} * 100\% = 60,00\%$$

$$Cap. a usar = 60,00\%$$

Entonces con la demanda actual se usará el 60,00% de la capacidad instalada en la planta, pero cabe recordar que la empresa CEVITAL FOOD S.A., tiene una demanda creciente, por lo cual conforme pasen los años se ira utilizando mayor capacidad de la planta, hasta llegar a la totalidad de su capacidad instalada.

4.4.2. Maquinaria

En este punto de determinar la maquinaria a ser usada en cada proceso de la producción de panela, la cantidad de cada una de ellas y su capacidad, el precio FOB, las dimensiones y el proveedor.

4.4.2.1. Preparación de la caña

Para este proceso se requiere de una dosificadora de caña y dos máquinas de limpieza y lavado de caña, la maquina dosificadora tendrá una capacidad de 30 TM/h, y las máquinas de lavado de 10-15 TM/h de capacidad cada uno.

Tabla 4-10: Dosificadora de caña

Proveedor:	Hualong Road Company S.R.L
Origen:	Shanghai, China
Cantidad requerida:	1
Precio FOB (USD):	1.500
Material:	Acero Inoxidable
Dimension (LxWxH):	4,2x2,5x2,0 (m)
Capacidad:	25-30 Tn/h
Peso:	400 kg
Potencia (W):	1000
Voltaje:	110V/220V/380v

Fuente: Hualong Road Company S.R.L.

Ilustración 4-1: Dosificadora de caña



Fuente: Hualong Road Company S.R.L.

Tabla 4-11: Maquina de limpieza y lavado de caña

Proveedor:	Henan Gems Trading Co. Ltd
Origen:	Henan, China
Cantidad requerida:	2
Precio FOB (USD):	3.500
Material:	Acero Inoxidable SAE 304 stainless steel
Dimension (LxWxH):	3,5x1,2x1,5 (m)
Capacidad:	15 TM/h
Peso:	400 kg
Potencia (W):	1.500
Voltaje:	380 V

Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

Ilustración 4- 2: Maquina de limpieza y lavado de caña



Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

4.4.2.2. Molienda de caña

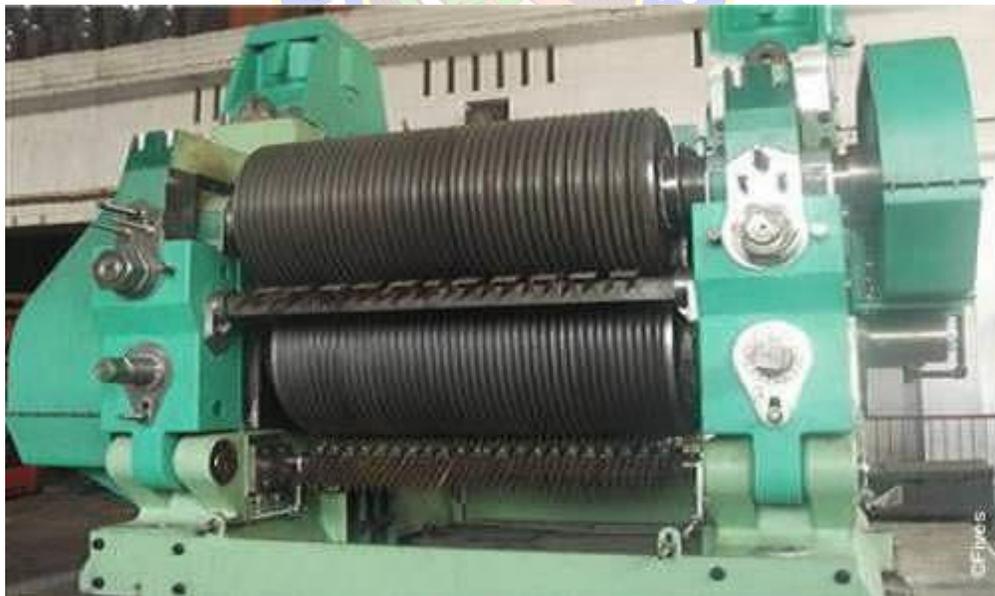
Para este proceso se requiere de extrusoras de caña, actualmente la tecnología que presenta más rendimiento es la extrusión mediante un sistema de tres rodillos; para el proyecto usaremos tres extrusoras cada uno de 10 Tm/h de capacidad.

Tabla 4-12: Sistema de extracción de tres rodillos

Proveedor:	Henan Gems Trading Co. Ltd
Origen:	Henan, China
Cantidad requerida:	4
Precio FOB (USD/u):	4.000
Material:	Acero Inoxidable
Dimension (LxWxH):	3,1x2,5x3,0 (m)
Capacidad:	10 Tn/hra
Peso:	600 kg/u
Potencia (W):	3.000
Voltaje:	380 V

Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

Ilustración 4-3: Sistema de extracción de tres rodillos



Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

4.4.2.3. Caldera de generación de vapor

El generador de vapor es necesario para el proceso de evaporación y concentración del jugo de caña, ya que el vapor generado se utilizará en los tanques de evaporación de jugo de caña de caña. Para nuestro proyecto necesitaremos una caldera de generación de vapor con una capacidad mínima de 50 Tn/h de vapor.

Tabla 4-13: Caldera de generación de vapor

Proveedor:	Attsu Machinery Co. Ltd.
Origen:	Zhejiang China
Cantidad requerida:	1
Precio FOB (USD):	9.550
Material:	Q345R placa de acero
Dimension (LxWxH):	5,0x2,0x2,5 (m)
Capacidad:	20-30 Tn/h de vapor
Peso:	2 Tn
Combustible:	Gas natural
Consumo de gas:	12 m ³
Consumo de agua:	1 Tn max
Voltaje:	220-460V/50-60Hz

Fuente: Attsu Machinery Co. Ltd.

Ilustración 4-4: Caldera de generación de vapor



Fuente: Attsu Machinery Co. Ltd.

4.4.2.4. Recepción y Calentamiento de jugo de caña

Una vez extraído el jugo de caña en el proceso de molienda y extracción, la misma será almacenada en tanques. De acuerdo al balance de materia y energía, se producirá aproximadamente 28,71 Tn de jugo de caña por hora, es necesario calcular la cantidad en litros de jugo por día; según (Alvarado, 1992) la fórmula de la densidad del jugo a determinada temperatura y grados Brix es la siguiente:

$$\rho_{\text{jugo de caña}} = 1.043 + 4,854 * {}^{\circ}\text{Br} - 1,05 * T^{\circ}\text{C} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (**)$$

Según el balance de materia el agua de imbibición ingresa a una temperatura de 65°C, esto hace que el jugo de caña salga a una temperatura de 29°C y 16-19^aBrix.

$$\rho_{\text{jugo de caña}} = 1.043 + 4,854 * 16^{\circ}\text{Br} - 1,05 * 29^{\circ}\text{C} = \mathbf{1.090,2 \text{ (kg/m}^3\text{)}}$$

Cálculo del jugo de caña generado por hora:

$$\begin{aligned} 28,71 \frac{T_{\text{j.caña}}}{\text{hr}} * \frac{1.000 \text{ kg}_{\text{j.caña}}}{1T_{\text{j.caña}}} * \frac{16 \text{ hr}}{1 \text{ día}} * \frac{1m_{\text{j.caña}}^3}{1.090,2 \text{ kg}_{\text{j.caña}}} * \frac{1.000 \text{ Lt}_{\text{j.caña}}}{1 m_{\text{j.caña}}^3} \\ = 26.286,4 \frac{\text{Lt}_{\text{j.caña}}}{\text{hra}} = 421.353,9 \frac{\text{Lt}_{\text{j.caña}}}{\text{día}} \end{aligned}$$

De acuerdo a este cálculo se generará 26.286,4 lt de jugo de caña por hora, por lo cual se requerirá tres tanques con capacidad de 10.000 lt de almacenamiento cada uno.

Tabla 4-14: Tanques de almacenamiento de jugo de caña

Proveedor:	Henan Gems Trading Co. Ltd
Origen:	Henan, China
Cantidad requerida:	3
Precio FOB (USD/u):	4.200
Material:	Stainless Steel 304 / SUS316L Acer
Dimension (LxD):	L=9m, D=3,5m
Capacidad:	10.000 lt
Temperatura:	(-196) a 40 °C
Peso:	2.500 Kg
Potencia (W):	1.200

Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

Ilustración 4-5: Tanques de almacenamiento de jugo de caña



Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

4.4.2.5. Clarificación de jugo de caña

En esta etapa el jugo pasa por un proceso de clarificado y decantación por un tiempo de 30 min hasta llegar a los 80-85°C, para ello es necesario tres tanques de clarificación con una capacidad de 10.000 litros cada uno.

Tabla 4- 15: Tanques de clarificación de jugo de caña

Proveedor:	Henan Gems Trading Co. Ltd
Origen:	Henan, China
Cantidad requerida:	3
Precio FOB (USD):	4.500
Material:	Acero Inoxidable
Dimension (LxD):	L=4m, D=1,7m
Capacidad:	10.000 litros
Peso:	1.100 kg
Potencia (W):	1.200
Voltaje:	220 V

Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

Ilustración 4-6: Tanques de clarificación de jugo de caña



Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

4.4.2.6. Filtración de jugo de caña

Esta etapa del proceso tiene como fin recuperar la mayor cantidad de sacarosa posible que hay en los lodos (cachaza) que vienen de los clarificadores, mediante su paso por filtro de vacío, se extrae el jugo que contiene la cachaza.

Tabla 4-16: Filtradores de jugo de caña

Proveedor:	Henan Gems Trading Co. Ltd
Origen:	Henan, China
Cantidad requerida:	2
Precio FOB (USD):	3.500
Material:	Acero Inoxidable
Dimension (LxD):	L=3,0m, D=2,0m
Capacidad:	2.500 litros
Peso:	1.350 kg
Potencia (W):	1200
Voltaje:	220-440 V

Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

Ilustración 4-7: Filtradores de jugo de caña



Fuente: Henan Gems Trading Co, Ltd.

4.4.2.7. Evaporación del jugo de caña

Es la principal etapa del proceso productivo, la evaporación del jugo de caña a presiones diferentes a la atmosférica modifica la calidad de la panela de la siguiente forma: a presiones menores a la atmosférica se incrementa la dureza, opacidad y turbidez y se disminuye el contenido de sólidos insolubles, el coeficiente glucósido y el color. Como se mencionó en la descripción del proceso productivo, esta etapa se realizará en cinco evaporadores, cada uno a una temperatura y tiempo de evaporación diferente.

Tabla 4-17: Evaporadores de jugo de caña

Proveedor:	Nanjing Gaojie Light Industrial Co.
Origen:	Jiangsu, China
Cantidad requerida:	6
Precio FOB (USD):	5.000
Material:	Acero Inoxidable, AISI304/316/Ti
Dimension (LxD):	L=3,1m, D=2,5m
Capacidad:	5.000 litros
Peso:	1.800 kg
Potencia (W):	1200
Voltaje:	220 V

Fuente: Nanjing Gaojie Light Industrial Co.

Ilustración 4-8: Evaporadores de jugo de caña



Fuente: Nanjing Gaojie Light Industrial Co.

4.4.2.8. Concentración y punteo

El punteo es la concentración óptima que debe alcanzar el producto antes de ser envasado; para la panela granulada la temperatura óptima es 125-127°C (92-94°Brix), para la panela sólida la temperatura óptima es de 116-122°C (82-90°C). Para el proyecto requeriremos dos concentradores cada uno con una capacidad de 5.000 Lt.

Tabla 4-18: Concentrador de jugo de caña

Proveedor:	Henan Gems Trading Co. Ltd
Origen:	Henan, China
Cantidad requerida:	4
Precio FOB (USD):	5.500
Material:	Acero Inoxidable
Dimension (LxD):	L=3,0m, D=2,0m
Capacidad:	5.000 litros
Peso:	2000 kg
Potencia (W):	1200
Voltaje:	220 V

Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

Ilustración 4-9: Concentrador de jugo de caña



Fuente: Henan Gems Trading Co. Ltd.

4.4.2.9. Producción y empaquetado de panela

Para la producción de panela granulada necesitaremos un tanque de batido y un molino tamizador, además de una empaquetadora; para la producción de panela sólida necesitaremos una máquina automática de moldeo en frío y empaquetado de panela.

Tabla 4-19: Batidora de panela granulada.

Proveedor:	Attsu Machinery Co. Ltd.
Origen:	Zhejiang China
Cantidad requerida:	1
Precio FOB (USD):	3.500
Material:	Acero Inoxidable SAE 304 stainless steel
Dimension (LxD):	2,0x1,3x1,5 (m)
Capacidad:	2.500-3.000 kg/hr
Peso:	800 kg
Potencia (W):	2.200
Voltaje:	220/380V

Fuente: Attsu Machinery Co. Ltd.

Ilustración 4-10: Batidora de panela granulada.



Fuente: Attsu Machinery Co. Ltd.

Tabla 4-20: Envasador automático de panela granulada 50 kg.

Proveedor:	Attsu Machinery Co. Ltd.
Origen:	Zhejiang China
Cantidad requerida:	1
Precio FOB (USD):	4.500
Material:	Acero Inoxidable
Dimension (LxWxH):	5,0x4,2x5,0 (m)
Capacidad:	2.500-3.000 kg/hr
Peso:	1.500 kg
Potencia (W):	1.500
Voltaje:	220V/380V/50Hz

Fuente: Attsu Machinery Co. Ltd.

Ilustración 4-11: Envasador automático de panela granulada 50 kg.



Fuente: Attsu Machinery Co. Ltd.

Tabla 4-21: Envasador automático de panela solida 50 kg

Proveedor:	Attsu Machinery Co. Ltd.
Origen:	Zhejiang China
Cantidad requerida:	1
Precio FOB (USD):	8.500
Material:	Acero Inoxidable AISI 316
Dimension (LxWxH):	4,7x2,27x1,98 (m)
Capacidad:	2.500-3.000 kg/hr
Peso:	1.500 kg
Potencia (W):	2.500
Voltaje:	380V/50 Hz

Fuente: Attsu Machinery Co. Ltd.

Ilustración 4-12: Envasador automático de panela solida 50 kg



Fuente: Attsu Machinery Co. Ltd.

4.4.2.10. Sistema de tratamiento de aguas

La producción de panela requiere de un uso excesivo del agua, sin embargo, el uso excesivo de agua incrementa los costos de producción, por tanto, la empresa contará con un sistema de tratamiento de aguas, de tal manera las aguas residuales al ser tratadas puedan ser reutilizadas.

Tabla 4- 22: Sistema de tratamiento de aguas

Proveedor:	Wuxi Makwell Machinery S.A.
Origen:	Shanghai, China
Cantidad requerida:	1
Precio FOB (USD):	8.000
Material:	1
Dimension (LxWxH):	6,1x6,0x3,0 (m)
Capacidad:	2000 Lt/h
Peso:	750 kg
Potencia (W):	1.500
Voltaje:	220 V

Fuente: Wuxi Makwell Machinery S.A.

Ilustración 4- 13: Sistema de tratamiento de aguas



Fuente: Wuxi Makwell Machinery S.A.

4.4.2.11. Maquinaria de transporte

Para el transporte de caña a la molienda, transporte de producto terminado a almacenes, transporte de insumos al área de producción es necesario el transporte de montacargas.

Tabla 4-23: Características del montacargas

Características	Marca: Komatsu; Modelo: CPD16; Min. Altura de elevación: 3 m; Capacidad de carga: 3,0 Tn; Capacidad de Batería: 230 Am; Fuente de energía: Motor AC, Dimensiones: 3,04X1,0X2,01 (m)	
Proveedor:	Komatsu Bolivia	
Cantidad:	2	
Precio (USD):	5.500	
Voltaje de Batería:	40 V	
Peso:	1.600 Kg	

Fuente: FCAT Komatsu Bolivia, Av, 6 de marzo El Alto.

4.4.3. Equipo

4.4.3.1. Equipo de trabajo

Los equipos de trabajo son aquellos activos corrientes que sirven de manera indirecta al desarrollo económico de una empresa, ya que son herramientas indispensables del desarrollo de un administrativo de planta y oficina. Los equipos necesarios para nuestra empresa de panela son los siguientes:

Tabla 4-24: Equipos de trabajo

EQUIPO	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	PRECIO (USD/u)	PRECIO TOTAL (USD)	ILUSTRACION
Mesas de escritorio	Mesa de madera aglomerada caoba; Dimension: DxWxH=60x120x75 cm; Proveedor: CORIMEXO S.A	10	80	800	
Sillas de escritorio	Silla ergonomica con altura y respaldo ajustable, acolchado con fibra y cubierto con poliester-algodón; DxDxWxH=42x60x65 cm; Proveedor: CORIMEXO S.A	20	20	400	
Material de escritorio	Juego de material de escritorio: lapices, goma, tajador, engrapadora (+clips), perforadora, bolígrafos azul y negro, hojas bond carta. Cartapacios, flips, UHU, Sellos, Pegatinas Proveedor: Librería Olimpia		250	250	
PC de escritorio	Computadora Samsung DP300A2A-B02MX - 21.5" - Core i3 - 4GB - 500GB - Windows 10; procesador: G645T. memoria interna: DDR3-SDRAM; Proveedor: Disprotec S.R.L Velocidad de rotación de disco duro: 7200 RPM. Wi-Fi estándares: 802.11b,802.11g,Wi-Fi 4 (802.11n)	10	590	5900	
Impresoras	Impresora HP M428fdw - Monomático - Velocidad: 400 ppm - Capacidad Estándar: 250 hojas - Resolución: 4800x600 dpi - Interfaz: Ethernet, USB, Wi-Fi memoria interna: DDR3-SDRAM; Proveedor: Disprotec S.R.L Velocidad de rotación de disco duro: 7200 RPM. Wi-Fi estándares: 802.11b,802.11g,Wi-Fi 4 (802.11n)	10	220	2200	
Telefonos	Telefono Panasonic KX-TS500 Negro - Dispositivo audio HD de máxima calidad - Telefono de altavoz full duplex - Puerto Ethernet 10/100 - Compatible con XML	2	135	270	
TOTAL				9820	

Fuente: Corimexo S.A., Librería Olimpia, Disprotec S.R.L.

4.4.3.2. Equipos de laboratorio

Los equipos de laboratorio son herramientas necesarias para realizar investigaciones, medición de productos, comparaciones entre productos o controlar procesos mediante muestras. Los equipos necesarios para los laboratorios de análisis y control, microbiología y fisicoquímica son los siguientes:

-Equipos de laboratorio de análisis y control de calidad

Tabla 4-25: Equipos de análisis y control de calidad

EQUIPO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO (USD/u)	PRECIO TOTAL (USD)	ILUSTRACION
Juego de tubos, probetas, cilindros, vasos, soporte de anillos	El quit hecho de vidrio borosilicato, contiene un juego de vasos de todo volumen, cilindros de todo volumen, 12 tubos de ensayo y un soporte de anillos. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	250	250	
Embudo	Embudo de vidrio, diseñado para laboratorio, facil de limpiar y desinfectar; AISATEC S.R.L.	1	2	2	
Juego de pipetas	La pipeta es un instrumento volumétrico usado para medir la alcuota de un líquido con mucha precisión. Material: Vidrio; Proveedor AISATEC S.R.L.	1	35	35	
Mechero Bunsen	Es un aparato mecanico que esta conectado a una fuente de gas inflamable, el mismo cuenta con un boton regulador de flujo de aire; debe ser usado con precaucion. Material: Vidrio de alta resitencia. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	11	11	
Balanza	Las balanzas son aparatos electronicos que sirven para pesar productos quimicos, las mismas son de alta precision. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	20	20	
Vidrio reloj	El reloj de cristal es una lámina de vidrio, de forma circular cóncava-convexa, que es utilizado para medir la masa o el peso de productos sólidos en cantidades mínimas. Material: Vidrio de alta dureza; Proveedor: AISATEC S.R.L.	2	5	10	

Tabla 4-24 (continuación): Equipos de análisis y control de calidad

EQUIPO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO (USD/u)	PRECIO TOTAL (USD)	ILUSTRACION
Cuentagotas	Son pequeños tubos de vidrio con puntas angostas en un extremo y un bulbo de goma en el otro. Absorben liquido que luego puede exprimirse en pequeñas gotas, sirven para agregar un indicador a una solución. Material: Vidrio y goma. Proveedor AISATEC S.R.L.	2	3	6	
Termometro	Es un instrumento de vidrio, que en su interior contiene mercurio, sirve para calcular la temperatura de un sólido o líquido determinado.	2	12	24	
Medidor de aire	El medidor de la masa de aire sirve para determinar la calidad de aire aspirada. Está compuesto por una carcasa en forma de tubo con un rectificador de corriente, una protección del sensor y un módulo de sensor. Proveedor: AISATEC S.R.L.	2	22	44	
Medidor de calidad de agua	El medidor de calidad del agua, es un instrumento que se encarga de determinar ciertos parámetros necesarios para reconocer los componentes químicos del agua (fosforo, amoníaco, cromo, nitrógeno). Proveedor: AISATEC S.R.L.	2	20	40	
Autoclave	Un autoclave es un recipiente metálico de paredes gruesas con cierre hermético que permite trabajar con vapor de agua a alta presión y alta temperatura que sirve para esterilizar instrumental (material médico, de laboratorio, etc.) o alimentos. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	35	35	
Soportes de anillos	Se utilizan para suspender buretas, vasos, matraces, etc, por encima de otros recipientes o sobre un mechero bunsen.	2	5	10	
Refractometro	El Refractómetro es un instrumento óptico preciso, y como su nombre lo indica, basa su funcionamiento en el estudio de la refracción de la luz. El refractómetro es utilizado para medir el índice de refracción de líquidos y sólidos. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	21	21	
TOTAL				508	

Fuente: AISATEC S.R.L

-Equipos de laboratorio de microbiología

Tabla 4-26: Equipos de laboratorio de microbiología

EQUIPO	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	PRECIO (USD/u)	PRECIO TOTAL (USD)	ILUSTRACION
Juego de tubos, probetas, cilindros, vasos, soporte de anillos	El kit hecho de vidrio borosilicato, contiene un juego de vasos de todo volumen, cilindros de todo volumen, 12 tubos de ensayo y un soporte de anillos. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	250	250	
Mechero Bunsen	Es un aparato mecánico que está conectado a una fuente de gas inflamable, el mismo cuenta con un botón regulador de flujo de aire; debe ser usado con precaución. Material: Vidrio de alta resistencia. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	11	11	
Termometro	Es un instrumento de vidrio, que en su interior contiene mercurio, sirve para calcular la temperatura de un sólido o líquido determinado.	1	12	12	
Microscopio optico	Microscopio digital BA310 tiene una cámara fotográfica digital de 3.0 megapíxel integrada en su cabeza. Su configuración de alta resolución provee imágenes de alto contraste.	1	430	430	
Jarra de anaerobiosis	La jarra de anaerobiosis es un recipiente ideal para realizar incubaciones de microorganismos o bacterias en anaerobiosis ya que en su soporte de acero inoxidable se pueden instalar las bolsas de generación de atmósfera libre de oxígeno. Proveedor: AISATEC S.R.L.	2	18	36	
TOTAL				739	

Fuente: AISATEC S.R.L.

-Equipos de laboratorio de fisicoquímica

Tabla 4-27: Equipos de laboratorio de fisicoquímica

EQUIPO	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	PRECIO (USD/u)	PRECIO TOTAL (USD)	ILUSTRACION
Juego de tubos, probetas, cilindros, vasos, soporte de anillos	El quit hecho de vidrio borosilicato, contiene un juego de vasos de todo volumen, cilindros de todo volumen, 12 tubos de ensayo y un soporte de anillos. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	250	250	
Mechero Bunsen	Es un aparato mecanico que esta conectado a una fuente de gas inflamable, el mismo cuenta con un boton regulador de flujo de aire; debe ser usado con precaucion. Material: Vidrio de alta resitencia. Proveedor: AISATEC S.R.L.	1	11	11	
Termometro	Es un instrumento de vidrio, que en su interior contiene mercurio, sirve para calcular la temperatura de un solido o liquido determinado.	1	12	12	
Microscopio optico	Microscopio digital BA310 tiene una cámara fotográfica digitalde 3.0 megapíxel integrada en su cabeza. Su configuración de alta resolución provee imágenes de alto contraste.	1	430	430	
Jarra de anaerobiosis	La jarra de anaerobiosis es un recipiente ideal para realizar incubaciones de microorganismos o bacterias en anaerobiosis ya que en su soporte de acero inoxidable se pueden instalar las bolsas de generación de atmósfera libre de oxígeno. Proveedor: AISATEC S.R.L.	2	18	36	
TOTAL				739	

Fuente: AISATEC S.R.L.

4.4.3.3. Equipos de protección personal

“Los Equipos de Protección Personal (EPP), son elementos de uso individual destinados a dar protección al trabajador frente a eventuales riesgos que puedan afectar su integridad durante el desarrollo de sus labores”. (OIT, 2018).

La Tabla 4-28 muestra todos los EPP’s necesarios en los diferentes procesos de producción, además de la cantidad necesaria.

Tabla 4-28: Equipos de protección personal

E.P.P.	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO (USD/u)	PRECIO TOTAL (USD)	ILUSTRACION
Casco Industrial	El principal objetivo del casco de seguridad es proteger la cabeza de quien lo usa de peligros y golpes mecánicos.; Material: Polietileno de alta densidad; Usos: Industria en general; Proveedor: SEPP BOLIVIA	20	9	180	
Gafas de seguridad	Material: Policarbonato, marco o armaron suave de PVC o poliamidas resistentes; Usos: Proteje los ojos del impacto de objetos y rayos U.V.; Proveedor: SEPP BOLIVIA	20	4,5	90	
Tapa oídos	Los protectores auditivos son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido del ambiente. Material: ; Usos: ; Proveedor: SEPP BOLIVIA	20	5	100	
Barbijos	La mascarilla quirúrgica, es un tipo de máscara autofiltrante o mascarilla que cubre parcialmente el rostro y es utilizada por personal médico y sanitario para contener bacterias y virus provenientes de la nariz y la boca; Material: Algodón; Proveedor: SEPP BOLIVIA	100	0,15	15	
Overol	Es una prenda usada como protector de ropa que cubre todo el cuerpo, excepto la cabeza, las manos y los pies; aunque algunos suelen llevar capucha. de trabajo de una sola pieza. Suele ponerse sobre la ropa para protegerla; Material: Algodón-Poliester; Proveedor: SEPP BOLIVIA	20	25	500	
Mameluco lavable	Es un overol fabricado a partir de poliester impermeable con cubierta PVC que interpone una eficaz barrera entre el usuario y el exterior. Para mayor ajuste y comodidad cuenta con elásticos en puños, tobillos y gorro. Material: Poliester lavable; Proveedor: SEPP BOLIVIA	6	24	144	

Tabla 4-28 (continuación): Equipos de protección personal

E.P.P.	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO (USD/u)	PRECIO TOTAL (USD)	ILUSTRACION
Mandil	Una bata, delantal, mandil o guardapolvo es una pieza de ropa amplia y larga que sirve en un laboratorio para protegerse de cualquier daño que puedan hacer las sustancias químicas a la ropa o a las personas; Material: Algodón; Proveedor: SEPP BOLIVIA.	6	9	54	
Botas de agua	Son un tipo de botas impermeables y sin cordones, que protegen a quien las usa del agua y el barro. Son utilizadas principalmente como parte de la indumentaria de trabajo en ciertas actividades que requieren protección en condiciones adversas; Material: Goma y caucho; Proveedor: SEPP BOLIVIA	24	12	288	
Calzados punta de metal	Son zapatos hechos de cuero, planta de caucho de 1,5 cm; la punta de estos esta cubierta con una aleación de acero y hierro que protege los pies de objetos pesados; Proveedor: SEPP BOLIVIA	8	45	360	
Chalecos	Se trata de un chaleco de alta visibilidad diseñado para actuar como equipo de protección individual. Las características de esta prenda de ropa industrial hacen que los operarios puedan realizar sus tareas de forma segura en ambientes que pueden ser de alto riesgo. Proveedor: SEPP BOLIVIA	4	18	72	
Guantes de latex	Fabricado de elastómeros, su principal uso es en trabajos relacionados con elementos químicos y/o que requieren limpieza. Proveedor:	100	0,15	15	
Guantes de Goma	Son guantes hechos de polímeros de goma, su característica principal es su resistencia y flexibilidad. Este tipo de guantes son presfectos para el manejo de líquidos. Proveedor: SEPP BOLIVIA	5	0,71	3,55	
Gunates de poliuretano	Los guantes de poliuretano, tienen una capa con buena resistencia a la abrasión y rasgado, protección contra líquidos, agarre en seco-húmedo y durabilidad. Estos guantes no deben ser usados en trabajos en los que haya peligro de enredarse en partes de maquinaria en movimiento. Proveedor: SEPP BOLIVIA	8	4	32	
TOTAL			156,51	1.853,55	

Fuente: SEPP BOLIVIA S.R.L

4.5. Sistema de producción

“Un sistema de producción es el modo cómo se utilizan y se combinan los factores productivos para llevar a cabo su transformación y posteriormente convertirlos en bienes y servicios”. (Carro Paz, 2005)

Para nuestro proyecto se utilizará el sistema de producción en masa, este sistema consiste en producir un gran volumen de producción dentro de una misma línea de producción, sin que la producción sea continua (24/7). Esto quiere decir que el flujo operativo se reinicia una y otra vez, aunque la fábrica siga parámetros de automatización y normalización. Uno de los ejemplos más eficientes de este tipo de producción la encontramos en la producción de bebidas gaseosas como Pepsi o Coca Cola. Estas compañías cuentan con periodos de tiempo determinados de producción de grandes volúmenes de un mismo producto que requieren la integración de insumos y materiales provistos por terceros, como edulcorantes, colorantes y plásticos.

4.5.1. Tiempo de producción de un lote

De acuerdo al CAPITULO 2-MERCADO, la empresa CEVITAL FOOD S.A. demandará mensualmente 2.100 Tn de panela, 1.200 Tn en panela granulada y 900 Tn en panela sólida. Para ello haremos uso del punto 4.3. Balance de materia y energía, de acuerdo a este punto 30 Tn de caña producen 5,402 Tn de panela por hora, calcularemos el tiempo necesario para producir esta cantidad y por factores de conversión obtendremos el tiempo aproximado de producción de 2.100 Tn de panela.

$$5,402 \frac{Tn_{panela}}{hr} * \frac{16 hr}{1 dia} * \frac{30 dias}{1 mes} * 0,9 = 2.333,7 \frac{Tn}{mes}$$

Por regla de tres, obtendremos el tiempo de producción estimado de 2.100 Tn de panela:

$$Tiempo Produccion = \frac{2.100 Tn_{panela} * 30 dias}{2.333,7 Tn_{panela}} = 26,99 \approx \mathbf{27 dias}$$

Entonces el tiempo necesario para producir 2.100 Tn de panela es de 27 días.

4.5.2. Abastecimiento de materia prima e insumos

En este punto se determinará qué cantidad de materia prima e insumos son necesarios para producir 25.200 Tn de panela anualmente, así mismo, se calcula el costo de cada uno de ellos para determinar el costo variable.

CALCULO DE MATERIA PRIMA, INSUMOS Y SUMINISTROS

La estimación de la materia prima, se base en los cálculos realizados en el punto 4.3. Balance de materia y energía de este proyecto:

Cantidad de caña de azúcar necesaria para producir 25.200 Tn/panela-año

$$25.200 \frac{Tn_p}{año} * \frac{100 Tn_{caña}}{17,5 Tn_p} = 144.000 \frac{Tn_{caña}}{año}$$

Cantidad de cal (CaO) necesaria-anual

$$0,90 \frac{Tn_{CaO}}{h} * \frac{16 h}{1 dia} * \frac{360 dias}{1 año} * 0,8 = 4.147,2 \frac{Tn_{CaO}}{año}$$

Cantidad de cloro liquido necesario-anual

Para el proceso de limpieza de la caña se usa 10 ml de cloro líquido o lavandina por cada litro de agua, entonces:

$$4,13 \frac{m^3_{agua}}{hra} * \frac{16 hra}{1 dia} * \frac{360 dias}{1 año} * \frac{1000 lt_{agua}}{1 m^3_{agua}} * \frac{10 ml_{Cl}}{40 lt_{agua}} * \frac{1 lt_{Cl}}{1000 ml_{Cl}} * 0,9 = 5.352,6 Lt_{Cl}$$

Cantidad de gas carbónico necesario-anual

El gas carbónico es usado en la filtración de cachaza residual sobrante del proceso de clarificación, según el punto 4.3. Balance de materia y energía, la cantidad usada de CO₂ es 0,72 Tn/h, el uso de este producto es discontinuo, por tanto consideraremos una eficiencia de uso del 80%, entonces:

$$0,72 \frac{Tn_{CO_2}}{h} * \frac{16 hrs}{1 dia} * \frac{360 dias}{1 año} * \frac{1000 kg_{CO_2}}{1 Tn_{CO_2}} * \frac{1 Tanque_{CO_2}}{105 kg_{CO_2}} * 0,8 = 31.597 \frac{Tanques_{CO_2}}{año}$$

Cantidad de dióxido de azufre necesario-anual

El dióxido de azufre es usado en la filtración de cachaza residual sobrante del proceso de clarificación, la concentración del dióxido de azufre en la cachaza debe ser del 10% máximo.

$$2,05 \frac{Tn_{cachaza}}{h} * \frac{16 \text{ hr}}{1 \text{ dia}} * \frac{360 \text{ dias}}{1 \text{ año}} * \frac{10 Tn_{SO_2}}{100 Tn_c} * \frac{1 \text{ Tanque}_{SO_2}}{105 \text{ kg}_{SO_2}} * 0,9 = 10,12 \frac{\text{Tanques}_{SO_2}}{\text{año}}$$

Cantidad de ácido cítrico (C₆H₈O₇) necesario-anual

La adición del ácido cítrico al 80%, como se mencionó anteriormente se realiza previo a la evaporación, de acuerdo a los cálculos realizados en el punto 4.2.3. EVAPORACION, esta cantidad debe ser de 8 gr por litro de jugo.

$$28,71 \frac{Tn_{j.c}}{h} * \frac{16 \text{ h}}{1 \text{ dia}} * \frac{360 \text{ dia}}{1 \text{ año}} * \frac{1.000 \text{ kg jugo}}{1 \text{ Tn jugo}} * \frac{1.000 \text{ lt}_j}{1.090,2 \text{ kg}_j} * \frac{8 \text{ gr}_{C_6H_8O_7}}{1 \text{ lt jugo}} * \frac{1 Tn_{C_6H_8O_7}}{1 \times 10^6 \text{ gr}_{C_6H_8O_7}} \\ = 1.092,15 \frac{Tn_{C_6H_8O_7}}{\text{año}}$$

Cantidad de suministro de agua utilizada-anual

Existen tres consumos de agua, el primero es al momento de lavar la caña de impurezas, el segundo es al momento de extraer mediante el proceso de imbibición y el tercero es el consumo realizado por la caldera de generación de vapor.

Consumo de agua, limpieza de caña: El consumo aproximado de agua en la máquina de lavado es de 250 litros por hora en todo el recorrido del lavado.

$$250 \frac{\text{lt}_{agua}}{h} * \frac{16 \text{ hrs}}{1 \text{ dia}} * \frac{360 \text{ dias}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ m}^3_{agua}}{1000 \text{ lt}_{agua}} = 1.440 \frac{\text{m}^3_{agua}}{\text{año}}$$

Consumo de agua, extracción de jugo de caña:

$$\frac{4,13 Tn_{H_2O}/h}{5,98 Tn_p/h} * \frac{25.200 Tn_p}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ m}^3_{H_2O}}{1 Tn_{H_2O}} = 17.404 \frac{\text{m}^3_{H_2O}}{\text{año}}$$

Consumo de agua, caldera de generación de vapor: La caldera de generación de vapor consume un máximo de 1 Tn/h de agua.

$$1 \frac{Tn_{agua}}{h} * \frac{16 hrs}{1 dia} * \frac{360 dias}{1 año} = 5.760 \frac{m^3_{H2O}}{año}$$

Entonces el consumo total de agua anualmente es:

$$CT_{agua} = C_{lav} + C_{ext} + C_{cal} = 1.440 + 17.404 + 5760$$

$$CT_{agua} = 24.604 \frac{m^3_{H2O}}{año}$$

Cantidad de suministro de electricidad utilizada-anual

Para el cálculo de consumo de electricidad sumaremos el consumo que realiza cada máquina por hora, los tanques clarificación, filtración, evaporación y concentración se calientan con presión de vapor, entonces:

Tabla 4-29: Consumo de energía por maquina

MAQUINA	CANTIDAD	POTENCIA (W/h)	POTENCIA TOTAL (W)
Dosificadora de caña	1	1.000	1.000
Lavadora de caña	2	1.500	3.000
Extrusora de rodillos	4	3.000	12.000
Generador de vapor	1	-	-
Tanques de almacenamiento	3	1.200	3.600
Tanques de clarificacion	3	-	-
Tanques de filtracion	2	-	-
Tanques de evaporacion	5	-	-
Tanques de concentracion	4	-	-
Moledora y batidora de panela	1	2.200	2.200
Envasadora de p.granulada	1	1.500	1.500
Envasadora de p.solidas	1	2.500	2.500
TOTAL			25.800

Fuente: Elaboración propia, en base al punto 4.3. Maquinaria y Equipo

Entonces se consumirá aproximadamente 25.800 W/h, haciendo factores de conversión conforme al horario laboral y días trabajados tenemos que anualmente se consumen **148.608 KW/año**.

Cantidad de suministro de gas utilizado-anual

El consumo de gas se realiza en la caldera de generación de vapor, mismo que es utilizado en los procesos de clarificación, filtración, evaporación y concentración; el consumo de gas de esta caldera es de aproximadamente 2,5 m³/hora, haciendo los cálculos respectivos, tenemos que el consumo anual de gas es de 14.400 m³/año.

Cálculo de la cantidad de bolsas OBD (Oxobiodegradables), necesarias.

Para panela Solida Redonda y Cuadrada

$$9.000 Tn_{ps} * \frac{1000 kg_{ps}}{1 Tn_{ps}} * \frac{1 caja_{ps}}{48 kg_{ps}} * \frac{50 u. bolsas_{ps}}{1 caja_{ps}} = 9.375.000 u. bolsas OBD.$$

NOTA:

Para el cálculo del costo de las bolsas se considera la dimensión de 30x18 cm, un espesor de 12 micrones, y un precio de 0,025 ctvs./unidad.

Para panela Granulada.

$$14.400 Tn_{pg} * \frac{1000 kg_{pg}}{1 Tn_{pg}} * \frac{1 bolsa_{pg}}{50 kg_{pg}} * \frac{1 u. bolsa OBD}{1 bolsa_{pg}} = 288.000 u. bolsas OBD.$$

NOTA:

Para el cálculo del costo de las bolsas se considera la dimensión de: l=100 cm, a=60 cm, e=12,5 cm y un espesor de 12 micrones, a un precio de 0,04 ctvs./unidad.

Cálculo de la cantidad de cajas de cartón, necesarias

$$9.000 Tn_{ps} * \frac{1000 kg_{ps}}{1 Tn_{ps}} * \frac{1 caja_{ps}}{48 kg_{ps}} = 187.500 cajas.$$

Cálculo de la cantidad de bolsas de papel Kraft necesarias para la panela granulada.

$$14.400 Tn_{pg} * \frac{1000 kg_{pg}}{1 Tn_{pg}} * \frac{1 bolsa_{pg}}{50 kg_{pg}} * \frac{1 saco_{p.kraft}}{1 bolsa_{pg}} = 288.000 sacos_{p.kraft}$$

Una vez calculado las cantidades necesarias de la materia prima, los materiales de elaboración y otros insumos, en la Tabla 4-30 y Tabla 4-31, se muestra los costos estimados de los mismos.

Tabla 4-30: Materia prima, insumos

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL
			(Bs/u)	(Bs/año)
Materias Primas				
Caña de azúcar	TM	144.000	220	31.680.000
Insumos				
Cal (CaO)	TM	4.147	1150	4.769.280
Cloro líquido (Cl)	Lt	5.353	50	267.625
Gas CO2	Tanques	31.597	205	6.477.385
Gas SO2	Tanques	10	225	2.250
Acido cítrico (C6H8O7)	TM	1.092	2400	2.620.800
Otros Insumos (formalina al 2%, Sosa Causica 5%, bicarbonato de sodio)*				30.000
Materiales de elaboración				
Envase P.-Panela Solida (Bolsas PEBD oxobiodegradables)	unid.	9.375.000	0,025	234.375
Envase P.-Panela Granulada Bolsas PEBD-OB	unid.	288.000	0,04	11.520
Envase S.-Panela Solida (Carton corrugado)	unid.	187.500	2,1	393.750
Envase S.-Panela Granulada (Sacos de papel kraft)	unid.	288.000	1,55	446.400
Material de embalaje	unid.	300.000	0,09	27.000
TOTAL				46.960.385
TOTAL (USD)				6.747.182

Fuente: Elaboración propia en base al punto 4.4. Capacidad de producción

NOTA:

El precio de la cal es 35 Bs la bolsa de 25 kg, el precio de ácido cítrico es 65 Bs la bolsa de 25 kg
 El costo de las bolsas OBD (Oxobiodegradables), es de 70 Bs cada 1000 kg (equivalente a 0,07 Cts./unidad), con un espesor de 12 micrones que es apta para la panela. Información basada a la empresa INNOVAPLAST S.R.L. www.innovaplast.cl
 El costo de las cajas de cartón es de 2,2 Bs/unid y el costo de los sacos para la panela granulada es de 1,55 Bs/unid. Información basada en LA PAPELERA S.A. www.lapapelera.com

Tabla 4-31: Otros insumos y gastos

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL
			(Bs/u)	(Bs/año)
Servicios de energía y agua				
Energía	Kw/año	148.608	0,79	117.400
Agua	m ³	24.604	2,2	54.129
Gas	m ³	14.400	11,83	170.352
Otros				
Equipos de proteccion personal EPP***	x trabajador	50	450	22.500
Kit de detergentes e insumos de limpieza	kit	48	200	9.600
TOTAL				373.981
TOTAL (USD)				53.733
COSTO VARIABLE TOTAL				6.800.915

Fuente: Elaboración propia en base al punto 4.4. Capacidad de producción

NOTA:

Para el consumo de energía y agua se considera el precio de 0,79 Bs Kw-h y 2,2 Bs m³ respectivamente.

El consumo de gas del área de generación de vapor, en promedio se gastaría 1,5 m³ por hora siendo el precio del gas industrial de 1,7 USD=11,83 Bs.

4.6. Diseño de planta

El tamaño y distribución de la planta y todos sus ambientes debe estar regido en base a un manual de Buenas Prácticas de Manufactura en la producción de panela (BPM-Panela), Norma CODEX para los azúcares, la cual da directrices para dotar a los ambientes de trabajo de las condiciones necesarias que brinden calidad, seguridad y confiabilidad del producto elaborado. Para la instalación sanitaria se usará el RENISDA, y para la instalación eléctrica la norma NB 777-Diseño y construcción de instalaciones eléctricas de baja tensión,

4.6.1. Distribución de la planta

De acuerdo a la capacidad de producción instalada de 42.000 Tn/año, las dimensiones de la máquina a ser instaladas siguiendo normas de construcción industrial, la superficie del proyecto será de 6.500 m², de los cuales 3.006 m² es la superficie construida dividida en siete bloques.

4.6.1.1. Área de producción

Según la Norma CODEX 212-1999, el área de producción debe cumplir los siguientes requisitos:

- Existencia de un espacio suficiente de separación entre la maquinaria, pisos y techo; con el objetivo de favorecer el desplazamiento de personal y equipos.
- Iluminación adecuada, tanto natural y artificial, tal que no altere la visión del producto.
- Las paredes deben ser de material sólido, revestido de materiales lisos impermeables, no absorbentes, fácil de lavar y desinfectar; los pisos deben inclinarse uniformemente hacia los drenajes para evitar encharcamientos.
- Las puertas deberán ser abatibles, con rejilla y de fácil limpieza para evitar el ingreso de insectos y contaminantes físicos.

Grafico 4-17: Ejemplo de instalación del área de producción de panela.



Fuente: Asociación de Productores Cañeros Agroindustriales Saipina (Asprocas).

De acuerdo a lo anterior el área de producción debe definirse en función al área que ocupara cada maquinaria, en la Tabla 4-32, se muestra un resumen de toda la maquinaria necesaria para la producción de panela y sus respectivas dimensiones. La superficie necesaria para el área de producción es de 1.320 m².

Tabla 4-32: Dimensiones de maquinaria de producción

PROCESO	MAQUINA	CANTIDAD	DIMENSIONES (m)
Preparacion de la caña	Dosificadora de caña	1	4,2x2,5x2,0 (m)
	Lavadora de caña	2	3,5x1,2x1,5 (m)
Molienda	Extrusora de rodillos	4	3,1x2,5x3,0 (m)
Generacion de vapor	Generador de vapor	1	5,0x2,0x2,5 (m)
Calentamiento	Tanques de almacenamiento	3	L=9m, D=3,5m
Clarificacion	Tanques de clarificacion	3	L=4m, D=1,7m
Filtracion	Tanques de filtracion	2	L=3,0m, D=2,0m
Evaporacion	Tanques de evaporacion	4	L=3,1m, D=2,5m
Concentracion y punteo	Tanques de concentracion	4	L=3,0m, D=2,0m
Batido y molienda de p.granulada	Moledora y batidora de panela	1	2,0x1,3x1,5 (m)
Envasado de p.granulada	Envasadora de p.granulada	1	5,0x4,2x5,0 (m)
Envasado de p.sólida	Envasadora de p.sólida	1	4,7x2,27x1,98 (m)
Sistema de Tratamiento de Agua	Sistema de tratamiento de agua	1	6,1x6,0x3,0 (m)

Fuente: Elaboración en base al punto 4.3. Maquinaria y Equipo.

En el área de producción también se encuentran las instalaciones de envasado y empaquetado de panela sólida y granulada. El área de panela sólida tiene un área de 119 m², y el área de producción de panela granulada tiene un área de 154 m², ambos ambientes deben cumplir lo siguiente:

- El área de envasado dependerá mucho de la maquinaria a instalar, debe existir espacio entre maquinaria, paredes y techo.
- El personal que manipule los alimentos en el área de envasado debe contar con el siguiente implemento de trabajo: mameluco lavable, botas, guantes, cofia y barbijo.
- Las paredes y pisos de área de envasado deben ser de material liso, impermeable, lavable y desinfectarle.
- Debe existir un área de lavado de manos y botas para ingresar al área de envasado para que no exista contaminación cruzada al momento de envasar.

Grafico 4-18: Ejemplo de un área de envasado y empaquetado



Fuente: Asociación de Productores Cañeros Agroindustriales Saipina (Asprocas).

4.6.1.2. Área de Generación de Vapor

El área de generación de vapor es un área muy sensible y peligroso, el mismo debe cumplir los siguientes requisitos en su instalación:

De las instalaciones y personal:

- Debe existir espacio suficiente entre maquinaria, paredes y techo.
- Las paredes deben ser de ladrillo rígido bañados con concreto, que soporte altas temperaturas.
- El ambiente debe contar con extinguidores en caso de incendio por su alta sensibilidad, además de contar con un hidrante de agua cercana.
- El personal que manipulara la máquina de generación de vapor debe ser especialista y calificado para el manejo.
- La ropa de trabajo debe ser de material que soporte altas temperaturas, zapatos de seguridad, guantes térmicos, casco de trabajo, respirador industrial.

De las dimensiones del área de generación de vapor:

- El área definida en función a los equipos a instalarse será de 21 m².

Grafico 4-19: Ejemplo del área de generación de vapor.



Fuente: Asociación de Productores Cañeros Agroindustriales Saipina (Asprocas).

4.6.1.3. Área de tratamiento de aguas

La captación y tratamiento de aguas residuales debe ser de alta efectividad, ya que es un insumo de alta utilización en todo el rubro alimenticio, misma que debe cumplir los siguientes requisitos:

De las instalaciones y el personal:

- Debe existir espacio suficiente entre maquinaria, paredes y techo.
- Las paredes deben ser de ladrillo rígido, cubiertas con material impermeable, debe ser lavable y fácil de desinfectar.
- Las ventanas y puertas deben estar provistas de mallas que eviten la entrada de insectos, roedores, las ventanas deben estar constantemente abiertas.
- La instalación debe tener un sistema de extracción de aire.
- El personal debe ingresar con el siguiente equipo de trabajo: mameluco, botas de agua, guantes, cofia y barbijo.
- El personal debe lavarse las botas y manos antes y después de salir del área.
- De las dimensiones del área de tratamiento de aguas:
- El área definida en función a los equipos a instalarse será de 21 m².

Grafico 4-20: Ejemplo de área de tratamiento de aguas industriales



Fuente: Asociación de Productores Cañeros Agroindustriales Saipina (Asprocas).

4.6.1.4. Sala de cuadros eléctricos

La sala de cuadros eléctricos es otra área sensible de la empresa por alta peligrosidad, las instalaciones de esta área deben cumplir los siguientes requisitos:

De las instalaciones y personal:

- Debe existir espacio suficiente entre los equipos eléctricos, paredes y techo.
- Las paredes deben ser de ladrillo rígido bañados con material aislante.
- El ambiente debe contar con extinguidores en caso de incendio por su alta sensibilidad.
- El personal que manipulara los cuadros de control eléctrico debe ser un técnico especialista en electricidad.
- El personal debe ingresar al área con ropa aislante de seguridad, casco, gafas de seguridad, guantes aislantes, zapatos aislantes.

De las dimensiones de la sala de cuadros eléctricos:

- El área definida en función a los equipos a instalarse será de 12 m².

Grafico 4-21: Ejemplo de sala de cuadros eléctricos



Fuente: Asociación de Productores Cañeros Agroindustriales Saipina (Asprocas).

4.6.1.5. Sala de control de producción

La sala de control de producción es un área indispensable para un óptimo desempeño de la empresa panelera ya que permite ver el estado de flujo y detectar atrasos o problemas de producción en tiempo real, el mismo debe cumplir los siguientes requisitos:

De las instalaciones y personal:

- Las paredes, techo y suelo pueden ser de cualquier material ej.: ladrillo, ladrillo rígido, azulejo, etc.
- Debe existir un espacio suficiente para el desplazamiento de personal y equipos.
- El ambiente debe tener vista directa o indirecta (a través de cámaras) del área de producción.
- El ambiente debe contar con extinguidores y extractores de aire.
- El personal que operara esta sala debe ser un técnico en control de producción.
- El personal debe ingresar al área de trabajo con un chaleco y calzados de seguridad media.

De las dimensiones de la sala de control:

- El área definida en función a los equipos a instalarse será de 21 m².

Grafico 4-22: Ejemplo de sala de control de producción



Fuente: Asociación de Productores Cañeros Agroindustriales Saipina (Asprocas).

4.6.1.6. Área de almacenes, materia prima, producto terminado e insumos

Los almacenes son áreas especialmente estructurados y planificados para custodiar, proteger los bienes de una industria; un almacén debe cumplir los siguientes requisitos:

De las instalaciones y personal:

- Las paredes deben ser de un material rígido revestido con concreto, los pisos deben ser de material liso fácil de limpiar y desinfectar; los techos de los almacenes no deben superar los ocho metros de altura.
- Cada almacén debe contar con un equipo contra incendios, extinguidores, mangueras de agua. Cerca de los almacenes debe existir un hidrante de agua en caso de incendio.
- El personal a cargo debe contar con: ropa de alta resistencia, protector auditivo, casco de alto impacto, calzados de gran resistencia, guantes de poliuretano, barbijo.

De las dimensiones del almacén:

- Para nuestro caso el almacén de materia prima será de 252 m², el almacén de producto terminado de 315 m², el almacén de reparación de maquinaria de 60 m², y el almacén de insumos tendrá un área de 132 m².

Grafico 4-23: Ejemplo de almacén industrial



Fuente: Ingenio Azucarero Guabirá S.A.

4.6.1.7. Área de laboratorio de análisis y control de calidad

Un laboratorio de control de calidad es un área muy sensible, por lo cual debe seguir normas de inocuidad y limpieza estrictas, de tal manera que los análisis realizados sean de alta confiabilidad; el mismo debe cumplir las siguientes condiciones:

De las instalaciones y el personal:

- Los techos, paredes, mesones y pisos, se construirán de materiales impermeables con acabos lisos lavables y desinfectables. El mismo debe tener una revisión periódica anual para no tener fisuras, erosiones o aflojamientos. Entre el piso y las paredes debe existir una curva sanitaria. Las puertas y ventanas deben ser impermeables y lavables.

- Debe tener acceso directo de abastecimiento de agua, las instalaciones eléctricas e hidráulicas.
- El laboratorio debe tener un área específica administrativa.
- Todas las áreas del laboratorio deben tener rótulos de señalización legibles relacionados con el acceso restringido al personal autorizado y normas de bioseguridad vigentes.
- El personal del laboratorio debe ser un profesional bioquímico, ingeniero químico, químico industrial o áreas relacionadas.
- El personal del laboratorio debe ingresar al área con mandil, calzados blancos, guantes, cofia y barbijo.

De las dimensiones del laboratorio:

- La superficie mínima recomendada para un laboratorio industrial es de 30 m², para nuestro caso esta superficie será de 40 m².

Del equipamiento:

- Probetas, vasos precipitados, matraz Erlenmeyer, tubos de ensayo.
- Balanza, Vidrio reloj.
- Cuentagotas.
- Termómetro, brixometro.
- Cilindro graduado
- Analizador de agua.
- Analizador de aire.
- Funnel o embudo
- Pipetas, soportes de anillos.

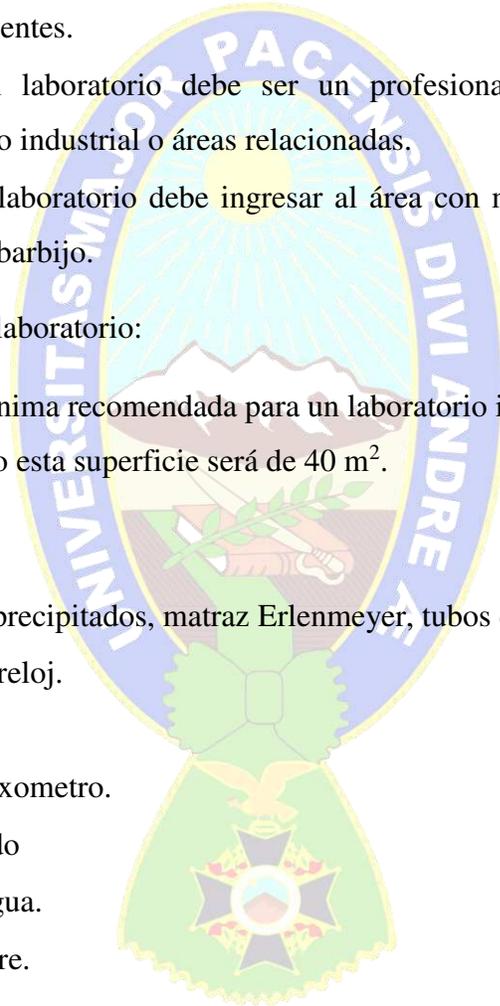


Grafico 4-24: Ejemplo de laboratorio de control de calidad



Fuente: Concentrol Chemical Solutions, www.concentrol.com

4.6.1.8. Área de laboratorio de microbiología

Un laboratorio de microbiología es un área muy sensible, por lo cual debe seguir normas de inocuidad y limpieza estrictas, de tal manera que los análisis realizados sean de alta confiabilidad; el mismo debe cumplir las siguientes condiciones:

De las instalaciones y el personal:

- Los techos, paredes, mesones y pisos, se construirán de materiales impermeables con acabos lisos lavables y desinfectables. El mismo debe tener una revisión periódica anual para no tener fisuras, erosiones o aflojamientos. Entre el piso y las paredes debe existir una curva sanitaria. Las puertas y ventanas deben ser impermeables y lavables.
- Debe tener acceso directo de abastecimiento de agua, las instalaciones eléctricas e hidráulicas.
- El laboratorio debe tener un área específica administrativa.
- Todas las áreas del laboratorio deben tener rótulos de señalización legibles relacionados con el acceso restringido al personal autorizado y normas de bioseguridad vigentes.

- El personal del laboratorio debe ser un profesional bioquímico, ingeniero químico, químico industrial o áreas relacionadas.
- El personal del laboratorio debe ingresar al área con mandil, calzados blancos, guantes, cofia y barbijo.

De las dimensiones del laboratorio:

- La superficie mínima recomendada para un laboratorio industrial es de 30 m², para nuestro caso esta superficie será de 40 m².

Del equipamiento:

- Probetas, vasos precipitados, matraz Erlenmeyer, tubos de ensayo.
- Balanza, Vidrio reloj, Asa de platino y porta asas
- Mechero bunsen
- Cuentagotas, cilindro graduado, Termómetro
- Pipetas, soportes de anillos.
- Microscopio.
- Jarra de anaerobiosis

Grafico 4-25: Ejemplo de laboratorio de control de calidad



Fuente: Concentrol Chemical Solutions, www.concentrol.com

4.6.1.9. Área de laboratorio de fisicoquímica

Un laboratorio de control de calidad es un área muy sensible, por lo cual debe seguir normas de inocuidad y limpieza estrictas, de tal manera que los análisis realizados sean de alta confiabilidad; el mismo debe cumplir las siguientes condiciones:

De las instalaciones y el personal:

- Los techos, paredes, mesones y pisos, se construirán de materiales impermeables con acabos lisos lavables y desinfectables. El mismo debe tener una revisión periódica anual para no tener fisuras, erosiones o aflojamientos. Entre el piso y las paredes debe existir una curva sanitaria. Las puertas y ventanas deben ser impermeables y lavables.
- Debe tener acceso directo de abastecimiento de agua, las instalaciones eléctricas e hidráulicas.
- El laboratorio debe tener un área específica administrativa.
- Todas las áreas del laboratorio deben tener rótulos de señalización legibles relacionados con el acceso restringido al personal autorizado y normas de bioseguridad vigentes.
- El personal del laboratorio debe ser un profesional bioquímico, ingeniero químico, químico industrial o áreas relacionadas.
- El personal del laboratorio debe ingresar al área con mandil, calzados blancos, guantes, cofia y barbijo.

De las dimensiones del laboratorio:

- La superficie mínima recomendada para un laboratorio industrial es de 30 m², para nuestro caso esta superficie será de 40 m².

Del equipamiento:

- Probetas, vasos precipitados y matraz Erlenmeyer.
- Analizador de humedad
- Funnel o embudo, balanzas, cuentagotas
- Microscopio óptico.
- Termómetro
- Refractómetro
- pH metros
- Conductímetro

Grafico 4-26: Ejemplo de laboratorio de fisicoquímica



Fuente: Concentrol Chemical Solutions, www.concentrol.com

4.6.2. Instalación sanitaria

Se prevé realizar la instalación sanitaria con tuberías de PVC con diámetros de 40, 50, 75, 100, 150 y 200 mm, de acuerdo a los requerido por cada área, complementados con las correspondientes arquetas de pie de bajante, arquetas de registro, arquetas de sumidero, arquetas de sumidero sifónico.

Como se muestra en el **Anexo 4-C** (Plano de distribución y áreas), **Anexo 4-D** (Plano de techos), **Anexo 4-F** (Plano de Instalación Sanitaria) la red de saneamiento será separativa entre aguas residuales y aguas pluviales, que se conectará con la red de alcantarillado del Parque Industrial, previo pasó con la cámara de registro.

Toda la instalación sanitaria se realizará en base a la norma boliviana RENISDA e instrucciones resolutivas del Parque Industrial Latinoamericano (PILAT S.R.L.).

4.6.3. Instalación eléctrica

Se conectará a la acometida existente en la parcela. Se alimentará con energía trifásica con un voltaje de 380 V. En el **Anexo 4-E**, se muestra el diseño de la instalación eléctrica, el mismo cuenta con

Esta instalación eléctrica estará enmarcada en base a la norma boliviana **NB 777- Diseño y construcción de instalaciones eléctricas de baja tensión**, y normas completaría.

4.7. Seguridad industrial e higiene del trabajo

Uno de los principales objetivos de una empresa es que los trabajadores den el 100% de su fuerza laboral; para ello las empresas deben brindar al trabajador todas las condiciones de trabajo necesarias para un buen rendimiento. Para ello los trabajadores dentro del área de trabajo deben contar con los EPP (Equipos de Protección Personal), que garanticen su salud y la seguridad en la planta.

4.7.1. Normas a ser aplicadas

Para una correcta aplicación de las normas de seguridad para los trabajadores, se deberá cumplir con el **Decreto Supremo N°108, 1ro mayo de 2009**, que es una modificación de la **Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar aprobada mediante el Decreto Ley N°16998 del 2 de agosto de 1979**; esta Ley en el CAPITULO I, Artículo 6 y 7 establece las obligaciones de los empleados y empleadores.

Dar cumplimiento a las normas bolivianas **NB 56006:2008 Equipo de protección personal-Guía para realizar los métodos de ensayo para calzado de trabajo y seguridad**, **NB 56008:2008 Equipos de protección personal-Calzado de Seguridad**, **ETD 58006:2008 Extintores (matafuegos) manuales y sobre ruedas-Dotación, control, recarga y mantenimiento**, **NB 510002:2012 Seguridad y salud en el trabajo- Condiciones mínimas de niveles de iluminación en los lugares de trabajo**.

A nivel general internacional se debe dar la aplicación de la **Norma ISO 45001: 2015 “Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo”**.

4.8. Señalización

El proyecto al momento de ser ejecutado deberá contar con señalizaciones que llamen la atención del trabajador de forma rápida e inteligente sobre situaciones de peligro o simplemente para guiar al trabajador de forma más segura dentro de la planta.

4.8.1. Normas a ser aplicadas

Se deberá cumplir para ello con la Norma Boliviana **NB-55001, Señalización de seguridad parte 1: Colores señales y carteles de seguridad para los lugares de trabajo**.

Características de las señales

Para que toda señal sea eficaz y cumpla su finalidad debe emplazarse en el lugar adecuado a fin de que:

- Atraiga la atención de quienes sean los destinatarios de la información.
- Dé a conocer la información con suficiente antelación para poder ser cumplida.
- Ser clara y con una interpretación única.
- Informar sobre la forma de actuar en cada caso concreto.