



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



FACULTAD DE
INGENIERÍA
UDELAR

Proyecto Industrial

Planta de Beef Jerky

Inés Álvarez Musso

Juan Manuel Cristiani Fernández

Sebastian Monaco Larrosa

Martina Pollini Comba

Evangelina Tabárez Carlini

Proyecto de grado presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República
en cumplimiento parcial de los requerimientos para la obtención del título de Ingeniero
Químico / Ingeniero de Alimentos

Tutores

Ing. Quím. Raúl García

Ing. Quím. Mario Furest

Montevideo, Uruguay

2024

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN EJECUTIVO | 7 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 8 |
| 1.1 BEEF JERKY | 8 |
| 1.1.1 Composición del Beef Jerky | 8 |
| 1.1.2 Proceso de elaboración | 8 |
| 2. COMERCIALIZACIÓN | 10 |
| 2.1 ESTUDIO DE MERCADO | 10 |
| 2.1.1 El producto | 10 |
| 2.1.2 La demanda | 10 |
| 2.1.3 La oferta | 11 |
| 2.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN | 11 |
| 2.2.1 Análisis de Porter | 11 |
| 2.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES ESTRATÉGICAS | 12 |
| 2.3.1 Propuesta de valor | 12 |
| 2.3.2 Segmentos de mercado | 13 |
| 2.3.3 Producto | 13 |
| 2.3.4 Precio | 13 |
| 2.3.5 Canales de distribución | 14 |
| 2.3.6 Marketing | 14 |
| 2.4 PROYECCIÓN DE MERCADO | 15 |
| 3. TAMAÑO | 16 |
| 3.1 PLANTEO DE LAS POSIBLES ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN | 16 |
| 3.1.3 Combinación de estrategias | 17 |
| 3.2 SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA PRODUCTIVA | 17 |
| 3.3 CRONOGRAMA DE OPERACIÓN DE LA PLANTA | 18 |
| 3.4 DEMANDA DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS | 18 |
| 4. LOCALIZACIÓN | 19 |
| 4.1 DEFINICIÓN DE LA REGIÓN | 19 |
| 4.2 SELECCIÓN DE LA ZONA DENTRO DE LA REGIÓN | 19 |
| 5. INGENIERÍA DEL PROYECTO | 22 |
| 5.1 INTRODUCCIÓN | 22 |
| 5.2 RESUMEN Y DEFINICIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN | 22 |
| 5.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BEEF JERKY | 26 |
| 5.3.1 Recepción de materia prima | 26 |
| 5.3.2 Almacenamiento de materia prima en cámara de congelado | 26 |
| 5.3.3 Descongelado | 27 |
| 5.3.4 Desenvasado | 27 |
| 5.3.5 Desgrasado grueso | 28 |
| 5.3.6 Desgrasado fino | 28 |
| 5.3.7 Fileteado | 29 |
| 5.3.8 Marinado | 29 |

| | |
|--|----|
| 5.3.8.1 Preparación de las salsas de marinado _____ | 29 |
| 5.3.8.2 Cámara de macerado _____ | 29 |
| 5.3.9 Zona de extendido _____ | 30 |
| 5.3.9.1 Control de solapamiento _____ | 30 |
| 5.3.10 Secado _____ | 31 |
| 5.3.11 Troceado _____ | 31 |
| 5.3.12 Envasado _____ | 32 |
| 5.3.12.1 Detector de metales _____ | 32 |
| 5.4 SERVICIOS Y EQUIPOS AUXILIARES _____ | 32 |
| 5.4.1 Tanques auxiliares _____ | 32 |
| 5.4.1.1 Tanque de condimentos _____ | 32 |
| 5.4.1.2 Tanque de agua potable _____ | 32 |
| 5.4.2 Limpieza de equipos e instalaciones _____ | 33 |
| 5.5 SERVICIOS INDUSTRIALES _____ | 33 |
| 5.5.1 Agua _____ | 33 |
| 5.5.1.1 Tratamiento de agua externo _____ | 34 |
| 5.5.1.2 Tratamiento de agua para caldera _____ | 34 |
| 5.5.1.3 Tratamiento de agua interno _____ | 35 |
| 5.5.2 Energía eléctrica _____ | 36 |
| 5.5.2.1 Iluminación _____ | 36 |
| 5.5.2.2 Potencia requerida en los distintos sectores _____ | 36 |
| 5.5.2.3 Potencia requerida por los distintos equipos _____ | 36 |
| 5.5.2.4 Compesación de potencia reactiva _____ | 36 |
| 5.5.2.5 Diagrama unifilar y sección de cables _____ | 37 |
| 5.5.2.6 Potencia a contratar _____ | 37 |
| 5.5.3 Refrigeración y acondicionamiento térmico _____ | 39 |
| 5.5.3.1 Refrigeración de cámaras de frío con amoníaco _____ | 39 |
| 5.5.3.2 Refrigeración de zonas de frío con propilenglicol _____ | 40 |
| 5.5.4 Gestión, control y tratamiento de emisiones gaseosas, líquidas y sólidas _____ | 40 |
| 5.5.4.1 Emisiones gaseosas _____ | 40 |
| 5.5.4.2 Emisiones líquidas y sólidas _____ | 40 |
| 5.5.5 Sistema contra incendio _____ | 43 |
| 5.5.5.1 Sistema de protección por extintores portátiles _____ | 44 |
| 5.5.5.2 Bocas de incendio _____ | 44 |
| 5.5.5.3 Salidas de emergencia y plan de evacuación _____ | 45 |
| 5.5.5.4 Rociadores automáticos _____ | 45 |
| 5.6 CAÑERÍAS Y BOMBAS _____ | 46 |
| 5.6.1 Aislación de cañerías _____ | 46 |
| 5.6.2 Bombas _____ | 46 |
| 5.7 AUTOMATISMOS Y CONTROL DE PROCESOS _____ | 46 |
| 5.8 OBRA CIVIL _____ | 48 |
| 5.9 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL _____ | 49 |
| 5.9.1 Organigrama _____ | 49 |
| 5.9.2 Definición del personal necesario: cantidad y calidad. _____ | 50 |

| | |
|---|-----------|
| 5.9.2.1 Cantidad de Personal | 50 |
| 5.9.2.2 Calidad del Personal | 51 |
| 5.10 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL | 51 |
| 5.10.1 Estudio del Impacto Ambiental | 51 |
| 5.10.2 Identificación de impactos ambientales | 51 |
| 5.10.3 Cuantificación de impactos ambientales | 52 |
| 5.11 CONTROL Y GESTIÓN DE CALIDAD | 54 |
| 5.11.1 Sistemas de gestión de calidad | 54 |
| 5.11.2 Sistema de gestión de la inocuidad | 55 |
| 5.11.2.1 Validación del proceso | 55 |
| 5.11.2.2 Control de plagas | 57 |
| 5.11.2.3 HACCP | 57 |
| 5.11.2.4 Capacitación | 68 |
| 5.11.2.5 Indicadores de resultados | 68 |
| 5.11.3 Sistema de gestión de riesgos y seguridad | 68 |
| 5.11.3.1 Análisis de riesgos | 69 |
| 5.12 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL | 70 |
| 5.12.1 Evaluación de riesgos | 70 |
| 5.12.2 Implementación de medidas para mitigar los riesgos | 72 |
| 5.13 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO | 73 |
| 6. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO | 74 |
| 6.1 INTRODUCCIÓN | 74 |
| 6.2 INVERSIONES | 74 |
| 6.2.1 Inversiones amortizables | 74 |
| 6.2.1.1 Tangibles | 74 |
| 6.2.1.2 Intangibles | 79 |
| 6.2.2 Inversiones no amortizables | 79 |
| 6.2.3 Resumen inversiones | 80 |
| 6.3 TERRENO | 82 |
| 6.4 EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN CON CAPITAL PROPIO | 83 |
| 6.4.1 Costos | 83 |
| 6.4.1.1 Costos fijos | 85 |
| 6.4.1.2 Costos variables | 86 |
| 6.4.1.3 Costos administrativos | 86 |
| 6.4.1.4 Costos fiscales | 87 |
| 6.4.1.5 Exoneración de costos fiscales | 87 |
| 6.4.2 Ventas | 88 |
| 6.5 EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN CON CAPITAL MIXTO | 89 |
| 6.5.1 Características del préstamo | 89 |
| 6.5.2 Costos | 89 |
| 6.5.3 Ventas | 90 |
| 6.6 PUNTO DE EQUILIBRIO | 90 |
| 6.6.1 Punto de equilibrio para el proyecto con capital propio | 91 |
| 6.6.2 Punto de equilibrio para el proyecto con capital mixto | 91 |

| | |
|---|------------|
| 6.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD | 92 |
| 6.8 ANÁLISIS DE INDICADORES ECONÓMICOS | 94 |
| 6.8.1 Flujo de fondos | 94 |
| 6.8.2 Valor Actual Neto (VAN) | 96 |
| 6.8.3 Tasa Interna de Retorno (TIR) | 96 |
| 6.8.4 Resumen de indicadores económicos | 97 |
| 7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO | 97 |
| 7.1 Evaluación desde el punto de vista del empresario. | 97 |
| 7.1.1 Rentabilidad y seguridad: | 98 |
| 7.2 Evaluación desde el punto de vista de la institución financiera | 98 |
| 7.2.1 Índice de endeudamiento | 98 |
| 7.2.2. Utilidad sobre ventas | 99 |
| 7.3 Evaluación desde el punto de vista nacional | 99 |
| 7.3.1. Producción y Generación de Empleo | 99 |
| 7.3.2. Índice de ocupación | 100 |
| 7.3.3 Conclusiones | 100 |
| ANEXO | 101 |
| ANEXO 1 | 101 |
| ANEXO 2 | 103 |
| ANEXO 3 | 110 |
| ANEXO 4 | 110 |
| APÉNDICE | 116 |
| APÉNDICE 1: COSTO DE TRANSPORTE | 116 |
| APÉNDICE 2 : BALANCE DE MASA | 117 |
| APÉNDICE 3: DIMENSIONES DE CÁMARAS DE FRÍO | 120 |
| 1. Cámara de almacenamiento de carne congelada. | 120 |
| 2. Cámara de descongelado de carne. | 123 |
| 3. Cámara de macerado. | 124 |
| APÉNDICE 4: BALANCES DE CALOR | 125 |
| 1. Secador | 125 |
| 2. Cámaras y zonas de frío | 129 |
| APÉNDICE 5: DISEÑO DE CALDERA | 161 |
| APÉNDICE 6: TRATAMIENTO DE AGUA INTERNO | 165 |
| APÉNDICE 7: ENERGÍA ELÉCTRICA | 166 |
| 1. Iluminación | 166 |
| 2. Potencia requerida en los distintos sectores | 168 |
| 3. Potencia requerida por los distintos equipos | 168 |
| 4. Compensación de potencia reactiva | 170 |
| 5. Sección de cables | 170 |
| APÉNDICE 8: SELECCIÓN DE EVAPORADORES | 173 |
| APÉNDICE 9: CAÑERÍAS Y BOMBAS | 175 |
| 1. Refrigeración | 175 |
| 2. Agua | 177 |
| 3. Aislación de cañerías | 179 |

| | |
|--|------------|
| APÉNDICE 10: DIMENSIONAMIENTO DE LOS DEPÓSITOS DE INSUMOS Y PRODUCTO TERMINADO _____ | 181 |
| APÉNDICE 11: ESTIMACIONES ECONÓMICO FINANCIERO: _____ | 186 |
| BIBLIOGRAFÍA _____ | 193 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica de una planta elaboradora de beef jerky en Uruguay, aprovechando la alta calidad de la carne local. El beef jerky es un snack a base de carne vacuna deshidratada, se caracteriza por su alto contenido proteico y facilidad de consumo, atributos que lo posicionan como un producto adecuado para personas pasan largos períodos fuera de casa, así como aquellos interesados en opciones saludables. La planta se orienta al mercado de exportación hacia Estados Unidos, país líder en el consumo de snacks, el cual presenta una demanda en crecimiento.

En términos de comercialización, el producto se vende en formato a granel a empresas estadounidenses que gestionan su envasado y distribución final. La estrategia de diferenciación se basa en el uso de carne bovina grass-fed y certificada como orgánica, satisfaciendo las tendencias actuales en Estados Unidos hacia la sostenibilidad y alimentos libres de hormonas y antibióticos.

El diseño de la planta está pensado para alcanzar una producción de hasta 150 toneladas mensuales en cinco años, partiendo de una producción inicial de 50 toneladas. La planta opera en un esquema de producción por lotes, adaptado a las necesidades de control de calidad y ajuste de la capacidad productiva según la demanda. La planta se ubica en la región sur de Uruguay, en el departamento de San José, próxima a proveedores de carne y con acceso a infraestructura portuaria, equilibrando la eficiencia en costos logísticos y el acceso a recursos clave.

La ingeniería del proyecto aborda todas las etapas de producción, desde la recepción y descongelado de la carne, pasando por el marinado, secado y empaquetado final. La planta también contempla un sistema de gestión de residuos y tratamiento de efluentes acorde a las normativas ambientales uruguayas, minimizando el impacto ambiental y asegurando la sostenibilidad del proyecto.

La inversión total asciende a 18.435.259 USD, donde el 13,8% corresponde a inversión en equipamiento. El análisis económico financiero arroja un VAN de 3,106,597 USD y una TIR de 12,49% para el proyecto con el capital proveniente exclusivamente del empresario inversor; obteniéndose de forma análoga un VAN de 5,108,731 USD y una TIR de 16,03% si el capital proviene tanto del inversor como de un préstamo provisto por una entidad financiera. De este análisis se concluye que el proyecto es rentable, tanto para el empresario inversor como para la institución financiera y el Estado, aunque es importante considerar los riesgos asociados a la fuerte dependencia con el valor de la materia prima y al precio del producto final, tal como se ve en el análisis de sensibilidad realizado.

La empresa llamada Uru-jerky representa una oportunidad significativa para el país en el mercado de alimentos de alta calidad y contribuye a la diversificación de productos de exportación del sector ganadero nacional.