

La pectina es un polisacárido complejo presente en las paredes celulares de vegetales, especialmente en frutas. Es un coloide que tiene la propiedad de absorber agua; los geles de esta sirven para crear o modificar la textura de alimentos como jaleas y compotas.

La pectina es usada por sus propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes principalmente en la industria alimentaria para la producción de mermeladas, salsas, yogures, helados y bebidas, entre otros, y puede obtenerse a partir de peras, manzanas, duraznos, ciruelas, guayaba, cáscaras de cítricos, etc.

Tomando en cuenta el porcentaje de pectina en cada una de las fuentes mencionadas, se ve claramente que el mejor rendimiento se obtiene tomando como base cáscaras de cítricos, con hasta un 30% del peso seco.

Argentina es uno de los principales productores de limones. En 2017 la producción nacional alcanzó los 1,675 millones de toneladas (1.675.000), dejando como subproducto 75.000 toneladas de cáscara deshidratada, la principal fuente de obtención de pectina.

Por estas razones presentamos a continuación el proyecto de obtención de pectina a partir de cáscara de limón.

Capítulo 1 - Pectina. Descripción y presentaciones	Pág.	1
Descripción y tipos	Pág.	1
Propiedades de la pectina	Pág.	4
Usos de la pectina	Pág.	5
Capítulo 2 - Estudio de Mercado	Pág.	8
Análisis de la demanda	Pág.	9
Productos sustitutos	Pág.	11
Análisis de la oferta del producto	Pág.	13
Análisis de la oferta de materia prima	Pág.	14
Determinación del tamaño de planta	Pág.	16
Capítulo 3 - Proceso productivo	Pág.	17
Fundamentos del proceso de extracción	Pág.	17
Pretratamiento	Pág.	18
Extracción	Pág.	22
Purificación	Pág.	26
Capacidad de producción	Pág.	31
Tasa de planta	Pág.	32
Balance de masa y diagrama de proceso	Pág.	33
Análisis de tiempos productivos	Pág.	36
Determinación de personal por operaciones	Pág.	38
Equipamiento	Pág.	39
Capítulo 4 – Matriz FODA	Pág.	49
Capítulo 5 – Localización	Pág.	50
Capítulo 6 – Análisis económico	Pág.	55
Inversión inicial	Pág.	55
Financiación	Pág.	59
Depreciación de activos fijos	Pág.	62
Costos	Pág.	63
Punto de equilibrio	Pág.	68
Gastos	Pág.	70
Estado de Resultados proyectado a 10 años	Pág.	71
Flujo de caja	Pág.	73
Evaluación de proyecto	Pág.	74
Valor actual neto	Pág.	74
Tasa interna de retorno	Pág.	76
Conclusiones	Pág.	77
Capítulo 7 – Marco regulatorio	Pág.	78
Organismos reguladores	Pág.	78
FAO/WHO, JECFA	Pág.	78

SFC, Unión Europea	Pág.	78
FDA, Estados Unidos	Pág.	79
IPPA, internacional	Pág.	79
ANMAT, Argentina	Pág.	82
Tests de identificación	Pág.	83
Tests de pureza	Pág.	85
Capítulo 8 – Estudio del impacto ambiental	Pág.	91
<i>Lista de Referencias</i>	Pág.	94
Apéndice	Pág.	95
Modelización de isotermas de sorción	Pág.	95
Diagrama de proceso	Pág.	96
Líneas de crédito en Tucumán	Pág.	97
Cuadro Tarifario de SAT SAPEM	Pág.	98

Lista de tablas

v

Tabla 1. Toneladas anuales de pectina importadas en Argentina	Pág.	9
Tabla 2. Pronóstico de la demanda de pectina en Argentina	Pág.	10
Tabla 3: Enzimas pécticas y su mecanismo de acción	Pág.	19
Tabla 4. Rendimiento de pectinas	Pág.	24
Tabla 5. Grado de esterificación (%)	Pág.	24
Tabla 6. Diagrama de Gantt tiempos de producción diaria	Pág.	36
Tabla 7. Diagrama de Gantt de planificación semanal	Pág.	37
Tabla 8. Determinación de personal por operaciones	Pág.	38
Tabla 9. Listado de equipamiento	Pág.	39
Tabla 10. Capital fijo – Máquinas y equipos industriales	Pág.	56
Tabla 11. Capital fijo – Instrumental de laboratorio	Pág.	56
Tabla 12. Capital fijo – Comunicación y computación	Pág.	56
Tabla 13. Capital fijo – Mobiliario	Pág.	57
Tabla 14. Capital de trabajo	Pág.	58
Tabla 15. Inversión inicial total	Pág.	58
Tabla 16. Variables Préstamo BICE	Pág.	16
Tabla 17. Desarrollo del préstamo	Pág.	61
Tabla 18. % de depreciación de activos fijos	Pág.	62
Tabla 19. Proyección de las depreciaciones a 10 años	Pág.	62
Tabla 20. Costo de materia prima	Pág.	63
Tabla 21. Costo de insumos	Pág.	63
Tabla 22. Costo de energía eléctrica	Pág.	64
Tabla 23. Costo de gas	Pág.	64
Tabla 24. Costo de mano de obra directa	Pág.	64
Tabla 25. Costo de mano de obra indirecta	Pág.	65
Tabla 26. Costo variable	Pág.	66
Tabla 27. Costo fijo	Pág.	66
Tabla 28. Costos anuales	Pág.	66
Tabla 29. Gastos administrativos	Pág.	70
Tabla 30. Gastos de comercialización	Pág.	70
Tabla 31. Gastos varios	Pág.	70
Tabla 32. Capacidad instalada	Pág.	71
Tabla 33. Cuadro de resultados proyectado	Pág.	72
Tabla 34. Flujo de caja	Pág.	73
Tabla 35. Especificaciones de pectina según IPPA	Pág.	81
Tabla 36. Muestras para test de identificación de pectinas	Pág.	83
Tabla 37. Sección 12 de ficha de datos de seguridad del ácido cítrico	Pág.	92

Lista de figuras

vi

<i>Figura 1:</i> pared celular vegetal	Pág.	1
<i>Figura 2:</i> estructura de pectina de alto metoxilo (HM)	Pág.	3
<i>Figura 3.</i> Estructura de pectina de bajo metoxilo (LM)	Pág.	4
<i>Figura 4:</i> Distribución del consumo de pectina en la industria alimentaria	Pág.	7
<i>Figura 5.</i> Pronóstico de la demanda de pectina en Argentina	Pág.	10
<i>Figura 6.</i> Promedio anual de toneladas de pectina importadas por país de origen	Pág.	14
<i>Figura 7.</i> Producción nacional de limón en toneladas entre 2007 y 2017	Pág.	15
<i>Figura 8.</i> Evolución de la producción argentina de subproductos de limón	Pág.	16
<i>Figura 9.</i> Esquema del proceso de extracción de pectina	Pág.	17
<i>Figura 10.</i> Modo de acción de pectinasas en la degradación del homogalacturano y xilagalacturano.	Pág.	21
<i>Figura 11.</i> Esquema de filtro de torta (Mc Cabe, 1998)	Pág.	27
<i>Figura 12.</i> Influencia de a_w en reacción de degradación de alimentos.	Pág.	28
<i>Figura 13:</i> Isoterma de sorción de cáscara de limón con modelos de GAB, Halsey y Handerson.	Pág.	30
<i>Figura 14.</i> Filtro prensa	Pág.	46
<i>Figura 15.</i> Evaporador al vacío de efecto múltiple y alimentación en paralelo	Pág.	47
<i>Figura 16.</i> Matriz FODA	Pág.	49
<i>Figura 17.</i> Zona del citrus en Tucumán	Pág.	51
<i>Figura 18.</i> Mapa de servicios entre San Miguel de Tucumán y Cruz Alta	Pág.	52
<i>Figura 19.</i> Mapa satelital Parque Industrial Tucumán	Pág.	54
<i>Figura 20.</i> Línea de crédito BICE	Pág.	60
<i>Figura 21.</i> Proporción de costos	Pág.	67
<i>Figura 22.</i> Proporción de costos de materia prima	Pág.	67
<i>Figura 23.</i> Punto de equilibrio económico	Pág.	69
<i>Figura 24.</i> Punto de equilibrio financiero	Pág.	69
<i>Figura 25.</i> Evaluación de la utilidad	Pág.	73

Capítulo 1

Pectina - Descripción y presentaciones

Descripción y tipos de pectinas

Las pectinas son polisacáridos complejos formados fundamentalmente por largas cadenas de unidades de ácido galacturónico, en donde los grupos de ácidos pueden estar libres, combinados como ester metil, sodio, potasio o sales de amonio y en algunas pectinas también pueden estar presentes grupos amida. Están presentes en las paredes celulares de los vegetales, especialmente en las frutas, y son el mayor componente de la pared celular primaria de las plantas superiores. La función de las pectinas es mantener la integridad de los tejidos y en las frutas sin madurar, y se encuentran enlazadas con microfibrillas de celulosa de la pared celular para darle rigidez.

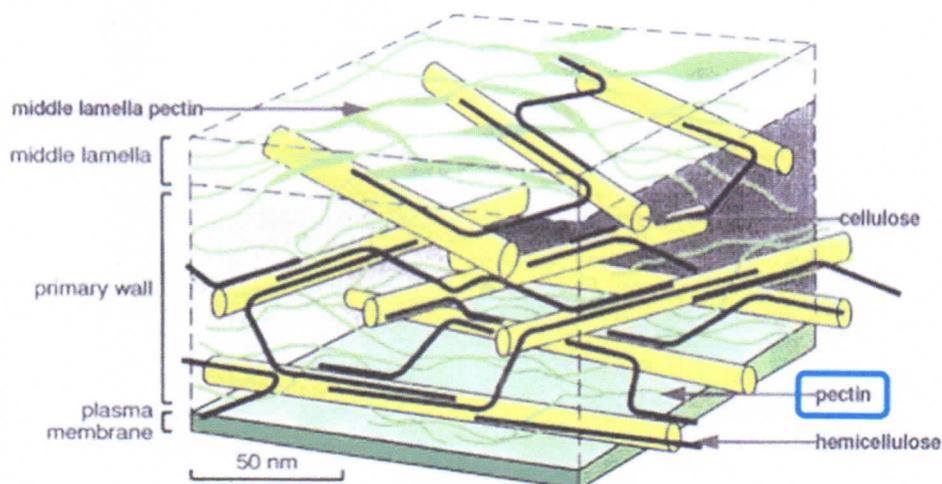


Figura 1: pared celular vegetal

De acuerdo al grado de esterificación (porcentaje de grupos éster en la molécula), las pectinas se pueden clasificar en pectinas de alto metoxilo (HM) y pectinas de bajo metoxilo (LM).

- *Geles de pectina de alto metoxilo (HM)*

La primera condición para obtener geles de pectina de alto metoxilo es que el pH sea bajo, para que los grupos ácidos, minoritarios, se encuentren fundamentalmente en forma no ionizada, y no existan repulsiones entre cargas. A pH 3,5, aproximadamente la mitad de los grupos carboxilo del ácido galacturónico se encuentran ionizados, pero por debajo de pH 2 el porcentaje es ya muy pequeño. Las cadenas de pectinas de alto metoxilo pueden entonces unirse a través de interacciones hidrofóbicas de los grupos metoxilo o mediante puentes de hidrógeno, incluidos los de los grupos ácidos no ionizados, siempre que exista un material muy hidrófilo (azúcar) que retire el a agua. En consecuencia, las pectinas de alto metoxilo formarán geles a pH entre 1 y 3,5, con contenidos de azúcar entre el 55% como mínimo y el 85%. El grado de esterificación de las pectinas de alto metoxilo influye mucho sobre sus propiedades. En particular, a mayor grado de esterificación, mayor es la temperatura de gelificación. Por ejemplo, una pectina con un grado de esterificación del 75% es capaz de gelificar ya a temperaturas de 95°, y lo hace en muy pocos minutos a temperaturas por debajo de 85°C. Por esto se llaman “pectinas rápidas”. Son, por ejemplo, las que se utilizan en la fabricación de gominolas, que con una concentración muy elevada de azúcar, hasta el 80% de sólidos, forman geles que pueden desmoldarse al poco tiempo. En cambio, una pectina con un grado de esterificación del 65% no gelifica a una temperatura de 75°C, y tarda alrededor de media hora en hacerlo a 65°C. Es lo que se llama una “pectina lenta”. Además, las pectinas con

un grado de esterificación mayor forman geles que son irreversibles térmicamente, mientras que los geles formados por pectinas de grado de esterificación menor son reversibles.

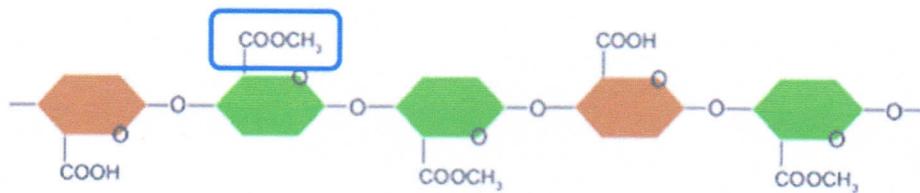


Figura 2: estructura de pectina de alto metoxilo (HM)

- *Geles de pectina de bajo metoxilo (LM)*

En el caso de las pectinas de bajo metoxilo, el mecanismo de formación de geles es totalmente distinto, ya que la unión entre cadenas se produce a través de iones de calcio que forman puentes entre las cargas negativas. La estructura es semejante a la “caja de huevos” de los geles de alginato, pero algo menos ordenada, dada la presencia de grupos esterificados entre los galacturónicos sin esterificar. La concentración de calcio es importante hasta llegar a una cierta cantidad, que depende de cada tipo concreto de pectina, y que se conoce como “saturación de calcio”. Suele estar en torno a las 500 ppm. Por encima, una mayor cantidad de calcio no tiene efecto, o incluso en algunos casos puede llegar a debilitar el gel. Esto no sucede en el caso de otros geles de este tipo, como es el de alginato. Las pectinas de bajo metoxilo forman geles de consistencia máxima con cantidades de calcio que oscilan de 20 a 100 mg de por gramo de pectina. La presencia de azúcar reduce mucho la cantidad de calcio necesaria. Consecuentemente, a menor cantidad de azúcar presente en el producto, es necesario utilizar pectinas de metoxilo menor para obtener la misma consistencia

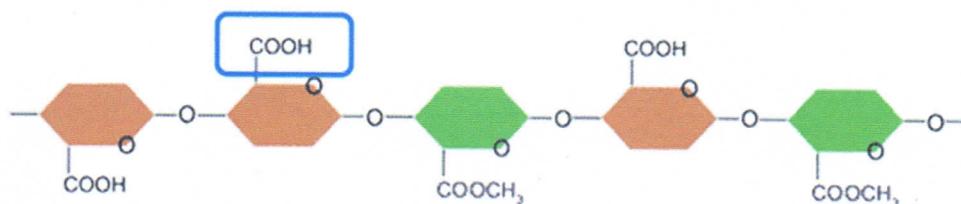


Figura 3. Estructura de pectina de bajo metóxilo (LM)

Propiedades de la pectina

La pectina presenta propiedades gelificantes, espesantes y estabilizantes si se dispersa en una solución acuosa en forma correcta y si se conserva en un lugar fresco y seco. Sus características principales son:

- **Solubilidad:** Debe ser disuelta completamente para asegurar su completa utilización y evitar la formación de un gel heterogéneo. La eventual formación de grumos durante la disolución de la pectina lleva a la pérdida del poder gelatinizante. El mejor método para preparar tal solución es pre mezclar la pectina con azúcar en relación de 1:3 y dispersarla, con agitación, en agua caliente (85-90°C) con un mixer de alta velocidad, manteniendo el contenido de sólidos solubles debajo del 20%. La pectina, como los otros agentes gelificantes, no se disuelve en el sistema si existen ya las condiciones de gelatinización.

- **Estabilidad:** Para mantener inalteradas sus características, se debe conservar en un lugar fresco y seco. Temperaturas mayores respecto a la temperatura ambiente determinan una degradación de la pectina debido a una reducción del peso molecular. El pH óptimo de la pectina está comprendido entre 2,8 y 4,7. 46

- Viscosidad: Las soluciones de pectina presentan una viscosidad menor comparadas con aquella de otros espesantes naturales. La presencia de sales polivalentes (Ca^{++} y Mg^{++}) tiende a aumentar la viscosidad. En particular, elevadas concentraciones de sales pueden gelatinizar las soluciones de pectinas LM. En las soluciones que no poseen sales polivalentes, la viscosidad baja al aumentar la acidez.

Usos de la Pectina

La pectina es uno de los estabilizadores más versátiles del mercado. Es gelificante, espesante y estabilizante, estos atributos hacen que sea un aditivo esencial en la fabricación de muchos alimentos. Tradicionalmente la pectina ha sido usada principalmente en la elaboración industrial y doméstica de mermeladas y jaleas de fruta, y también en la elaboración de productos con o sin azúcar. La pectina proporciona la textura deseada, limita la creación de agua o jugos en la superficie de los productos y también distribuye la fruta dentro del producto. La pectina actualmente es comercializada principalmente para usos industriales, aunque en algunos mercados europeos se vende a los consumidores como espesante. Inicialmente la pectina se comercializaba como un extracto en forma líquida pero en seguida se pasó a la presentación en polvo, más fácil de transportar y almacenar.

El uso de la pectina actualmente es amplio, a continuación se mencionan algunas de sus aplicaciones:

- Para la elaboración de jaleas, mermeladas y postres de fruta.
- En panadería, rellenos y coberturas para su elaboración con frutas.

- En las aplicaciones diarias para leches acidificadas y para bebidas proteicas, y para espesar los yogures.
- En confitería para jaleas de frutas o neutras.
- En Bebidas
- En Productos nutritivos y saludables.
- En usos médicos y farmacéuticos, para la elaboración de laxantes, preparados infantiles, en gran variedad de cosméticos, en formación de complejos que retrasan la acción de la insulina, penicilina, epinefrina, etc

En la industria alimentaria la pectina según su estructura tiene diferentes usos:

Pectina HM:

- Estabilización de bebidas lácteas ácidas
- Mermeladas tradicionales
- Bebidas de frutas
- Pasta de fruta (combinada con gelatina)
- Productos gelificados (combinados con gelatina)

Pectina LM:

- Yogures
- Preparados de frutas para yogures
- Preparados de frutas para cremas de postre
- Mermeladas bajas en calorías

El cuadro siguiente muestra la distribución por producto del consumo de pectina en la industria alimentaria.

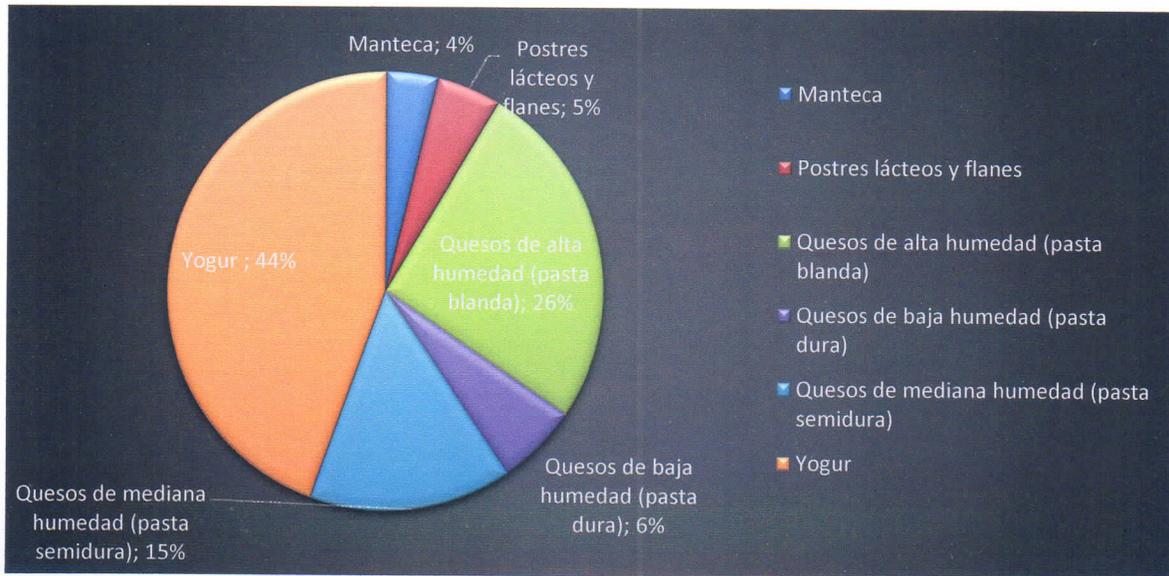


Figura 4: Distribución del consumo de pectina en la industria alimentaria

Capítulo 2

Estudio de Mercado

El mercado mundial de la pectina está valorado en USD 964, 1 millones al 2015, con una proyección de crecimiento al 2025 de 7.1% (Grand View Research, Inc., 2017) con precios estimados de USD 15/kg para la pectina HM.

Alemania, Dinamarca, España, México e Italia desde el 2013 son los países donde se ubican las principales empresas procesadoras de pectina que son Cargill, CP Kelco, DuPont y Herbstreith & Fox a nivel mundial, los cuales también tienen plantas procesadoras en Brasil y México. En el Perú existen plantas procesadoras de cáscara de limón pero no extraemos pectina.

En 2003 se construyó en China la fábrica más grande en el mundo de extracción de pectina para cítricos y manzana, lo cual es consistente con el hecho que es un mercado de 1.379 miles de millones de personas demandantes de productos alimenticios.

La mayor demanda y valoración de productos alimenticios saludables, naturales y funcionales por parte de la población ha favorecido una mayor demanda de pectina por parte de los fabricantes de alimentos. A esto se suma la notoriedad que ha ganado en las industrias de cosméticos, nutraceuticos y farmaceuticos debido a su utilidad para la desintoxicación de metales pesados del cuerpo incluyendo isotopos radiactivos, haciendo de este producto un ingrediente bioeconómico.

En términos de funcionalidad, el segmento de mercado de la pectina como espesante para la industria de alimentos es el más importante con el 35% del mercado al 2015,

seguido por el segmento como gelificante. Desde la perspectiva de la aplicación, el mercado más grande es el vinculado a los alimentos y bebidas con el 40% del mercado en general al 2015. No obstante, hay un uso creciente en la industria cosmética y farmacéutica.

Análisis de la demanda

Basados en la información del Sistema Aduanero Argentino, se conoce la cantidad importada desde 2005 a 2017, estos datos son los que representan el consumo real de pectina en Argentina.

Tabla 1. Toneladas anuales de pectina importadas en Argentina

Año	CANTIDAD IMPORTADA (toneladas)
2005	430,96
2006	513,24
2007	673,72
2008	786,29
2009	586,64
2010	826,4
2011	757,18
2012	782,81
2013	677,69
2014	813,37
2015	155,93
2016	586,24
2017	425,15

De acuerdo a los usos vistos en el capítulo anterior, los importadores en nuestro país se concentran en la industria alimentaria. Las principales empresas consumidoras de

pectina en Argentina son Arcor, La Campagnola, La Serenísima, Sancor, Tregar, Ilolay, La Paulina, Milkaut, Dulcor y Alco.

Por regresión lineal podemos estimar la tendencia del consumo en los próximos 10 años. Cabe destacar que a pesar de las fluctuaciones en el mercado, debidas a las políticas cambiarias y fiscales, la tendencia va al aumento del consumo de pectina.

Tabla 2. Pronóstico de la demanda de pectina en Argentina

PRONOSTICO DE LA DEMANDA (toneladas)	
2018	971,57
2019	994,03
2020	1.016,50
2021	1.038,97
2022	1.061,44
2023	1.083,91
2024	1.106,37
2025	1.128,84
2026	1.151,31
2027	1.173,78

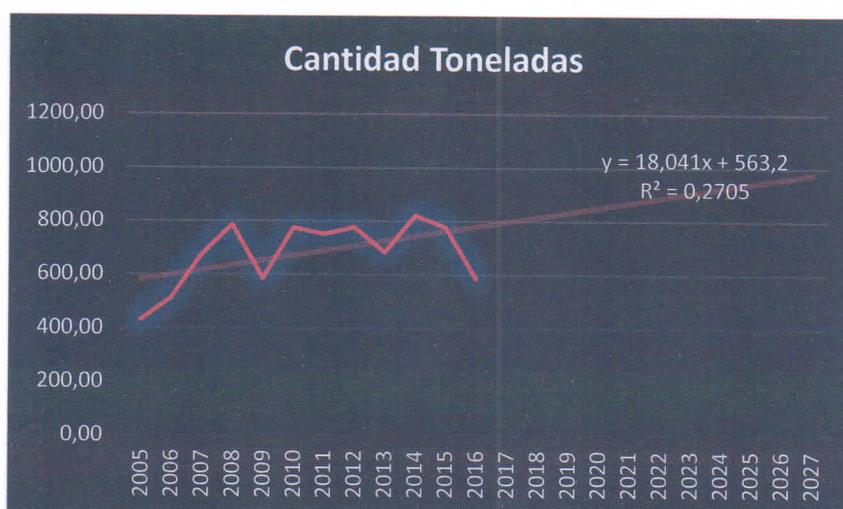


Figura 5. Pronóstico de la demanda de pectina en Argentina

Productos sustitutos

A continuación se listan los productos sustitutos que podrían competir con la pectina, detallando sus usos.

- *Alginatos*: derivados de algas marinas que mantienen la textura deseada en los productos lácteos, nevados envasados y otros productos industriales
- *Carrageninas*: se utiliza en la industria láctea como agente gelificante en postres de leche; para la estabilización de las partículas de cacao y la suspensión de grasa en leche chocolatada. En la industria cárnica la usan para la formación de gel y retención de agua en jamones, hamburguesas, salchichas, productos de pollos, pavos, y pescados. En la industria de gelatinas y geles a base de agua se usa este sustituto como agente gelificante y estabilizante en postres gelatinosos en polvo, y gelatinas listas para consumir
- *Agar-agar*: se usa como estabilizante de alimentos y para la fabricación de gelatinas y gomitas
- *Goma xántica*: Se utiliza en la industria alimentaria para regular la viscosidad en el producto final. Produce un gran efecto en la textura, liberación de aroma y apariencia. Tiene además efecto antioxidante. Las empresas se refieren a este producto de diferentes maneras, pero se debe tener en cuenta que se está hablando de la misma goma.
- *Goma tragacanto*: Se emplea en productos para la conservación de alimentos como helados y postres, en espesantes y emulsionantes

- *Locust bean gum*: se usa para controlar la humedad y la viscosidad en los productos alimenticios. Esta goma es empleada en comidas como postres listos para consumir
- *Goma guar*: utilizada para desarrollar una alta viscosidad, inclusive en bajas concentraciones; ofrece una mínima formación de cristales, retención de humedad, estabilización, y no adiciona calorías. Se usa en las industrias de panadería, bebidas, lácteos, cárnica, veterinaria, y de salsas y aderezos.
- *Gelatina*: es una proteína obtenida de los huesos y cascos de los animales para espesar y cuajar. Las mezclas secas se usan en postres, yogures, helados, quesos para untar y bebidas. Tiene poco valor alimenticio ya que contiene poco o ninguno de los aminoácidos esenciales.
- *Quitosano*: es un polisacárido natural biodegradable; biocompatible, no tóxico y un excelente formador de películas (filmógeno). Su campo de aplicación se extiende desde su uso en el tratamiento de aguas residuales hasta la producción de productos especiales en la medicina.
- *Furcellaran*: es un tipo de goma que actúa como agente espesante y estabilizador para impedir que los cristales de azúcar se conviertan en caramelos. La goma furcellaran se usa por ejemplo para formar una gelatina en los pudines.
- *Almidón modificado clearam*: almidón de maíz modificado que tiene múltiples aplicaciones en la producción de salsas donde actúa como estabilizante y agente de viscosidad. Además se utiliza en la producción de postres y lácteos.

- *Carboximetilcelulosa*: es también conocida como CMC, y es un aditivo alimentario que se utiliza como espesante, emulsionante, agente retenedor de agua, coloide protector y de formación de película en aderezos para salsas, jarabes, bebidas, alimentos dietéticos y productos de panadería. Se usa en alimentos y bebidas, principalmente alimentos dietéticos y helados, donde actúa como ligante, espesante, agente de suspensión y estabilizante de emulsión

Análisis de la oferta del producto

El principal competidor en la oferta de pectina en Argentina es Brasil, con 345 toneladas anuales, en donde opera la empresa CP Kelco para producir pectina marca Genu. Le sigue Dinamarca, con 161 toneladas anuales, sede principal de la empresa Danisco, que comercializa pectina bajo la marca Grindsted.

En México y EEUU opera DuPont, con 115 toneladas anuales entre ambos países. Francia y Alemania tienen plantas productoras de pectina de la empresa Cargill en su división Texturizing Solutions. Cargill comercializa pectina bajo la marca Unipeptine. Entre ambos países, la cantidad exportada a Argentina es de 87 toneladas anuales.

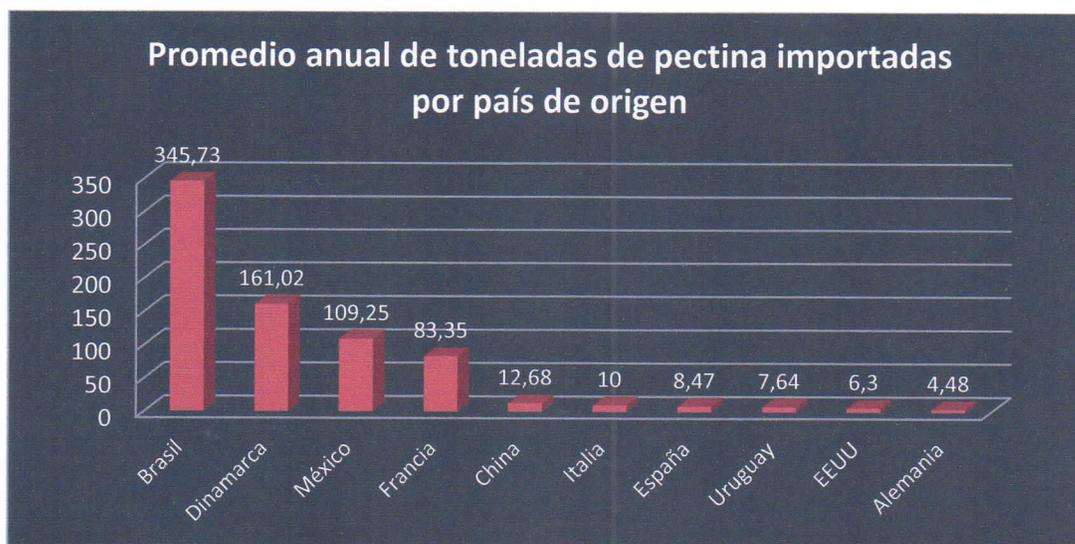


Figura 6. Promedio anual de toneladas de pectina importadas por país de origen

Análisis de la oferta de materia prima

La cáscara de limón y de otros cítricos es la materia prima principal de la que se extrae el mayor porcentaje de pectina (20-37%), en comparación a la cáscara de manzana y la pulpa de remolacha de la cual también se extrae. En la práctica, el 85% de la pectina que se usa en el mundo es producida a partir de cáscara de cítricos (limones, limas y naranjas), ya que la pectina HM obtenida por hidrólisis ácida de cáscara de cítricos es de alta calidad y es incolora.

Argentina es el principal país con mayor producción de limones, detrás de México. La producción Argentina de limón para 2017 alcanzó 1,675 millón de toneladas, casi igual a la del año 2016. La producción se concentra en Tucumán (80% de la producción nacional), con una estacionalidad de oferta en los meses de marzo a septiembre.

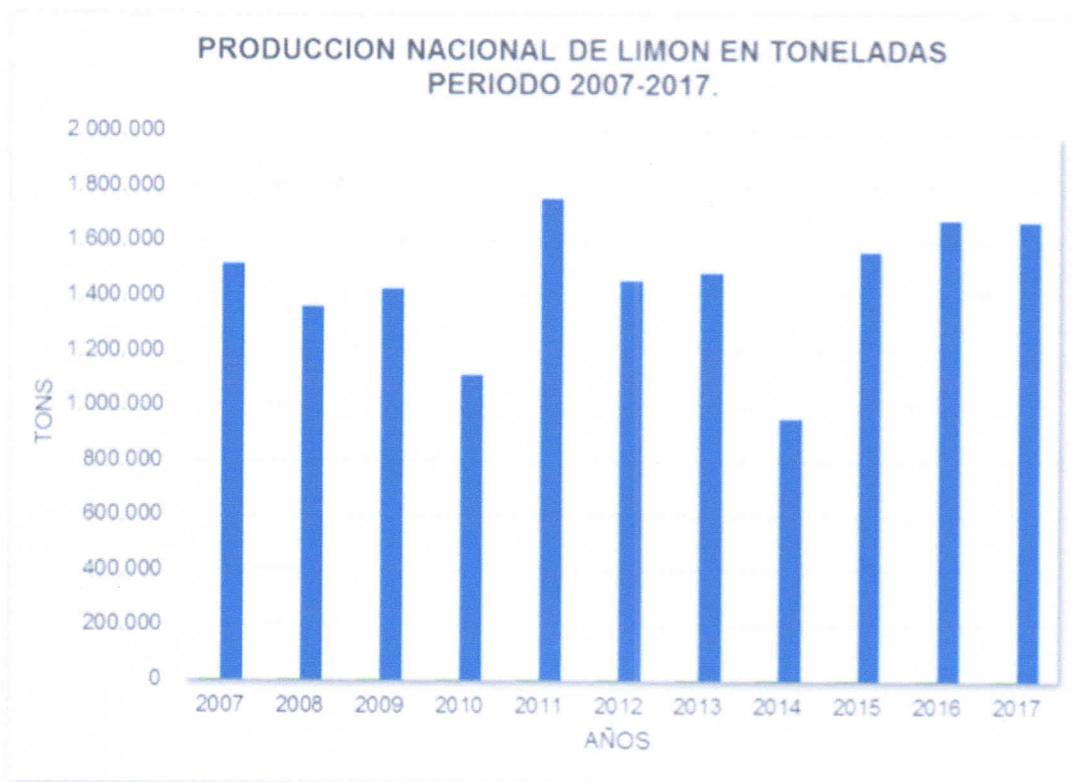


Figura 7. Producción nacional de limón en toneladas entre 2007 y 2017

La producción nacional de limones se destina en un 77% a la industria del jugo concentrado de limón, 18% a la exportación del fruto fresco y un 5% al consumo interno.

La cáscara deshidratada de limones es un subproducto de la industria juguera, y representa el 93% en peso de los subproductos, siendo los restantes el aceite esencial de limón (6%) y la pulpa congelada (1%). La cantidad de cáscara deshidratada ronda las 75000 toneladas anuales, las cuales se exportan en casi su totalidad a Dinamarca.

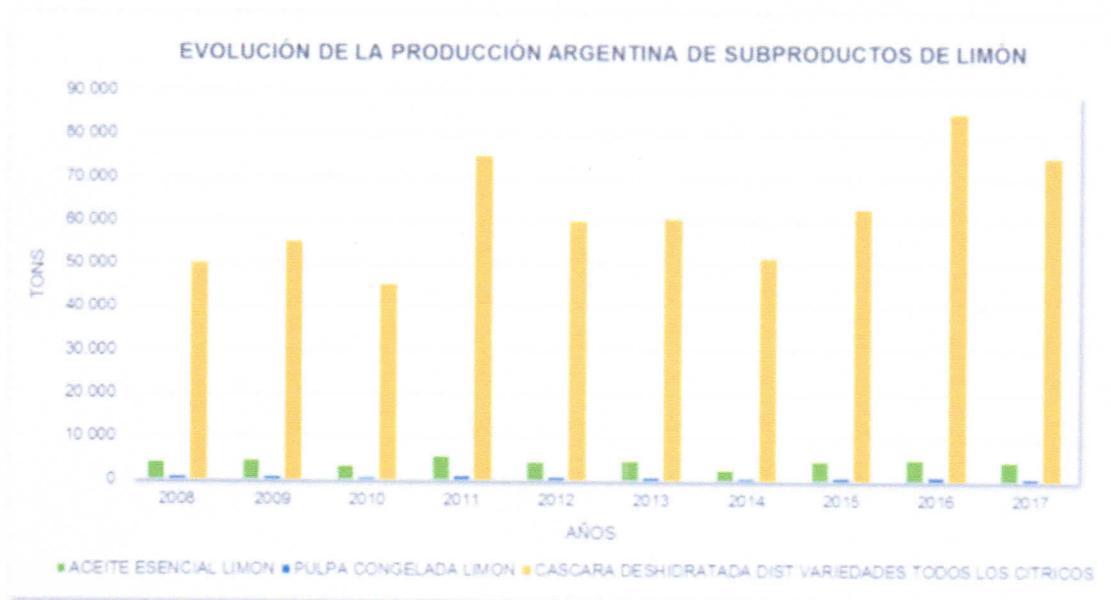


Figura 8. Evolución de la producción argentina de subproductos de limón

Determinación del tamaño de planta

Tomando en cuenta que no existen plantas productoras nacionales de pectina, asumiremos que podemos abastecer la demanda argentina casi en su totalidad. Por lo tanto, estimamos la producción inicial en 900 toneladas anuales de pectina (equivalentes a 3658 kg diarios), con una proyección a 10 años de 1150 toneladas anuales, por lo que el dimensionamiento de la planta se hará para alcanzar este último valor.

La cantidad de cáscara de limón para alcanzar la producción proyectada ronda las 450 toneladas anuales, sólo un 0,6% del total de cáscara producida en Argentina.

Capítulo 3

Proceso productivo

Fundamentos del proceso de extracción

En el siguiente diagrama se puede observar los pasos a seguir para la obtención de pectina a partir de cáscara de limón.

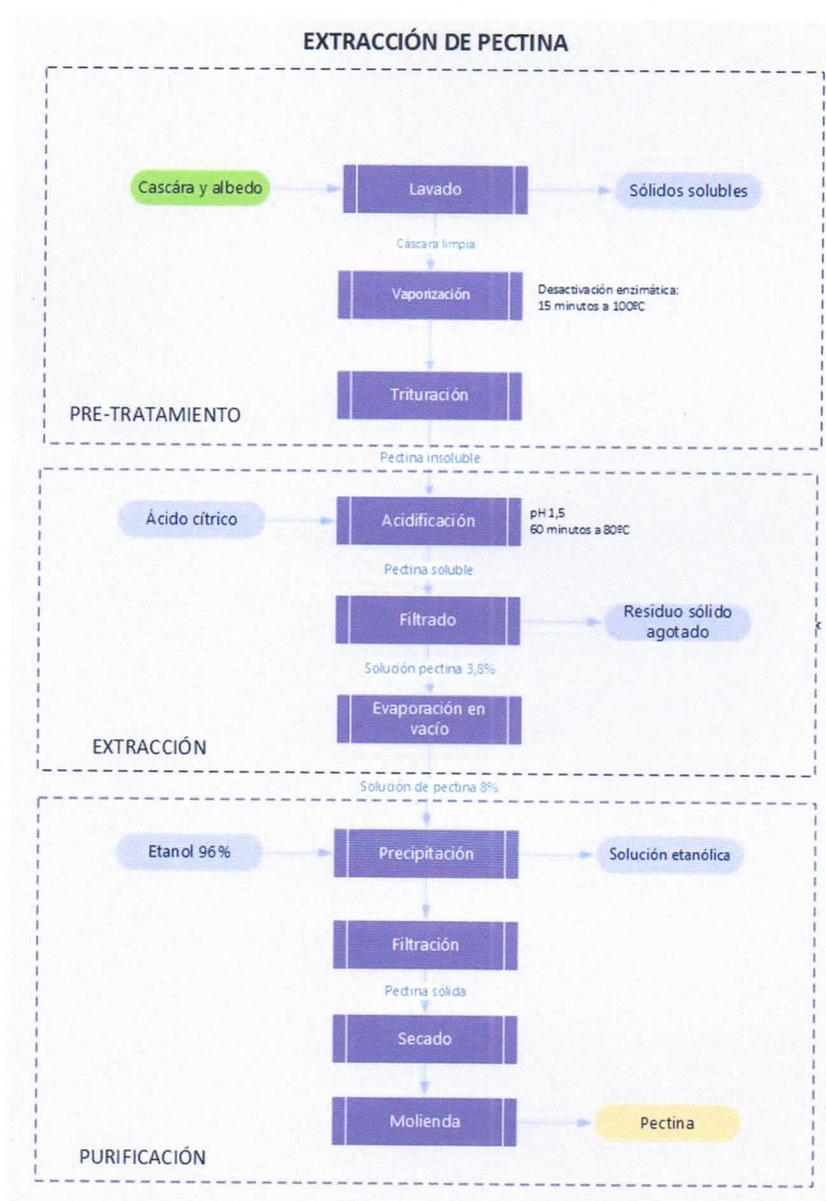


Figura 9. Esquema del proceso de extracción de pectina

Pre-tratamiento

El conjunto cáscara-albedo, debe ser acondicionado para comenzar la extracción de la pectina. Es necesario eliminar todas las sustancias que intervienen en el proceso de purificación. Para ello, se deben realizar 3 operaciones: lavado, inactivación enzimática y reducción de tamaño.

- Lavado

Primeramente, se busca eliminar todas las sustancias solubles que se puedan encontrar en el material. Principalmente los restos de azúcares y ácidos. Dichos restos, deben ser eliminados para evitar la Reacción de Maillard durante el secado de la cáscara. La reacción de Maillard es un conjunto de reacciones químicas producidas entre las proteínas y los azúcares de los alimentos a altas temperaturas que generan color, sabor y olor a tostado. Si se encontraran presentes en el material durante el secado, se observarían moléculas pigmentadas de color marrón, insolubles y difíciles de eliminar en la purificación.

Durante el lavado, también se eliminara una parte de la pectina soluble que se encuentra en la periferia de la matriz celular. Esta proporción es inferior al 0,1% por lo no influye en el rendimiento global del proceso.

Es recomendado realizar el lavado con agua blanda. Las aguas duras, traen una carga de sales de Calcio que pueden reaccionar con la pectina, formando pectato de Calcio, un compuesto insoluble.

Una relación ideal para lograr la máxima eliminación de sólidos solubles es 25 partes de agua por cada parte de cáscara (Castañeda T., 2009). Pero esta relación resulta

excesiva. Industrialmente la proporción de 2 partes de agua por cada parte de cáscara arroja resultados aceptables.

- *Inactivación enzimática*

El conjunto de enzimas pécticas se involucra en los cambios texturales y el ablandamiento de las frutas. La actividad de algunas enzimas se incrementa varias veces durante la maduración de la fruta (Ladaniya, 2008).

Estas propiedades se implican como responsables de la degradación del polisacárido. Es necesario atacarlas lo antes posible para evitar que disminuya la calidad de la pectina a extraer. En la siguiente tabla se observan algunas enzimas pécticas y su mecanismo de acción:

Tabla 3. Enzimas pécticas y su mecanismo de acción

Hidrolasas	Liasas	Esterasas	Enzimas auxiliares
Endopoligalacturonasa	Endopectato liasa	Pectinametilesterasa	Glactanasa
Exopoligalacturonasa	Exopectato liasa	Pectina acetil esterasa	Arabinasa
Exo-poli- α -D-galacturonidasa	Pectin liasa (endo)	Ramnogalacturano acetil esterasa	β -galactosidasa
Ramnogalacturano hidrolasa	Ramnogalacturonano liasa		α -L-arabino-furanosidasa
Xylogalacturonanohidrolasa			Feruloyl esterasa
			Cumaroil esterasa

*Endopoligalacturonasa (Endo-PG): Escinde el enlace α -1,4-D-Galacturónico al azar en los segmentos de homogalacturano. Prefieren un sustrato no esterificado y muestran una actividad decreciente a medida que aumenta el grado de esterificación con metilo.

*Exopoligalacturonasa (Exo-PG): Escinde el enlace α -1,4-D-Galacturónico por el extremo no reductor y es capaz de eliminar los residuos de ácido galacturónico de la

cadena de homogalacturano. El Xilogalacturano también es un sustrato para Exo-PE. (Alphons, 2009)

*Pectinametilesterasa (PME): Cataliza la eliminación de grupos metilo en las unidades esterificadas en homogalacturano, como resultado se libera metanol.

*Homogalacturano acetilesterasa (HG-AE): Cataliza la hidrólisis de ésteres acetílicos en los O₂ y O₃ del segmento homogalacturano, generando ácido acético y un grupo hidroxilo libre en el grupo hidroxilo libre.

*Ramnogalacturano acetilesterasa (RG-AE): Cataliza la desesterificación específicamente en los residuos de ácido galacturónico del segmento ramnogalacturano I. Es fundamental en la descomposición de dicho segmento.

En la siguiente figura se puede observar los enlaces en los que intervienen las enzimas en los 3 principales componentes de la pectina de limón.

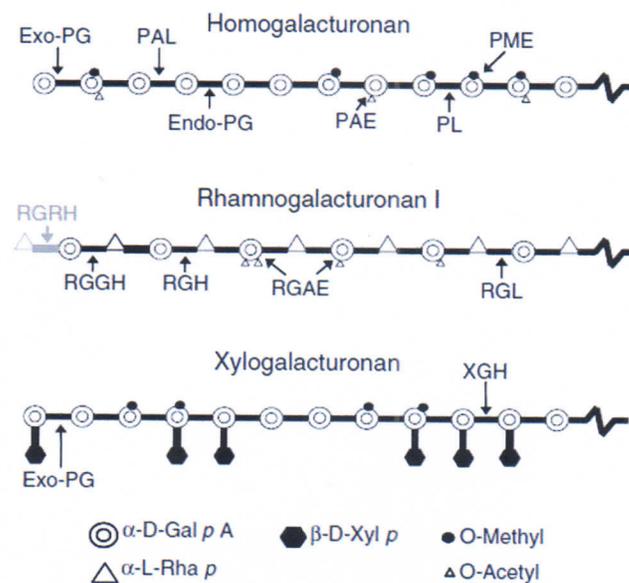


Figura 10. Modo de acción de pectinasas en la degradación del homogalacturano y xilagalacturano. Fuente: (Hilz, 2007)

Para inactivar las enzimas, el material lavado se coloca en agua hirviendo en una proporción 1:3 respectivamente. Luego de 15 minutos, se decanta el agua y queda el material listo para etapa. La operación se realizara en un tanque abierto con camisa y falso fondo.

- Reducción de tamaño

El término reducción de tamaño se aplica a todas las formas en las que las partículas de sólidos se pueden cortar o romper en piezas más pequeñas. Esta operación aumenta la reactividad de los sólidos, permitiendo la separación por métodos mecánicos de sustancias no deseadas y reduce el tamaño de un material fibroso para su fácil tratamiento. Las partículas pequeñas son deseables por su forma, tamaño y porque ofrecen una superficie de contacto mayor (Mc Cabe, 1998).

El residuo de cáscara de limón tiene un rango amplio de superficie, que va desde 50 cm² hasta 1,5 cm². Por lo que es necesario incluir una reducción de tamaño que permita obtener un material uniforme en tamaño y un diámetro aproximado a los 20 mm² (Stechina D., 2013).

Extracción

La petina está constituida por el esqueleto de residuos de ácido galacturónico unidos entre sí por los enlaces α 1,4 , los cuales pueden estar esterificados con metanol. Esta estructura llamada Homogalacturano (HG), puede estar interrumpida por moléculas de Ramnosa unidas por enlaces α 1,2 , a partir de las cuales se forman cadenas de azúcares, principalmente L-Arabinosa y D-galactosa.

Existen factores que le otorgan a la pectina gran rigidez, convirtiéndola en una estructura insoluble denominada protopectina. Entre esos factores se destacan la unión de las cadenas de los azúcares con la celulosa, y los puentes de Ca⁺² entre grupos carboxílicos libres. (Arley ZAPATA, 2008)

El proceso de extracción se centra en convertir la protopectina contenida en la matriz sólida de la cáscara tratada a pectina soluble en agua.

- Acidificación

Existen diferentes técnicas para la extracción, las cuales utilizan procedimientos físico-químicos, microbiológicos o enzimáticos.

La extracción con agua caliente es un método antiguo y sencillo pero que tiene algunas desventajas. El tiempo necesario para lograr una remoción completa de las pectinas es largo, y el agua además disuelve otros componentes del tejido vegetal.

Existen agentes que pueden ser agregados para la extracción, como ácidos, glicerol, oxalato de amonio, soluciones de sacarosa, etc. También se han realizado investigaciones agregando compuestos alcalinos, que si bien son efectivos para la extracción, desmetilan las pectinas obteniendo productos de baja calidad y con bajo poder de gelificación. Este trabajo establece el método de hidrólisis ácida o acidificación, que es el más utilizado a nivel industrial. Consisten en someter al sustrato con una solución caliente y diluida de un ácido altamente disociado. La modificación de protopectina a pectina hidrosoluble no es bien comprendida aun por los investigadores, pero se cree involucra una hidrólisis molecular que favorece la disolución de los enlaces que mantienen a la pectina unida a la celulosa.

El ácido caliente extrae las pectinas por periodos de digestión menores que si se hicieran en frío causarían la degradación de las pectinas. Esta reacción es catalizada si se encuentra por encima de los 90°C. Por ello el rango de trabajo óptimo se encuentra entre 60°C y 85°C.

Debido a esto, numerosas investigaciones tienen como objeto evaluar el efecto del pH y la temperatura sobre el rendimiento de la extracción y la calidad del producto obtenido. La calidad de la pectina obtenida se puede traducir en factores principales:

- Grado de metoxilación: corresponde al número de grupos metoxilos que se encuentran esterificando los grupos carboxilos del HA.

- Grado de gelificación: corresponde a la cantidad de sacarosa que gelifica un gramo de pectina bajo condiciones estándar de pH 2.8 – 3.4 y una concentración de sólidos solubles de 65° Brix.

El ácido a utilizar puede ser clorhídrico, sulfúrico, cítrico. En la tabla 4 se puede observar el rendimiento de pectina con aguas acidificadas a un pH 1.5 por 1 hora con diferentes ácidos partiendo de cáscaras húmedas y cáscaras deshidratadas.

Tabla 4. Rendimiento de pectinas (Neme E., 2009)

Rendimiento de pectina (%)		
Muestra	Ácido clorhídrico	Acido cítrico
Cáscara húmeda	30,4	28.46
Cáscara deshidratada	40.2	34.54

Se puede observar que el mayor rendimiento se obtiene con ácido clorhídrico, posiblemente debido a que la fuerza de este ácido aumenta la cantidad de pectina precipitada durante el proceso de purificación.

En la tabla 5 se puede observar el grado de esterificación de dichos ácidos. En todos los casos se obtienen pectinas de alto metoxilo, con grados de esterificación superiores a 50%.

Tabla 5. Grado de esterificación (%) (Neme E., 2009)

Grado de esterificación % (DE)		
Muestra	Ácido clorhídrico	Acido cítrico
Cáscara húmeda	58	61
Cáscara deshidratada	80	87

Analizando estos datos, se puede concluir que el ácido cítrico anhidro al 98% es una buena alternativa para obtener pectinas de alto metoxilo. Principalmente por su costo, por su menor impacto ambiental, y porque ofrece facilidades en el manejo sustancialmente mejor que el ácido clorhídrico al 37% (mayor concentración comercializada).

Con la información obtenida se establecen las condiciones de diseño de la siguiente manera

- pH de solución: 1,50
- Temperatura de extracción: 80°C
- Tiempo de extracción: 1 hora

- *Filtrado*

El filtrado implica la separación física del bagazo de cáscara de limón en estado sólido de la solución ácida diluida, haciéndola circular por un medio filtrante sobre el que se depositan los residuos. La descarga de sólidos filtrados será intermitente. Durante buena parte del ciclo de operación del filtro discontinuo, del flujo a través del mismo es continuo, habiendo de interrumpir esporádicamente para permitir la descarga de sólidos acumulados.

De esta etapa obtendremos una solución clarificada de pectina soluble en agua, en una concentración aproximada al 3,8%.

- *Evaporación en vacío*

El objetivo de la evaporación es concentrar la disolución compuesta por el soluto no volátil (pectina soluble) y el solvent volátil (agua). La operación consiste en vaporizar

una parte del solvente para obtener una solución más concentrada (al 8%). El líquido concentrado es la fase valiosa, mientras que el vapor generado se condensa y se desecha.

La disolución que ingresa en la alimentación está lo suficientemente diluida, teniendo muchas de las propiedades físicas del agua, pero a medida que aumenta la concentración, el líquido adquiere una consistencia más viscosa y densa hasta que resulta inadecuada para proseguir con la transición de calor y posterior evaporación.

Estas características hacen que se puedan generar depósitos de costras sobre la superficie de calefacción, ocasionando una disminución en el coeficiente global de transferencia hasta que se deba interrumpir la operación para limpiar las superficies.

Otros aspectos a tener en cuenta dentro del diseño es que muchos polisacáridos naturales se degradan cuando se calientan a temperaturas elevadas. Es por eso que se acude a técnicas especiales donde se puedan reducir tanto las temperaturas como los tiempos de calentamiento.

Purificación

- Precipitación

La operación consiste en precipitar la solución acuosa de pectina al 8% con etanol comercial al 96% para obtener un sólido insoluble en agua. En una relación ideal por cada parte de solución concentrada se deben agregar 0,6 partes de solución de etanol.

Dicho proceso se puede realizar cuantas veces sea necesario hasta obtener la precipitación completa de las pectinas presentes en la solución.

El tiempo necesario para completar la precipitación es de 15 minutos y obtendremos una fase sólida rica en pectina y una solución etanólica.

El etanol presente en dicha solución puede ser destilado y separado del agua acidulada para volver a utilizarlo en los siguientes procesos de precipitación.

- *Filtración*

Como resultado de la etapa anterior se obtiene un precipitado con alto contenido de agua. Antes de enviarlo al secador (y con el motivo de optimizar la operación), es necesario retirar por un medio mecánico la mayor cantidad de agua posible.

El mecanismo de filtración se puede observar en la figura 11. El medio es relativamente delgado. Al comienzo de la operación, algunas partículas sólidas entran en los poros del medio filtrante y quedan inmobilizadas, pero rápidamente comienzan a ser recogidas sobre la superficie del medio. Después de un período de tiempo, la torta de sólidos formada sobre el medio es quien lleva a cabo la filtración.

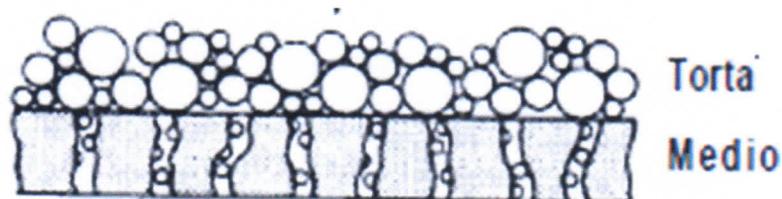


Figura 11. Esquema de filtro de torta (Mc Cabe, 1998)

Al finalizar la filtración se obtendrá la pectina sólida con una humedad aceptable para la siguiente operación.

- *Secado*

El agua es el componente principal de la mayoría de los alimentos. Los microorganismos necesitan la presencia de agua para crecer y llevar a cabo sus funciones metabólicas. La mejor forma de medir la disponibilidad de agua es mediante la actividad de agua (a_w).

A demás de su efecto sobre los microorganismos, la a_w también juega un papel importante en la estabilidad química y en la calidad de los alimentos. La cinética de reacciones de oxidación de lípidos, pardeamiento enzimático, degradación de vitaminas y pigmentos y cambios enzimáticos son altamente dependientes del contenido de humedad y a_w de los sistemas. (Martinez Navarrete, 2000)

En la Figura 12 se puede observar como la velocidad esos procesos de degradación disminuye conforme decrece la actividad de agua del producto.

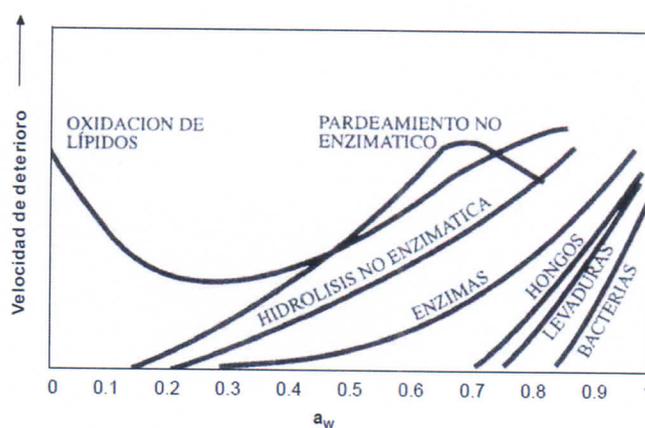


Figura 12. Influencia de a_w en reacción de degradación de alimentos. (Fuente: Martinez Navarrete, 2000)

La a_w de un alimento o solución se define como la relación entre la presión de vapor del agua del alimento (p) y la del agua pura (p_0) a la misma temperatura.

$$a_w = \frac{p}{p_0}$$

Muchos alimentos logran estabilidad, eliminando el agua que contienen (deshidratación) o mediante el agregado de solutos hasta alcanzar un valor bajo de a_w . En la deshidratación, la aplicación de calor, aumenta la presión de vapor del agua presente hasta un nivel tal que el agua de la superficie de los alimentos se evapora. La evaporación implica un descenso de la temperatura de la superficie y requiere un aporte adicional de calor para mantener la presión de vapor a un nivel adecuado. A medida que se evaporan las moléculas de agua superficial, se reemplazan por otras moléculas procedentes del interior de la partícula que se está secando por procesos de difusión, convección, flujo capilar y retracción. El descenso de humedad se debe a la diferencia entre la presión de vapor de la atmósfera y la presión superficial del alimento. A medida que avanza la deshidratación, desciende la velocidad de eliminación del agua porque la migración de agua a la superficie tiene un límite; las capas superficiales se hacen menos permeables y el aumento de la concentración de solutos reduce la presión de vapor de la superficie. Por ello, para alcanzar el grado de desecación deseado se hace necesario reducir la presión de vapor ambiental o aumentar la temperatura del alimento.

La relación entre la composición de una sustancia y su a_w es bastante compleja. Para conocer esta relación lo habitual es determinar los valores de la a_w de la sustancia a

diferentes concentraciones de agua, los que se representan gráficamente con el fin de obtener la isoterma de sorción de agua.

En la figura 13 se puede observar la isoterma de sorción para la cascara de limón realizada en base a datos experimentales y con 3 modelizaciones diferentes (García Pérez, 2017). *Ver Apéndice.*

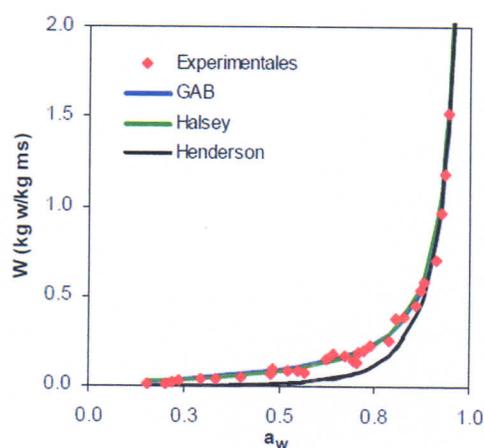


Figura 13: Isoterma de sorción de cáscara de limón con modelos de GAB, Halsey y Handerson. (Fuente: García J. 2007)

Referenciando los datos del cuadro anterior, se determina que un nivel adecuado de actividad de agua es 0,3 correspondiente a una humedad aproximada al 1%. La pectina de la etapa anterior es secada a 60°C hasta llegar a peso final y una humedad inferior a 1% p/p.

- *Molienda*

Finalmente, para mejorar el aspecto de la pectina, el sólido seco se somete a una molienda donde pasara de un tamaño de partícula de ~250 μm a ~80 μm .

Capacidad de producción

La capacidad de diseño de una instalación, es la capacidad máxima que se puede lograr trabajando bajo condiciones ideales. Se determinó en la página 16 una capacidad de diseño de una planta de 1150 toneladas anuales.

En muchas organizaciones, se opera a una tasa menor que la capacidad diseñada, porque se han encontrado que durante el inicio de las actividades pueden operar eficientemente cuando sus recursos no son estirados al límite. Por lo tanto, para el inicio de las actividades, se establece una capacidad esperada de 900 toneladas anuales.

La capacidad efectiva o utilización, es sencillamente el porcentaje de la capacidad diseñada realmente esperada y se puede calcular de la siguiente manera:

$$\% \text{ Capacidad efectiva} = \frac{\text{Capacidad esperada}}{\text{Capacidad diseñada}} * 100 = \frac{900 \text{ T/A}}{1150 \text{ T/A}} = 78,26\%$$

Es posible aumentar la capacidad efectiva una vez que se tiene pleno dominio del proceso y que la disponibilidad de recursos de la empresa aumento. La propuesta del proyecto, es aumentar en un periodo de 10 años la capacidad efectiva por encima del 95%.

Una capacidad esperada de 900 toneladas anuales, teniendo en cuenta 246 días laborales al año, nos da una producción diaria de 3658 Kg.

Tasa de planta

Para calcular la tasa de planta, se debe tener en claro la meta diaria de producción, la cantidad de turnos en los que se trabajará y el tiempo no productivo tales como descanso, refrigerios, etc.

Para el cálculo exacto del tiempo de procesamiento, se debe tener conocimiento de la eficiencia conjunta de la planta, tales como paros no planeados, ausentismo, faltas por inventario, etc. Es por eso, que al tratarse de un proceso continuo se utilizara una eficiencia de referencia del 96%

Resumiendo los datos:

Jornada laboral diaria (3 turnos)	24 horas
Tiempo de refrigerio	90 minutos
Tiempo de descanso	45 minutos
Eficiencia de producción	96%
Capacidad de diseño	4637 kg/día

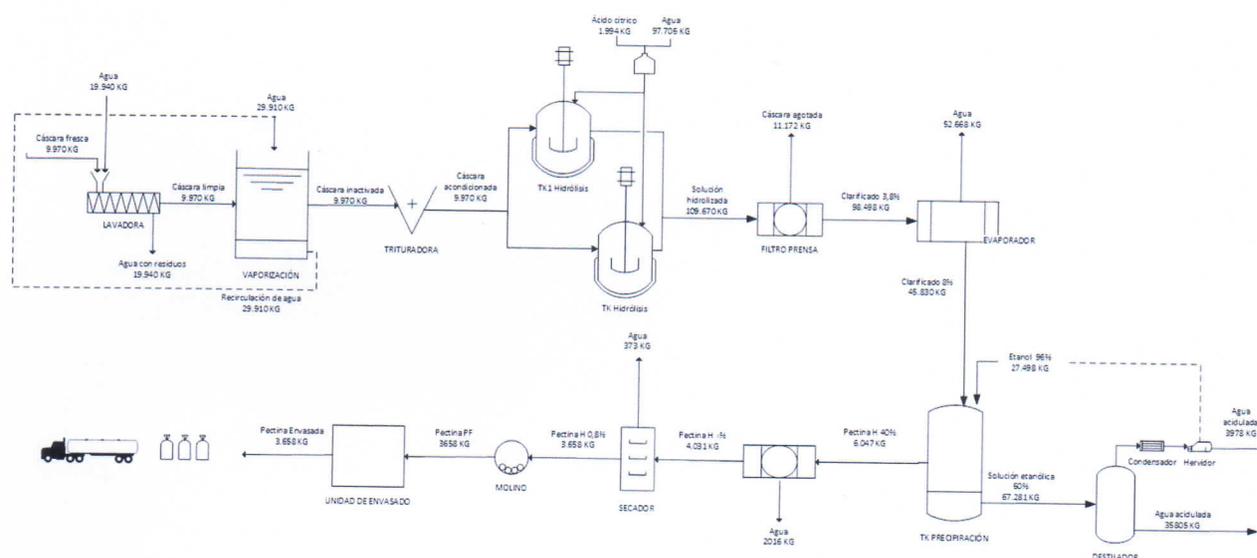
Se pueden calcular los valores de tasa de planta para la capacidad esperada y la capacidad de diseño:

Tiempo disponible para producir	1305 minutos
Tiempo real de producción	1253 minutos
Tasa de planta para capacidad de diseño (4673 Kg/día)	0,2702 min/kg

La clave del diseño está en dividir los 1253 minutos diarios de producción en cada una de las operaciones de manera efectiva llegando a la tasa de diseño de 0,2702 min/Kg. Si cada operación cumple en el período establecido, la producción será la necesaria en el momento requerido.

Balance de masa y diagrama de proceso

En el siguiente diagrama (ver Apéndice por diagrama ampliado) se puede observar el balance de masa para un proceso de fabricación de pectina de alto metoxilo de 3658 kg, a partir de 9.970 kg de cáscara fresca.



Apéndice. Diagrama de proceso

El proceso inicia cuando llega la materia prima, en primera instancia es cargada en la lavadora. Las cáscaras vienen en big bags de 500 kg y son levantadas con un polipasto hasta la tolva de alimentación de la lavadora, donde el operario manualmente abre la bolsa y deja caer dentro el producto. La operación se realiza en una lavadora industrial de verduras que tiene cinta transportadora con válvulas de alta presión ubicadas a 60 cm sobre el nivel de la sienta. Esta operación debe ser repetida 20 veces hasta completar el lavado de 9.970 kg de cáscara fresca.

La cáscara limpia se descarga en una cinta transportadora con cangilones, que la lleva hasta el tanque abierto *TK Vaporización* para la operación de inactivación enzimática. Allí se encuentran 29.910 kg de agua en ebullición. Permanece quince minutos y se decanta el agua. El tanque cuenta con un doble fondo que contiene la cáscara mientras se decanta el agua. La cáscara es retirada y descargada sobre la tolva de la trituradora para su reducción de tamaño a 20 mm². A la salida del equipo, se encuentra un transporte neumático que descargará la pectina en los 2 tanques de hidrólisis. Los mismos cuentan con balanzas para poder parar la carga de material cuando se llega a los 2.492,5 kg de cáscara acondicionada. Luego se ingresan 2.4925 kg de agua acidificada a pH 1,5 y se enciende el sistema de calefacción de las camisas para llegar a 70°C por 1 hora. La solución altamente viscosa, es succionada por una bomba de tornillo desde los tanques de hidrólisis hasta el filtro prensa. El proceso de hidrólisis ácida debe realizarse nuevamente en los dos tanques para completar el procesamiento de los 9.970 kg de cáscara acondicionada.

El filtro prensa es automático, pero requiere de un operario que retire los residuos de cáscara agotada de la bandeja inferior (11.172 kg) y los acopie en envases tipo IBC abiertos para su disposición final.

Los 98.498 kg de clarificado al 3,8% son dirigidos al evaporador en vacío. El equipo tiene una capacidad 30.000 kg/h, es una operación lenta y el cuello de botella de todo el proceso. El clarificado concentrado al 8% (45.830 kg) es descargado por gravedad al tanque de precipitación que se encuentra debajo y se le agregan 27.498 kg de etanol. La capacidad del tanque de precipitación es de 50.000 L, por lo que se deben realizar 2 batch

de precipitación para completar el procesamiento de toda la masa de clarificado. La duración de cada batch es de 60 minutos. El tanque de precipitación es cerrado pero posee el mismo sistema de decantación que el tanque de hidrólisis, por lo que la solución etanólica es descargada por el extremo inferior del tanque y circulada al sistema de destilación para su recuperación y posterior retorno al proceso. El agua acidulada a la salida del tanque y del sistema de decantación se deriva a la planta de tratamiento de aguas residuales para su recuperación y disposición final a riego.

El precipitado decantado, contiene 40% de humedad, y es dirigido con bomba de tornillo hasta la prensa filtro similar a la anterior. La operación es de iguales características y como resultado, se obtiene una pectina con un menor contenido de agua. El operario recoge la pectina acumulada en la bandeja inferior del filtro y la vuelca manualmente mediante bandejas en la boca de alimentación del secador rotatorio hasta obtener un valor de humedad estable menor 0,8%.

Finalmente, la pectina es descargada en el molino de bolas, donde reduce su micronaje hasta un tamaño de partícula de 28 μm . Se acumula en envases IBC y se transporta a la unidad de envasado para ser empacados en bolsas de 25 kg.

Con el balance anterior, se obtiene una producción diaria de 3628 kg/día. Estableciendo 246 días laborales, la capacidad anual es de 900 Tn/año. Dicha capacidad cubre el 92% la demanda anual proyectada de pectina en la Argentina.

Al tratarse de un proceso continuo, es necesario definir una planificación semanal de las operaciones que permiten llegar a dicha capacidad:

Tabla 7. Diagrama de Gantt de planificación semanal

Operación	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADOS
Levado						
Vaporización						
Trituración primaria						
Hidrólisis ácida						
1er. Filtrado						
Evaporación						
Precipitación						
2do. Filtrado						
Secado						
Molienda						
Envasado						

Durante el tiempo no operativo de los equipos (en blanco) se realizara mantenimiento preventivo para garantizar su buen funcionamiento durante el ciclo semanal.

Determinación de personal por operaciones

En el siguiente cuadro se describen las tareas del personal operativo y los requerimientos para cumplir con el plan semanal.

Tabla 8. Determinación de personal por operaciones

Unidad	Sector	Descripción de Tareas	Total operadores
Acondicionamiento	Recepción y lavado	Recepción de bolsones de cáscara y carga en la tolva de la lavadora. Operación de cinta transportadora.	3
	Vaporización	Operar el tablero del tanque de vaporización y cinta de transporte	
	Trituración primaria	Operar tablero de control de trituradora	
Extracción	Hidrólisis ácida	Monitorear hidrólisis para los 2 reactores. Ingresar el ácido cítrico por la boca de hombre de los reactores.	3
	1er. Filtrado	Descargar tortas de residuos en recipiente IBC	
	Evaporación	Operar tablero de control	
Purificación	Precipitación	Operar tablero de control y sistema recuperación de alcohol	3
	2do. Filtrado	Descargar tortas de pectina húmeda al secador	
	Secado	Monitorear tiempos de secado	
Embalaje	Molienda	Operar tablero de molino y regular la velocidad para darle continuidad al envasado	3
	Envasado	Colocar bolsa en la pinza. Correr la bandeja para sellar bolsa	
	Palatización	Acomodar bolsas en un pallet, enfilmar e identificar.	
Soporte	Movimientos	Trasladar pallets a sector de producto terminado. Abastecer bolsones de 500 al sector de lavado. Abastecer ácido cítrico a sector de hidrólisis.	3
	Mantenimiento	Soporte y reparación ante eventuales paradas. Dirigir mantenimiento preventivo en tiempos no operativos	3
	Control de Calidad	Realizar control de procesos y verificación de producto terminado.	3
Totales			24

Equipamiento

Los siguientes requerimientos de equipos están calculados en base a la capacidad proyectada a 10 años desde el inicio de la empresa: 1150 Tn/año. Se incluye el equipamiento de laboratorio.

Ítem	Especificaciones	Foto	Cantidad	Precio Total USD
Autoelevador	Modelo K SERIE 2017, marca Helli Capacidad de carga 1800 Kg Combustible diesel		1	7000
Polipasto eléctrico	Modelo AE100, marca Black Panther Peso máximo soportado: 1000 KG Velocidad de elevación 720 m/s Altura máxima de cuerda: 12 m Potencia: 1,6 KW		1	375
Lavadora industrial de alimentos	Descripción: Construida en acero inoxidable SUS304 de grado alimenticio. La velocidad de transporte puede ser ajustada libremente, el equipo también cuenta con un dispositivo de circulación de agua para disminuir el consumo de agua. Modelo BW4000, marca Jack Lee Gongyi Guoxin Capacidad: 800 Kg/h Potencia: 4,1 kW		1	2850
Cinta transportadora	Modelo SL-X350, marca Foshan Shilong Packaging Machinery Descripción: Cinta transportada de acero inoxidable con cangilones Potencia: 1.1 KW Tensión: 220 V 380 V Capacidad de transporte: 2-6 m ³ /h Peso: 500 Kg Altura final de transporte: 3 metros		1	915

Ítem	Especificaciones	Foto	Cantidad	Precio Total USD
Tanque de vaporización con doble fondo	<p>Descripción: Tanque de acero inoxidable cerrado, de 5.000 litros de capacidad. Cuenta con camisa que permite el control de temperatura con agua o vapor. Cuenta con una tubería a carga 8 cm de diámetro y un desagote de iguales proporciones.</p> <p>Marca Guangdong Jinzong Machinery Co., Ltd Capacidad real: 6.600 L Superficie de calentamiento refrigeración: 7,5 m² Dimensiones: Altura 2 m; Diámetro 1,8 m. Diámetro boca de hombre: 0,55 m Potencia: 8 kW</p>		1	6300
Trituradora de cuchillas	<p>Descripción: Cuerpo de acero inoxidable. Ingreso de carga por sistema hidráulico para obtener un flujo constante. Los cilindros tienen suspensión para evitar desgaste de la obturadora del embolo. Ajuste de la criba para seleccionar el tamaño de corte.</p> <p>Modelo AZR600, Marca Reindbold Abertura de embudo: 600 x 800 mm. Capacidad de tolva: 0,6 m³ Diámetro del rotor: 252 mm Potencia: 11 kW Rendimiento: de 3 a 4 cargas de tolva/h dependiendo del material</p>	<p>Breker, langzaamdraaiend</p> 	1	2500
Tanque de hidrólisis	<p>Descripción: Tanques de acero inoxidable, de 10.000 litros de capacidad. Con dispersor que llega hasta 85 rpm. Cuenta con camisa que permite el control de temperatura con agua o vapor. Cuenta con una tubería a carga 8 cm de diámetro y un desagote.</p> <p>Marca Guangdong Jinzong Machinery Co., Ltd Capacidad real: 12.300 L Superficie de calentamiento refrigeración: 13 m² Potencia del motor: 18,5 kW Dimensiones: Altura 2,5 m; Diámetro 2,2 m.</p>		2	8000
Bomba positiva de tornillo	<p>Descripción: Construida íntegramente en acero inoxidable. Cierre mediante cierre mecánico. Se puede utilizar en soluciones hasta 30.000 cst y contenido de sólidos hasta 50%</p> <p>Modelo M52, marca RotoPumps Caudal: 8m³/h Presión: 4 bar Potencia: 1,9 KW Dimensiones: 2000x450x250 mm</p>		1	1950
Filtros prensa hidráulico automático	<p>Modelo XZ300, marca DaZhang Capacidad de procesamiento: 7000 kg/h Área de filtrado: 30 m² Espesor de la torta: 35 mm Capacidad de carga: 4377 L Consumo: 7,5 kW</p>		1	5750

Ítem	Especificaciones	Foto	Cantidad	Precio Total USD
Evaporador al vacío de efecto múltiple y alimentación en paralelo	<p>Modelo: Envidest MFE-3 Fuente de energía: Agua caliente vapor Rendimiento: 625-7000 kg/h Potencia: 1453 kW Intercambiadores de calor: Carcaza y tubos Sistema de vacío: Bomba de anillo Material: Acero inoxidable A-316L Dim: Largo 4 m; Ancho: 10 m; Alto: 6,5 m</p>		1	46000
Bomba rotativa a engranajes helicoidales	<p>Descripción: La construcción es de acero inoxidable al igual que los engranajes y ejes. Cuenta con sello mecánico, tapas de eje, cámara de refrigeración/calefacción (opcional) y by pass para mejorar la regulación de caudal. Se incluye la base de hierro acoplada a motor trifásico de ~900 a ~1400 rpm Modelo BEG 2'' Marca Marzo Caudal entregado: 9000 L/h Velocidad: 1400 rpm Consumo: 1,5 KW Dimensiones: 45x110 cm</p>		1	885
Tanque de precipitación	<p>Tanque de 10.000 L de base plana. De acero inoxidable y superficie interior pulida. Cuenta con un eje simple de agitación, acoplado a una paleta tipo ancla Modelo MKCL-10, marca Beijing Meckey Engineering Relación (Diámetro ancla diámetro reactor): 0,83 Velocidad de agitación: 2-10 rpm Potencia del motor: 7,5 kW Dimensiones: 3900x2600x3146 Peso: 8610 kg Diámetro boca de hombre: 0,55 m</p>		1	8000
Filtro prensa manual	<p>Modelo XZ30 870, marca DaZhang Capacidad de procesamiento: 1000 kg/h Área de filtrado: 30 m² Espesor de la torta: 30 mm Capacidad de carga: 460 L Dimensiones: 1950x700x900 mm Consumo: 2,2 kW</p>		1	1350
Secador de cinta	<p>Modelo DW-1.2-8A, marca Shanghai HuaMao Machinery Capacidad de secado: 6-30 kg H2O/m² *h Consumo: 11,4 kW Consumo de vapor: 120-300 kg/h Dimensiones: 2,28x9,5x2,5 m</p>		1	7600
Molino de bolas	<p>Modelo 900X1800, Marca Joyal Dimensiones: Diámetro de 0,90 m y largo de 1,8m Velocidad de giro: 32 rpm Peso de la bola: 1,5 kilos Tamaño de la alimentación: ≤20 mm Rendimiento: 0,65 - 2 t/h Peso: 3,6 T Potencia: 18,5 kW</p>		1	3700
Envasadora	<p>Marca Ingresur Capacidad: 100 - 350 bolsas/h dependiendo del volumen de carga Consumo: 3,1 KW Dimensiones: 1,20x60x2,8 m</p>		1	11700

Ítem	Especificaciones	Foto	Cantidad	Precio Total USD
Caldera	Caldera humotubular, horizontales de 3 pasajes de humos con fondo húmedo. Proporciona vapor saturado de alto título. Quemador a gas. Modelo 3PH VA030 M. Marca Caldmet Argentina Capacidad de producción: 2.000 – 4.000 kgv/h Consumo de gas: 250 m3/h		1	43000
Sistema de destilación flash	Sistema de destilación de acero inoxidable, con relleno de SS corrugado, altamente efectivo. Permite recuperar corrientes con una concentración de alcohol de entre 30 – 50%. Modelo JH-900, Marca Zhejiang Tanlet Machinery Dimensiones de la torre: Diámetro 0,9 m ; Altura 15 m Presión de trabajo: 0,35 MPa Temperatura de trabajo: Líner 101°C y Calentador 105°C		1	290000
Planta de tratamiento de aguas residuales	Marca: Teenwin Modelo: TY-BF palabras clave: tratamiento de aguas residuales Capacidad: 2-1000m3/h Capacidad vida útil: 30 años garantía: un Año tasa de éxito: 100% garantizado Material: de fibra de vidrio de plástico reforzado		1	9868
Cromatógrafo		 GC1120 GC MS Gas Chromatograph with Mass Spectrometer Reference Price: US\$3,000.00 \$3,000.00 - \$8,500.00 Contact Supplier Interested in the product? Business on Alibaba.com starts with registering with Suppliers. Contact supplier to get started.	1	8500
Horno		 Drying Oven For Laboratory High Temperature Controlled Air Circulating Oven Reference Price: US\$900.00 \$3,000.00 - \$9,000.00 Contact Supplier Interested in the product? Business on Alibaba.com starts with registering with Suppliers. Contact supplier to get started.	1	9000
Balones de destilación		 300 ml Boiling Flask, inferior gama Francia - Set de 3 Flacos, 250 ml, 500 ml de vidrio (1000 ml) = \$24	3	98,85
Agitador magnético		 85-2 agitador magnético de 2000 ml + placa de calor digital mezclador de laboratorio 200 W 2400 RPM Precio sugerido de compra: US\$ 75,60 US\$ 75,60 - US\$ 100,00	1	75,6
Balanza de precisión		 A & D Fe-300i FX-Series precisión Lab Equilibrio, compacto Escala 320 g x 0.001g. Proyecto de escudo. New de A&D Weighing No. de pieza: US\$812.00 A320 g x 1 mg (0.001g) Marca nueva con 5 años de garantía. Especificaciones para este producto: Número de pieza: FX-300i Número de artículo: 1 Código UNSPSC: 33701330 EAN: 3633331046077	1	812
Condensador de reflujo		 deschem 400 mm., 24/40, bobina de condensador de reflujo, cristalería de laboratorio de borosilicato de Deschem ★★★★★ 2 representaciones de clientes Precio: US\$54.99 • hecho de vidrio de borosilicato 3.3 • Punto de ruptura: 360 °C • Límite máximo de separación: 32 x 10 - 32/12 • Punto: 820 °C • deschem garantiza la calidad. Especificaciones para este producto: Número de pieza: 231075180405 Clase: Deschem	1	54,99

Ítem	Especificaciones	Foto	Cantidad	Precio Total USD
Cubetas de cuarzo		 <p>Hornyl - Cubeta de cuarzo fluorescente estándar de 0.197 in con tapón (2 unidades) <small>Se agotará en un día. Solo unidades en cartón.</small> Precio: US\$25.99 Numero de pieza: US\$25.99</p> <p>Especificaciones para este producto</p> <p>Numero de pieza: 5021001001000101010 Codigo UNSPSC: 41300000 EAN: 0630427146716 Marca: Hornyl Tipo de material: Cuarzo</p>	2	51,98
Desecador		 <p>250 mm Heavy Duty vidrio desecador W/Porcelana Placa De Secado ★★★★★ US\$84.94 <small>Sólo quedan 2 en stock. Hay más unidades en camino.</small></p>	1	84,94
Frasco de vidrio amber de 25 ml		 <p>10124-0921A - Capacity: 25 mL - VSW Heavy-Duty Wide Mouth Volumetric Flask with Glass Stopper, Amber Glass, Class A, Serialized - Each <small>Plus opciones de compra</small> US\$54.51 (2 unidades en cartón)</p>	1	54,51
Tubo de punta fracturada		 <p>7529-12 - Batidora de humo, con tubo de punta fracturada (completa) - Batidora de humo, cristal Ace incorporado, cada uno <small>Se agotará en un día. Solo unidades en cartón.</small> <small>Dependiera a través de estos vendedores:</small> Numero de pieza: US\$196.88</p> <p>Especificaciones para este producto</p> <p>Numero de pieza: 7529-12 Numero de articulo: 1 Codigo UNSPSC: 41120000 Marca: ACE LABORATORY</p>	1	196,88
Mantos de calefacción eléctrica		 <p>deschem 169.1 fl. oz., 120 V, calefacción eléctrica manto, 1000 W., control de temperatura de mangas, American Enchufe de Deschem <small>Se agotará en un día. Solo unidades en cartón.</small> Precio: US\$280.00 Numero de pieza: US\$280.00</p> <p>Especificaciones para este producto</p> <p>Numero de pieza: 55110400140 Codigo UNSPSC: 41000000 EAN: 0871511071027 Marca: Deschem</p>	2	560
Embudos Buchner		 <p>deschem 16.9 fl. oz., 24/40, Lab succión unidad de filtrado, 6.8 fl. oz Buchner embudo, con filtro de papel de Deschem <small>Se agotará en un día. Solo unidades en cartón.</small> Precio: US\$36.00</p> <p>Especificaciones para este producto</p> <p>Numero de pieza: 232100103010 Capacidad: 200.0 mililitros Color: Clear</p>	3	108
Set de vasos de precipitado		 <p>Graduated Glass Beaker Set, 50mL, 100mL, 250mL, Griffin Beakers 14 <small>Se agotará en un día. Solo unidades en cartón.</small></p>	3	44,85

A continuación se amplía sobre el funcionamiento del equipamiento más específico del proceso.

- Lavadora industrial de alimentos

El alimento ingresa por uno de los extremos y cae sobre la pileta de transporte. A medida que circula por la longitud de la lavadora, es rociado por los chorros de agua que salen de las válvulas de pulverización de alta presión ubicadas por encima de la pileta. El material lavado se eleva automáticamente al siguiente paso del proceso o contenedor

-Filtro prensa:

El equipo separa los líquidos y sólidos por filtración bajo presión. Consiste en una serie de bastidores de acero que sostienen una tela o malla. Los sólidos se bombean entre cada par de bastidores y una vez llenos, mediante un tornillo se van oprimiendo unos contra otros expulsando el líquido a través de la tela. Los filtros prensa pueden comprimir y deshidratar sólidos hasta obtener del 25% al 60% por peso de los lodos compactados. La operación es sencilla: el producto a filtrar es bombeado a las cámaras que se encuentran rodeadas por lonas filtrantes. Al bombear la presión se incrementa y el producto a filtrar es forzado a atravesar las lonas, provocando que los sólidos se acumulen y formen una pasta seca. Posteriormente, el pistón hidráulico empuja la placa de acero contra las placas de polietileno haciendo la prensa. El cabezal y el soporte terminal son sostenidos por rieles de las barras de soporte. El filtrado pasa a través de las lonas y es dirigido hacia los canales de las placas y puertos de drenado del cabezal para descarga. Para remover la pasta compactada, se hace retroceder el pistón neumático,

relajando la presión y separando cada una de las placas, para permitir que la pasta compactada caiga hacia la bandeja de recolección que está debajo.

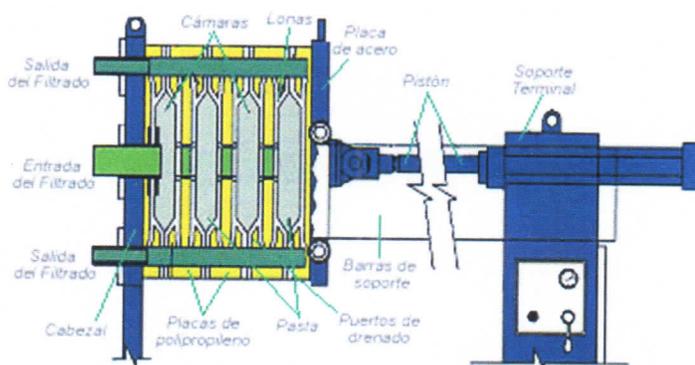


Figura 14. Filtro prensa

- *Evaporador al vacío de efecto múltiple y alimentación en paralelo*

El equipo consta de una batería de 3 evaporadores de efecto simple. En el primer efecto, el calentamiento del fluido se logra a través de un intercambiador de calor abastecido de energía térmica. La entalpia del vapor producido es usado en el segundo efecto como agente de calefacción. Esto es posible, si la solución contenida en este último tiene un punto de ebullición suficientemente bajo para que la diferencia de temperatura entre el vapor de calefacción y la solución hirviente proporcione un flujo de calor adecuado. El mismo mecanismo se traslada hasta un tercer efecto, donde la salida de vapor del mismo, es recogida con un condensador conectado a un sistema de vacío. En el siguiente diagrama se puede observar las instalaciones:

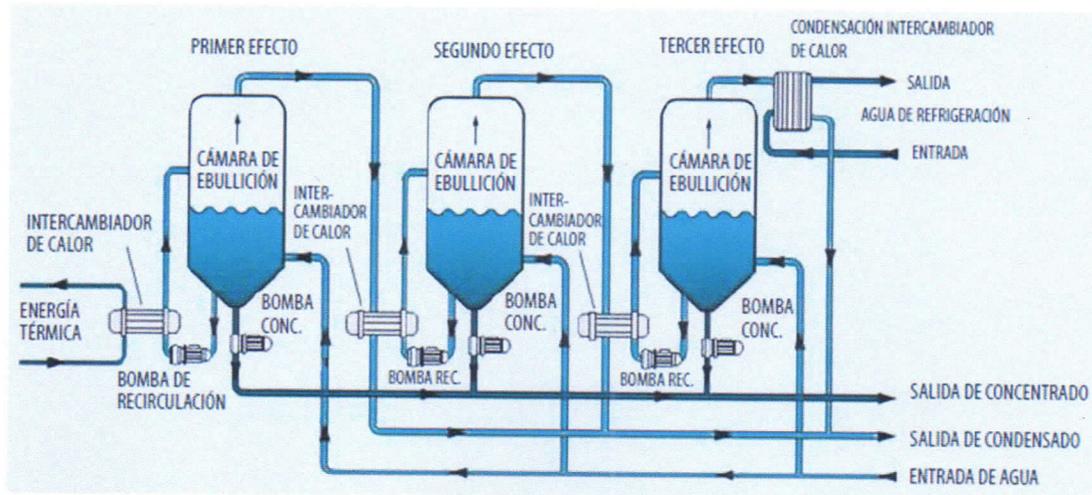


Figura 15. Evaporador al vacío de efecto múltiple y alimentación en paralelo

La alimentación es en paralelo para cada uno de los efectos. El fluido se calienta cuando es recirculado al intercambiador de calor, donde recibe el calor proveniente de la evaporación del efecto anterior. De esta manera, el vapor se condensa y el fluido se calienta. Una parte del fluido se vaporiza y se evacua por el extremo superior de la cámara y el resto, desciende y se descarga del efecto por el extremo inferior. Ambas corrientes, son recogidas en los manifolds de concentrado y condensado correspondiente.

- *Secador de cinta*

El cuerpo principal es de acero inoxidable, por su interior corre la cinta transportadora que circula el producto a por el largo del equipo. Es un secador de tipo directo ya que el aire de secado entra en contacto con el producto. Este aire es calentado en un generador de aire caliente de tipo directo, en el que el aire de secado y los gases de combustión se mezclan.

- *Molino de bolas*

El equipo consisten en un recipiente cilíndrico vacío que gira sobre su eje horizontal. En su interior está lleno de bolas de acero inoxidable. El interior del cilindro se encuentra revestido de acero de manganeso para evitar la abrasión. La alimentación ingresa por su extremo a través de una tolva de 60° y atraviesa el largo del equipo poniéndose en contacto con las bolas de acero que generan un aplastamiento de las partículas y produciéndose la disminución de tamaño.

- *Envasadora*

Está constituida por una tolva de carga por donde ingresa el producto. El operario coloca la bolsa en el sujetabolsa neumático de mandíbula, con el pico de descarga dentro y apreta el pedal de carga. Automáticamente se abre por completo la válvula mariposa que permite la carga del producto al interior de la bolsa. El llegar al peso seteado, se cierra la válvula y la bolsa cae en la bandeja inferior. El operario la corre 50 cm y la posiciona bajo la selladora por calor.

Capítulo 4

Análisis FODA

En el siguiente cuadro se detalla las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la instalación de una planta productora de pectina en Argentina.



Figura 16. Matriz FODA

Capítulo 5

Localización

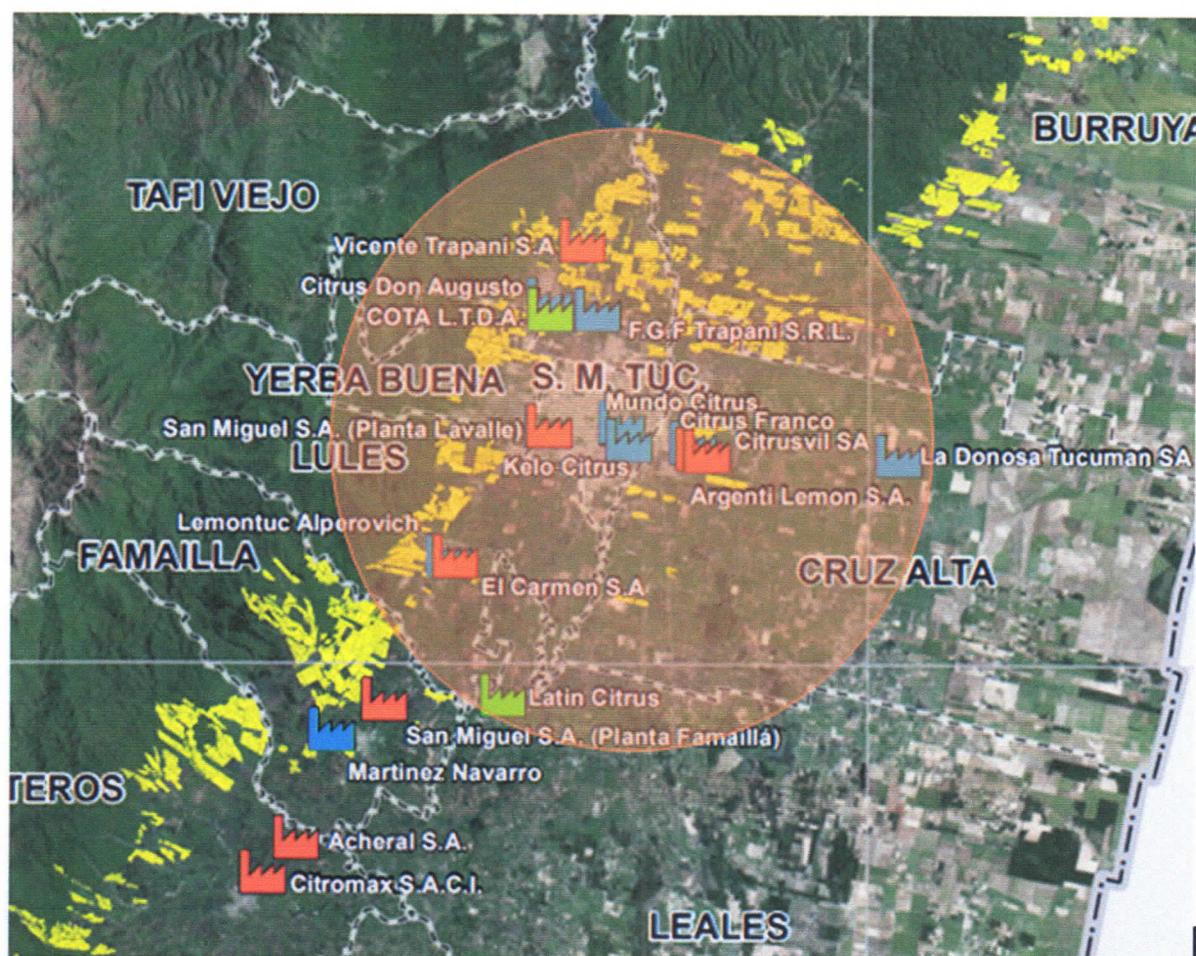
Macrolocalización

El factor primordial para la localización de la planta es en nuestro caso la disponibilidad de la materia prima, ya que el rendimiento de la cáscara y albedo se degrada con la oxidación.

A nivel nacional el área plantada con limoneros asciende a 50000 hectáreas, de las cuales el 80% (unas 40000) hectáreas se encuentran en Tucumán. Por lo tanto, el área de búsqueda macro será la provincia de Tucumán.

Microlocalización

A continuación se adjunta mapa del citrus e industrias afines en la provincia de Tucumán. A partir de la concentración de estas industrias centraremos la búsqueda en el área remarcada, entre los municipios de San Miguel de Tucumán, Tafí Viejo y Cruz Alta.



Referencias

 Citrus

 Citricolas

 Citricolas y Empaques

 Empaques

Figura 17. Zona del citrus en Tucumán

A continuación se adjunta mapa de la zona detallando los servicios disponibles.

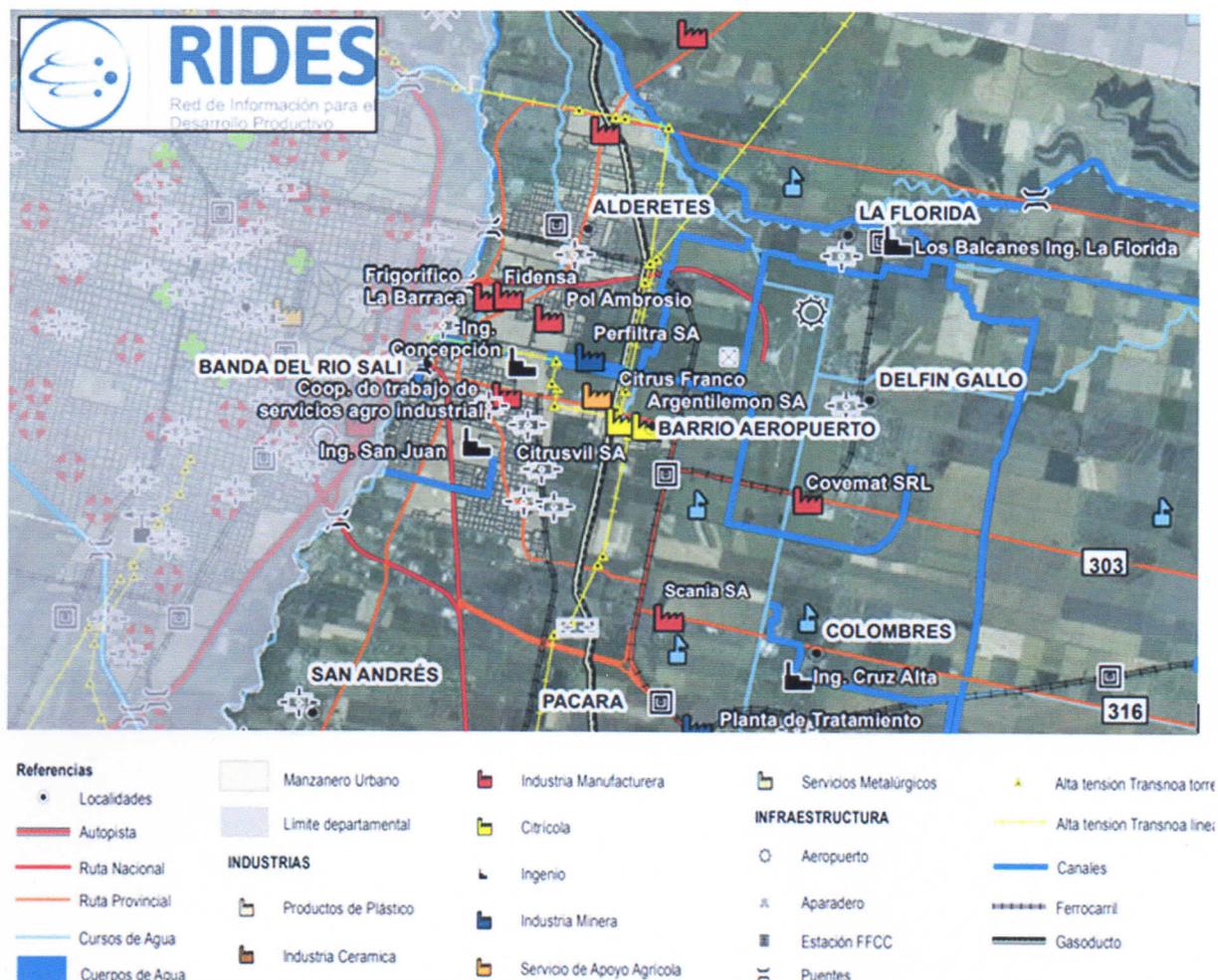


Figura 18. Mapa de servicios entre San Miguel de Tucumán y Cruz Alta

Además de cercanía de materia prima, la zona cuenta con todos los servicios y facilidades necesarias para la localización de la planta productora de pectina:

- conectividad con los principales puertos y centros industriales del país, a través de la ruta nacional 9 y del Ferrocarril Bartolomé Mitre, como así también con las provincias del NOA, Bolivia y Chile

- suministro de agua, dada la cercanía al río Salí
- suministro de gas, dada la cercanía al gasoducto de Transportadora Gas del Norte (TGN)
- suministro eléctrico a través de líneas de alta tensión Transnoa
- disponibilidad de mano de obra, ya que la zona en cuestión es parte del Gran San Miguel de Tucumán, aglomerado urbano con cerca de 800000 habitantes

Centrándonos en la disponibilidad de terrenos en el área, encontramos amplios terrenos en el Parque Industrial Tucumán, desde 2.400 m² hasta 36.000 m², que pueden comprarse o alquilarse. Este Parque Industrial ofrece varias ventajas adicionales.

- Seguridad las 24 Horas: cuenta con servicio de vigilancia física y electrónica las 24 horas, con barreras viales de acceso, perímetro totalmente alambrado, alarma perimetral procesada centralmente, cables sensores montados en el perímetro de alambrado, UPS asegurando el funcionamiento de los sistemas ante cortes de energía eléctrica, y sistema gráfico de gestión por sectores.
- Alumbrado en calles internas: La seguridad nocturna se ve reforzada por el perfecto iluminado interno para la circulación de personas y vehículos.
- Red privada de agua corriente: La provisión de agua potable está asegurada gracias al desarrollo previo de la infraestructura necesaria para ello.
- calles internas pavimentadas: Con hormigón de 18 cm de espesor, fue diseñada especialmente para la circulación de los camiones con los semirremolques más largos, con ángulos de giro diseñados a tal fin.

- Acceso a gas natural: al instalarse en el Parque Industrial Tucumán ya cuenta con la infraestructura que le asegura la provisión de gas natural para alimentar a sus procesos productivos.

Por estas razones concluimos que la planta estará ubicada en el Parque Industrial Tucumán.

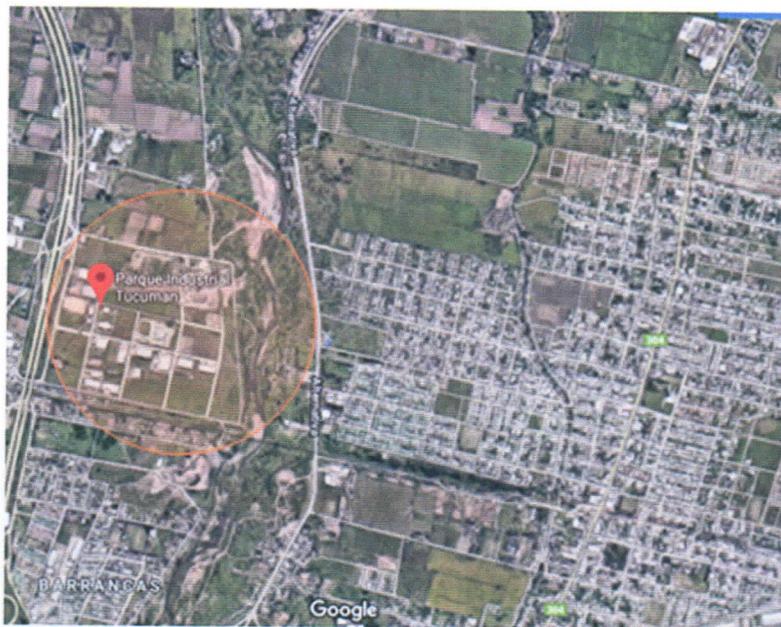


Figura 19. Mapa satelital Parque Industrial Tucumán

Capítulo 6

Análisis Económico

Inversión inicial

Se define la inversión inicial como la suma de dinero que es necesaria para poner en marcha el proyecto. Dicha suma de dinero cubre tanto los recursos materiales como los humanos necesarios para la fabricación de pectina a partir de cáscara de limón.

- *Capital Fijo*

Corresponde al capital que interviene en la fabricación del producto, maquinarias, equipamientos, instalaciones, etc. El capital fijo participa del proceso productivo pero no se consume de manera directa. Transfiere su valor al nuevo producto, a lo largo del ciclo productivo mientras se deprecia.

Para calcular el capital fijo, se tuvieron en cuenta 5 rubros:

- Terreno
- Obra Civil
- Máquinas y equipos industriales
- Instrumental de laboratorio
- Accesorios de comunicación y computación
- Mobiliario

En las siguientes tablas se muestra el detalle de cada rubro:

Tabla 10. Capital fijo – Máquinas y equipos industriales

Máquinas y equipos industriales		Precio unitario USD	Precio total USD
1	Auto elevador K, Helli	\$ 7.000	\$ 7.000
2	Polipasto eléctrico AE 100, Black Panther	\$ 375	\$ 375
3	Lavadero de alimentos BW4000, Jack Lee Gongyi Guoxin	\$ 2.850	\$ 2.850
4	Cinta Transportadora SL-X350, Foshan Shilong Packaging	\$ 915	\$ 915
5	Tanque vaporización 5.000 L, Guangdong Jinzong Machinery	\$ 6.300	\$ 6.300
6	Trituradora de cuchillas AZR600, Reindbold	\$ 2.500	\$ 2.500
7	2 Tanques de hidrólisis 10.000 L, Guangdong Jinzong Machinery	\$ 8.000	\$ 16.000
8	Bomba de tornillo M52, RotoPumps	\$ 1.950	\$ 1.950
9	Filtro prensa automático XZ300, marca DaZhang	\$ 5.750	\$ 5.750
10	Evaporador de triple efecto MFE-3, Envidest	\$ 46.000	\$ 46.000
11	Bomba de engranajes BEG 2, Marzo	\$ 885	\$ 885
12	Tanque de precipitación 10.000 L MKCL-10, Beijing Meckey Engineering	\$ 8.000	\$ 8.000
13	Filtro prensa manual XZ30/870, DaZhang	\$ 1.350	\$ 1.350
14	Secador de cinta DW-1.2-8A, Shanghai HuaMao Machinery	\$ 7.600	\$ 7.600
15	Molino de bolas 900X1800, Joyal	\$ 3.700	\$ 3.700
16	Unidad de envasado por gravedad, Ingesir	\$ 13.700	\$ 13.700
17	Equipo de destilación JH-900, Zhejiang Tanlet Machinery	\$ 290.000	\$ 290.000
18	Caldera humotubular 3PH VA030 M, Caldimet Argentina	\$ 43.000	\$ 43.000
19	10 Bandejas de acero inoxidable de 1,20x80	\$ 61	\$ 610
20	200 metros de cañería 2,5 inch	\$ 22	\$ 4.400
21	Planta de tratamiento de efluentes industriales	\$ 9.860	\$ 9.860
Total			\$ 472.745

Tabla 11. Capital fijo – Instrumental de laboratorio

Instrumental de laboratorio		Precio unitario USD	Precio total USD
1	Cromatografo de gases	\$ 8.500	\$ 8.500
2	Horno	\$ 9.000	\$ 9.000
3	Balanza analítica de precisión	\$ 812	\$ 812
4	Manto de calefacción eléctrica	\$ 280	\$ 560
5	pH metro PCE	\$ 460	\$ 460
6	Elementos de laboratorio	-	\$ 1.180
Total			\$ 20.511,82

Tabla 12. Capital fijo – Comunicación y computación

Comunicación y computación		Precio unitario USD	Precio total USD
1	7 Teléfonos inalámbrico Motorola M700	\$ 29	\$ 200
2	Router TP-Link	\$ 21	\$ 21
3	8 Computadoras AMD Intel E2-3000	\$ 329	\$ 2.634
4	Fotocopiadora Lexmark MX317	\$ 390	\$ 390
Total			\$ 3.245

Tabla 13. Capital fijo – Mobiliario

	Mobiliario	Precio unitario USD	Precio total USD
1	10 Escritorios Platinum 4020	\$ 64	\$ 644
2	10 Sillas giratoria ROYAL DESIGN	\$ 63	\$ 631
3	7 Bibliotecas Platinum c/puerta baja	\$ 113	\$ 794
4	Mobiliario comedor p/20 personas	\$ 1.332	\$ 1.332
5	Mobiliario para vestuario y recepción	\$ 463	\$ 1.390
Total			\$ 4.791

- *Capital de Trabajo*

Corresponde al capital necesario para comenzar con la gestión económica y la actividad financiera en el corto plazo. Es lo que comúnmente se llama activo corriente y le da liquidez a los recursos de la empresa.

Para el cálculo de la inversión requerida, se estableció un periodo de tres meses de actividad y se tuvieron en cuenta los siguientes rubros:

- Materia prima
- Insumos
- Mano de obra

Tabla 14. Capital de trabajo

Materia prima	Cantidad diaria	Cantidad 3 meses	Precio unitario USD	Costo 3 meses USD
Cáscara de Limón (KG)	9.970	667.990	\$ 0,30	\$ 200.397,00
Etanol 96% Gl (L)	2.750	184.237	\$ 1,06	\$ 195.290,80
Agua (m3)	118	7.882	\$ 0,1714	\$ 1.350,75
Ácido cítrico (KG)	1.994	133.598	\$ 3,29	\$ 439.895,85
Total				\$ 836.934,40
Insumos	Cantidad diaria	Cantidad 3 meses	Precio unitario USD	Costo 3 meses USD
Bolsa 25 KG (u)	151	10.144	0,39	\$ 3.956,34
Pallet (u)	4,30	288	2,85	\$ 821,09
Film stretch (KG)	2,15	144	3,57	\$ 514,26
Total				\$ 5.291,69
Mano de obra	Sueldo bruto mensual ARS	Cantidad	Total p/categoría mensual USD	Total p/categoría 3 meses USD
Gerente de planta	\$ 95.000,00	1	\$ 2.261,90	\$ 6.785,71
Jefe de producción	\$ 85.500,00	1	\$ 2.035,71	\$ 6.107,14
Encargado de Laboratorio	\$ 76.950,00	1	\$ 1.832,14	\$ 5.496,43
Encargado de Mantenimiento	\$ 76.950,00	1	\$ 1.832,14	\$ 5.496,43
Supervisor de producción	\$ 76.950,00	3	\$ 5.496,43	\$ 16.489,29
Personal operativo	\$ 39.618,00	24	\$ 22.638,86	\$ 67.916,57
Personal RRHH	\$ 29.597,00	1	\$ 704,69	\$ 2.114,07
Personal relaciones institucionales	\$ 29.597,00	1	\$ 704,69	\$ 2.114,07
Personal administrativo	\$ 29.597,00	1	\$ 704,69	\$ 2.114,07
Personal Logística	\$ 29.597,00	1	\$ 704,69	\$ 2.114,07
Vendedores	\$ 29.597,00	3	\$ 2.114,07	\$ 6.342,21
Total				\$ 123.090,07

En el siguiente cuadro se resume el total de la inversión de capital fijo y de trabajo requerido.

Tabla 15. Inversión inicial total

INVERSION INICIAL			
	Rubro	Total por rubro U\$D	Total U\$S
CAPITAL FIJO	Terreno 8100 m2	\$ 360.000	\$ 2.747.692
	Obra civil 3600 m2	\$ 1.886.400	
	Máquinas y equipos industriales	\$ 472.745	
	Instrumental de laboratorio	\$ 20.512	
	Comunicación y computación	\$ 3.245	
	Muebles y útiles	\$ 4.791	
CAPITAL DE TRABAJO	Materia Prima	\$ 836.934	\$ 965.316
	Insumos	\$ 5.292	
	Sueldos a pagar	\$ 123.090	
TOTAL DE LA INVERSIÓN			\$ 3.713.008

Financiación

Del total de la inversión, el 20% es aportado por los socios con capital propio y el 80% restante se financiara por medios de un crédito.

La entidad financiera es el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE). Un banco público, cuyo único accionista es el Estado Nacional. Se enfoca en promover inversiones a través de créditos a mediano y largo plazo.

Debido a la magnitud del proyecto, se selecciona una línea de crédito para grandes empresas que ofrece las siguientes opciones:

<p>Beneficiarios Los demandantes de crédito deben ser personas físicas con domicilio real en la República Argentina o personas jurídicas que tengan su domicilio o el de su sucursal, asiento o el de cualquier otra especie de representación permanente en la República Argentina.</p> <p>Destino Destinada a proyectos de inversión y a la adquisición de bienes de capital muebles, registrables o no, en el marco de una decisión de inversión, destinados a las distintas actividades económicas comprendidas en los sectores productores de bienes y servicios. Comprende también el financiamiento de proyectos de reconversión y modernización productiva de los distintos sectores económicos que mejoren la competitividad en los mercados doméstico y externo.</p> <p>Monto a Financiar Hasta el ochenta por ciento (80%) del monto total de cada proyecto excluido el Impuesto al Valor Agregado (IVA).</p> <p>Máximo a Financiar El monto máximo de crédito a otorgar a una empresa o grupo económico es de Pesos cuatrocientos millones (\$ 400.000.000) o, su equivalente en dólares.</p> <p>Tasa de Interés Préstamos en Pesos: Badlar Bancos Privados 1000puntos básicos. Préstamos en Dólares: Libor más el spread de entre 500 y 850 según plazo.</p> <p>Plazo Máximo de Crédito Préstamos en pesos: hasta 15 años. Préstamos en dólares: hasta 10 años.</p> <p>Moneda del Préstamo Pesos o Dólares</p> <p>Servicios de Interés En pagos de periodicidad constante como máximo semestrales.</p> <p>Garantía A satisfacción del BICE.</p> <p>Sistema de Amortización Francés o Alemán.</p> <p>Período de Gracia Hasta 2 años.</p> <p>Cancelación Anticipada El beneficiario puede cancelar el crédito total o parcialmente en cualquier momento, para lo cual debe notificar fehacientemente al BICE con una anticipación no menor a los 5 días hábiles de la fecha en que desee realizar la cancelación anticipada.</p> <p>Gastos Comisión 1%</p> <p>CFTEA*59,71% en pesos Para un préstamo de pesos 5.000.000 a un plazo de 60 meses con 12 de gracia, sin recursos. En el cálculo del CFT se ha utilizado el sistema francés para una empresa categoría B con una tasa Badlar Privada + 10,00%. No incluye impuestos. Incluye comisiones por 1,00% Badlar Bancos Privados 28/02/19 - 37,125% *Costo Financiero Total – Expresado como Tasa Efectiva Anual</p> <p>CFTEA*8,90% en dólares Para un préstamo de dólares 500.000 a un plazo de 60 meses con 12 de gracia, sin recursos. En el cálculo del CFT se ha utilizado el sistema francés para una empresa categoría B con una tasa variable conformada por la tasa Libor + 5,50%. No incluye impuestos. Incluye comisiones por 1,00% Libor Promedio Simple 28/02/19 - 2,6858% *Costo Financiero Total – Expresado como Tasa Efectiva Anual</p>
--

Figura 20. Línea de crédito BICE

Se selecciona el préstamo en dólares a pagar en 10 años con CFTEA de 8,90% y sistema de amortización francés.

El cálculo del importe de la cuota mensual se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$C = V \frac{(1 + i)^n i}{(1 + i)^n - 1}$$

Las variables a tener en cuenta son:

Tabla 16. Variables Préstamo BICE

Inversión total inicial	\$	3.713.008,45
Inversión a financiar		80%
Tasa de interés anual		8,9%
Tasa de interés periódica (i)		8,90%
Valor del préstamo (V)	\$	2.970.407
Años		10
N° de pagos por año		1
Cuotas (n)		10

Finalmente el desarrollo del crédito queda de la siguiente manera:

Tabla 17. Desarrollo del préstamo

DESARROLLO DEL PRESTAMO					
AÑO	NÚMERO DE CUOTAS PENDIENTES	COMPOSICIÓN DE CUOTA ANUAL		CUOTA ANUAL A PAGAR USD	SALDO REMANENTE USD
		Intereses USD	Capital Amortizado USD		
1	10	\$ 264.366,20	\$ 196.447,56	\$ 460.813,76	\$ 2.773.959,19
2	9	\$ 246.882,37	\$ 213.931,40	\$ 460.813,76	\$ 2.560.027,80
3	8	\$ 227.842,47	\$ 232.971,29	\$ 460.813,76	\$ 2.327.056,51
4	7	\$ 207.108,03	\$ 253.705,73	\$ 460.813,76	\$ 2.073.350,77
5	6	\$ 184.528,22	\$ 276.285,55	\$ 460.813,76	\$ 1.797.065,23
6	5	\$ 159.938,81	\$ 300.874,96	\$ 460.813,76	\$ 1.496.190,27
7	4	\$ 133.160,93	\$ 327.652,83	\$ 460.813,76	\$ 1.168.537,44
8	3	\$ 103.999,83	\$ 356.813,93	\$ 460.813,76	\$ 811.723,51
9	2	\$ 72.243,39	\$ 388.570,37	\$ 460.813,76	\$ 423.153,13
10	1	\$ 37.660,63	\$ 423.153,13	\$ 460.813,76	\$ -

El importe final a devolver es de 4.608.138 USD, de los cuales 1.637.731 corresponde a intereses de financiación.

Depreciación de activos fijos

Los bienes que componen la inversión de capital fijo, serán activos fijos de la empresa y no poseen liquidez. Los activos fijos sufren una depreciación en su valor por el desgaste durante su uso, por el paso del tiempo, o por la creación de nuevas tecnologías que lo puedan volver obsoleto. En el siguiente cuadro se observan la vida útil y porcentaje de depreciación para los diferentes rubros de activos fijos.

Tabla 18. % de depreciación de activos fijos

Rubro	Vida útil	% Depreciación	Valor de adquisición	Valor residual	Cuota anual
Terreno	50 años	30	\$ 360.000	\$ 252.000	\$ 2.160
Obra civil	50 años	30	\$ 1.886.400	\$ 1.320.480	\$ 11.318
Máquinas y equipos industriales	10 años	70	\$ 472.745	\$ 141.823	\$ 33.092
Instrumental de laboratorio	10 años	70	\$ 19.332	\$ 5.800	\$ 1.353
Comunicación	5 años	90	\$ 3.245	\$ 324	\$ 584
Muebles y útiles	5 años	90	\$ 4.791	\$ 479	\$ 862
Material de laboratorio	5 años	90	\$ 1.180	\$ 118	\$ 212

Con los valores de las cuotas anuales, se realiza la proyección de las depreciaciones para los próximos 10 años.

Tabla 19. Proyección de las depreciaciones a 10 años

Rubro	Depreciaciones en US\$									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Terreno	\$ 2.160	\$ 2.160	\$ 2.160	\$ 2.160	\$ 2.160	\$ 2.160	\$ 2.160	\$ 2.160	\$ 2.160	\$ 2.160
Obra civil	\$ 11.318	\$ 11.318	\$ 11.318	\$ 11.318	\$ 11.318	\$ 11.318	\$ 11.318	\$ 11.318	\$ 11.318	\$ 11.318
Máquinas y equipos	\$ 33.092	\$ 33.092	\$ 33.092	\$ 33.092	\$ 33.092	\$ 33.092	\$ 33.092	\$ 33.092	\$ 33.092	\$ 33.092
Instrumental de laboratorio	\$ 1.353	\$ 1.353	\$ 1.353	\$ 1.353	\$ 1.353	\$ 1.353	\$ 1.353	\$ 1.353	\$ 1.353	\$ 1.353
Comunicación	\$ 584	\$ 584	\$ 584	\$ 584	\$ 584					
Muebles y útiles	\$ 862	\$ 862	\$ 862	\$ 862	\$ 862					
Material de laboratorio	\$ 212	\$ 212	\$ 212	\$ 212	\$ 212					
Total	\$ 49.370	\$ 49.370	\$ 49.370	\$ 49.370	\$ 49.370	\$ 47.924				

Costos

Definimos como costo, al dinero que requerimos para adquirir ciertos recursos que nos permiten generar una utilidad. Es decir, las sumas de dinero que intervienen en la transformación del producto y que nos permitirán obtener una ganancia

Para el cálculo de los costos se tomar en cuenta los siguientes rubros:

- Materia prima
- Insumos
- Energía eléctrica y gas
- Mano de obra directa e indirecta

Tabla 20. Costo de materia prima

COSTO DE MATERIA PRIMA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DIARIA	CANTIDAD ANUAL	PRECIO UNITARIO US\$	COSTO TOTAL ANUAL US\$
Cáscara de Limón (KG)	9.970	2.452.620	\$ 0,30	\$ 735.786,00
Etanol 96% GI (L)	13.749	3.382.254	\$ 1,06	\$ 3.585.189,24
Agua (m3)	118	28.941	\$ 0,1714*	\$ 4.959,48
Ácido cítrico (KG)	1.994	490.524	\$ 3,29	\$ 1.615.140,00
TOTAL			\$	5.941.074,72

*Según cuadro tarifario vigente para la provincia de Tucumán. Ver Apéndice

Tabla 21. Costo de insumos

COSTO DE INSUMOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DIARIA	CANTIDAD ANUAL	PRECIO UNITARIO US\$	COSTO TOTAL ANUAL US\$
Bolsa 25 KG (u)	151	37.247	0,39	\$ 14.526,28
Pallet (u)	4,30	1.058	2,85	\$ 3.014,73
Rollo de film stretch (KG)	2,15	529	3,57	\$ 1.888,17
TOTAL	\$			19.429,18

Tabla 22. Costo de energía eléctrica

COSTO DE ENERGIA ELÉCTRICA					
EQUIPO	CONSUMO KWh	CONSUMO DIARIO KW	CONSUMO ANUAL KW	PRECIO UNITARIO (US\$) KWh**	COSTO TOTAL ANUAL US\$
Polipasto eléctrico AE 100,	1,60	3,20	787,20	\$ 0,08	\$ 66,43
Lavadero de alimentos BW4000	4,10	98,40	24.206,40	\$ 0,08	\$ 2.042,78
Cinta Transportadora SL-X350	1,10	26,40	6.494,40	\$ 0,08	\$ 548,06
Tanque vaporización 5.000 L	8,00	192,00	47.232,00	\$ 0,08	\$ 3.985,92
Trituradora de cuchillas AZR600	11,00	264,00	64.944,00	\$ 0,08	\$ 5.480,64
2 Tanques de hidrólisis 10.000 L	37,00	888,00	218.448,00	\$ 0,08	\$ 18.434,88
Bomba de tornillo M52	1,90	45,60	11.217,60	\$ 0,08	\$ 946,66
Filtro prensa automático XZ300	7,50	180,00	44.280,00	\$ 0,08	\$ 3.736,80
Evaporador de triple efecto MFE-3	145,00	3.480,00	856.080,00	\$ 0,08	\$ 72.244,80
Bomba de engranajes BEG 2	1,50	36,00	8.856,00	\$ 0,08	\$ 747,36
Tq de precipitación 10.000 L MKCL-10	7,50	180,00	44.280,00	\$ 0,08	\$ 3.736,80
Filtro prensa manual XZ30/870	2,20	52,80	12.988,80	\$ 0,08	\$ 1.096,13
Secador de cinta DW-1.2-8A	11,40	273,60	67.305,60	\$ 0,08	\$ 5.679,94
Molino de bolas 900X1800	18,50	444,00	109.224,00	\$ 0,08	\$ 9.217,44
Unidad de envasado por gravedad	3,10	74,40	18.302,40	\$ 0,08	\$ 1.544,54
Equipo de destilación JH-900,	87,00	1.914,00	470.844,00	\$ 0,08	\$ 39.734,64
TOTAL					\$ 169.243,82

**Según cuadro tarifario vigente para la provincia de Tucumán. Ver Apéndice

Tabla 23. Costo de gas

COSTO DE GAS					
EQUIPO	CONSUMO M3/H	CONSUMO DIARIO M3	CONSUMO ANUAL M3	PRECIO UNITARIO (US\$) M3	COSTO TOTAL ANUAL US\$
Cargo fijo	-	-	12	\$ 263,64	\$ 3.163,71
Caldera VA030 M	250,00	6.000,00	1.476.000,00	\$ 0,0046***	\$ 6.789,60
TOTAL					\$ 9.953,31

**Según cuadro tarifario vigente para la provincia de Tucumán. Ver Apéndice

Tabla 24. Costo de mano de obra directa

MANO DE OBRA DIRECTA				
DESCRIPCIÓN	Sueldo bruto mensual	Cantidad	Total p/categoría mensual US\$	Total p/categoría anual US\$
Supervisor de producción	\$ 76.950,00	3	\$ 5.496,43	\$ 65.957,14
Personal operativo	\$ 39.618,00	24	\$ 22.638,86	\$ 271.666,29
Encargado de Mantenimiento	\$ 76.950,00	1	\$ 1.832,14	\$ 21.985,71
TOTAL				\$ 271.666,29

Tabla 25. Costo de mano de obra indirecta

MANO DE OBRA INDIRECTA				
DESCRIPCIÓN	Sueldo bruto mensual	Cantidad	Total p/categoría mensual US\$	Total p/categoría anual US\$
Gerente de planta	\$ 95.000,00	1	\$ 2.261,90	\$ 27.142,86
Jefe de producción	\$ 85.500,00	1	\$ 2.035,71	\$ 24.428,57
Encargado de Laboratorio	\$ 76.950,00	1	\$ 1.832,14	\$ 21.985,71
Personal RRHH	\$ 29.597,00	1	\$ 704,69	\$ 8.456,29
Personal relaciones institucionales	\$ 29.597,00	1	\$ 704,69	\$ 8.456,29
Personal administrativo	\$ 29.597,00	1	\$ 704,69	\$ 8.456,29
Personal Logística	\$ 29.597,00	1	\$ 704,69	\$ 8.456,29
Vendedores	\$ 29.597,00	3	\$ 2.114,07	\$ 25.368,86
TOTAL	\$			132.751,14

Costo fijo y costo variable

Los costos detallados anteriormente se pueden clasificar según la relación que mantienen con el nivel de producción

- Fijos: Incurren en una erogación de dinero fija todos los meses, independiente del nivel de producción
- Variables: Incurren en una erogación de dinero en función de la cantidad de kilos producidos en el periodo.

También se puede distinguir entre costos erogables (que implican un desembolso de dinero) y los no erogables (que no implican el desembolso).

En el siguiente cuadro se observan los costos por KG de Pectina producida:

Tabla 26. Costo variables

COSTO VARIABLE		
Rubro	Costo Anual US\$	Tipo
Materia Prima	\$ 5.941.074,72	Erogables
Insumos	\$ 19.429,18	
Energía Eléctrica	\$ 169.243,82	
Gas	\$ 6.789,60	
Mano de obra directa	\$ 271.666,29	
TOTAL	\$ 6.408.203,61	

Tabla 27. Costo fijo

COSTO FIJO		
Rubro	Costo Anual US\$	Tipo
Mano de obra indirecta	\$ 132.751,14	Erogables
Costo de financiación	\$ 460.813,76	
Impuestos industriales	\$ 13.330,00	
Cargo fijo luz	\$ 586,67	
Cargo fijo gas	\$ 3.163,71	
Depreciación del AF	\$ 49.370,20	No erogable
TOTAL	\$ 660.015,49	

En base a los costos anuales calculados, se procede a calcular los Cv y Cf para el primer periodo.

Tabla 28. Costos anuales

COSTOS ANUALES	Año 1	Producción anual (KG)	Costos totales unitarios u\$S	Costo total unitario U\$S
Costo variable	\$ 6.408.203,61	900.000,00	\$ 7,12	\$ 7,85
Costo fijo	\$ 660.015,49		\$ 0,73	
COSTO TOTAL	\$ 7.068.219,10			

El siguiente gráfico muestra los rubros con mayor proporción dentro de la composición del costo total de la pectina.

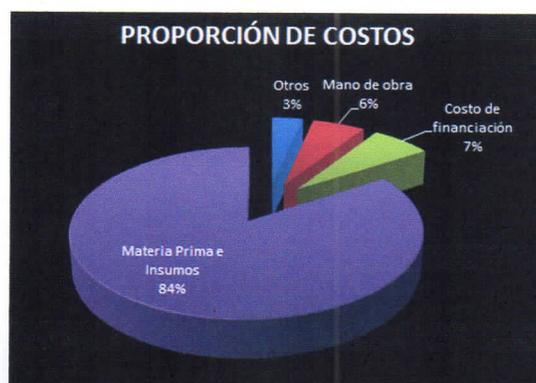


Figura 21. Proporción de costos

El costo mayor corresponde a la materia prima. En el siguiente gráfico se puede observar el desglose de las diferentes materias primas e insumos que lo componen:

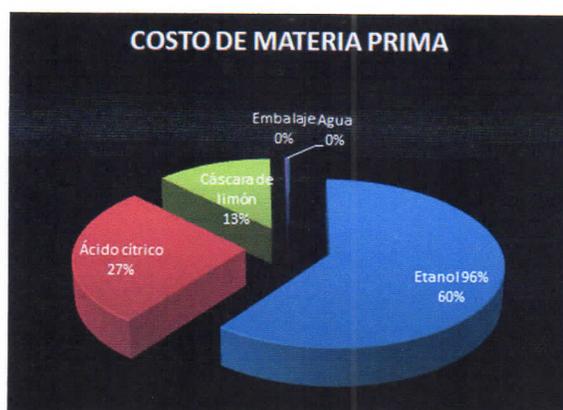


Figura 22. Proporción de costos de materia prima

Esto justifica la necesidad de incluir dentro de la inversión inicial el equipo de destilación que permite recuperar el 50% del etanol luego de la precipitación.

Punto de equilibrio

Precio de venta

Teniendo en cuenta los precios de mercado, que varían desde 17 US\$ a 24US\$ el kilo de pectina en Argentina, se establece un precio de venta de 15US\$.

Punto de equilibrio económico

El punto de equilibrio es aquel nivel de actividad en el que la empresa consigue cubrir la totalidad de sus costos, tanto fijos como variables, obteniendo una utilidad igual a 0.

Con la fórmula

$$\text{Cantidad de equilibrio} = \frac{\text{Costo fijo}}{\text{Precio unitario de venta} - \text{Costo unitario variable}}$$

$$\text{Ventas de equilibrio} = \text{Cantidad de equilibrio} * \text{Precio unitario de venta}$$

Con los datos de la tabla 28 se calcula el punto de equilibrio:

Volumen de equilibrio (Tn) \$ 83.760,72

Ventas de equilibrio (US\$) \$ 1.256.410,73

Graficando los costos totales y las ventas en función de las toneladas producidas se obtiene el siguiente gráfico:

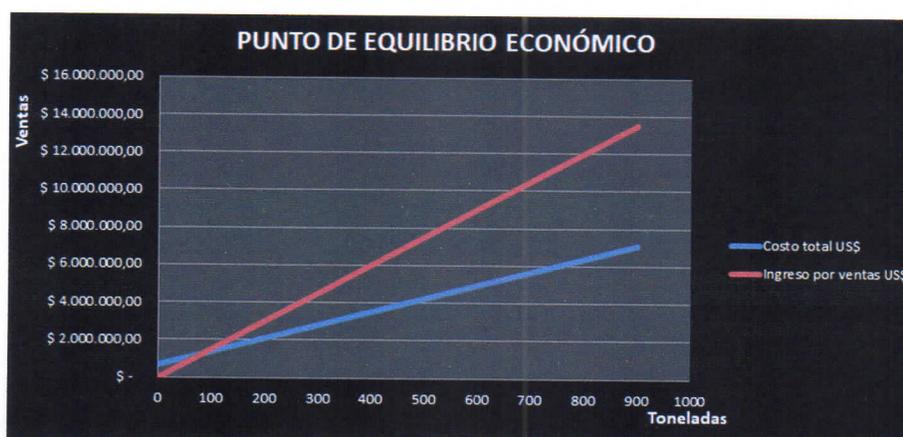


Figura 23. Punto de equilibrio económico

Punto de equilibrio financiero

De la misma manera, se puede calcular el punto de equilibrio financiero, sin tener en cuenta los costos no erogables, que disminuyen el beneficio contable, pero no representan un salida de dinero de la caja.

$$\text{Cantidad de equilibrio} = \frac{\text{Costo fijo} - \text{Depreciaciones de activo fijo}}{\text{Precio unitario de venta} - \text{Costo unitario variable}}$$

Volumen de equilibrio (Tn)	\$ 77.495,28
Ventas de equilibrio (US\$)	\$ 1.162.429,23



Figura 24. Punto de equilibrio financiero

Gastos

A diferencia de los costos, los gastos no están relacionados directamente con la actividad productiva. El dinero que se desembolsa para gastos está relacionado con actividades secundarias que sostienen la actividad de la empresa, sin la necesidad que ese dinero se transforme en un bien que nos dará utilidad.

Para el cálculo de los gastos se tuvieron en cuenta 3 rubros:

- Gastos administrativos
- Gastos de comercialización
- Gastos seguridad, limpieza, etc

Tabla 29. Gastos administrativos

GASTOS ADMINISTRATIVOS	
Rubro	Total anual US\$
Teléfono e Internet	\$ 1.333,00
Útiles varios	\$ 888,00
TOTAL	\$ 2.221,00

Tabla 30. Gastos de comercialización

GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN	
Rubro	Total anual US\$
Folletería	\$ 444,00
Publicidad	\$ 1.600,00
TOTAL	\$ 2.044,00

Tabla 31. Gastos varios

GASTOS VARIOS	
Rubro	Total anual US\$
Servicio de seguridad	\$ 40.975,00
Servicio de limpieza	\$ 30.731,00
Servicio de comedor	\$ 93.480,00
Recolección de desechos	\$ 268.585,04
TOTAL	\$ 433.771,04

Estado de Resultados proyectado a 10 años

El estado de resultados, o también de ganancias y pérdidas, es un reporte financiero que muestra de manera detallada, los ingresos obtenidos, los gastos en el momento en que se produjeron y como consecuencia, el beneficio o pérdida generado para un determinado periodo.

Se proyectó el estado de resultados, suponiendo un aumento de la producción, tal como se explicó en el capítulo 3 y detallada en el siguiente cuadro.

Tabla 32. Capacidad instalada

CAPACIDAD INSTALADA	
Año	KG Anuales
1	900.000
2	927.777
3	955.554
4	983.331
5	1.011.108
6	1.038.885
7	1.066.662
8	1.094.439
9	1.122.216
10	1.150.000

Este aumento solo se ve reflejado en los ingresos por ventas, y los costos variables por ventas.

Como todos los cálculos se realizaron en dólares, no se consideró aumento de los costos fijos y gastos.

Las obligaciones fiscales, están compuestas por:

- Impuesto a las ganancias: 35% de la utilidad bruta
- Impuesto al valor agregado: 21% sobre la facturación, es decir, los ingresos por ventas

Tabla 33. Cuadro de resultados proyectado

CUADRO DE RESULTADOS PROYECTADO					
Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas	\$ 13.500.000	\$ 13.916.655	\$ 14.333.310	\$ 14.749.965	\$ 15.166.620
Costo variable por ventas	-\$ 6.408.204	-\$ 6.605.982	-\$ 6.803.761	-\$ 7.001.539	-\$ 7.199.318
Costos fijos	-\$ 660.015	-\$ 660.015	-\$ 660.015	-\$ 660.015	-\$ 660.015
Gastos administrativos	-\$ 2.221	-\$ 2.221	-\$ 2.221	-\$ 2.221	-\$ 2.221
Gastos comercialización	-\$ 2.044	-\$ 2.044	-\$ 2.044	-\$ 2.044	-\$ 2.044
Gastos varios	-\$ 433.771	-\$ 433.771	-\$ 433.771	-\$ 433.771	-\$ 433.771
Utilidad bruta	\$ 5.993.745	\$ 6.212.621	\$ 6.431.498	\$ 6.650.374	\$ 6.869.251
Depreciaciones AF	-\$ 49.370	-\$ 49.370	-\$ 49.370	-\$ 49.370	-\$ 49.370
Obligaciones fiscales	-\$ 4.932.811	-\$ 5.096.915	-\$ 5.261.019	-\$ 5.425.124	-\$ 5.589.228
Utilidad del período	\$ 1.011.564	\$ 1.066.336	\$ 1.121.108	\$ 1.175.880	\$ 1.230.653
Rubro	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por ventas	\$ 15.583.275	\$ 15.999.930	\$ 16.416.585	\$ 16.833.240	\$ 17.250.000
Costo variable por ventas	-\$ 7.397.096	-\$ 7.594.875	-\$ 7.792.653	-\$ 7.990.432	-\$ 8.188.260
Costos fijos	-\$ 660.015	-\$ 660.015	-\$ 660.015	-\$ 660.015	-\$ 660.015
Gastos administrativos	-\$ 2.221	-\$ 2.221	-\$ 2.221	-\$ 2.221	-\$ 2.221
Gastos comercialización	-\$ 2.044	-\$ 2.044	-\$ 2.044	-\$ 2.044	-\$ 2.044
Gastos varios	-\$ 433.771	-\$ 433.771	-\$ 433.771	-\$ 433.771	-\$ 433.771
Utilidad bruta	\$ 7.088.127	\$ 7.307.004	\$ 7.525.880	\$ 7.744.757	\$ 7.963.688
Depreciaciones AF	-\$ 47.924	-\$ 47.924	-\$ 47.924	-\$ 47.924	-\$ 47.924
Obligaciones fiscales	-\$ 5.753.332	-\$ 5.917.437	-\$ 6.081.541	-\$ 6.245.645	-\$ 6.409.791
Utilidad del período	\$ 1.286.871	\$ 1.341.643	\$ 1.396.416	\$ 1.451.188	\$ 1.505.974

Flujo de Caja

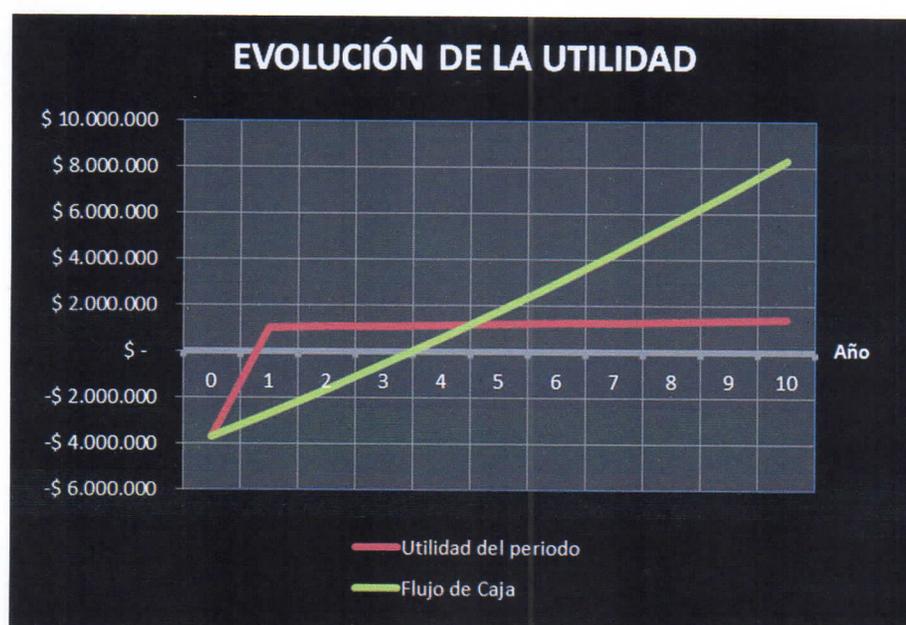
Con los datos obtenidos del cuadro de resultados proyecto, se elabora el flujo de caja. Un reporte que ayuda a evaluar como avanza la liquidez de la empresa, con el paso del tiempo.

Tabla 34. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA								
Año	Inversión en activo fijo	Inversión en activo de trabajo	Total de ingresos	Total de egresos	Depreciaciones de Activo fijo	Obligaciones fiscales	Total de ingresos menos egresos	Flujo de caja
0	-\$ 2.747.692	-\$ 965.316					-\$ 3.713.008	-\$ 3.713.008
1			\$ 13.500.000	-\$ 7.506.255	-\$ 49.370	-\$ 4.932.811	\$ 1.011.564	-\$ 2.701.444
2			\$ 13.916.655	-\$ 7.704.034	-\$ 49.370	-\$ 5.096.915	\$ 1.066.336	-\$ 1.635.108
3			\$ 14.333.310	-\$ 7.901.812	-\$ 49.370	-\$ 5.261.019	\$ 1.121.108	-\$ 514.000
4			\$ 14.749.965	-\$ 8.099.591	-\$ 49.370	-\$ 5.425.124	\$ 1.175.880	\$ 661.880
5			\$ 15.166.620	-\$ 8.297.369	-\$ 49.370	-\$ 5.589.228	\$ 1.230.653	\$ 1.892.533
6			\$ 15.583.275	-\$ 8.495.148	-\$ 47.924	-\$ 5.753.332	\$ 1.286.871	\$ 3.179.404
7			\$ 15.999.930	-\$ 8.692.926	-\$ 47.924	-\$ 5.917.437	\$ 1.341.643	\$ 4.521.047
8			\$ 16.416.585	-\$ 8.890.705	-\$ 47.924	-\$ 6.081.541	\$ 1.396.416	\$ 5.917.463
9			\$ 16.833.240	-\$ 9.088.483	-\$ 47.924	-\$ 6.245.645	\$ 1.451.188	\$ 7.368.651
10			\$ 17.250.000	-\$ 9.286.312	-\$ 47.924	-\$ 6.409.791	\$ 1.505.974	\$ 8.874.624

Se puede observar que los saldos acumulados serán negativos hasta que el proyecto pague el total de la inversión inicial. Esto ocurre durante el 4to. año.

Figura 25. Evaluación de la utilidad



Evaluación del Proyecto

Valor Actual Neto

El valor actual neto (VAN), es un criterio de evaluación que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto de inversión para conocer cuánto se ganará o perderá en dicha inversión. Para ello, trae todos los flujos de caja al momento presente y los descuenta a un tipo de interés determinado. Se expresa en una unidad monetaria definida (en este proyecto en Dólares). Se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \left(\frac{F_t}{(1+k)^t} \right)$$

Donde

- I_0 es la inversión inicial
- n es la cantidad de año que dura el proyecto
- k tasa de descuento
- t es el período
- F_t el flujo de caja del periodo determinado

La tasa de descuento es fundamental al evaluar la factibilidad de la inversión es por eso que existen diferentes métodos para calcularla. En esto proyecto seleccionamos el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model). *El modelo relacionar la rentabilidad y el riesgo de una inversión por medio de un coeficiente llamado β . El cálculo de la tasa de descuento se expresa de la siguiente manera:*

Tasa de descuento = Tasa libre de riesgo + β (prima de riesgo) + Riesgo país

- Tasa libre de riesgo: se toma la tasa de interés de T-Bonds que paga Estados Unidos por considerarse libre de riesgo. Actualmente en **2,53%** para bonos a 10 años.
- β : se toma un beta promedio de dos empresas importantes del sector alimenticio como son Danone y Nestlé, con valores de 0,85 y 0,57 respectivamente. Promedio **0,71**
- Prima de riesgo: se toma la diferencia histórica entre el rendimiento de la cartera total de acciones del mercado de USA y el rendimiento de los bonos de USA. Es un valor que solo varía con la incorporación a la serie histórica de un nuevo año. Es el mismo valor para cualquier tipo de proyecto a evaluar. Se tomo la media geométrica entre las diferencias acciones-bonos del 1927-2018 con un valor de **4,66%**
- Riesgo País: se toma el indicador EMBI Argentina como referencia. Se realiza un promedio de dicho indicador para el 2018 y se obtiene un valor de 549,75 puntos básicos. Por cada 100 puntos básicos, se pagan 1 punto porcentual por sobre el rendimiento de los bonos libres de riesgo. Por tanto la tasa de riesgo país es **5,50%**

Aplicando la expresión de cálculo, se obtiene un valor de

$$\text{Tasa de descuento (k)} = 11,33\%$$

El valor actual neto calculado en base a la tasa de descuento y los valores de flujo neto es de **USD 5.849.454,67.**

Tasa Interna de Retorno

Es aquella tasa de descuento que al utilizarla para actualizar los flujos netos de un proyecto, hace que el valor actual neto sea cero. Es decir es una medida de la rentabilidad de la inversión, mostrando cual es la tasa mas alta en la que un proyecto no genera ni perdidas ni ganancias. El calculo se puede hacer por tanteo, bajando la tasa de descuento hasta que VAN =0.

La tasa interna de retorno para este proyecto es 20,57%

Conclusiones

En el siguiente cuadro se observa un resumen de los indicadores obtenidos

TASA DE DESCUENTO	11,33%
VAN	USD 5.849.454,67
TIR	20,57%

Se obtiene un Valor Actual Neto mayor a cero, eso quiere decir que el valor actualizado de los pagos y costos futuros de la inversión, a la tasa de descuento calculada, generará beneficios monetarios.

La tasa de descuento calculada para el proyecto incluye factores de rentabilidad y riesgo, por lo que se cree es la mejor estimación de la situación financiera actual que atraviesa el país.

El valor de la Tasa Interna de Retorno es superior a la tasa de descuento, por lo que es conveniente la realización del proyecto. La diferencia entre ambas es de 9,24 puntos porcentuales, por lo que es necesario prestar especial atención al escenario macroeconómico.

Con costo total de US\$ 7,85 por kilo de pectina, donde el 90% de dicho valor pertenece a costo variable, es fácil crear estrategias de disminución de producción que puedan contrarrestar los efectos de una imprevista caída de las ventas y aun así, cubra todos los costos fijos.

Capítulo 7 – Marco Regulatorio

Organismos reguladores

La pectina es generalmente clasificada como un aditivo alimentario extremadamente seguro, y su uso es regulado bajo las leyes de aditivos alimentarios. A nivel internacional, se regula a través del Comité Mixto FAO/WHO de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA por sus siglas en inglés). En Europa lo hace a través del Comité Científico para Alimentos (SFC) y en Estados Unidos a través de la FDA.

En Argentina es regulada por el ANMAT a través del Código Alimentario Argentino.

A continuación se detallan las referencias de distintos organismos sobre la pectina.

FAO/WHO, JECFA (Food and Agriculture Organization/World Health Organization)

Las pectinas obtuvieron una DDR (dosis diaria recomendada) “no especificada” por el Comité Mixto FAO/WHO de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA por sus siglas en inglés), y son listadas como Aditivos Alimentarios. JECFA detalla además los tests de pureza e identificación que deben llevarse a cabo sobre las pectinas

SFC, (Scientific Foods Commite), Unión Europea

La pectina (E440 (i)) y la pectina amidada (E440 (ii)) obtuvieron una DDR (dosis diaria recomendada) “no especificada” por el Comité Científico para Alimentos. Las especificaciones de detallan en el reglamento UE nro. 231/2012 de la Comisión del 9 de

Marzo de 2012, por el que se establecen especificaciones para los aditivos alimentarios que figuran en los anexos II y III del Reglamento (CE) nro. 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo del 16 de Diciembre de 2008.

Como polímeros naturales y polímeros naturales químicamente modificados, las pectinas están exentas de registración en el reglamento comunitario europeo REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals), sólo relevante en aplicaciones industriales, domésticas y de cuidado personal.

FDA, (Food and Drugs Administration), Estados Unidos

La FDA reconoce a la pectina como GRAS (generally recognised as safe, generalmente reconocida como segura). Puede ser usada en todos los alimentos no estandarizados. Las especificaciones de la pectina del Food Chemical Codex se actualiza regularmente.

IPPA, (International Pectin Producers Asociation), internacional

IPPA (International Pectin Producers Asociation) es una asociación de compañías dedicadas a la manufactura de pectina. La asociación tiene base en Suiza, y tiene como objetivo promover altos estándares en la industria de la pectina por medio de:

- Coordinar el diálogo con cuerpos internacionales y autoridades de regulación nacionales en base científica, para que los estándares y regulaciones sean justas tanto para la industria como para los consumidores.

- Asegurar que las compañías miembro estén completamente informadas de los cambios en los requerimientos de las regulaciones de forma temprana, para que puedan prepararse para acatarlas de manera efectiva
- Compartir información en técnicas científicas y analíticas de terceras partes fuera de la asociación
- Promover los estudios científicos en áreas de interés para la industria, y distribuir los resultados de las últimas investigaciones
- Promover el uso de la pectina como un ingrediente seguro y efectivo en alimentos y otros productos

Las especificaciones para pectinas según IPPA compilan las establecidas por los organismos reguladores más importantes, y son las que se exponen en la siguiente página.

Tabla 35. Especificaciones de pectina según IPPA

ESPECIFICACIONES PECTINA SEGÚN IPPA	
REFERENCIAS	<p>INS 440 - PECTINAS (International Numeration System)</p> <p>EEC E440 (i) - PECTINA (European Economic Community) E440 (ii) - PECTINA AMIDADA</p> <p>CAS No. 9000-69-5 (Chemical Abstract Service)</p> <p>EINECS No. 232-553-0 (European Inventory of Existing Commercial chemical Substances)</p>
DEFINICIÓN	<p>Consiste principalmente de ésteres metílicos parciales de ácido poligalacturónico y sus sales de sodio, potasio, calcio y amonio. La pectina puede contener acetato u otros grupos de ésteres. Se obtiene por extracción en medio acuoso de material vegetal comestible, usualmente frutos cítricos y manzanas; no deben usarse otros precipitantes orgánicos más que metanol, etanol e isopropanol; en algunos tipos una parte de los ésteres metílicos pueden haber sido convertidos en amidas primarias por tratamiento con amonio bajo condiciones alcalinas.</p> <p>El producto comercial normalmente es diluido con azúcares para propósitos de estandarización. Además de azúcares, las pectinas pueden ser mezcladas con sales amortiguadoras de calidad alimentaria.</p>
STATUS	<p>Aditivo alimentario aprobado</p> <p>JECFA - Dosis Diaria Recomendada no especificada</p> <p>SCF (Europa) - Dosis Diaria Recomendada no especificada</p> <p>FDA - GRAS 21 (generally recognised as safe) según CFR §184.1588</p>
DESCRIPCIÓN	Polvo blanco, amarillento, gris claro o pardo claro.
USOS FUNCIONALES	Agente gelificante, espesante, estabilizador y emulsionante.
CARACTERÍSTICAS Tests de identificación	<p>A - Degradación enzimática - Degradada por pectato liasa con generación de insaturación conjugada detectable por absorción UV a 235 nm</p> <p>B- Test para grupo amida - las pectinas amidadas convertidas a la forma ácida libre reaccionan positivamente a la liberación de amonio con álcali frío</p>
ESPECIFICACIONES Tests de pureza	
<i>Pérdida por desecación</i>	No más de 12% (105°C, 2 h)
<i>Dióxido de azufre</i>	No más de 50mg/kg
<i>Cenizas insolubles en ácido</i>	No más de 1%
<i>Materiales insolubles</i>	No más de 3% en álcali más secuestrante
<i>Metanol, etanol e isopropanol libres</i>	No más de 1%, sólo o en combinación
<i>Contenido de nitrógeno</i>	No más de 2.5% luego de lavar con ácido y etanol
<i>Arsénico</i>	No más de 3 mg/kg
<i>Plomo</i>	No más de 5 mg/kg
<i>Cadmio</i>	No más de 1 mg/kg
<i>Mercurio</i>	No más de 1 mg/kg
<i>Metales pesados (como plomo)</i>	No más de 20 mg/kg
<i>Ácido Galacturónico</i>	No menos de 65% calculado en base seca y libre de cenizas
<i>Grado de amidación</i>	No más de 25% del total de grupos carboxilo de pectina
<i>Métodos de test</i>	Los métodos de test recomendados son publicados en el manual de métodos de IPPA. Donde el manual no contenga métodos relevantes, el método indicado en la especificación JECFA deberá ser usado. Ver Métodos generales (Guía para las especificaciones JECFA), FNP 5/Rev. 2 (1991)

ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica), Argentina

La ANMAT lleva adelante los procesos de autorización, registro, normatización, vigilancia y fiscalización de los productos de su competencia en todo el territorio nacional argentino, tomando como base el Código Alimentario Argentino.

La ley 18284 declara vigente en todo el territorio de la República Argentina, con la denominación de Código Alimentario Argentino, las disposiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial del Reglamento Alimentario aprobado por Decreto 141/1953

Las especificaciones para la pectina se encuentran en el capítulo XVIII - "ADITIVOS ALIMENTARIOS" de dicho código, en el artículo 1398:

Artículo 1398 - Los aditivos alimentarios que integran la lista positiva del Código Alimentario Argentino no contendrán más de 3 mg/kg de arsénico, como As; de 10 mg/kg de plomo, como Pb; y de 40 mg/kg de metales pesados como Pb, salvo indicación particular diferente. En general, se recomienda que no contenga más de 50 mg/kg de hierro y cobre globalmente. Responderán a las exigencias que a continuación se detallan:

"..."

106. PECTINA (En polvo) (Res 1782, 3.8.83)

Definición: Polímero constituido esencialmente por unidades de ácido galacturónico parcialmente esterificado con metanol. Los grupos carboxílicos remanentes, pueden estar en la forma de ácido libre o como sales de amonio, potasio, sodio o calcio. Se obtiene por extracción de materias primas vegetales. El producto comercial puede presentarse mezclado con azúcares para regular el poder gelificante.

Descripción: Polvo blanco amarillento, ligeramente grisáceo o ligeramente pardo. Características: Soluble casi totalmente en 20 partes de agua e insoluble en metanol.

Pérdida por desecación, 100-105°C, 2h, máx: 12%.

Cenizas insolubles en ácido clorhídrico, máx: 1%.

Metanol, etanol e isopropanol libres, separadamente o en conjunto, máx: 1% sobre base seca. Dióxido de azufre residual, máx: 50 mg/kg.

Nitrógeno total, máx: 0,5%, después de lavado con ácido y etanol.

Arsénico, como As, máx: 3 mg/kg.

Plomo, como Pb, máx: 10 mg/kg.

Zinc, máx: 25 mg/kg.

Cobre, máx: 50 mg/kg.

Ácido galacturónico, mín: 65% calculado sobre base seca, libre de cenizas y azúcares, si los tuviera.

Gelificante-Espesante-Estabilizante

Tests de identificación

Test para pectinas

Humedecer 0,05 g de la muestra con 2-propanol. Agregar 50 ml de agua en un agitador magnético. Ajustar el pH a 12 usando 0,5 mol/l de hidróxido de sodio y dejar la reposar la solución sin agitar por 15 minutos.

Reducir el pH a 7 con 0,5 mol/l de ácido clorhídrico. Ajustar a 100 ml con agua. Colocar muestras en cubetas de cuarzo de 1 cm como sigue:

Tabla 36. Muestras para test de identificación de pectinas

	Buffer pH 7.0 (*)	Solución de muestra	Agua	Solución de enzima (**)
Muestra sin enzima	0,5 ml	1,0 ml	1,0 ml	-
Muestra agua+buffer	0,5 ml	-	1,5 ml	0,5 ml
Muestra	0,5 ml	1,0 ml	0,5 ml	0,5 ml

(*) Buffer pH 7.0: disolver 6,055 g de tris(hidroximetil)aminometano (por ejemplo, base TRIZMA, Sigma) y 0,147 g cloruro de calcio dihidratado en agua a 1 litro. Ajustar pH a 7 con 1 mol/l de ácido clorhídrico.

(**) Solución de enzima: diluir pectato liasa pura en 1:100 con buffer pH 7.0. Agitar bien las soluciones y medir la absorbancia a 235 nm en cero y en diez minutos.

Cálculos:

$A_0 = \text{absorbancia a 0 (cero) minutos} = \text{Muestra} - (\text{muestra sin enzima} + \text{muestra agua+buffer})$

A_{10} = absorbancia a 10 minutos = Muestra - (muestra sin enzima + muestra agua+buffer)

La cantidad de producto insaturado producido es proporcional al cambio en absorbancia ($A_{10} - A_0$). Este valor debe ser mayor a 0,023. Esto distingue pectinas de otras gomas que esencialmente no muestran cambios.

Test para grupo amida (sólo pectinas amidadas)

Agregar 2 ml de ácido clorhídrico y 50 ml de etanol al 60% a 0,5 g de la muestra, y agitar bien por 20 minutos. Transferir a un tubo de vidrio fritado con filtro con seis porciones de 10 ml de la mezcla de ácido clorhídrico y etanol al 60%. Disolver en 100 ml de agua destilada, puede ser necesario agregar algunas gotas de hidróxido de sodio 0,1 molar para lograr la solución.

Transferir 4 ml de esta solución a un tubo de ensayo (dimensiones recomendadas: 15,5 mm de diámetro interno y 146 ml de largo). Agregar 1 ml de hidróxido de sodio 5 molar y mezclar. La mezcla formará un gel. Llenar un tubo de vidrio pequeño (dimensiones recomendadas 7,8 mm de diámetro interno y 79 mm de largo) con 2,5 ml de ácido bórico TS y dejar deslizar en el tubo de ensayo. Cerrar con parafilm y dejar incubar durante la noche a 30°C. En caso de presencia de grupos amida, el indicador cambia su color de rojo a verde, debido a la liberación de amonio.

Tests de pureza

Dióxido de azufre

Suspender 100 g de la muestra en 500 ml de metanol en un balón de destilación de 1 litro, provisto con un tubo de entrada de gas alcanzando casi el fondo y conectado al cuello con un condensador de reflujo. Preparar una junta de conexión de vidrio desde el condensador a un matraz de absorción o tubo U conteniendo 10 ml de solución de peróxido de hidrógeno al 3% neutralizado a rojo de metilo TS. Conectar el tubo de entrada de gas a una fuente de dióxido de carbono o nitrógeno libre de oxígeno, y mantener el flujo de gas como para causar burbujeo constante. Tan pronto como el aparato es liberado de aire, ingresar 30 ml de solución de ácido clorhídrico (10 ml de HCl concentrado + 20 ml de agua) en el condensador de reflujo, e inmediatamente conectar el matraz de absorción o tubo U. Calentar lentamente hasta que el metanol refluya, y dejar refluir suavemente por 2 horas. Desconectar el aparato y titular la solución de peróxido de hidrógeno contra rojo de metilo TS con hidróxido de sodio 0,01 molar. Cada mililitro de hidróxido de sodio 0,01 molar corresponde a 0,32 mg de SO₂.

Insolubles totales

Secar un filtro de papel de fibra de vidrio (GF/B (Whatman code 1821 070) en un horno con el ventilador seteado a 105°C por cerca de 1 hora. Transferir el filtro de papel a un desecador conteniendo gel de silica y dejar enfriar. Pesar el papel (M₁). Pesar cerca de 1 g (S) de la muestra en un vaso de precipitado de 250 ml. Agregar 5 ml de 2-propanol para dispersar la muestra. Mientras se agita magnéticamente, agregar 100 ml de hidróxido

de sodio 0.03 molar conteniendo ácido etilen-diamino-tetra acético 0.1% (p/p) (sal de sodio), que se haya filtrado a través de papel GF/B. Agitar por 30 minutos a temperatura ambiente, luego calentar hasta el hervor (retirar calor si se produce excesiva espuma). Filtrar la solución caliente a través de papel de fibra de vidrio en vacío usando, por ejemplo, un kit de filtrado con un juego de embudos Hartley de tres piezas (70 cm), con bandeja resistente al calor. Enjuagar el vaso de precipitado cinco veces y filtrar los enjuagues con 100 ml de agua tibia (a 50°) que haya sido filtrada a través de papel GF/B. Secar el filtro de papel con residuo a 105°C por 1 hora. Transferir al desecador conteniendo silica gel y dejar enfriar. Pesar el papel (M_2). Calcular el porcentaje total de insolubles con:

$$\text{Total insolubles (\%)} = [(M_2 - M_1)/S] \times 100$$

Ácido galacturónico y grado de amidación

Pesar 5 g de la muestra lo más próximo a 0,1 mg, y transferir a un vaso de precipitado. Agitar por 10 minutos con una mezcla de 5 ml de ácido clorhídrico TS y 100 ml de etanol al 60%. Transferir a un tubo de vidrio poroso (30 a 60 ml de capacidad) y enjuagar con seis porciones de 15 ml de la mezcla de ácido clorhídrico y metanol al 60%, seguido de etanol al 60% hasta que el filtrado quede libre de cloruros. Finalmente lavar con 20 ml de etanol, secar por 2,5 horas en un horno a 105°C, enfriar y pesar.

Transferir exactamente un décimo del peso neto total de la muestra seca (representando 0,5 g de la muestra original sin enjuagar) a un matraz Erlenmeyer de 250 ml y humedecer la muestra con 2 ml de etanol TS. Agregar 100 ml de agua destilada recién hervida y enfriada, tapar y agitar ocasionalmente hasta que haya solución

completa. Agregar 5 gotas de fenolftaleína TS, titular con hidróxido de sodio 0,1 molar y registrar el resultado como titulación inicial (V1).

Agregar exactamente 20 ml de hidróxido de sodio TS 0,5 molar, tapar, agitar vigorosamente y dejar reposar por 15 minutos. Agregar exactamente 20 ml de ácido clorhídrico 0,5 molar y agitar hasta que el color rosa desaparezca. Titular con hidróxido de sodio 0,1 molar para hacer desaparecer el leve color rosa que persista después de agitar vigorosamente y registrar este valor como titulación de saponificación (V2).

Transferir cuantitativamente el contenido del matraz a un balón de destilación de 500 ml equipado con una trampa Kjeldahl y un condensador enfriado por agua, con el tubo de descarga que se extiende bajo la superficie de la mezcla de 150 ml de agua libre de dióxido de carbono y 20 ml de ácido clorhídrico 0,1 molar en un matraz colector. Adherir 20 ml de solución 1 en 10 de hidróxido de sodio al balón de destilación, sellar las conexiones y comenzar a calentar cuidadosamente para evitar la formación de espuma. Seguir calentando hasta recolectar entre 80 y 120 ml de destilado. Agregar algunas gotas de rojo de metilo TS al matraz colector y titular el ácido en exceso con hidróxido de sodio 0,1 molar, registrando el volumen requerido, en ml, como S.

Llevar a cabo una determinación en blanco en 20 ml de ácido clorhídrico 0,1 molar y registrar el volumen requerido, en ml como B. La titulación de amida es (B-S).

Transferir exactamente un décimo del peso neto total de la muestra seca (representando 0,5 gr de la muestra original sin lavar) y humedecer con cerca de 2 ml de etanol en un vaso de precipitado de 50 ml. Disolver la pectina en 25 ml de hidróxido de sodio 0,125 molar. Dejar reposar la solución por una hora, agitando a temperatura

ambiente. Transferir cuantitativamente la solución de pectina saponificada a un matraz de medición de 50 ml y diluir hasta la marca con agua destilada. Transferir 20 ml de la pectina diluida a un aparato de destilación y agregar 20 ml de solución Clark, que consiste en 100 g de sulfato de magnesio heptahidratado y 0,8 ml de ácido sulfúrico concentrado y agua destilada a un total de 180 ml. Este aparato consiste en un generador de vapor conectado a un balón de destilación al que se conecta un condensador. Tanto del generador de vapor como el balón de destilación están equipados calentadores.

Comenzar la destilación calentando el balón de destilación conteniendo la muestra. Recolectar los primeros 15 ml de destilado separadamente en un cilindro medidor. Comenzar con el suministro de vapor y continuar la destilación hasta que se hayan recolectado 150 ml en un vaso de precipitado de 200 ml. Agregar cuantitativamente los primeros 15 ml de destilado y titular con hidróxido de sodio 0,5 molar a un pH de 8,5 y registrar el volumen requerido, en ml, como A.

Llevar a cabo una determinación en blanco en 20 ml de agua destilada. Registrar el volumen requerido, en ml, como A₀. La titulación de éster de acetato es (A-A₀). Calcular el grado de amidación (como % del total de grupos carboxilos) a partir de la fórmula:

$$100 \times \frac{B - S}{V_1 + V_2 + (B - S) - (A - A_0)}$$

Calcular los mg de ácido galacturánico con la fórmula:

$$19.41 \times [V_1 + V_2 + (B - S) - (A - A_0)]$$

Los mg de ácido galacturánico obtenidos de esta forma son el contenido de un décimo del peso de la muestra lavada y secada. Para calcular el porcentaje de ácido galacturánico

en una base libre de humedad y cenizas, multiplicar el número de mg obtenidos por 1000/x, siendo x el peso en mg de la muestra lavada y secada.

Nota 1: si se sabe que la pectina no es amidada, sólo V1 y V2 deben ser determinados y (B - S) debe considerarse igual a cero.

Nota 2: para pectinas de manzana o cítricos (A - A0) es generalmente insignificante al calcular ácido galacturánico y grado de amidación.

Note 3: el grado de esterificación (como porcentaje total de grupos carboxilos) puede calcularse con la fórmula:

$$100 \times \frac{V_2 - (A - A_0)}{V_1 + V_2 + (B - S) - (A - A_0)}$$

Note 4: el grado de éster de acetato (como porcentaje del total de grupos carboxílicos de ácido galacturánico) puede calcularse con la fórmula:

$$100 \times \frac{A - A_0}{V_1 + V_2 + (B - S) - (A - A_0)}$$

Metanol, etanol y 2-propanol

Pesar 200 mg de úrea en un frasco de vidrio ambarino de 25 ml. Purgar con nitrógeno por 5 minutos y luego agregar 1 ml de solución de ácido oxálico, cerrar con un tapón de goma y agitar. Agregar 1 ml de la solución de muestra (100 mg de muestra en 10 ml de agua usando cloruro de sodio como agente dispersante si fuera necesario), 1 ml de solución estándar interna (50 mg de n-propanol en 1000 ml de agua), y simultáneamente iniciar un cronómetro (T=0). Agitar el frasco y volver a cerrar con una tapa roscada a la que se le agrega un tabique de silicona. Agitar 30 segundos (T=30). A T=45 segundos inyectar a través del tabique 0,5 ml de una solución acuosa de nitrato de sodio (250 g/L).

Esto convertirá los alcoholes en sus ésteres de nitrato. Agitar hasta T=70 segundos, a T=150 segundos retirar desde el tabique 1 ml de solución usando una jeringa para cromatografía de espacio de cabeza.

Insertar la aguja de la jeringa en el puerto de inyección del cromatógrafo, precomprimir la muestra y luego abrir la jeringa e inyectar la muestra. Las condiciones deben ser:

Columna:

- largo: 90 cm, diámetro: 4 mm
- material: vidrio
- packing: primeros 15 cm empacados con chrompack (o equivalente) y lo que resta con Porapak R 120-150 mesh (o equivalente)

Gas portador : Nitrógeno

Caudal: 80 ml/min

Tipo de detector: FID

Temperaturas:

- puerto de inyección: 250°C
- columna: 150°C isotérmicos

Cuantificar el metanol, etanol y 2-propanol presentes en la muestra comparando el área de los picos con los picos correspondientes obtenidos realizando cromatografía de espacio de cabeza sustituyendo en el procedimiento 1 ml de una solución acuosa conteniendo 50 mg/l de metanol, 50 mg/l de etanol y 50 mg/l de 2-propanol por cada ml de solución de muestra.

Capítulo 8

Evaluación del impacto ambiental

La Ley 24.051 establece las disposiciones fundamentales para el manejo de los residuos peligrosos en Argentina. En el artículo 17 se detallan las responsabilidades de los generadores de residuos peligrosos:

Art. 17- Los generadores de residuos peligrosos deberán: a) Adoptar medidas tendientes a disminuir la cantidad de residuos peligrosos que generen; b) Separar adecuadamente y no mezclar residuos peligrosos incompatibles entre si; c) Envasar los residuos, identificar los recipientes y su contenido, numerarlos y fecharlos, conforme lo disponga la autoridad de aplicación; d) Entregar los residuos peligrosos que no traten en sus propias plantas a los transportistas autorizados, con indicación precisa del destino final en el pertinente manifiesto, al que se refiere el art. 12 de la presente.

En nuestro proceso productivo identificamos dos puntos generadores de residuos peligrosos:

- 11172 kg diarios de cáscara agotada a la salida del filtro prensa, conteniendo ácido cítrico
- 39783 kg de agua acidulada a la salida del destilador y hervidor

De acuerdo al anexo I de la ley 24051, El ácido cítrico entra en la categoría Y34 (Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida) y por lo tanto, está sometido a control.

La información ecológica que se desprende de la sección 12 de ficha de datos de seguridad del ácido cítrico de acuerdo con el Reglamento (CE) No. 1907/2006 es la siguiente:

Tabla 37. Sección 12 de ficha de datos de seguridad del ácido cítrico

12.1 Toxicidad
Toxicidad para los peces CL50 <i>Leuciscus idus</i> (Carpa dorada): 440 - 760 mg/l; 96 h (IUCLID)
Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos EC5 <i>E. sulcatum</i> : 485 mg/l; 72 h (Literatura)
CE50 <i>Daphnia magna</i> (Pulga de mar grande): aprox. 120 mg/l; 72 h (IUCLID)
Toxicidad para las algas IC5 <i>Scenedesmus quadricauda</i> (alga verde): 640 mg/l; 7 d (concentración tóxica límite) (Literatura)
IC5 <i>M. aeruginosa</i> : 80 mg/l; 8 d (concentración tóxica límite) (Literatura)
Toxicidad para las bacterias EC5 <i>Pseudomonas putida</i> : > 10.000 mg/l; 16 h (concentración tóxica límite) (Literatura)
12.2 Persistencia y degradabilidad
Biodegradabilidad 98 %; 2 d OECD TG 302B (IUCLID) Fácilmente eliminable.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 526 mg/g (5 d) (IUCLID)
Demanda química de oxígeno (DQO) 728 mg/g (IUCLID)
Demanda teórica de oxígeno (DTO) 750 mg/g (calculado)
12.3 Potencial de bioacumulación
Coefficiente de reparto n-octanol/agua log Pow: -1,72 (20 °C) OECD TG 117 No es de esperar una bioacumulación.
12.4 Movilidad en el suelo No hay información disponible.
12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB
Una valoración PBT y MPMB no se hizo, debido al hecho de que una evaluación de peligro químico no es necesaria o no existe.
12.6 Otros efectos adversos Efectos biológicos: Efecto perjudicial por desviación del pH.

De acuerdo con lo dispuesto en el inciso d) del artículo 17 de la ley 24051, la totalidad de la cáscara agotada se entregará a la empresa TAYM S.A. para su transporte y operación.



Nombre de la empresa: TAYM S.A
Domicilio: Ruta Nacional 36 km 792
Localidad: Paraje Alto El Durazno
Provincia: Cordoba
E-mail: cvercellone@taym.com.ar
Página web: www.taym.com.ar

Productos: Transportista y Operador de Residuos Peligrosos.
Tratamiento de RAEE. Descontaminación In Situ de Sitios con Asbestos. Limpieza industrial

Descripción de la empresa: Taym S.A es una empresa de Benito Roggio Ambiental (BR.a), encargada de la prestación de Servicios Ambientales Integrados.

El agua acidulada a la salida del destilador y del hervidor se derivan a la planta de tratamiento de aguas residuals (ver Equipamiento, página 42), para su recuperación y disposición final a riego

Lista de referencias

Página de BICE – Banco de Inversión y Comercio exterior
(<https://www.bice.com.ar/productos/inversion-ge/>)

Página de RIDES – Red de información para el desarrollo productivo – Gobierno de Tucumán (<http://rides.producciontucuman.gov.ar/>)

Rendimiento de pectinas (Neme E., 2009)

Modo de acción de pectinasas en la degradación del homogalacturano y xilagalacturano.
Fuente: (Hilz, 2007)

Influencia de aw en reacción de degradación de alimentos. (Fuente: Martinez Navarrete, 2000)

Isoterma de sorción de cáscara de limón con modelos de GAB, Halsey y Handerson.
(Fuente: García J. 2007)

Página de IPPA – International Pectin Producers association (<https://ippa.info/>)

Apéndice

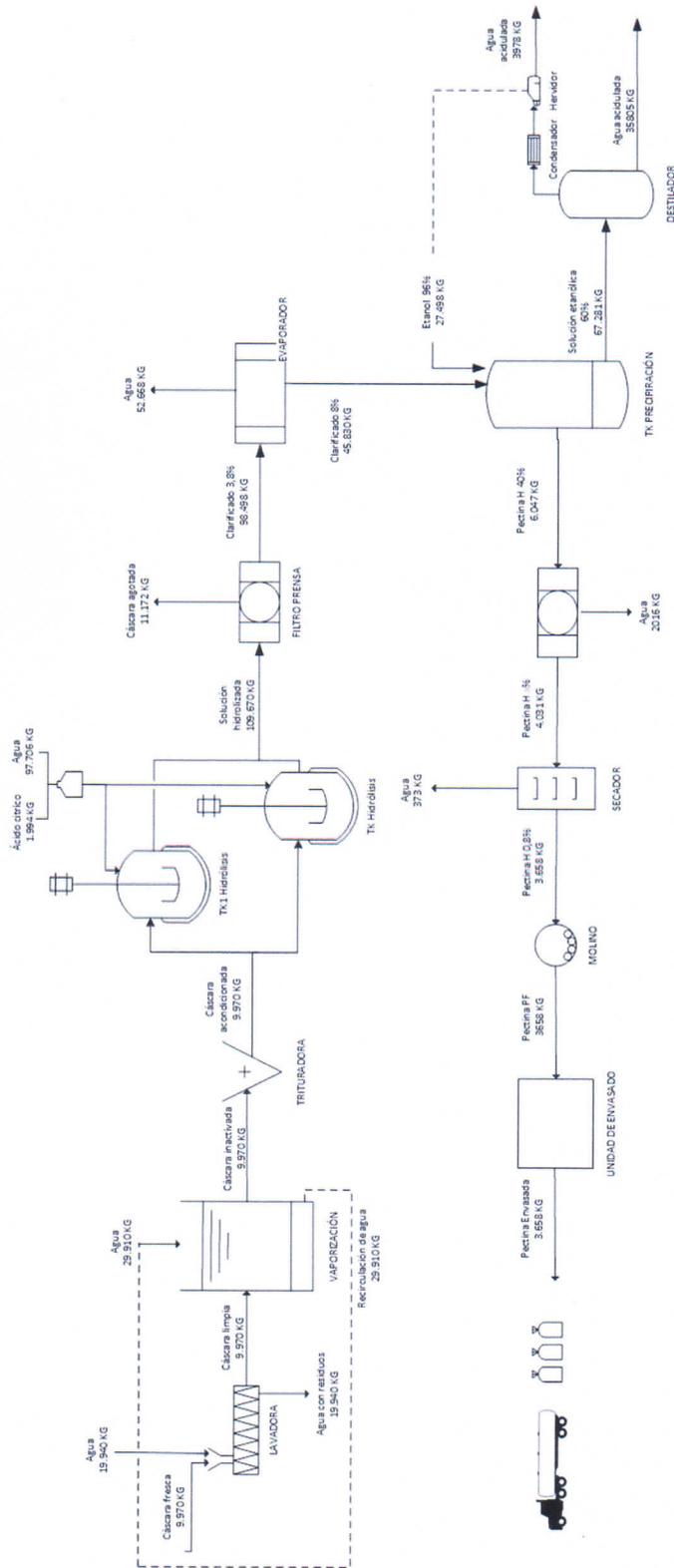
Modelización de isotermas de sorción

Nombre del modelo	Ecuación del modelo	Referencia
Guggenheim, Anderson y de Boer (GAB)	$X_e = \frac{X_m \cdot A \cdot B \cdot a_w}{(1 - B \cdot a_w) \cdot (1 - B \cdot a_w + A \cdot B \cdot a_w)}$	Van den Berg, (1984)
Oswin	$X_e = A \cdot \left(\frac{a_w}{1 - a_w}\right)^B$	Oswin, (1946)
Oswin modificado	$X_e = (A - B \cdot T) \cdot \left(\frac{a_w}{1 - a_w}\right)^C$	Chen, (2000)
White y Euring	$X_e = \frac{1}{A + B \cdot a_w}$	Castillo et al., (2003)
Adam y Shove	$X_e = A + B \cdot a_w + C \cdot a_w^2 + D \cdot a_w^3$	Chirife e Iglesias, (1978)
Caurie	$X_e = \exp(A + B \cdot a_w)$	Castillo et al., (2003)
Smith	$X_e = A - B \cdot (\ln(1 - a_w))$	Smith, (1947)
Halsey	$X_e = \left(-\frac{A}{\ln(a_w)}\right)^{1/B}$	Halsey, (1948)
Chung y Pfof	$X_e = -\frac{1}{A} \ln\left(-\frac{T \cdot \ln(a_w)}{B}\right)$	Chung y Pfof, (1967)
Peleg	$X_e = A \cdot (a_w)^B + C \cdot (a_w)^D$	Peleg, (1993)
BET modificado (1996)	$X_e = \frac{A}{1 - B \cdot a_w}$	Brunauer et al., (1938)
Iglesias y Chirife	$X_e = A + B \cdot \left(\frac{a_w}{1 - a_w}\right)$	Iglesias y Chirife, (1981)

X_m = Contenido de humedad de la monocapa; A y B = Calores de sorción en monocapa y multicapa

Fuente (Bognadoff, 2015)

Diagrama de proceso



Líneas de crédito en Tucumán

LÍNEAS DE CREDITOS PARA EMPRESAS		
PROGRAMA	DESCRIPCIÓN	LINK
Expertos PYME	El Programa Expertos PYME tiene como objetivo transferir a las PYMES argentinas el conocimiento especializado de profesionales con amplia experiencia en las distintas áreas que hacen al funcionamiento de las empresas.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/expertospyme/
PACC Empresas	El Programa PACC Empresas brinda aportes directos que no deben ser devueltos, a las empresas que inviertan en asistencia técnica para lograr mejoras en la competitividad, innovación de productos/procesos y ascenso en la escala tecnológica.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/pacc/
PACC Emprendedores	El Programa PACC Emprendedores brinda aportes directos que no deben ser devueltos, a los emprendedores que estén por iniciar su proyecto empresarial y a las personas que lo hayan iniciado hace menos de 2 años y necesiten ayuda para consolidarlo o impulsarlo.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/pacc-emprendedores/
Crédito Fiscal Instituciones	El Programa Crédito Fiscal para Instituciones permite a las Agencias de Desarrollo Productivo y Parques Industriales financiar la creación de centros de formación y aulas virtuales para capacitar a sus recursos humanos.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/creditofiscal/credito-fiscal-instituciones/
Crédito Fiscal PYMES	El Programa Crédito Fiscal para PYMES permite a las PYMES obtener reintegros por la inversión que realicen en la capacitación de sus recursos humanos, ya sea en actividades abiertas o cerradas.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/creditofiscal/
Sistemas Productivos Locales	El Programa Sistemas Productivos Locales brinda asistencia técnica y económica a Grupos Asociativos para implementar, desarrollar y/o fortalecer proyectos productivos que beneficien a todas las empresas participantes y a la comunidad a la que pertenecen.	http://www.sepyme.gob.ar/progr/amas/spol/
FONAPYME	El Programa FONAPYME está destinado a empresas industriales, prestadoras de servicios industriales, agroindustriales y del sector de la minería y construcción para asistirlos en el financiamiento de la adquisición de bienes de capital nuevos, construcción e instalaciones.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/fonapyme/
Mi Galpón	El Programa Mi Galpón bonifica parte de la tasa de interés de créditos otorgados por la línea "Financiamiento de Inversiones de Actividades para la MIPYME - Reg. Nº 400/23" del Banco de la Nación Argentina, en el marco de la construcción o adquisición de galpones para uso industrial.	http://www.sepyme.gob.ar/mi-galpon/
Bonificación de Tasas	El Programa Bonificación de Tasas es un régimen por el cual las PYMES pueden obtener financiamiento con la tasa bonificada.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/bonificacion-de-tasas/
Nexo PYME	El Programa Nexo PYME es una herramienta que permite conectar los proyectos de inversión de las empresas con la oferta de créditos a la inversión productiva que los bancos realizan en el marco de las nuevas medidas tomadas por el Gobierno Nacional en materia de financiamiento PYME.	http://www.sepyme.gob.ar/que-necesitas/financia-pyme/nexo-pyme/
Sociedades de Garantía Recíproca	Las Sociedades de Garantía Recíproca (SGR) son sociedades cuyo fin es facilitar a las PYMES el acceso al crédito a través del otorgamiento de garantías para el cumplimiento de sus obligaciones.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/sgr/
Parques Industriales	El Programa Parques Industriales permite financiar obras de infraestructura dentro y fuera de los parques industriales públicos, y asimismo fomentar la radicación en ellos de Pequeñas y Medianas Empresas.	http://www.sepyme.gob.ar/programas/parques-industriales/
Crédito para la Reactivación Productiva	El Crédito para la Reactivación Productiva tiene como objetivo fortalecer el desarrollo de las actividades productivas regionales. El mismo está destinado a las micro, pequeñas y medianas empresas, que desarrollen una actividad económica rentable y que estén en condiciones de ser sujeto habilitado de crédito.	http://www.cfired.org.ar/Default.aspx?mid=492
Crédito para la Producción Regional Exportable	El Crédito para la Producción Regional Exportable tiene como objetivo brindar asistencia financiera a las empresas radicadas en las Provincias Argentinas cuya producción muestre perspectivas exportables.	http://www.cfired.org.ar/Default.aspx?mid=493
Financiamiento para la compra de Camiones	El objetivo del crédito es facilitar la adquisición de camiones mediante el Sistema de Leasing, el cual tiene una tasa de interés de 8.5% anual y un plazo de cinco años para pagarlo. El Fideicomiso está destinado a pequeñas y medianas industrias, que no tengan camiones o que cuenten con uno sólo.	http://www.calasobular.gov.ar/contenido/49221/nueva-linea-de-credito-para-la-produccion.html

Cuadro Tarifario de SAT SAPEM

ERSEPT

Ente Único de Control y Regulación
de los Servicios Públicos Provinciales de Tucumán

TUCUMÁN

CONTINUACION DE RESOLUCION Nº 246/18

ERSEPT

ANEXO I

CUADRO TARIFARIO DE SAT SAPEM

VIGENCIA. Para el Régimen de Cuota Fija en facturaciones que se emitan correspondientes al 3º Bimestre de 2018 y para el Régimen Medido para facturaciones con consumos registrados a partir de las 00.00 hs. del día inmediato hábil siguiente de la fecha de la presente Resolución con su respectiva ponderación

5
Dr. GANTIA
YANCHE
ERSEPT

REGIMEN TARIFARIO	TIPO DE SERVICIO	CATEGORIA USUARIOS, SEGUN CODIGO DE SERVICIO Y TBMZ	FACTOR de AJUSTE TARIFARIO "K" PLENO o TÉCNICO (Sin Subsidio)	PORCENTAJES DE SUBSIDIOS DEDUCIBLES A LA FACTURACIÓN NETA
CUOTA FIJA	Agua	RESIDENCIAL "B"	14.9177	24.42%
	Agua y Cloacas		14.9177	24.42%
	Cloacas		14.9177	24.42%
	Agua, Cloacas y Trat. Cloacal	RESIDENCIAL "B"	17.1291	24.42%
	Cloaca y Trat. Cloacal		17.1291	24.42%
	Agua		16.8710	24.42%
	Agua y Cloacas	RESIDENCIAL "A"	16.8710	24.42%
	Cloacas		16.8710	24.42%
	Agua, Cloacas y Trat. Cloacal		19.3714	24.42%
	Cloaca y Trat. Cloacal	RESIDENCIAL "A"	19.3714	24.42%
	Agua		20.4529	24.00%
	Agua y Cloacas		NO RESIDENCIAL	20.4529
	Cloacas	20.4529		24.00%
	Agua, Cloacas y Trat. Cloacal	NO RESIDENCIAL		23.4836
	Cloaca y Trat. Cloacal		23.4836	24.00%
	Agua		TARIFA SOCIAL MINIMA MENSUAL	4.2321
Agua y Cloacas	4.2321	36.09%		
Cloacas	4.2321	36.09%		
Agua, Cloacas y Trat. Cloacal	TARIFA SOCIAL MINIMA MENSUAL	4.2321	36.09%	
Cloaca y Trat. Cloacal		4.2321	36.09%	
Todos		RESIDENCIAL CARGO FIJO	30.8631	17.66%
MEDIDO	Franja de Consumo 1	RESIDENCIAL CARGO VARIABLE	3.9298	15.45%
	Franja de Consumo 2		5.9143	13.23%
	Franja de Consumo 3		4.5354	11.02%
	Franja de Consumo 4		5.6692	8.81%
	Franja de Consumo 5		7.0949	6.62%
	Todos	NO RESIDENCIAL CARGO FIJO	12.9968	17.66%
	Franja de Consumo 1	NO RESIDENCIAL CARGO VARIABLE	9.0070	15.45%
	Franja de Consumo 2		6.5244	13.23%
	Franja de Consumo 3		5.0071	11.02%
	Franja de Consumo 4		6.2590	8.81%
	Franja de Consumo 5		7.7750	6.62%

Dr. GANTIA
YANCHE
ERSEPT

