

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como propósito extraer experimentalmente la pectina a partir de la cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*) cultivado en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija, por el método de hidrólisis ácida convencional. Esta sustancia tiene un alto valor comercial, debido a que el uso de la pectina está enfocado principalmente a la industria de alimentos para la producción de mermeladas, jaleas, dulces, yogurt, postres, entre otros, pero esta es importada de otros países generando gastos por importación.

La pectina es un grupo heterogéneo de polisacáridos, encontrado en frutas y vegetales, obtenidos principalmente frutos cítricos. Constituye entre el 2 y 35 % de las paredes de las células vegetales y está constituido por 150 - 500 unidades de ácido galacturónico parcialmente esterificado con un grupo metoxilo.

Para la extracción de pectina se comparó entre: hidrólisis ácida convencional e hidrólisis ácida asistida por microondas, para el presente trabajo se evaluó el proceso de hidrólisis ácida por el método de los factores ponderados, donde se seleccionó extraer la pectina por el método de hidrólisis ácida convencional porque obtuvo el mayor puntaje además de contar con bastante información sobre este proceso de extracción, es un método ampliamente probado con resultados efectivos y rendimientos aceptables, y se cuenta con las condiciones, equipos y materiales necesarios para la extracción de pectina a partir de la cáscara de limón en Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU).

El proceso de extracción de pectina se realizó utilizando como agente de extracción ácido clorhídrico y se establecieron los parámetros de extracción temperatura de hidrólisis de 60 a 80 °C, pH de 1.5 y 2.5 y tiempo de hidrólisis de 60 y 80 minutos, aplicando un diseño factorial 2^3 y de variable respuesta se tomó en cuenta el rendimiento de la extracción.

Para la extracción de pectina primeramente se inactiva las enzimas de la materia prima, luego se hidroliza entre un rango de temperatura de 60 a 80 °C, a un pH 1.5 y 2.5 y un tiempo de hidrólisis de 60 y 80 minutos, luego se separa la solución del bagazo y se precipita con etanol al 96 %. Posteriormente, se filtra para separar la pectina húmeda de la solución, es lavado con etanol al 96 %, se procedió a secar a una temperatura de 40 ± 2 °C utilizando un secador de bandeja, es molido en un mortero para pulverizar la pectina seca, se tamizó para homogenizar el tamaño de la pectina y se envasa el producto.

Se obtuvo un rendimiento de extracción de 1.386 a 3.320 g de pectina/100 g de cáscara de limón. Según los resultados obtenidos, los parámetros óptimos para la extracción de pectina a partir de la cáscara de limón se realizaron a una temperatura de hidrólisis de 80 °C, con un pH de 1.5 y un tiempo de hidrólisis de 60 min, el cual demostró tener un mayor rendimiento entre 3.024 y 3.320 g/100 g de materia prima respectivamente, siendo el pH, la variable más importante en el proceso de extracción. Posteriormente se realizó la caracterización fisicoquímica de la pectina extraída donde presentó un grado de esterificación de 81.34 % clasificándola como pectina de alto metoxilo el cual se destina para la elaboración de mermeladas, jaleas, confituras, frutas en conserva, productos lácteos, productos de panadería, pastelería y misceláneos, contenido de metoxilo de 11.26 % y porcentaje de ácido anhídrido galacturónico 71.74 % presenta una pureza aceptable.

El costo de producción para la extracción experimental (a escala laboratorio) de pectina a partir de cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*) es de 298.679 Bs (incluye mano de obra).

INTRODUCCIÓN

Generalidades

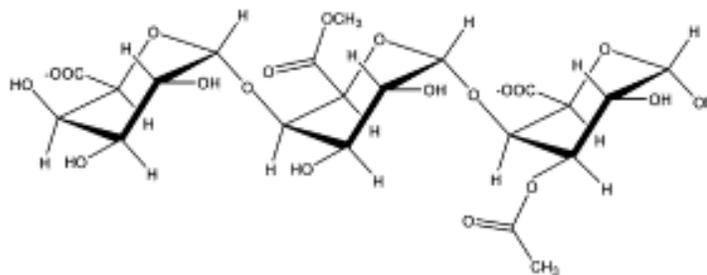
La pectina es un polisacárido de ácido poligalacturónico. Es un componente que enlaza la pared celular de frutas y verduras.

Las pectinas son sustancias que se obtienen de materias primas vegetales, principalmente frutas, se usan en varias industrias, especialmente en la de alimentos.

“Se trata de un polisacárido constituido por 150 - 500 unidades de ácido D-galacturónico ($C_6H_{10}O_7$) que es su componente principal, parcialmente esterificado con un grupo metoxilo” (Charchalac, 2008).

La columna vertebral de la pectina está compuesta por unidades enlazadas (α 1-4) del ácido galacturónico interrumpidos por enlaces simples (α 1-2) de residuos de ramnosa.

Figura 1 Estructura básica de la pectina



Fuente: Ridley, O'Neill, & Mohnen, 2001

Antecedentes

La pectina se descubrió en 1790 cuando Vauquelin encontró primeramente una sustancia soluble de los zumos de fruta. Fue aislado por primera vez en 1825 por el científico francés Braconnot, el cual continuó el trabajo de Vauquelin y encontró que "una sustancia ampliamente disponible de plantas vivas y ya observada en el pasado, tenía propiedades gelificantes cuando se le añadía ácido a su solución". La llamó "pectina ácida" del griego "pectos" que significa sólido, coagulado. (Pagan , 1999)

“En 1916, Erlich y Suárez dieron a conocer el aislamiento del $C_6H_{10}O_7$, que forma del polímero, es el integrante principal de todas las pectinas” (Gomez, y otros, 2001).

“En 1924 Smolenski fue el primero en identificar al ácido poligalacturónico como componente de la pectina” (Soriano, 2004).

La Sociedad Química Americana decidió en 1927 estandarizar una nomenclatura para nombrar a estas sustancias y en 1944 esta fue aceptada. El concepto "pectina" se definió como aquellos ácidos pécticos capaces de formar un gel estándar cuando se combinan en proporciones adecuadas con la fruta, azúcar, agua, ácido. (Gomez, y otros, 2001)

La pectina fue definida por Kertesz en 1951 como los ácidos pectínicos solubles en agua de grado de metilación variado que son capaces de formar geles con azúcar y ácido bajo condiciones determinadas. Esta definición abarca la gelificación con calcio de los ácidos pectínicos, definidos por Kertesz o como los ácidos poligalacturónicos coloidales aislados de plantas conteniendo una cierta proporción de grupos metil-ester. De ahí que también el término pectina se usó colectivamente para incluir ácido péctico, la forma de pectina completamente desesterificada. (Pagan , 1999)

Se realizaron investigaciones a nivel nacional e internacional sobre la obtención y estudios de pectina:

En la gestión 2001 Gómez B., Monroy B., Palacios M., Trejo M., Valdez M., y Zavala E., realizaron la investigación de ***“Obtención de pectina a partir de cáscara de limón deshidratada”*** en la Universidad Autónoma Metropolitana de la Ciudad de México, nos indicó que la cáscara de limón tiene un alto rendimiento y las aplicaciones de la pectina en la industria alimentaria.

En la gestión 2002 Devia Jorge, realizó la investigación ***“Proceso para producir pectinas cítricas”*** en la Universidad EAFIT de Colombia, que nos proporcionó el diagrama de bloques para la extracción de pectina cítrica mediante hidrólisis ácida.

En la gestión 2015 Nizama Karen realizó la investigación de ***“Obtención y caracterización de pectina a partir de cáscara de cacao”*** en la Universidad Nacional de Piura, nos indicó el proceso de extracción de pectina.

En la gestión 2016 Muñoz Pablo, realizó la investigación de “*Obtención de pectina a partir de cáscara de plátano*” en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Bolivia, este proyecto nos indicó los equipos y reactivos que se utilizó en el proceso para la extracción de pectina.

En la gestión 2016 Molina Diana, realizó la investigación de “*Extracción de pectina de frutos amazónicos mediante un proceso asistido por microondas*” en la Universidad Nacional de Colombia, que nos proporcionó información para la extracción de pectina mediante el uso de microondas.

Identificación de la idea del proyecto

Bolivia no produce algunas materias primas empleadas en las industrias de alimentos, como, por ejemplo, la pectina.

Por lo tanto, en nuestro país existe una demanda insatisfecha debido que no existe industrias productoras de pectina. En la tabla 1 se observa la cantidad de materias pécticas importadas por Bolivia y los mayores proveedores.

Tabla 1 Importaciones nacionales de materias pécticas

Proveedores	2016	2017	2018	2019	2020
	Cantidad importada (t)				
Mundo	99	156	157	203	261
México	4	4	61	37	147
Chile	29	42	45	45	29
Perú	21	31	19	22	20
Argentina	1	1	3	2	13
Brasil	15	12	3	3	11
Estados Unidos	8	35	10	43	10

Fuente: Trademap, 2021

Esta sustancia tiene un alto valor comercial, debido a que el uso de la pectina está enfocado principalmente a la industria de alimentos, pero este aditivo es importado de otros países generando gastos al país por concepto de importación. Debido a que la pectina se importa, esta sustancia tiene un alto valor agregado para adquirirlo.

Este proyecto tiene como propósito aprovechar la cáscara del limón (*Citrus limon Burmann*) para extraer pectina ya que esta sustancia es favorable en muchos aspectos.

Caracterización de la pectina

La pectina es una fibra natural, es un compuesto que se encuentra en las paredes celulares de las plantas y alcanza una gran concentración en las pieles de las frutas. Es muy soluble en agua y con el calor, se desprende de las paredes celulares y se disuelve en las moléculas de agua, al entrar en contacto con el azúcar y los ácidos de la fruta forman un gel.

Tabla 2 Identificación de la pectina

Pectina cítrica	
Número de Registro CAS	9000-69-5
Número EINECS	232-553-0
Número SIN (CODEX STAN 192-1995)	440

Fuente: Buyers Guide Chem, 2019

“Las pectinas son extraídas principalmente de la cáscara de cítricos y de la pulpa de la manzana, entre otros frutos” (Rascon Chu, Martinez, Carvajal, Martinez, & Campa, 2016).

Físicamente se trata de un polvo fino, de color amarillento o café claro, prácticamente inodoro, de sabor dulce agradable.

Químicamente, las pectinas son polisacáridos que se componen principalmente de unidades de ácido galacturónico unidos por enlaces glucosídicos α 1-4, son sustancias blandas amorfas que forman en agua una solución viscosa; combinadas en proporciones adecuadas con azúcar y ácido, forman una sustancia gelatinosa utilizada como espesante. (Barreto, Púa, De Alba, & Pión, 2017)

Usos y aplicaciones de la pectina

La pectina es un hidrocoloide que se encuentra en los tejidos vegetales de los frutos y se usa como agente gelificante, espesante, emulgente y estabilizante.

El mayor consumo de pectina de alto metoxilo se destina a la industria alimentarias, porque les confiere las características reológicas, textura deseada y también la turbidez, deseadas por el fabricante y el consumidor. (Yuste & Garza, 2003)

En la tabla 3 se visualiza las aplicaciones en las diferentes industrias alimentarias:

Tabla 3 Principales aplicaciones de la pectina de alto metoxilo

Tipo de pectina	Función	Aplicación
Alto metoxilo	Gelificante y espesante	Fabricación de mermeladas, jaleas y confituras
	Estabilizante	Productos de panadería y pastelería
	Estabilizante y emulsionante	Salsas, mayonesa y ketchup
	Estabilizante y espesante	Precipitación de la caseína de la leche Elaboración de productos lácteos
	Estabilizante	Sorbetes y helados
	Estabilizante	Preparación de jugos
	Estabilizante y espesante	Bebidas a bases de frutas Frutas en conserva

Fuente: Pagan , 1999

Los geles de pectina son importantes para crear o modificar la textura de mermeladas, jaleas, salsas, ketchup, mayonesas, confites.

La pectina de alto metoxilo preserva a los productos lácteos de la agregación de caseína cuando se calienta a valores de pH inferiores a 4.3. Este efecto se usa para estabilizar los yogurts líquidos y tratados con UHT (Ultrapasteurización) y también para mezclas de leche y zumos de fruta. También estabiliza bebidas lácteas acidificadas con soja y productos basados en el trigo, donde evita la precipitación de proteínas. (Pagan , 1999)

En los sorbetes, helados y polos, la pectina puede usarse para controlar el tamaño del cristal. En los polos retiene los aromas y colores, que normalmente tienden a salir de la estructura del hielo

Las pectinas de bajo metoxilo forman geles en presencia de calcio u otros cationes divalentes en un amplio rango de pH, con o sin azúcar. Debido a su bajo contenido de azúcar, las pectinas de bajo metoxilo tienen muchas aplicaciones en alimentos bajos en calorías y en alimentos dietéticos.

El uso de pectinas en la industria farmacéutica está creciendo, aunque la cantidad utilizada es mucho menor que en las aplicaciones alimentarias. Las pectinas se usan en diversas preparaciones farmacéuticas tales como excipientes, estabilizadores, películas y agentes de unión. Debido a su habilidad para unirse a metales pesados permite la excreción de estos compuestos tóxicos. (Muñoz A. , 2016)

Es empleada como ingrediente en preparaciones farmacéuticas como antidiarreicos, desintoxicantes y algunas drogas son encapsuladas con una película de pectina para proteger la mucosa gástrica y permitir que el componente activo se libere en la circulación de la sangre. (Chasquibol, Arroyo, & Morales, 2008)

Las pectinas de alto metoxilo asociadas a otros principios activos, tienen una gran utilización en los tratamientos de gastritis y úlceras, ya que al ser ingerida cubre las paredes estomacales de una especie de película más o menos gelificada, y la protege de hipersecreciones gástricas y biliares, permite que el componente activo se libere en la circulación de la sangre. Además, se añade una acción desintoxicante, debido al poder adsorbente de la macromolécula péctica, que permite la inhibición de toxinas. (Bravo & Condo, 2015)

En la tabla 4 se describen las principales aplicaciones de la pectina de alto y bajo metoxilo en la industria farmacéutica:

Tabla 4 Principales aplicaciones de la pectina en la industria farmacéutica

Tipo de pectina	Función	Aplicación
Alto metoxilo	Materia prima	Fabricación de pectinatos metálicos. Preparación de ácido poligalacturónico. Preparación de disoluciones concentradas, poco viscosas, bebibles o inyectables.
	Espesante	Preparación de jarabes, pastas, jaleas contenido principios terapéuticos activos. Espesante de medio de cultivo de bacterias.
	Estabilizante y emulsionante	Estabilización de emulsiones de proteínas. Estabilización de emulsiones de líquidos. Empleo suspensión de sólidos. Emulsión de líquidos aceitosos.
	Gelificante	Fabricación de confituras, jaleas(laxantes)
Bajo metoxilo	Materia prima	Preparación de ácido galacturónico (para síntesis).
	Espesante y gelificante	Preparación de jaleas, poco o nada azucaradas, pastas, pomadas, etc. Preparación de complejos texturados con compuestos orgánicos y minerales.

Fuente: Bravo & Condo, 2015

En la industria cosmética, la pectina es empleada en las formulaciones de pastas dentales, ungüentos, aceites, cremas, desodorantes, tónicos capilares, lociones de baño y champú, por sus propiedades suavizantes y estabilizantes.

También se le emplea en la producción de plásticos, así como en la fabricación de productos espumantes, como agentes de clarificación y aglutinantes, y como material para la absorción de contaminantes de efluentes industriales líquidos; lo que demuestra el potencial y las aplicaciones futuras que se esperan de la pectina. (Chasquibol, Arroyo, & Morales, 2008)

La pectina cuando se consume no es digerible, forma parte de la fibra dietética contenida en frutos como los cítricos, tejocote, membrillo y manzana, a partir de estos frutos se puede extraer pectina.

Aspectos del mercado

Mercado consumidor

La extracción de la pectina a partir de la cáscara de limón está dirigida principalmente para las industrias alimentarias que utilizan esta sustancia como aditivos para sus productos, para distribuidoras que comercializan aditivos alimentarios, amas de casa y emprendedores que se dediquen a producir mermeladas, jaleas, confituras, elaboración de yogurt para dar consistencia a sus productos, y así aumentar la producción y calidad de estos productos alimenticios.

Demanda

La pectina es una materia prima de gran aceptación debido a que proporciona excelentes propiedades reológicas a los alimentos que la incluyen en su formulación.

En Bolivia existe una demanda insatisfecha tal como se muestra en la tabla 1 debido a que actualmente no cuenta con industrias productoras de pectina, debido a esto la pectina se importa de otros países.

Por ejemplo, en Tarija unos de los principales consumidores de este aditivo alimentario es la PIL TARIJA S.A. que consume aproximadamente unos 1 000 kg por mes de espesante para obtener una consistencia espesa y estable en sus productos.

Mercado competidor

En Bolivia no existe la producción de pectina como se indica en la tabla 1, por lo tanto, importa de otros países ya que es una sustancia muy importante en la industria alimenticias.

Oferta

Existen empresas internacionales que producen pectina que exportan sus productos a nuestro país como: Aglupectin de Italia, Corporativo Químico SYR de México,

Química Nuemann de México, Terma S.R.L. de Paraguay, Maprimcol de Colombia, CQA de Argentina, CP Kelco de Brasil.

En Bolivia la distribuidora que comercializa la pectina es Inalim.

Precios

La distribuidora Inalim importa el kg de pectina cítrica en nuestro país a un valor de 250 Bs.

La empresa CP Kelco de Brasil vende el kg de pectina cítrica a un valor de 224 Bs.

Materia prima

La cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*) es una de las materias primas con la que se obtienen mayores rendimientos de pectina.

La materia prima se obtuvo de la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.

La pulpa que se separa de la cáscara de limón se puede aprovechar para producir jugo concentrado de limón, el cual se utiliza principalmente en la elaboración de jugos, néctares, refrescos y demás bebidas de fruta.

El flavedo se puede utilizar como sustrato orgánico o como abonos o en alimentos para animales domésticos.

Rendimiento de la materia prima

Las pectinas se obtienen de materiales vegetales que tienen un alto contenido de éstas, tales como frutas cítricas, manzanas, piña, guayaba dulce, tomate de árbol, maracuyá, remolacha, etc. Los subproductos de la industria de zumos de frutas, bagazo de manzanas y albedos de cítricos (limón, limón verde, naranja, toronja), constituyen básicamente las fuentes industriales de pectinas.

Tal como se visualiza en la tabla 5 se aprecia que la pectina se obtiene mayores rendimientos en los cítricos comparado con otras frutas.

Tabla 5 Rendimiento de pectina a partir de varias fuentes

Producto	Porcentaje de pectina (% m/m) sobre:	
	Materia fresca	Materia seca
Cáscara de naranja	4 %	20 – 35 %
Cáscara de limón	3 %	20 – 35 %
Cáscara de manzana	3 %	10 – 15 %
Pulpa de remolacha	1 %	10 – 20 %
Maracuyá	1.5 %	15 – 20 %
Girasol	1 %	15 – 25 %
Cacao	2.5 %	10 %

Fuente: Muñoz P. , 2016

La cáscara de cítricos constituyen básicamente las fuentes industriales de pectinas, entre los frutos cítricos se encuentra el limón, naranja y pomelo.

El presente proyecto se decantó por adquirir el limón directamente de sus productores del municipio de Caraparí perteneciente al departamento de Tarija, debido a que precisamos de una variedad de limón en específico para el proyecto de investigación. No se optó por elegir la cáscara de naranja que desechan las vendedoras de jugos de la calle, debido a que no usan una sola variedad de naranja y tampoco presentan una misma maduración, y esto representaría una variación en el rendimiento del proceso de extracción de pectina al no tener un muestreo representativo.

La cáscara del limón nos permite extraer pectina de buena calidad para ser destinada en la elaboración principalmente de mermeladas y jaleas.

Tabla 6 Exportaciones de limón y sus derivados (toneladas)

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
196	1 283	1 872	970	2 174	4 981	7 926	6 624	5 213	2 124

Fuente: Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), 2019

Según el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), Bolivia exporta limón y sus derivados registrando un pico máximo en los años 2016-2017 como se visualiza en la tabla 7.

Tabla 7 Producción por año de limón en el departamento de Tarija (en toneladas métricas)

Materia prima	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Limón	1 396	1 448	1 502	1 538	1 624

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), 2018

En la tabla 7 se puede valorar que hay un aumento en la producción por año de limón en el departamento de Tarija.

Problema de desarrollo

En nuestro país existe una demanda insatisfecha debido a que no existe producción de pectina, importando grandes cantidades de otros países generando altos costos de importación, la pectina es muy usada en las industrias alimentarias como aditivos en sus productos y la cáscara de limón la cual mayormente es desechada y no es aprovechada industrialmente para extraer la pectina.

Planteamiento técnico propuesto

Los procesos de investigación, desarrollo e innovación enfocados a productos, buscan principalmente innovaciones radicales, para ofrecer nuevos beneficios a los clientes, nuevos productos en el mercado, reducción de costos. Estos procesos pueden iniciar a partir de ideas o necesidades y requerimientos del mercado.

Este proyecto consiste en llevar a cabo la extracción experimental de pectina con una alta calidad mediante el proceso de hidrólisis ácida convencional.

Objetivos

Objetivo General

Extraer experimentalmente pectina de cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*), cultivado en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.

Objetivos específicos

- Caracterizar la materia prima: cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*) cultivado en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.
- Caracterizar el producto a extraer: pectina de cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*), tomando en cuenta normas y estándares de producción.
- Analizar y seleccionar el método experimental de extracción de pectina de cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*), cultivado en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.
- Realizar la parte experimental del proceso tecnológico para la extracción de pectina de cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*).
- Caracterizar el tipo y calidad del producto extraído: pectina de cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*), cultivado en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.
- Determinar el rendimiento del proceso tecnológico utilizado en la extracción de pectina de cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*), cultivado en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.
- Presentar y discutir los resultados del proceso tecnológicos utilizado en la extracción de pectina de cáscara de limón (*Citrus limon Burmann*), cultivado en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.

Justificación

La producción de limón en Bolivia en los últimos años se ha incrementado considerablemente.

La cáscara de limón representa más del 40 % de la fruta, y esta no es aprovechada industrialmente sino comercializada directamente como producto.

La tercera parte de la cáscara está constituida por sustancias pécticas. La pectina es un producto que tiene gran atractivo comercial debido a sus propiedades reológicas y que ha promovido el interés en su utilización en la industria alimenticia. (Stechina, 2005)

El albedo o mesocarpio interno de la cáscara de limón contiene aproximadamente el 30 % de pectina que es un ingrediente importante para conservas de frutas, jaleas, mermeladas y en la elaboración de productos lácteos.

Justificación tecnológica

La pectina se obtuvo mediante el método de hidrólisis ácida convencional, donde una vez precipitado es extraído, lavado, secado, molido y tamizado, ya que se obtiene rendimientos aceptables y productos de calidad apropiada.

Se estudió el proceso experimental de extracción de pectina a escala laboratorio a partir de cáscara de limón, donde se caracterizó el producto obtenido y se determinó si este cumple con los parámetros de calidad estándar requeridos a nivel internacional.

Justificación económica

En Bolivia no existe producción de pectina por lo tanto no se aprovecha industrialmente la cáscara de limón, sino que se comercializa como producto. Según la tabla 1, Bolivia importa este aditivo de otros países generando altos costos por importación y tiene un alto valor comercial, por lo tanto, se percibió realizar un estudio sobre la extracción de este compuesto químico muy utilizado en la industria.

Por otro lado, dada la producción, disponibilidad y bajo costo de la materia prima (cáscara de limón), así como de su gran rendimiento y calidad de la pectina de estos, de ser extraída a nivel industrial en el futuro no sólo abastecerá el mercado nacional a

un menor costo, sino que se podría especular en la exportación de la misma, y generar mayores ganancias.

Justificación social

En nuestro país existe altas demandas de importación de la pectina debido a que es un aditivo utilizado principalmente en las industrias alimenticias y productoras de mermeladas y jaleas, como agente gelificante, espesante, emulsionante y estabilizante.

Justificación ambiental

Actualmente los países se buscan formas de impactar en menor medida al medio ambiente, una de estas medidas es la gestión de residuos orgánicos. Sin embargo, en Bolivia existe un atraso en cuanto al tratamiento de residuos orgánicos, por lo que es necesario llegar a procesar una parte de estos residuos para hacerlos útiles en forma de abono orgánico.

En nuestro país no se aprovecha de forma industrial la cáscara de limón, y si no se da un buen uso a este residuo orgánico se llegaría a convertir en un desecho, generando un impacto negativo sobre el medio ambiente, como todo residuo al descomponerse sin un previo tratamiento en un área no autorizado puede llegar a generar focos infecciosos afectando a la salud, como también a distintos factores ambientales.

La cáscara de limón al ser un residuo orgánico puede ser destinado a una tercera persona para la elaboración de compost (abono orgánico), este llegaría a formar parte de su materia prima, ya que por el proceso que pasa el mismo no contiene ningún riesgo al ser utilizada.

Justificación personal

Debido a que actualmente la pectina no se produce a nivel nacional y se debe importar, lo cual eleva el precio de adquisición del producto. Se percibió la necesidad de realizar una investigación y extraer este aditivo debido al incremento de la demanda en el país, ya que la materia prima (cáscara de limón) no se aprovecha industrialmente.