

---

## CUANTIFICACIÓN DE VINAGRE OBTENIDO DE LA CÁSCARA DE PIÑA POR MEDIO DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y ACÉTICA, Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD, EN UNA EMPRESA GUATEMALTECA

---

**Karla Anabella Reyes**

Mtra. en Gestión Industrial  
karlareyes1825@gmail.com

**Mischael Hernández López**

Asesor  
Mtro. en Administración de Calidad  
mischael@gmail.com

### Resumen

Se cuantificó la cantidad de cáscara de piña que se genera como residuo en el proceso de envasado de piña en almíbar; así mismo la cantidad monetaria que esto representa, el impacto que tiene en el proceso, y cómo aumenta la productividad al fabricar vinagre de dicha cáscara. Durante la investigación bibliográfica, se pudo evidenciar que dichos residuos poseen una cantidad grande de nutrientes, por lo que al final de la investigación y como parte de las recomendaciones, se enumera el uso de dichos residuos para alimento de animales, mermeladas, biocombustibles, jugos, entre otros. Cabe destacar que residuo se refiere a la parte que aún puede ser aprovechable para un subproducto, mientras que desecho se refiere a la parte que ya no tiene utilidad.

Se realizaron cuatro ensayos en los cuales se obtuvieron diferentes eficiencias de procesos de fermentación, lo que se ve representado en los litros de vinagre que pueden ser obtenidos y con ello aumentar la productividad de la empresa.

### Palabras clave

Fermentación, residuo, desecho, contaminación, cáscara de piña, productividad.

### Abstract

*The amount of pineapple shell that is generated as waste in the packaging process of pineapple in syrup was quantified, also the monetary amount it represents, the impact it has in the process, and how to increase productivity by making vinegar from such shell. During the bibliographic research, it was evident that the waste has a large amount of nutrients, so that at the end of the investigation and as part of the recommendations the use of the residue for animal feed, jams, biofuels, juices, among others. It is important to notice that the residue refers to the part that can still be profitable for a product, while waste refers to the part that is no longer useful.*

*Four trials were conducted, in which different fermentation process efficiencies were obtained, which is represented in liters of vinegar that can be useful. And thereby increase the productivity of the company. Generating new production lines for new customers, including their own processes where vinegar is used directly or marketing it as a finished product.*

### Keywords

*Fermentation residue, waste, pollution, pineapple shell, productivity.*

## Desarrollo del estudio

Dentro de la investigación se pueden visualizar una variedad de líneas de investigación, que los temas actuales medioambientales demandan, y su relación con la mitigación de los impactos ambientales; por ello se hace necesario la reutilización de los residuos, cobra importancia poder aportar una idea de ello.

Realizando una análisis de Pareto (Figura 1), se indican cuáles son las fases del proceso de envasado de piña en almíbar, que más generan residuo.

La investigación fue desarrollada en fases:

- Búsqueda de información
- Visita de campo
- Recolección de cáscara de piña

- Inicio de fase fermentación alcohólica
- Inicio de fase fermentación acética
- Recolección de datos
- Análisis de datos
- Presentación de resultados

Esto permitió obtener los resultados propuestos, de una manera ordenada y consistente.

## Resultados obtenidos

En la Figura 1, se presenta el proceso de envasado de piña en almíbar, donde puede observarse el proceso desde la recepción de la piña, selección por control de calidad, pelado, corte, envasado en el almíbar, sellado del envase y su etiquetado.

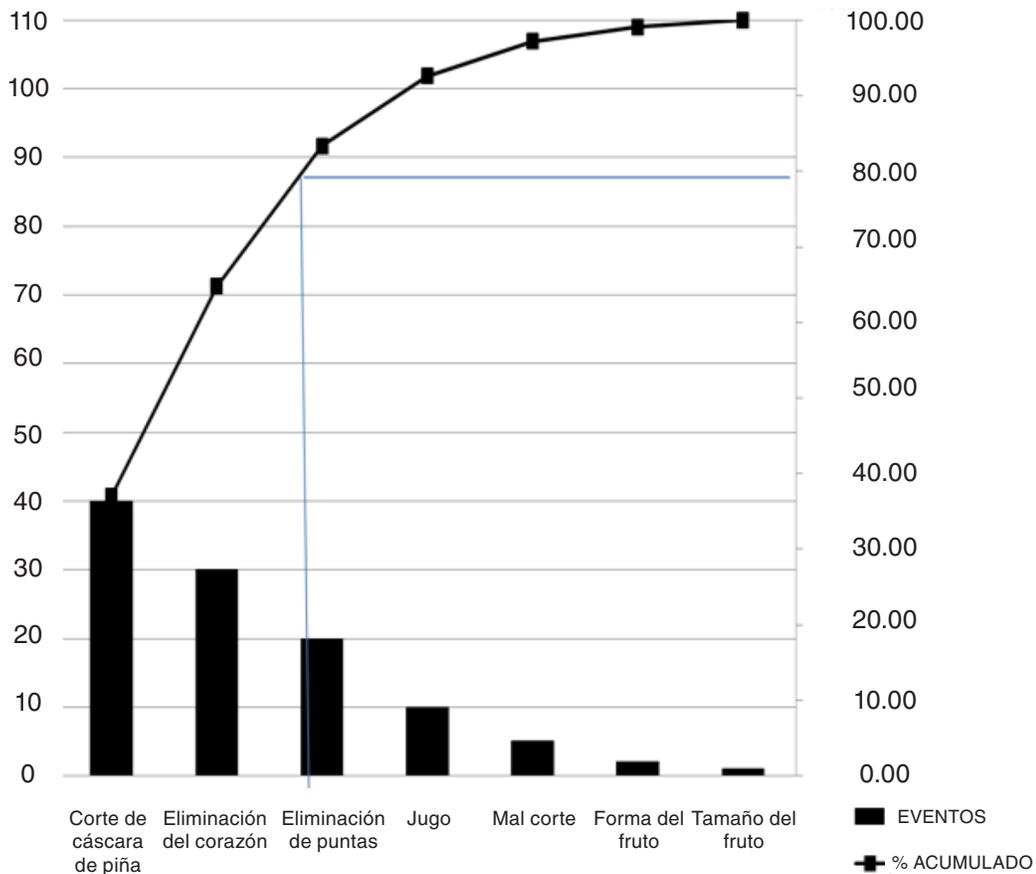


Figura 1. Gráfico de Pareto – Envasado de piña en almíbar.

Fuente: elaboración propia.

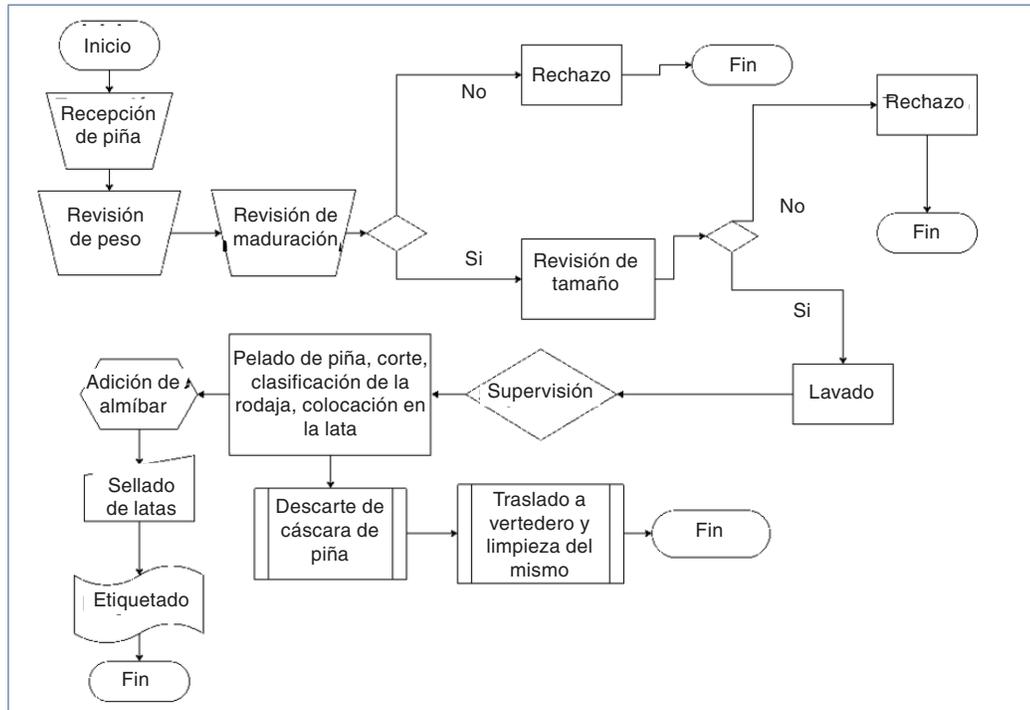


Figura 2. Envasado de piña en almíbar.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla I, se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados, se puede observar que el proceso fue en aumento de acuerdo a la cantidad de piñas ingresadas y las horas laboradas, lo que significa que el proceso fue más productivo.

Tabla I. Rendimiento de proceso productivo.

	Ago. 2014	Sep. 2014	Oct. 2014	Nov. 2014
Kilos de piña ingresados	17,339	30,297	39,278	40,781
Kilos de piña envasados	4,946	8,184	11,175	12,448
Kilos de piña convertidos en residuo	12,392	22,113	28,103	28,333
Kilos de cáscara de piña	4,461.12	7,960.68	10,117.08	10,199.88
<b>% de rendimiento</b>	<b>28.53</b>	<b>27.01</b>	<b>28.45</b>	<b>30.52</b>
<b>% de desperdicio</b>	<b>71.47</b>	<b>72.09</b>	<b>71.55</b>	<b>69.48</b>
Horas hombre trabajadas	60	60	60	60

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la Tabla I, se representan a continuación:

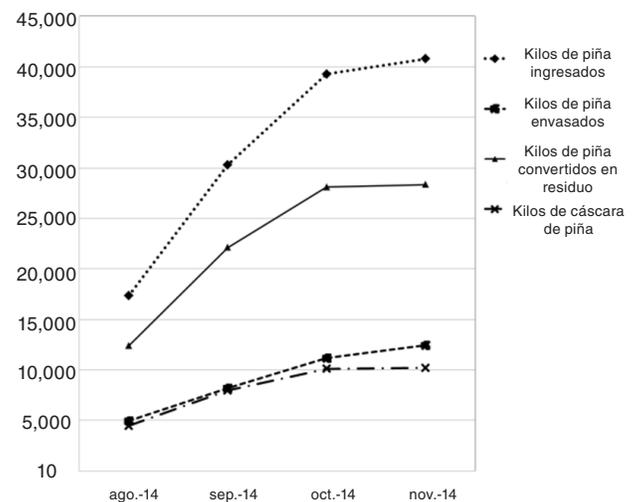


Figura 3. Rendimiento del envasado de piña.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla II, se enlistan los litros de vinagre obtenidos en cada una de las diferentes experimentaciones, las cuales variaron 25 y 40 litros, con eficiencias entre 50 % y 80 % respectivamente; con ello se verifica que al fermentar la cáscara de piña, se obtiene vinagre como subproducto, el cual representa un incremento en productividad para la empresa, al aprovechar el residuo generado de su proceso y obtener un nuevo producto para comercializar.

Tabla II. Litros de vinagre obtenido.

	Prueba Nro. 1	Prueba Nro. 2	Prueba Nro. 3	Prueba Nro.4
Cáscara de piña Kg. (cantidad fija)	50	50	50	50
Rendimiento obtenido (%)	50	55	75	80
Litros de vinagre obtenidos	25	27.5	37.5	40

Fuente: elaboración propia.

Como se enunció al principio, se realizó en una primera etapa fermentación alcohólica, en donde se colocaron las cáscaras de piña en pequeños trozos, se le adicionó azúcar blanca para nivelación óptima de °Brix y levadura, se colocaron los fermentadores respectivos en la obscuridad y libres de oxígeno. Cuando ya no se observó generación de dióxido de carbono, se procedió a filtrar, obteniendo la parte alcohólica que fue colocada en otro fermentador con bacteria acética en presencia de oxígeno, para obtención de vinagre.

Ambos procedimientos se esquematizan a continuación:

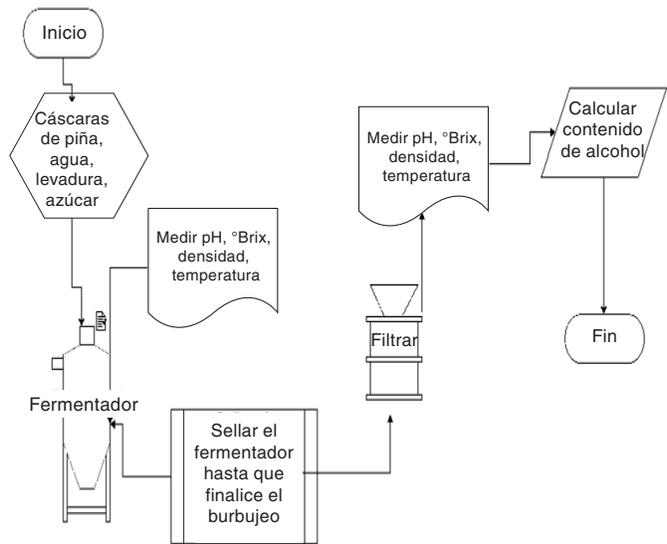


Figura 4. Proceso de fermentación alcohólica.

Fuente: elaboración propia

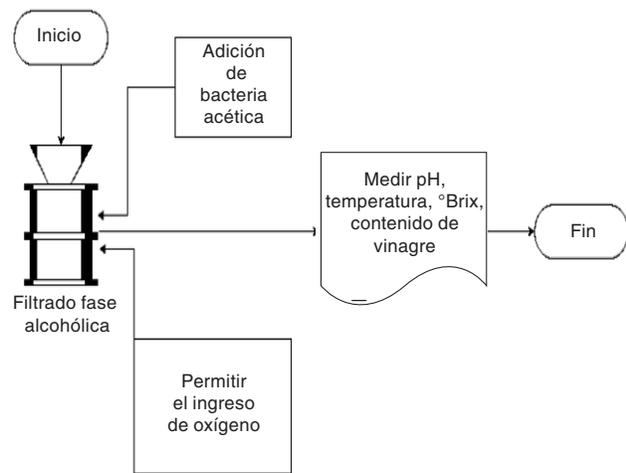


Figura 5. Proceso de fermentación acética.

Fuente: elaboración propia.

## Discusión de resultados

La piña que se utiliza en el proceso pertenece a la clase denominada Cayena Lisa, la cual proviene de la región del Jocotillo, municipio de Villa Canales, Guatemala. Por lo que los resultados si se utilizase otra variedad pudieran ser diferentes, así como las condiciones a las cuales se trabajó.

Los resultados obtenidos del contenido en porcentaje de vinagre, se presentan a continuación:

Tabla III. *Contenido de vinagre en (%)*

Nro. de prueba	Contenido de vinagre (%)
1	5.32
2	5.28
3	5.26
4	5.30

Fuente: elaboración propia.

Con ello se determina que sí es viable la obtención de vinagre, siendo uno de los principales objetivos de la investigación. Los valores para consumo humano no deben sobrepasar el 6 %, de acuerdo a la Norma COGUANOR 34185.

Un análisis de costos, permite visualizar cómo la empresa en el mediano plazo, puede incrementar su productividad, aprovechando los residuos.

En aproximadamente 1.5 años, se puede recuperar la inversión de equipo, nuevos mercados, mayor penetración de productos, diferentes sectores atendidos y con ello retorno de la inversión y aumento de la productividad.

Tabla IV. *Integración de costos.*

	Agosto 2014	Septiembre 2014	Octubre 2014	Noviembre 2014	
INVERSIÓN INICIAL DE EQUIPAMIENTO	300,000.00				
LOTE (KILOS)	1200	24784	44226	56206	56666
KILOS DE CÁSCARA	216	4,461.12	7,960.68	10,117.08	10,199.88
CONTENIDO TOTAL BOTELLAS	1 litro 600	1 litro 12,392	1 litro 24,324	1 litro 42,155	1 litro 45,333
MATERIAS PRIMAS	3,615.55	74,673.16	146,576.20	254,019.50	273,171.68
MATERIAL DE EMPAQUE	4,239.52	87,560.12	171,872.06	297,857.73	320,315.14
ENERGÍA ELÉCTRICA	246.85	5,098.28	8,000.00	8,500.00	8,500.00
MANO DE OBRA	1,764.71	1,764.71	3,529.43	3,529.43	4,411.79
COSTO DEL BATCH	9,866.63	169,096.27	329,977.69	563,906.66	606,398.60
COSTO POR UNIDAD	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
<b>PRECIO DE VENTA</b>	<b>15.00</b>	<b>15.00</b>	<b>15.00</b>	<b>15.00</b>	<b>15.00</b>
TOTAL DE VENTAS	9,000.00	185,880.00	364,864.50	632,317.50	679,992.00
<b>RETORNO DE INVERSIÓN POR LOTE</b>	<b>866.63</b>	<b>16,783.73</b>	<b>34,886.81</b>	<b>68,410.84</b>	<b>73,693.40</b>
<b>TODOS LOS VALORES EN QUETZALES</b>					
EL RETORNO DE INVERSIÓN		1.55 años			

Fuente: elaboración propia.

Un aspecto importante que se visualiza en la investigación es que a nivel mundial la generación de residuos es muy alta y los impactos ambientales van en aumento; por lo que hay que ocuparse de ellos de una manera sostenible, intentando minimizar al máximo los impactos a la vez que se provee al consumidor de productos naturales que a largo plazo pueden influir en una vida más sana. El vinagre obtenido es natural y aporta grandes beneficios a la salud de las personas que lo ingieran.

### Conclusiones

1. Mediante la aplicación de los métodos de fermentación alcohólica y acética a la cáscara de piña, se obtiene vinagre; apto para consumo humano, conservas y uso industrial.
2. Se cuantificó que la cantidad de residuo que se genera del proceso de envasado de piña en almíbar, corresponde al 73 %, compuesto por: cáscara de piña (37 %), jugo, bagazo, corazón.
3. De las cantidad de desecho obtenido en las cuatro producciones analizadas, se determinó que la empresa puede obtener 124,000 unidades de un litro con contenido de vinagre del 5.28 %, representando Q.1,866.000.00 con una ganancia inicial del 30 %, equivalente a Q560,000.00, con ello estaría aumentando su productividad.

### Recomendaciones

1. Se aconseja realizar más investigación con este tipo de residuos, variando los parámetros de: pH, grados Brix, gramos de *Saccharomyces cerevisiae*, gramos de bacteria acética, temperatura de experimentación; en ambas fermentaciones para obtención de mayores y mejores cantidades y calidades de vinagre.
2. Los residuos que al momento totalizan 73 %, deben ser utilizados en otras líneas de investigación, de acuerdo a la literatura existente; los mismos pueden ser utilizados para alimento de ganado, jugo de piña, mermeladas, té, entre otros.

3. Realizar el estudio de construcción de la planta de fermentación, logrando eficientar el proceso a un 80 % o más, para obtener el mayor rendimiento de litros de vinagre.
4. Realizar estudio de mercado a nivel nacional y extranjero, en lo referente al consumo de vinagres naturales e introducir y posicionar el vinagre de piña.

### Referencias bibliográficas

- Montilla, I. (1997). *El cultivo de la piña en Venezuela*. Maracay, Venezuela: IICA.
- Guido, M. et al. (1983). *Guía técnica para el cultivo de la piña*. Nicaragua : IICA.
- Rodríguez, C. & Sarabia, C. (2012). *Efecto del método de fermentación acética en las características físico – químicas y sensoriales en vinagre de naranja agria (Citrus x aurantium) y piña (Ananascomosus)*. Honduras: Universidad Zamorano.