



7  
2 eje

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS PROCESOS DE  
MOLIENDA DE MANZANA, PARA LA OBTENCION  
DE PULPA A NIVEL INDUSTRIAL.

MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN ALIMENTOS  
P R E S E N T A :  
IGNACIO MANJARREZ MIRANDA

ASESOR. I.B.O. NORMA B CASAS ALENCASTER.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

1998.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

26 84 76



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AVENIDA DE  
 MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E .

U. N. A. M.  
 FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN



AT'N: Ing. Jaime de Anda Montañez  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la F.E.S.-C

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos

La Memoria de Desempeño Profesional "Estudio comparativo de dos procesos de molienda de Manzana para la obtención de pulpa a nivel industrial"

que presenta el pasante: Ignacio Manzarrez Miranda  
 con número de cuenta: 7913229-5 para obtener el TITULO de:  
 Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 20 de Marzo de 1996

PRESIDENTE

I.Q. Alvaro Leo Ramirez

VOCAL

I.B.Q. Fernando Beristain

SECRETARIO

I.B.Q. Norma R. Casas Alencaster

RIMER SUPLENTE

I.A. Laura M. Cortazar Figueroa

SEGUNDO SUPLENTE

I.B.Q. Ma. Luz Zambrano Zaragoza

*[Handwritten signatures and stamps over the list of names]*

FALTA PAGINA

No. ↑

## CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	5
<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2.- OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS PARTICULARES.....	9
<b>3.- GENERALIDADES.....</b>	<b>10</b>
3.1 ASPECTOS GENERALES.....	10
3.2.- VALOR NUTRICIONAL, COMPOSICIÓN Y USOS DE LA MANZANA.....	12
<i>IMPORTANCIA NUTRITIVA.....</i>	<i>12</i>
<i>PRINCIPALES COMPONENTES DE LA MANZANA.....</i>	<i>13</i>
<i>DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE MANZANA EN MÉXICO.....</i>	<i>18</i>
3.3 PRINCIPALES ZONAS PRODUCTORAS.....	19
<b>4.- DESCRIPCIÓN DE DESEMPEÑO PROFESIONAL.....</b>	<b>22</b>
4.1.- FUNCIONES ESPECIFICAS DEL PUESTO.....	22
<b>5.- PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN INDUSTRIAL DE PULPA DE MANZANA.....</b>	<b>31</b>
5.1.- PROCESO TRADICIONAL PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA MANZANA EN FORMA DE PULPA.....	34
5.2.- NUEVO PROCESO PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA MANZANA EN FORMA DE PULPA.....	41
<b>6.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS PROCESOS PARA OBTENER PULPA DE MANZANA.....</b>	<b>47</b>
<b>7.- CARACTERÍSTICAS DE LA PULPA DE MANZANA POR AMBOS PROCESOS.....</b>	<b>49</b>
7.1.- CARACTERÍSTICAS DE PURÉ DE MANZANA OBTENIDO POR PROCESO TRADICIONAL.....	49
7.2.-CARACTERÍSTICAS DE PURÉ DE MANZANA OBTENIDO POR NUEVO PROCESO.....	50
7.3.- COMPORTAMIENTO REOLÓGICO.....	54
7.4.- COLOR EN PULPA DE MANZANA POR PROCESO TRADICIONAL.....	60
7.5.- COLOR EN PULPA DE MANZANA POR NUEVO PROCESO.....	61
<b>8.- DATOS TÉCNICOS DE DOS PROCESOS DE MOLIENDA.....</b>	<b>62</b>
8.1.- POTENCIA INSTALADA PARA AMBOS PROCESOS.....	62

8.2.- RENDIMIENTOS DE PROCESO TRADICIONAL Y NUEVO PROCESO.....	64
8.3.- GASTO DE AGUA EN PROCESO TRADICIONAL.....	66
8.4.- GASTO DE AGUA PARA NUEVO PROCESO.....	67
8.5.- GASTO DE VAPOR DE PROCESO TRADICIONAL Y NUEVO PROCESO....	68
8.6.- COMPARATIVO .....	70
<b>9.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE AMBOS PROCESOS .....</b>	<b>72</b>
9.1.- CALIDAD DE LA PULPA .....	72
9.2.- OPERACIÓN.....	76
9.3.-CONSUMO DE SERVICIOS.....	78
9.4.-CAPACIDAD Y RENDIMIENTO.....	79
<b>10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>11.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

		PAGINA
Cuadro No. 1	Epocas de cosecha de manzana en México.	11
Cuadro No. 2	Composición química de la manzana.	12
Cuadro No. 3	Principales Estados productores de manzana en México.	20
Cuadro No. 4	Principales frutas que se procesadas en la empresa en estudio, para elaborar néctares.	33
Cuadro No. 5	Características de pulpa de manzana obtenidas por Proceso Tradicional.	49
Cuadro No. 6	Características de pulpa de manzana obtenidas por Nuevo Proceso.	50
Cuadro No. 7	Análisis estadístico características de pulpa de manzana por Proceso Tradicional.	51
Cuadro No. 8	Análisis estadístico características de pulpa de manzana por Nuevo Proceso.	51
Cuadro No. 9	Análisis estadístico de °Bx. Proceso Tradicional y Nuevo Proceso	52
Cuadro No. 10	Análisis estadístico de la densidad del Proceso Tradicional y Nuevo Proceso	53
Cuadro No. 11	Parámetros reologicos de ambos procesos	56
Cuadro No. 12	Valores de viscosidad de ambos procesos	57
Cuadro No. 13	Color en pulpa de manzana por Proceso Tradicional.	60
Cuadro No. 14	Color en pulpa de manzana por Nuevo Proceso.	61
Cuadro No. 15	Potencia instalada del Proceso Tradicional y Nuevo Proceso	62
Cuadro No. 16	Comparación de datos técnicos.	70
Cuadro No. 17	Costo por tonelada de manzana procesado	71

Cuadro No. 18	Personal operativo de Nuevo Proceso.	76
Cuadro No. 19	Personal operativo de Proceso Tradicional.	77

### ÍNDICE DE FIGURAS

		PAGINA
Figura 1.-	Diagrama del proceso de industrialización integral de la manzana.	21
Figura 2.-	Diagrama de bloques del Proceso Tradicional.	34
Figura 3.-	Diagrama del Proceso Tradicional (vista lateral).	35
Figura 4	Diagrama del Proceso Tradicional (vista superior).	36
Figura 5	Diagrama de bloques del Nuevo Proceso.	41
Figura 6	Diagrama del Nuevo Proceso.	42

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.-	Cambios en °Bx. Durante un turno de proceso de pulpa de manzana por Nuevo proceso y Proceso Tradicional.	52
Gráfica 2.-	Densidad durante un turno de proceso de pulpa de manzana por Nuevo proceso y Proceso Tradicional.	53
Gráfica 3.-	Curvas de flujo barrido esfuerzo pure de manzana por Proceso Tradicional. y Nuevo Proceso.	58
Gráfica 4.-	Curva de flujo de pulpa de manzana por. Proceso Tradicional. y Nuevo Proceso	59
Gráfica 5.-	Color de pulpa de manzana por Proceso Tradicional.	60
Gráfica 6.-	Color de pulpa de manzana por Nuevo Proceso.	61

## 1.- INTRODUCCIÓN

La economía de los países latinoamericanos se ha basado tradicionalmente en los productos agrícolas y pecuarios, para abastecer tanto al consumo interno como para generar divisas a través de la exportación. (16)

Hasta hace pocos años la tendencia de los países latinoamericanos era producir la materia prima para ser procesada en los países industrializados, actualmente, ante la globalización de la economía, existe mayor interés en procesar esta en los países de origen; así mismo la industrialización de la economía exige una mayor competitividad por parte del sector empresarial de la mayoría de los países a pesar de las desventajas inherentes a su escaso desarrollo.(16)

Su agradable sabor, aroma, color y valor nutritivo así como su procesamiento relativamente sencillo hace de las frutas un ingrediente ideal para la elaboración de productos alimenticios. El creciente interés por tener en el mercado jugos y néctares en sus diferentes presentaciones, como reemplazo de la fruta fresca han llevado a esta Empresa, a determinar cuales son las frutas especialmente aptas para su transformación comercial en forma de pulpa para la elaboración de néctares 100 % naturales, una forma de tener productos derivados de fruta todo el año es procesando la fruta fresca en época de cosecha y conservarla asépticamente.

Para esto, la empresa cuenta con dos procesos de molienda de frutas nuevo proceso (NP) y proceso tradicional (PT), para obtener pulpas para su uso inmediato, o su concentración para conservarlas en forma natural (envasado aséptico), para un posterior uso.

Este NP. patentado, aplica una tecnología completamente nueva, si es comparada con el PT. que se seguía hasta ahora. Los avances fundamentales que ofrece la nueva tecnología, consisten en permitir la producción de pulpas que preserven las características organolépticas y fisicoquímicas sin alteración.

Esto es básicamente obtenido gracias a la aplicación de una tecnología de alto vacío en la operación del proceso de molienda, el cual elimina tanto el oxígeno libre como el contenido en la pulpa; además de contar con un sistema (flash-cooler) recuperador de aroma, mismo que es incorporado a la pulpa.

La aplicación de un proceso térmico para lograr la destrucción de enzimas, provoca simultáneamente una degradación de los factores de calidad nutricional y sensorial del producto por lo cual es de suma importancia optimizar los procesos en función de la máxima retención de los factores de calidad nutricional y sensorial, reducir costos y mejorar su calidad, debido a la gran demanda que se tiene de alimentos con alto valor nutritivo

Bajo esta premisa, y teniendo en cuenta que en México existe un ciclo de producción de manzana en un corto tiempo (junio - octubre), lo cual hace que la fruta sea muy costosa fuera de temporada y no tenga la calidad apropiada. Se parte de la idea de aprovechar al máximo la producción en la temporada y aumentar la capacidad de procesamiento con un proceso tecnológicamente más avanzado.

Ante la demanda que se tiene de buena calidad, se dió la necesidad de poner una línea adicional que superara en calidad y costos al PT. De esta forma, la capacidad en la planta aumentó en un 187.5% a 23 ton/hora y todo el proceso, desde el pesado hasta la obtención de pulpa, tomará de 5 a 10 min.

La calidad de la pulpa de la manzana se basa principalmente en su color característico (141C y 142C, según Pantone), densidad y grados Brix ( $^{\circ}$ Bx.) homogéneos, estos parámetros ayudan a diferenciar un proceso y otro.

De todas las frutas, que procesa la Empresa, ambos procesos se compararán con la manzana, especialmente con las variedades: manzana rayada y perón, precedente de Puebla, que fue la variedad que en mayor cantidad captó en 1997. La comparación se hará en base a parámetros de calidad de la pulpa, ( $^{\circ}$ Bx; Densidad, Color, viscosidad y

comportamiento reológico): ahorro de servicios (Agua, Vapor, etc.); mano de obra y capacidad de proceso.

---

## 2.- OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

ANÁLIZAR LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS QUE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE CALIDAD , COSTOS DE PRODUCCIÓN Y OPERATIVIDAD SE OBTIENEN CON LOS DOS PROCESOS DE MOLIENDA (NUEVO Y TRADICIONAL) DE MANZANA PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA A NIVEL INDUSTRIAL

### OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Describir el desempeño profesional del puesto de jefe de área.
- 2.- Describir el proceso tradicional (PT.) de elaboración de pulpa de manzana.
- 3.- Describir el nuevo proceso (NP.) de elaboración de pulpa de manzana.
- 4.- Comparar ambos procesos, en la obtención de pulpa de manzana (Variedades: manzana rayada y perón) en base a:
  - Parámetros de calidad: (°Bx. Densidad, Color y limpieza).
  - Parámetros de proceso.
    - Gasto de servicios
    - Mano de obra.
    - Capacidad.
    - Eficiencia.

### 3.- GENERALIDADES

#### 3.1 ASPECTOS GENERALES

La manzana es la fruta mas popular del mundo; ha sido considerada artículo de lujo. Tiene alrededor de 4,000 años de historia, se han encontrado vestigios de manzanas en excavaciones en Suiza, lo que hace suponer que el hombre neolítico ya la consumía.(20)

El manzano Malus x domestica Borkh.; es indudablemente uno de los frutales más antiguos, y que en la actualidad se encuentra distribuido en una gran mayoría de las regiones templadas, es originario de la región del Cáucaso del este de Georgia, en el Continente Europeo; aunque algunos autores reportan que también es originario del Asia central.(20)

La introducción de esta especie en América, específicamente en México, data de la época de la conquista de la nueva España por los españoles. Los padres misioneros introdujeron las primeras variedades, como la blanca de Asturias, adaptándose bien a determinadas regiones de nuestro país, como en el estado de Puebla; fue posteriormente introducida en el sureste del estado de Coahuila, cuyas mutaciones son conocidas con distintos nombres, entre otros los de perón, perón cristalino y perón de Canatlán.

Últimamente se han introducido nuevas variedades seleccionadas, especialmente originarias de Norteamérica, como son las del grupo *delicious*, que se han adaptado y alcanzado altas producciones en las regiones frutícolas del país.(9)

El manzano es un árbol de tercera dimensión, su altura es de 6 a 10 m. en sus primeras etapas de crecimiento es tomentoso o muy pubescente, su raíz es fibrosa, el tallo es recto y leñoso, las hojas varían de ovals o elípticas a ovaladas-anchas, miden de 5 a 10 centímetros de largo.

Las flores son blancas o rosa brillante, de 3 a 5 centímetros de diámetro, apareciendo con el follaje o un poco antes, sobre pedúnculos tomentosos.

Los frutos varían en tamaño, forma y color, son globulares, oblatos, cónicos, con una depresión en cada uno de los extremos; los lóbulos del cáliz son persistentes y la pulpa sin células ásperas.(18)

Existen infinidad de variedades con sus propias características que las hacen atractivas en diferentes lugares.

El manzano es un árbol que prospera en los climas templados y fríos de nuestro país, no resiste el aire seco ni las altas temperaturas, por lo que las zonas de gran producción están determinadas por estas condiciones climáticas, con una altura óptima para su cultivo de 1400 a 1900 metros sobre el nivel del mar.(18)

La cosecha en los principales estados productores se presenta, con mayor intensidad por periodos cortos y bien definidos; en el cuadro 1, se presenta los meses de cosecha. (2)

**CUADRO 1: EPOCAS DE COSECHA DE MANZANA EN MÉXICO**

COSECHA MÁXIMA	AGOSTO Y SEPTIEMBRE
COSECHA MEDIA	JULIO Y OCTUBRE
COSECHA MÍNIMA	JUNIO

FUENTE: ANÓNIMO 1980. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA MANZANA.

### 3.2.- VALOR NUTRICIONAL, COMPOSICIÓN Y USOS DE LA MANZANA

#### IMPORTANCIA NUTRITIVA

Un promedio del valor nutritivo de la manzana, se presenta en el cuadro 2.

**CUADRO 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO DEL FRUTO DEL MANZANO  
( VALORES MEDIDOS POR 100 g. DE PULPA )**

AGUA	80.0 g.	PECTINA	0.4 g.
PROTEÍNAS	0.02 g.	CALORÍAS	56.0
LÍPIDOS	0.03 g.	VITAMINA A	90.0 U.I.
GLUCIDOS	14.0 g.	TIAMINA B 1	0.03 mg.
CELULOSA	0.9 g.	RIBOFLAVINA B2	0.02 mg.
TANINOS	0.03 g.	NIACINA B	0.01 mg.
Ac. MALICO	0.6 g.	Ac. ASCORBICO	7.0 mg.
SORBITOL	1.0 g.	CALCIO	7.0 mg.
FÓSFORO	10.0 mg.	HIERRO	0.3 mg.
SODIO	1.0 mg.	POTASIO	110 mg.

FUENTE: SARH. DIRECCIÓN SISTEMA-PRODUCTO 1994.

Los países latinoamericanos, tienen fama de lograr manzanas de excelente calidad, su riqueza en sales es por lo general, apreciable y en azúcares abundante, tienen buen sabor y es muy jugosa, así como alta en carbohidratos. Si esta inmadura posee más almidón y disminuye conforme entra en sazón, a favor de la glucosa. A más elevado grado de madurez, mayor proporción en celulosa y pectina. La glucosa es muy abundante en la manzana y su concentración depende básicamente del grado de madurez. (9)

Es más útil comer la manzana sin pelar, previa rigurosa limpieza con agua, pues su piel lleva gran parte de las vitaminas, sales minerales y otros principios de la fruta.

Tiene una cantidad apreciable de hidratos de carbono; es portadora sobre todo de potasio, fósforo, sodio y contiene vitaminas del complejo B y C, el índice de vitamina C de la manzana es discreto, y no se le considera como fuente importante de vitaminas y sales minerales.

## PRINCIPALES COMPONENTES DE LA MANZANA

Los carbohidratos constituyen la mayor parte de los componentes vegetales, son carbohidratos: los diferentes azúcares, los almidones, la celulosa, las hemicelulosas, las pectinas etc.

En la pulpa de manzana y en muchas frutas se encuentran azúcares sencillos como: Glucosa y Fructosa. Otros Carbohidratos más complicados son polímeros de los azúcares sencillos ó de sus derivados; pectinas, almidones y celulosa.

### PECTINA

Las pectinas constituyen un grupo muy importante de sustancias con gran interés en la tecnología de los alimentos. Estas sustancias constituyentes de las paredes celulares vegetales, llenan los espacios intercelulares, laminillas centrales de tejidos; las centrales sirven de material de cimentación para mantener unidas las células entre sí.

La pectina es un coloide por excelencia, que tiene la propiedad de absorber grandes cantidades de agua, con cantidades variables de ésteres metílicos y de diferentes grados de neutralización, que son capaces de constituir geles con el azúcar y ácidos en cantidades adecuadas.

El bloque estructural de la pectina, es una cadena lineal de unidades de ácido galacturónico, unida por enlaces  $\alpha$  (1-4).

La pectina se considera como una larga cadena de moléculas de ácido poligalacturónico con grupos carboxilo parcialmente esterificados por alcohol metílico.

Las pectinas experimentan hidrólisis ácida, alcalina o enzimática. La primera fase es la eliminación de un número variable de grupos metoxilo que deja finalmente como resto un ácido poligalacturónico llamado ácido péctico, libre por completo de grupos metoxilo. Los numerosos intermediarios que aún tienen un número variable de grupos metoxilo dan lugar a un gran número de ácidos pectínicos; está es la razón principal de que la palabra pectina

pueda considerarse como un nombre genérico que cumple una amplia gama de ácidos pectínicos que difieren sólo en el grado de esterificación. La hidrólisis completa del ácido péctico(ácido poligalacturónico) da lugar a la unidades de ácido D-galacturónico.

El grado de esterificación varia de una fruta a otra y con la madurez disminuye. Además, los grupos hidroxilo libres en las cadenas de ácido péctico pueden ser metilados. De aquí que las pectinas tengan diferentes estructura y composición. (5 y 12)

La manzana contiene como producto natural pectina polisacarido de elevado peso molecular, la pectina ejerce una protección, mantiene en estado coloidal partículas muy pequeñas en el seno de los néctares, y obtener una turbidez estable y elevar la viscosidad en los néctares de frutas naturales.

La pectina, en solución en los sumos exprimidos de una fruta, contribuye a mantener en suspensión las finas partículas de pulpa que le dan turbidez; en el caso de nectares es preciso proteger la pectina, pues confiere al producto una cierta viscosidad.

La manzana contiene una enzima natural que puede hidrolizar la pectina hasta el punto en que las pectinas pierden mucho de sus propiedades gelificantes. Esta enzima es conocida como pectina metil estearasa.

Si el jugo recién extraído se deja reposar, su viscosidad original decrece debido a la acción de la pectina metil estearasa, sobre el gel de la pectina, esta puede impedirse si el jugo procesado es calentado a una temperatura de  $83 \pm 2^\circ\text{C}$  por 30-60 segundos, con objeto de neutralizar la enzima liberada de las células rotas antes de que hidrolice la pectina.

Por el contrario, cuando se desea la obtención de un jugo claro (manzana clarificada), es indispensable eliminar la pectina, ya que su presencia en solución haría muy difícil la decantación y filtrados. En este caso se le adicionan enzimas pectinolíticas del mercado.

## ALMIDONES

El almidón es el más importante de los polisacáridos y está ampliamente difundido en la naturaleza, como materia de reserva en casi todas las partes de todos los vegetales.

La hidrólisis total, ácida o enzimática, ocasiona la conversión cuantitativa del almidón en glucosa.

El almidón se compone de dos tipos de moléculas de polisacáridos, una lineal (amilosa) y otra ramificada (amilopectina)

**AMILOSA:** está constituida por cadenas largas lineales, unidas por enlaces glucosídicos  $\alpha$ -(1-4), la unidad de disacarido que se repite es la  $\alpha$ -maltosa, se supone que la amilosa es completamente lineal, aunque, de hecho se han aislado pequeñas cantidades de un glucano poco ramificado junto con la amilosa. Una propiedad de la amilosa es su propiedad para adquirir una conformación tridimensional helicoidal.

**AMILOPECTINA:** La mayoría de los enlaces entre las unidades D-glucosa de la amilopectina son del tipo  $\alpha$ -(1-4), como en la amilosa, que se diferencia de la amilosa por la presencia de ramificaciones unidas por enlaces  $\alpha$ -(1-6).

El almidón se presenta en los tejidos vegetales en gránulos de aproximadamente 15 micras, con el rompimiento de la fruta estos se dispersan en la pulpa y permanecen prácticamente intactos durante la mayoría de los procesos. Las moléculas de amilosa de bajo peso molecular comienzan a disolverse a temperaturas entre los 85 y 90 °C; durante la gelatinización los gránulos se hinchan irreversiblemente hasta alcanzar un tamaño de varias veces su volumen. Cuando esto sucede la viscosidad se eleva al máximo.

Los almidones reaccionan con el yodo dando un tono azul o azul negruzco, dependiendo de la longitud de la cadena de almidón. La acción del yodo sobre el almidón se ha visto que constituye un efecto óptico y no un cambio químico. (5 y 12)

Las amilasas son enzimas que degradan el almidón, esta degradación, que implica el acortamiento de la cadena y de su peso molecular cambia muchas de las características del polímero, especialmente las que van asociadas a sus propiedades poliméricas coloidales; se aumenta la solubilidad en agua y se disminuye su viscosidad.

## CELULOSA

Las paredes o materiales estructurales de todo el reino vegetal se componen en gran parte de celulosa, las celulosa de las células vegetales poseen poco carácter fibroso.

La celulosa se encuentra embebida en un gel amorfo, compuesto por hemicelulosa y sustancias pépticas, junto con pequeñas cantidades de proteína. Los cambios de los constituyentes de las paredes que rodean a la celulosa son responsables en gran medida de los cambios de consistencia de las frutas durante la maduración.

La celulosa, como la amilosa, es un polímero lineal de unidades de anhidro-D-glucopiranosas, unidos por enlaces glucosídicos (1-4). No obstante estos enlaces están en configuración  $\beta$  más que la  $\alpha$  de la amilosa. (5 y 12)

## ENZIMAS

Uno de los principales problemas que se tiene al trabajar con manzana, es la aparición de un grado de oscurecimiento que es causado por la acción enzimática de la polifenoloxidasas y la peroxidasa. Las enzimas son producidas por células vivas y tienen como principal función la de efectuar las diferentes reacciones biológicas propias de cada especie, las enzimas naturales propias de los alimentos pueden tener una acción favorable como dañina en el producto.

Cada alimento contiene ciertas enzimas naturales que desempeñan un papel muy importante en su calidad organoléptica y nutricional, pueden contribuir favorablemente a las características y propiedades de los alimentos, o en forma negativa al inducir diferentes reacciones que reducen la calidad final de los productos; para eliminar las enzimas, se

puede emplear diferentes tratamientos térmicos que tienen como efecto su desnaturalización; al exponer los tejidos de la manzana al oxígeno del aire, la luz y por daños mecánicos, se induce el oscurecimiento debido a la acción catalizada por la enzima polifenoloxidasas, catecolasa, fenolasa que dan como producto final pigmentos oscuros llamadas melaninas.

Los métodos comerciales más comunes para el control de las reacciones de oscurecimiento enzimático incluyen el tratamiento térmico, el uso de sulfitos, ácidos y la eliminación de oxígeno; se debe tener en cuenta la consistencia y la textura final requerida, ya que al aplicar un fuerte tratamiento térmico se destruyen las fenolasas, pero el alimento puede adquirir una textura poco deseada o perder algunos de sus nutrientes.

## DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE MANZANA EN MÉXICO

Existe una amplia gama de variedades de manzana; tomando en cuenta que el consumidor es más exigente cada día, exige frutos de calidad y buen tamaño para consumo en mesa.

Los frutos de manzana, quizá sean los mas conocidos en todo el mundo, en México, los principales mercados de distribución, son: D. F., Monterrey, Guadalajara, Torreón, Coahuila, Celaya, Guanajuato, Puebla, Toluca, y a últimas fechas las ciudades medianas. Sin embargo el fruto llega a todos los rincones del país, debido a que se trata de un producto perecedero a mediano plazo, resistente al transporte. (9)

El fruto puede conservarse en estado fresco, en refrigeración normal hasta un año, en atmósferas controladas por mayor tiempo.

Otro factor que la hace importante es la gran cantidad de fruto que se destina a la *INDUSTRIA JUGUERA*, ya sea para producción de pulpa de utilización inmediata o en la elaboración de pulpa concentrada para conservarla y utilizarla en tiempos posteriores, cuando no hay fruta fresca disponible.

Aproximadamente la cuarta parte de la manzana destinada a industrialización se transforma en puré, (15).

Se estima que cerca de un 35% de la manzana cosechada, se pierde al sufrir su descomposición antes de ser consumida. (19)

Con el propósito de reducir estas pérdidas existe la opción de industrializar la manzana, para aumentar su período de vida útil, lográndose conservar buena parte de las características de origen de la fruta. El proceso de industrialización de la manzana comprende una gran diversidad de productos, siendo los más comunes: puré (néctar y papilla), mermelada, jalea, rebanadas en almíbar, deshidratadas, vinagre, sidra, etc.

Para contemplar esta variedad de productos, en la (figura 1), se muestra el diagrama correspondiente al proceso de industrialización integral de la manzana. (19)

### 3.3 PRINCIPALES ZONAS PRODUCTORAS

Los principales estados productores de manzana son: Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla y Zacatecas, aunque conviene destacar la importancia que **Puebla** esta teniendo como productor de manzana, ya que en los próximos años se convertirá en uno de los principales en la república mexicana. También se le puede encontrar en menor producción en los estados de Nuevo León, San Luis Potosí, Hidalgo, Edo. de México, Chiapas, y Veracruz, aunque en estos cinco últimos estados su producción carece de importancia, ya que se cultivan variedades no mejoradas, que no son aptas para su comercialización a nivel nacional e internacional. (9)

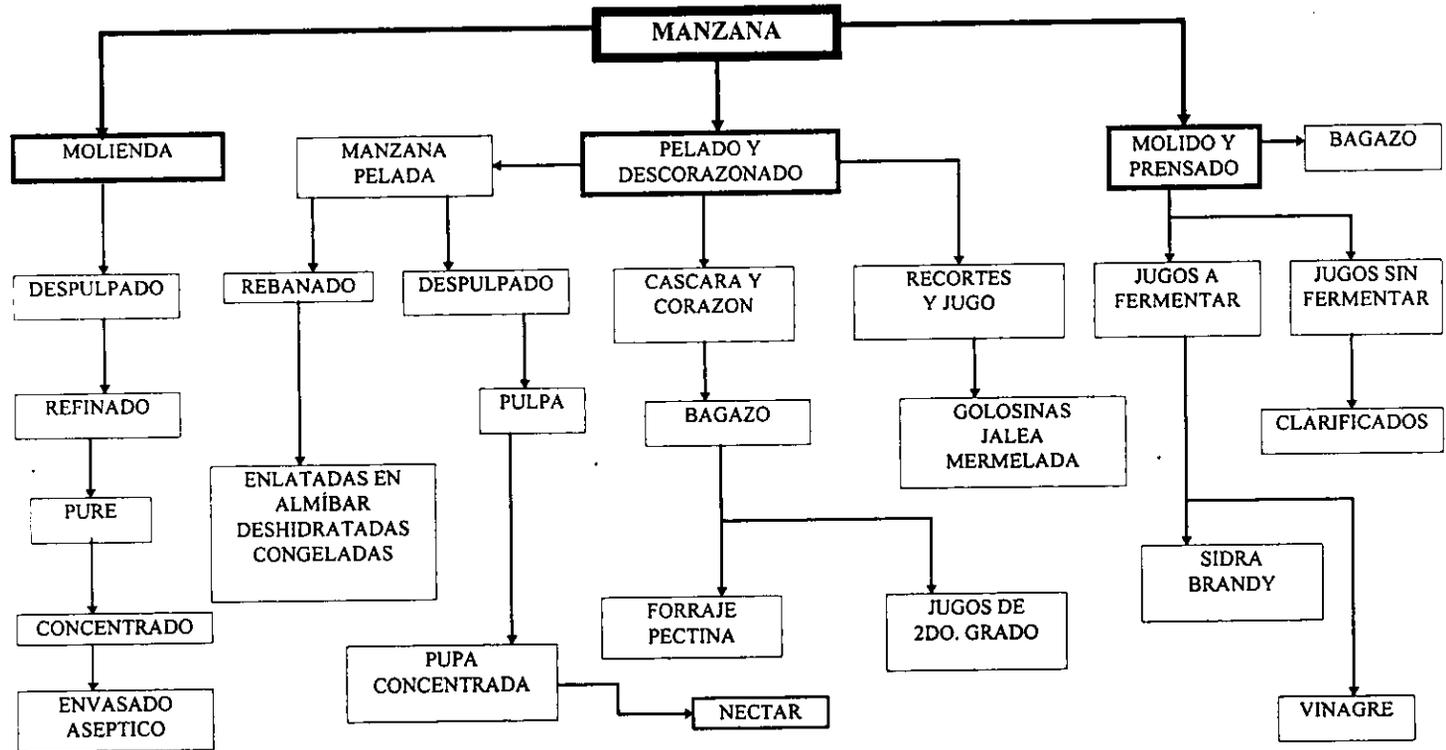
En el (cuadro 3); se enlistan las variedades y producciones de los principales estados, productores de manzana en 1995. (21)

**CUADRO 3: PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE MANZANA EN MEXICO**

ESTADO	VARIEDAD	PRODUCCIÓN (MILES. TON.)
CHIHUAHUA	RED DELICIOUS STARKING ROME BEAUTY GOLDEN DELICIOUS STARKRIMSON	334,044
DURANGO	STARKING BLANCA DE ASTURIAS WINTER PREMIAN RED DELICIOUS WINTER BANANA	45,749
PUEBLA	STARKING PERÓN (CHATA-CRIOLLA) RAYADA (CRIOLLA)	36,835
COAHUILA	RED DELICIOUS GOLDEN DELICIOUS STARKING	30,639
ZACATECAS	RAYADA (CRIOLLA) STARKING PERÓN (CHATA-CRIOLLA)	10,705
SONORA	RED DELICIOUS STARKING GOLDEN DELICIOUS	3,840
MICHOACÁN	STARKING RAYADA (CRIOLLA) PERON (CHATA-CRIOLLA)	1,401

FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA, FORESTAL Y DE LA FAUNA SILVESTRE, S.A.R.H. (1995).

FIGURA 1: DIAGRAMA DEL PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN INTEGRAL DE LA MANZANA



FUENTE: ROTSTEIN, 1969.

## **4.- DESCRIPCIÓN DE DESEMPEÑO PROFESIONAL**

### **4.1.- FUNCIONES ESPECIFICAS DEL PUESTO**

#### **JEFE DE TURNO**

En este apartado pretendo exponer la experiencia adquirida durante la estancia ininterrumpida en esta empresa de manufactura de alimentos, en el puesto de jefe de turno, del proceso de elaboración de pulpas concentradas, lo que ha permitido vincular lo aprendido en las aulas y a lo que se enfrenta un profesionista en el campo de acción.

Particularmente siento que es de gran importancia, compartir esta experiencia de haber participado en la necesidad de mejorar un proceso, desde el punto de vista económico y de calidad en conjunto con mis compañeros del área en apoyo con la gerencia.

Los aspectos en los que se participó fueron:

- Sugerir a la gerencia la modificación del equipo de proceso en base a la necesidad de aumentar la producción para darse a basto en la molienda de fruta en la temporada alta de producción, además de mejorar la calidad de la pulpa en general y especialmente al color.
- El gerente de la planta, en compañía con el jefe de departamento visitaron varias compañías en el extranjero, para determinar la tecnología más apropiada para el tipo de fruta que existen en México.
- De la información recopilada se participó en determinar la tecnología apropiada, en base a la capacidad de molienda, operación y lo económico que resultaría el proceso, no olvidando su mantenimiento preventivo.

- Ya que se decidió cual tecnología era la apropiada, se determinó el ley-out, en base al espacio que los directivos dieron para este proceso.
- Se nos asignó al personal para la instalación del equipo (mecánicos, eléctricos, electrónicos y argoneros).
- Ya que el equipo quedo instalado con asesoramiento del técnico de la marca, se le dieron los últimos reajustes al mismo.
- Se participó directamente en la puesta en marcha y en determinar las condiciones óptimas de proceso para cada fruta, tomando en cuenta la calidad final y su rendimiento.
- Se hicieron los manuales de operación, mantenimiento, limpieza y saneamiento.

Lo más importante es que este trabajo haya servido de ejemplo para realizar los manuales de proceso del área de concentrados como de las demás áreas, ya que no se contaba con este tipo de información, actualmente la planta esta en proceso de la certificación del ISO-9000.

Recientemente ha habido un creciente énfasis en calidad por parte del consumidor a nivel mundial; para esto se requiere de personal calificado y hacer de la supervisión, una verdadera actividad profesional, sustituyendo al antiguo capataz por personal con la habilidad y actitud necesarias para involucrarse en todos los aspectos que de una u otro manera, afectan el proceso productivo. Por ser un profesionista tendrá en la mente la superación continua para beneficio propio y como de la empresa.

Los supervisores son requeridos en las organizaciones para que implementen eficazmente los planes de trabajo que el cuerpo administrativo dictamina.

Puesto que los supervisores tienen varias funciones que desempeñar dentro de las organizaciones, estos deben tener tanto capacidades técnicas analíticas y de iniciativa, como las referentes a relaciones humanas.

La supervisión ha evolucionado a través del tiempo, como sigue:

- A).- La supervisión no es estática, ha variado a través del tiempo, inicialmente el trabajador era responsable de su propio trabajo y abarcaba todas las funciones del proceso, desde la compra hasta la venta y cobranza.
- B).- Después vino la etapa de mayordomía, en donde además de hacer su trabajo, inspeccionaba en los demás; orientándolos para mejores resultados y limitando su actuación al proceso de fabricar los productos.
- C).- Más adelante, en la era pre-industrial surge el "capataz" que centra sus actividades en la inspección del trabajo de los demás, con amplias facultades de mando para actuar, ya que junto con el administrador representaban al patrón.
- D).- Finalmente al aparecer los principios de la "ADMINISTRACIÓN" científica, se da paso a un nuevo concepto de supervisor, al cual se le reconoce ya como un "CONTROLADOR" de la parte operante de la función de producir, responsabilizando de los resultados al grupo de trabajo.

El supervisor "MODERNO" (JEFE DE TURNO), debe aumentar sus capacidades y convertirse en un "administrador" más en el nivel jerárquico que le corresponde, esto por los avances que la ciencia administrativa y la tecnología, han tenido en los últimos años.

Es verdad que una persona con experiencia en el proceso productivo, sabrá asignar y dirigir las actividades de otras personas puede desempeñar la función de supervisor sin ser profesionalista; en el inciso D), encierra de manera concreta a la época actual, de involucrar

en estas actividades a personal profesional, y obedece a la necesidad de “CRECER” más esta función para que este acorde con las grandes demandas que los sistemas productivos de las empresas modernas deben rendir, si quieren ser competitivos.

Básicamente un supervisor dispone de tres recursos: tiempo, dinero y personas; como no se tiene acceso a los recursos financieros de la empresa, entonces se debe concentrar en aquellas actividades que le permitan aprovechar mejor el tiempo y el personal disponible.

El objetivo del jefe de turno es asegurar que los resultados del sistema productivo correspondan a los objetivos planeados, para esto cuenta con un cuadro básico de personal operativo, y por otro la administración , optimización de la maquinaria y materia prima involucradas en el proceso.

Para lograrlo el jefe de turno debe:

- Conocer sus funciones.
- Conocer las actividades del trabajo.
- Tener habilidad para dirigir.
- Tener habilidad para mejorar la calidad y productividad.
- Tener capacidad de análisis y toma de decisiones.
- Tener responsabilidad: alcanzar los objetivos.
- Acciones de mejora continua en todos los puntos anteriores.

El jefe de línea de producción, aparte de buscar las mejoras en su proceso para incrementar constantemente la productividad enriquece más su trabajo responsabilizándolo directamente de las situaciones y actividades que se suscitan en su área de trabajo.

El objeto principal de esta empresa es superar la calidad de sus productos en todas las presentaciones, para esto pone interés en la capacitación de su personal como ya se mencionó y la tecnificación de sus procesos es por ello que en este trabajo, realizo la comparación de dos procesos de molienda de frutas donde se me ha capacitado para el

buen desempeño de mis funciones, tanto de equipo, como de administración y relaciones humanas.

Uno de los aspectos más interesantes dentro de esta tecnificación de la empresa es que se estuvo participando en la adquisición y puesta en marcha de un equipo de alta tecnología, con respecto aun proceso tradicional que se seguía hasta ahora.

Para asegurar que la "calidad" se de en todas las fases del proceso y así lograr la satisfacción del cliente; en esta empresa se tiene una capacitación de los puestos claves del personal operativo, para que estos vivan los conceptos, enfoque, principios, etc. ya que con la eliminación de la inspección de control de calidad es la gente de producción quien se asegura de cumplir los estándares; ya que es lógico pensar que sean los responsables de la elaboración de los productos, quienes más fácilmente pueden controlar sus características y por ende su calidad.

Para mejorar el proceso en estudio y reducir los defectos, se tiene el apoyo de una serie de técnicas ó herramientas, ya que estas dan objetividad y precisión a las observaciones.

Con esto estaremos asegurando un grado de calidad constante y si hay desviaciones de control que estas pasen imperceptibles por el cliente, en este caso nuestros clientes directos son: áreas de preparación y concentrados.

Los métodos estadísticos proporcionan un medio eficaz para desarrollar una nueva tecnología y controlar la calidad en los procesos de manufactura.

El trabajar con calidad integral en toda la empresa, se puede afirmar que la calidad es sinónimo de productividad; ya que con esto, la productividad tenderá a incrementarse a medida que se mejora la calidad, esto nos lleva a utilizar mejor los tiempos, recursos y materiales disminuyendo los costos de producción, hacer más por menos. (12 y 17)

**LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN:**

PRODUCCIÓN CONCENTRADORES

**JEFE INMEDIATO:**

GERENTE DE PLANTA

**PERSONAL A SU CARGO:**

PERSONAL OPERATIVO

**FUNCIÓN GENERAL:**

RESPONSABLE DE COORDINAR, ASIGNAR Y DIRIGIR LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DENTRO DEL DEPARTAMENTO, VIGILANDO EL CUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN ESTABLECIDOS, MEDIANTE EL CONTROL DE LOS PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES, MANO DE OBRA Y EQUIPO DISPONIBLE.

**FUNCIÓN ESPECIFICA:**

**PRODUCCIÓN**

TOMA DE DECISIONES.

SUPERVIZAR EL CONTROL DE CALIDAD EN CADA PUNTO DEL PROCESO MEDIANTE CORRECCIONES TÉCNICAS.

SUPERVIZAR LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN.

SUPERVIZAR EL ESTADO Y BUEN  
FUNCIONAMIENTO DE LAS  
MAQUINAS.

COORDINAR EL CONTROL DE LA  
CALIDAD DE PRODUCTO A PROCESAR  
Y ENVASAR EN EL TURNO.

COORDINAR EL CONTROL DE LA  
MATERIA PRIMA Y REDUCCIÓN DE  
MERMAS.

REPORTAR CUALQUIER AVERÍA O  
ANORMALIDAD EN LA PLANTA AL  
MECÁNICO EN TURNO.

REALIZAR REPORTE DIARIO DE  
PRODUCCIÓN.

LLEVAR UN ANÁLISIS DE LA  
MATERIA PRIMA, PRODUCCIÓN Y  
MERMA.

EFFECTUAR ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO  
TÉCNICO DE LOS EQUIPOS PARA  
PLANEAR SU MANTENIMIENTO.

REQUISITAR LAS REFACCIONES  
NECESARIAS PARA DAR  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y  
CORRECTIVO DE LAS MAQUINAS.

COORDINAR LA LIMPIEZA Y ORDEN  
EN TODA LA PLANTA.

DISMINUIR COSTOS DE PRODUCCIÓN.

**ÁREA ADMINISTRATIVA DE  
PRODUCCIÓN**

CONTROL DE TIEMPOS Y  
MOVIMIENTOS DEL PROCESO.

ELABORACIÓN DE REPORTES DE  
ASISTENCIA DEL PERSONAL, DICHS  
REPORTES SON SEMANALES.

ELABORAR REPORTES DE TIEMPO  
EXTRA DEL PERSONAL EN LA  
NOMINA.

EVALUAR EL DESEMPEÑO DEL  
PERSONAL A SU CARGO, CON VISTA  
A LA RENOVACIÓN DE CONTRATO,  
BAJO LA AUTORIZACIÓN DE LA  
GERENCIA DE PLANTA.

ELABORAR LA REQUISICIÓN DEL  
PERSONAL CORRESPONDIENTE EN  
CASO DE EXISTIR BAJAS EN LOS  
CUADROS BÁSICOS DE PERSONAL.

CAPACITACIÓN CONTINUA A SU

PERSONAL.

**OTROS**

CONOCIMIENTO PLENO DEL  
FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA.

## 5.- PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN INDUSTRIAL DE PULPA DE MANZANA

La industria alimentaria está continuamente en busca de nuevos métodos de procesamiento, para mejorar las propiedades nutricionales, organolépticas, reducir sus costos y eficientar sus procesos; con la puesta en marcha del nuevo proceso (NP), para la industrialización de frutas se tienen algunas de estas ventajas, en comparación del proceso tradicional (PT).

La nueva tecnología de molienda de frutas es mas compleja (figura 6) que el PT. (figura 3). Hay razones importantes que justifican su inversión; el NP. a pesar de ser sofisticado es de operación sencilla, cuenta con mayor capacidad de procesamiento por hora, esto nos ayuda a moler toda la fruta que se capta en menor tiempo.

Otras razones importantes es que la fruta no está expuesta al contacto directo con el vapor, lo que favorece la conservación de sus propiedades nutricionales; el NP. además de despulpar y refinar recupera parte del aroma.

Por todas estas razones más que necesarias y que justifican la inversión, este Grupo Empresarial, decidió la adquisición de la nueva tecnología en la molienda de frutas. Con esto es posible aumentar la capacidad instalada en sus plantas, para captar mayor cantidad de frutas, y así aumentar su período de vida útil.

Este grupo en una de sus planta, procesa las frutas para elaborar sus néctares en todas sus presentaciones y distribuir las en su extenso mercado nacional e internacional; en el (cuadro 4), se reportan algunas frutas en miles de ton. que la planta procesó para la elaboración de néctares, en los últimos cuatro años, de todas las frutas que se procesan se hará el comparativo de PT. con NP. con la manzana y en particular con las variedades: manzana rayada y perón.

Aproximadamente la cuarta parte de la manzana destinada a industrialización, se transforma en puré, requiriéndose para su elaboración de fruta dulce, jugosa, de textura suave y principalmente variedades con piel de color amarillo que no impartan una tonalidad rosada al producto, como sucede con variedades de piel color rojo. (7 y15)

A continuación se describirán en detalle los dos procesos PT. y NP. para la industrialización de la manzana en forma de pulpa, para que posteriormente se realice su comparación.

**CUADRO 4: PRINCIPALES FRUTAS PROCESADAS EN UNA DE SUS PLANTAS, PARA ELABORAR NÉCTARES.  
(MIL. TON.).**

FRUTA	1994	1995	1996	1997
FRESA	0.150	0.238	0.310	0.605
GUAYABA	4.509	4.903	4.802	6.961
MANGO ORO	9.088	8.854	9.815	12.215
MANGO VARIOS	-	6.591	7.793	6.537
MANZANA	13.929	13.578	5.337	22.384
PAPAYA	0.129	0.342	0.554	7.364
PERA	3.094	3.062	5.520	6.938

Fuente: carpetas de recepción de fruta de la planta.

**VARIETADES RECIBIDAS PARA LA ELABORACIÓN  
DE NÉCTARES A BASE DE  
PULPA DE MANZANA**

PERÓN Y MANZANA RAYADA DE PUEBLA

WINTER BANANA Y PERÓN DE DURANGO

GOLDEN DE CHIHUAHUA

RED DELICIOUS DE DURANGO

ROME BEAUTY DE CHIHUAHUA

## 5.1.- PROCESO TRADICIONAL PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA MANZANA EN FORMA DE PULPA

FIGURA 2: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO TRADICIONAL

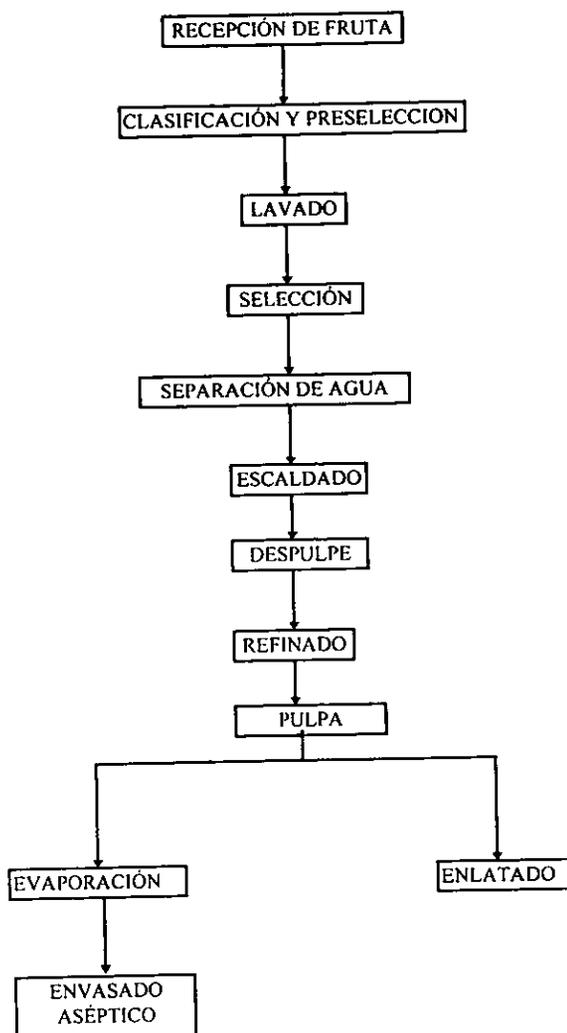


FIGURA 3: DIAGRAMA DEL PROCESO TRADICIONAL

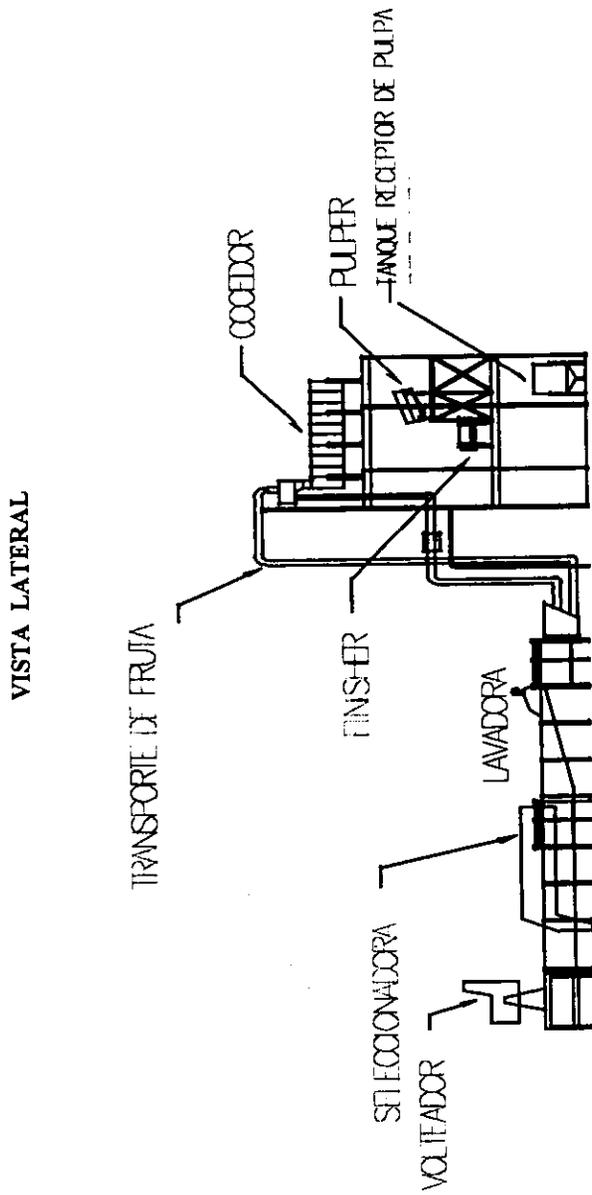
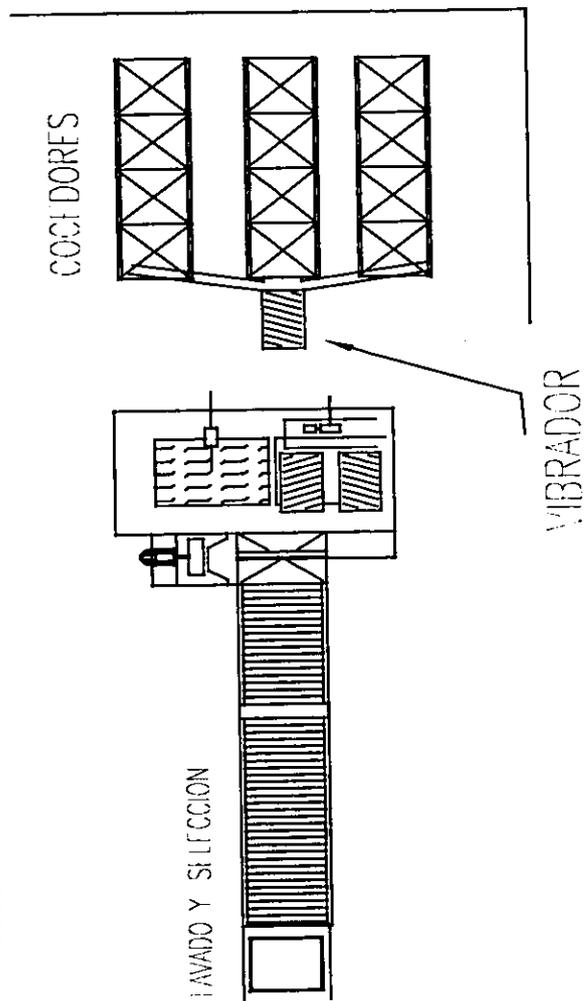


FIGURA 4: DIAGRAMA DEL PROCESO TRADICIONAL (VISTA SUPERIOR)



I.- NIVEL TANQUE DE PULPA; II.- NIVEL PULPERS Y REFINADORES; III.- NIVEL COCEDORES

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO TRADICIONAL

El proceso tradicional para la elaboración comercial de pulpa de manzana, consta de las siguientes operaciones:

### RECEPCIÓN DE FRUTA

La calidad de todo producto elaborado, esta íntimamente relacionado con el tiempo transcurrido entre la cosecha de la fruta y su industrialización; una vez que la manzana llega a la fábrica ( cajas, bins, a granel o costales ), debe ser pesada, e inmediatamente se efectúa un muestreo para determinar la calidad en base a: estado de madurez, higiene, daños físicos y fisiológicos para su castigo o rechazo, y el tipo de proceso al que se destinara ( nacional o exportación ).

La calidad de la manzana recibida en planta depende de los siguientes factores principalmente: prácticas de cultivo, condiciones climáticas, variedad, prácticas de cosecha (daño mecánico), temperatura e higiene durante el transporte, mismos que si son cuidados por los proveedores, evitaran en gran parte las mermas.

Independientemente en la forma que se reciba la fruta en planta, esta es descargada en bins, para su manejo.

### CLASIFICACIÓN Y PRESELECCIÓN

La clasificación de la manzana, tiene por objetivo uniformar el producto a fin de poder normalizar todas las operaciones del proceso de elaboración y se realiza en base al tamaño, estado de madurez y aspecto de la fruta.

En relación a la madurez se clasifica la fruta en:

- a).- VERDE
- b).- SEMIMADURA
- c).- MADURA
- d).- SOBREMADURA

El estado de madurez juega un papel importante en el procesamiento, ya que de éste dependen las características del producto final, en cuanto a:

- a).- AROMA
- b).- COLOR
- c).- SABOR
- d).- °Bx.

En relación a la preselección es necesario uniformizar el producto, teniendo en cuenta la variedad y estado de madurez de la manzana, dado que cada una tiene características específicas que obligan a variar las condiciones del proceso; una vez obtenida pulpa de manzana en diferentes estados de madurez, al reconstituir se hacen mezclas que dan al néctar el balance requerido de acidez, °Bx., color, etc.

### LAVADO

Las manzanas se someten a un lavado en agua, que es por inmersión en una máquina continua de velocidad constante, con agitación por medio de aire a fin de que el lavado de esta sea homogénea, para remover partículas de tierra, hojas, basura o cualquier contaminación que acompaña la fruta; sigue su curso por un transportador inclinado (por medio de rodillos que giran en su propio eje, para dar a la fruta una mayor área de exposición); donde finalmente se

enjuaga con agua por medio de aspersión, a fin de asegurar que el fruto sea continuamente lavado y quede libre de restos de insecticidas u otras sustancias que pudieran ser nocivas.

### **ELECCIÓN**

Después del lavado por inmersión continúa su curso por el transportador en forma horizontal, para su selección en forma manual donde se retiran las manzanas que no estén en buenas condiciones para su procesamiento, si la fruta esta verde o muy dañada debe retirarse, para no perjudicar la calidad del producto y junto con esto basura, piedras, maderas u objetos extraños a esta, para no dañar los equipos.

### **SEPARACIÓN DE AGUA**

Las manzanas son transportadas de la lavadora a los cocedores, (que se encuentran en un tercer nivel) por medio de bombeo con agua (como medio de transporte), llegan a un vibrador con el fin de eliminar al máximo el agua, para pasar a tres cocedores que se encuentran acomodados en paralelo. distribuyendo la fruta en igual cantidad.

El agua regresa nuevamente a una tina para repetir el ciclo (transportar las manzanas), antes de pasada por unos cilindros coladores, para retirar la fruta que se haya destrozado por el transporte.

### **ESCALDADO**

La manzana se somete a un escaldado, en un cocedor en el que circula la manzana por medio de un tornillo sin fin, por todo lo largo del cocedor. Esta operación se logra con la inyección directa de vapor ( $2-3.5 \text{ Kg/Cm}^2$ ). en todo el transporte, con el fin de inactivar enzimas causantes del oscurecimiento de la pulpa, disminución de la carga microbiana inicial de la fruta y ablandamiento de la manzana para facilitar la molienda y extracción de la pulpa;

En esta etapa la presión de vapor es de suma importancia para el escaldado de la fruta, esta debe ir combinada con la velocidad de la rotación y remoción de los cocedores, para que no permanezca demasiado tiempo expuesta a la temperatura; (75-80 °C, con un tiempo de residencia de 20-25 min.).

### **DESPULPADO**

Una vez escaldada la fruta, cae por gravedad a los despulpadores (pulpers), de los cuales depende el rendimiento de la pulpa, dependiendo de la abertura o separación de la malla con respecto a los cepillos. Para el despulpado se usa una malla de ¼ in., por un lado se obtiene la pulpa y por otro semilla y cáscara. En caso de que la fruta no quede bien despulpada, se ocasionan pérdidas considerables, por lo tanto se debe de tomar en cuenta la abertura entre el cepillo con la malla; ya que esto es determinante para su rendimiento y calidad. La pulpa queda lista para ser refinada.

### **REFINADO**

La pulpa proveniente de pulpers por gravedad, es pasada por su respectivo refinador, para dar la textura deseada, que dependerá de la abertura de la malla (0.015-0.025"), para tener pulpa homogénea y constituida por partículas finas; al igual que en el punto anterior la separación de la malla con las paletas es de suma importancia para la calidad del producto final, de esta forma se obtiene un puré listo para usarse, ya sea en la preparación de néctares o enviarla al proceso de concentración.

## 5.2.- NUEVO PROCESO PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA MANZANA EN FORMA DE PULPA

FIGURA 5: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL NUEVO PROCESO

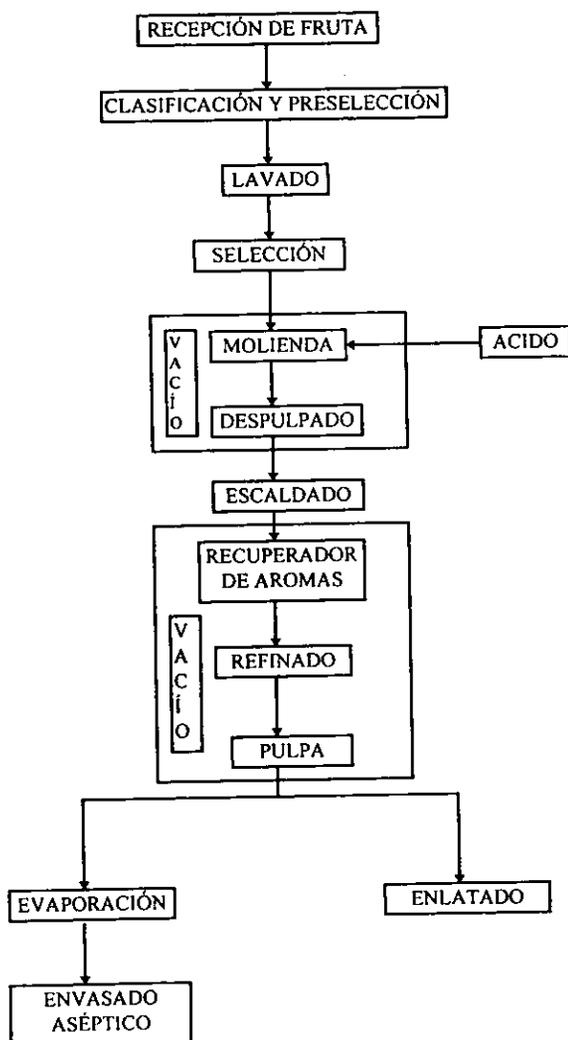
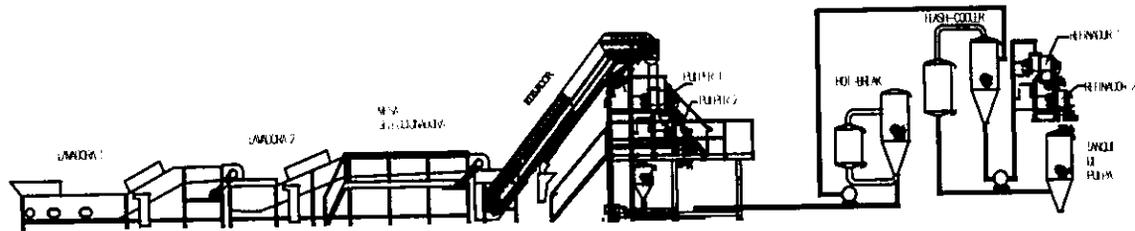
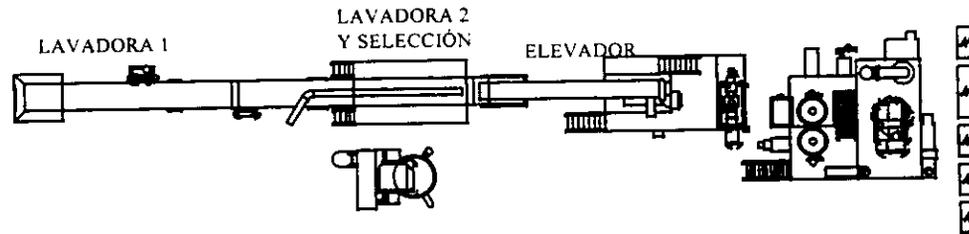


FIG. 6: DIAGRAMA DE FLUJO DEL NUEVO PROCESO (VISTA LATERAL)



(VISTA SUPERIOR)



## DESCRIPCIÓN DEL NUEVO PROCESO.

El nuevo proceso para la industrialización comercial de la manzana en forma de pulpa, comprende las siguientes operaciones:

La recepción, clasificación y preselección, se efectúan de la misma manera que en el proceso tradicional.

### LAVADO

Las manzanas son sometidas a un primer lavado con agua, por inmersión en máquinas continuas con velocidad variable, con agitación por medio de aire, con el fin de eliminar materia extraña (lodo, hojas, etc.) y seguir su curso por un transportador inclinado, (por medio de rodillos que giran en su propio entorno, para dar mayor área de exposición a la fruta); donde reciben un primer enjuague por medio de aspersión con agua limpia.

Posteriormente caen en una segunda lavadora, con velocidad variable, donde se repite la acción; lavado por inmersión con agitación, y continuar su curso para el segundo lavado por aspersión con agua limpia; el transportador en esta etapa es inclinado, por donde sube la manzana para posteriormente, tomar la forma horizontal donde se realiza la selección en forma manual; el lavado por aspersión en ambas lavadoras es regulable de (1.0-2.0 Bar), y dependerá de la calidad de la fruta.

Para eficientar y ahorrar el agua en el NP, se cuenta con un reciclaje para el lavado de la fruta, para esto tiene una cisterna y un tanque elevado; el agua del sobre nivel de las lavadoras llega a la cisterna por medio de canales en el piso, con una bomba sumergida es impulsada a un cilindro giratorio, cuya función es la de eliminar impurezas sólidas (hojas, madera, semilla,

etc.), el agua libre de impurezas cae al tanque elevado donde por gravedad, fluye hacia la primera lavadora y canal de merma, para repetir su ciclo (lavado por inmersión).

El agua proveniente de los sellos mecánicos de las bombas de desplazamiento, bombas de vacío y del condensador de aromas, es reutilizada para el lavado por aspersión en ambas lavadoras y es incorporada al agua de lavado por inmersión.

## SELECCIÓN

Después de un eficiente lavado de las manzanas, el transportador en forma horizontal y rodillos girando en su propio entorno, exponen la fruta en su totalidad a la vista de los seleccionadores, los cuales la seleccionan en forma manual, con el objeto de eliminar toda aquella fruta y materia extraña que afecte directamente la calidad del producto y del equipo.

Después de la selección las manzanas son depositadas en una tolva, donde son llevadas por medio de un elevador de cangilones y depositadas en una válvula dosificadora, que aísla el proceso del medio ambiente ya que la molienda se efectúa con vacío.

## MOLIENDA

Cuando la fruta llega a la válvula dosificadora, esta al girar deposita las manzanas en un molino de martillos; en esta etapa del proceso que está con presión de vacío, se lleva a cabo la reducción de tamaño del producto, por medio de cuchillas que giran a 1200 rpm. alternadas en cruz y malla 200/10 (0.787 in.). durante el rompimiento se dosifica una solución de ácido eritórbito, para evitar oscurecimiento de la pulpa.

Las manzanas, como muchas otras frutas pueden adquirir un indeseable color marrón durante el procesamiento, la adición de ácido eritórbito puede retardar eficazmente esta coloración. El oscurecimiento de la fruta al contacto con el aire, es el resultado de la oxidación del catecol y del tanino luego que se agotan los antioxidantes que se encuentran en forma natural en la fruta.

El ácido eritóbico es esteroisomero de los ascorbatos y trabaja de manera similar a los antioxidantes donde no se necesita ni desea la actividad de la vitamina C.

### **DESPULPADO**

La fruta destrozada que cae por gravedad del molino, pasa por un primer despulpado, donde se realiza por medio del giro de paletas (950 rpm) alternadas en cruz presionando la fruta destrozada a una malla de 80/10, con este diámetro de partícula, pasa directamente a la bomba que alimenta al hot-break, (para su escaldado) lo que no logro pasar es descargado a un segundo despulpador, donde es sometida a la acción de unas paletas alternadas en cruz que giran (800rpm) y raspan la semilla en una malla 30/10, para separar completamente la pulpa de la cáscara y semilla; la pulpa cae y es incorporada a la bomba de alimentación al hot-break.

La semilla y la cáscara pasa a la válvula de descarga para ser desechada del proceso, todo este proceso se realiza bajo presión de vacío en el sistema.

La velocidad del giro de las paletas y el diámetro de la malla dependerán de la fruta y madurez de la misma.

### **ESCALDADO**

La pulpa proveniente del despulpe es recibida en el hot-break; (intercambiador de calor de tubos y coraza 1:1), para recibir el tratamiento térmico (inactivación enzimática) de 85-90°C; durante la circulación la pulpa del despulpe se mezcla con la pulpa caliente; al salir del intercambiador, se encuentra una válvula de tres vías, cuando alcanza la temperatura programada en el set-point (85-90°C) para la manzana, lo libera para seguir su curso al flash-cooler; de lo contrario la reincorpora al intercambiador hasta alcanzar la temperatura programada.

## RECUPERADOR DE AROMA

La pulpa inactivada, es alimentada al flash-cooler por la parte superior en forma de cascada, por la acción del vacío y la densidad de los vapores en la parte superior del cono son arrastrados a un condensador, enfriado con agua, para condensar estos e incorporarlos al tanque de producto refinado; la pulpa por su parte cae al fondo del tanque cono, donde por medio de una bomba alimenta a los refinadores, para su proceso final.

## REFINADO

Esta operación consta de un doble refinado que opera con presión de vacío, a la pulpa proveniente del flash-cooler, se le realiza un primer refinado, separando pulpa/ bagazo, por medio de paletas alternadas en forma de cruz que giran a 1200 rpm. y hacen pasar la pulpa por un malla de 15/10; para posteriormente pasar al segundo refinado; el bagazo cae al conducto de salida, donde por medio de un gusano sale del proceso. La pulpa proveniente del primer refinado, se hace pasar por un último, que es el que nos dará el tamaño de partícula deseada, esta operación se realiza por medio del giro de paletas alternadas en forma de cruz que giran 1100 rpm y hacen pasar la pulpa a través de una malla de 10/10, la pulpa refinada cae por gravedad al tanque de producto refinado y el bagazo al gusano que junto con el del primer refinado sale del sistema de vacío y es conducido a las tolvas (subproducto), de la molienda.

La pulpa o puré se almacena en un tanque con vacío, de esta forma está listo para su posterior proceso, concentrarlo o para la preparación de néctar de manzana.

En el nuevo proceso de industrialización de frutas, todas las operaciones trabajan en automático; relacionada una con otra, ya que si no hay ningún problema todas las operaciones trabajan en serie.

## **6.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS PROCESOS PARA OBTENER PULPA DE MANZANA**

A continuación se enlistan los factores más comunes que influyen en la calidad de los procesos, para obtener pulpa de manzana, que pueden tener un efecto, negativo sobre las características finales del producto.

-Variedad y estado de madurez de la fruta

-Caracterización adecuada de cada lote en función de su grado de madurez.

-Identificación adecuada de lotes para prioridad de molienda.

-Velocidad de alimentación de fruta adecuada, para asegurar una buen lavado y eficiente selección.

- Flujo continuo y cambios necesarios de agua en lavadora y tina transportadora de fruta.

-Excesivo volumen de agua de transporte de fruta, esto provoca que se introduzca a los cocedores y se mezcle con la pulpa, lo cual ocasiona desviaciones en color y carga microbiana.

-Inactivación insuficiente: depende de la presión de vapor, tiempo de residencia y volumen de fruta en cocedores; provocando un posterior oscurecimiento de la pulpa, ablandamiento pobre de los tejidos provocando bajo rendimiento.

-Inactivación tardía de enzimas.

-Abertura de los cepillos y paletas con la malla, en pulpers y refinadores.

-Presión de vacío en NP.

-Dosificación insuficiente del antioxidante.

-Velocidades inadecuadas de los equipos en NP. (molino, pulpers y refinadores)

## 7.- CARACTERÍSTICAS DE LA PULPA DE MANZANA POR AMBOS PROCESOS

Para realizar la comparación desde el punto de vista de las características: físicoquímicas y organolépticas de la pulpa de manzana variedades: rayada y perón, en el NP. y PT, se eligió esta variedad por ser una de las que se capta en mayor volumen de producción en esta planta de concentrados.

La comparación se hace con los datos de un día de producción, procesando el mismo lote en forma paralela los dos procesos

### 7.1.- CARACTERÍSTICAS DE PURÉ DE MANZANA OBTENIDO POR PROCESO TRADICIONAL

CUADRO 5:

HORA	°Bx	pH	% DE AC.	*DENSIDAD	⊕ TEMP. °C	*COLOR
7.00	9.0	3.54	0.35	1.170	80	142C
8.00	11.0	3.50	0.42	1.500	79	142C
9.00	8.0	3.38	0.35	1.140	78	142C/143C
10.00	8.0	4.41	0.35	1.080	75	142C/143C
11.00	11.0	3.48	0.35	1.060	78	142C/143C
12.00	10.0	3.34	0.49	1.230	81	142C
13.00	10.0	3.48	0.42	1.190	75	142C
14.00	8.0	3.63	0.42	1.160	75	142C
15.00	8.0	3.62	0.35	1.090	70	142C/1245C
16.00	7.4	3.75	0.35	1.090	75	142C/1245C
17.00	8.0	3.43	0.42	1.130	79	142C/143C
18.00	9.0	3.47	0.35	1.120	74	142C/143C
19.00	10.0	3.85	0.28	1.200	80	142C/1245C
20.00	7.6	3.83	0.28	1.110	75	142C/143C
21.00	8.4	3.59	0.42	1.160	78	142C/143C
22.00	9.0	3.58	0.35	1.130	70	142C/143C
23.00	10.0	3.34	0.49	1.200	77	142C/1245C
0.00	8.0	3.53	0.35	1.250	80	142C/1245C
1.00	10.0	3.77	0.28	1.300	79	142C/1245C
2.00	6.0	3.74	0.28	1.030	75	142C/1245C
3.00	9.0	3.52	0.35	1.300	77	142C/143C
4.00	11.0	3.48	0.42	1.350	74	142C/143C
5.00	8.0	3.67	0.49	1.200	80	142C/143C
6.00	8.0	3.80	0.35	1.080	70	142C/1245C

DATOS DE UN DÍA DE PROCESO, PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE MANZANA.

## 7.2.-CARACTERÍSTICAS DE PURÉ DE MANZANA OBTENIDO POR NUEVO PROCESO.

CUADRO 6:

HORA	°BxNP	pH	% DE AC.	*DENSIDAD	⊗ TEMP. °C	•COLOR
7.00	9.0	3.57	0.28	1.03	90	141C
8.00	10.0	3.50	0.35	1.03	90	141C
9.00	9.0	3.54	0.42	1.03	95	141C
10.00	9.0	3.60	0.35	1.03	95	141C
11.00	9.0	3.62	0.35	1.02	86	132C/141C
12.00	9.0	3.68	0.28	1.03	90	141C/142C
13.00	9.0	3.53	0.35	1.03	86	141C/142C
14.00	10.0	3.55	0.49	1.02	90	142C/129C
15.00	9.0	3.58	0.42	1.02	98	142C/129C
16.00	9.0	3.65	0.45	1.02	90	142C
17.00	10.0	3.55	0.42	1.02	90	141C
18.00	9.0	3.47	0.42	1.02	90	141C/142C
19.00	9.0	3.52	0.42	1.02	88	141C
20.00	9.0	3.58	0.42	1.02	90	141C
21.00	10.0	3.67	0.35	1.02	95	141C
22.00	9.0	3.76	0.28	1.02	90	141C
23.00	9.0	3.68	0.35	1.02	89	141C/142C
24.00	9.0	3.96	0.28	1.02	90	141C
1.00	8.5	3.99	0.28	1.02	88	141C
2.00	9.0	3.75	0.35	1.02	90	141C
3.00	9.0	3.76	0.35	1.03	88	141C
4.00	9.0	3.71	0.42	1.03	90	141C
5.00	10.0	3.75	0.35	1.02	90	141C
6.00	9.0	3.71	0.42	1.02	90	141C

DATOS DE UN DÍA DE PROCESO, PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE MANZANA.

Condiciones para ambos cuadros: °Bx. ( $T^{\circ}= 25^{\circ}C$ ); pH; % de Ac; Densidad, Color. (a  $T^{\circ}$  de Inactivación)

\* .g./Cm<sup>3</sup>

• Pantone

⊗ Temperatura de salida de la pulpa del cocedor y hot-break respectivamente

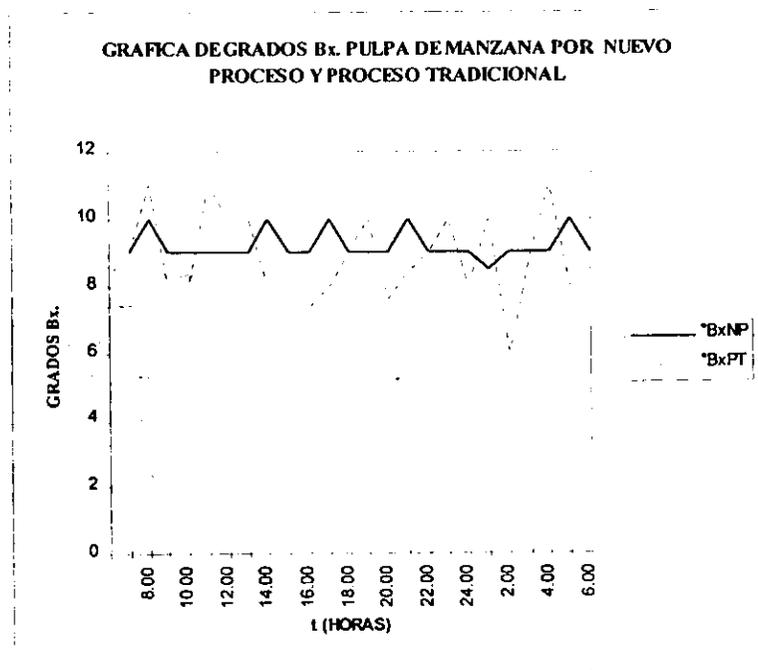
**CUADRO 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO, CARACTERÍSTICAS DEL PURE POR PROCESO TRADICIONAL.**

	<b>Obx.</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>pH</b>	<b>% Ac.</b>
<b>DESVIACIÓN STD:</b>	1.2881	0.109	0.242	0.088
<b>MÍNIMO:</b>	5.0	1.020	3.02	0.21
<b>MAXIMO:</b>	14.0	1.700	4.41	0.63
<b>MEDIA:</b>	8.0	1.200	3.36	0.35
<b>MODA:</b>	8.0	1.200	3.62	0.35
<b>COEF. DE VARIACIÓN:</b>	16.10	9.08	7.20	25.14

**CUADRO 8: ANÁLISIS ESTADÍSTICO, CARACTERÍSTICAS DEL PURÉ POR NUEVO PROCESO.**

	<b>Obx.</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>pH.</b>	<b>% Ac.</b>
<b>DESVIACIÓN STD:</b>	0.7047	0.0179	0.259	0.127
<b>MÍNIMO:</b>	7.0	1.000	2.73	0.21
<b>MAXIMO:</b>	12.0	1.04	3.99	1.05
<b>MEDIA:</b>	9.0	1.020	3.48	0.42
<b>MODA:</b>	9.0	1.020	3.32	0.42
<b>COEF. DE VARIACIÓN:</b>	7.83	1.75	7.44	30.23

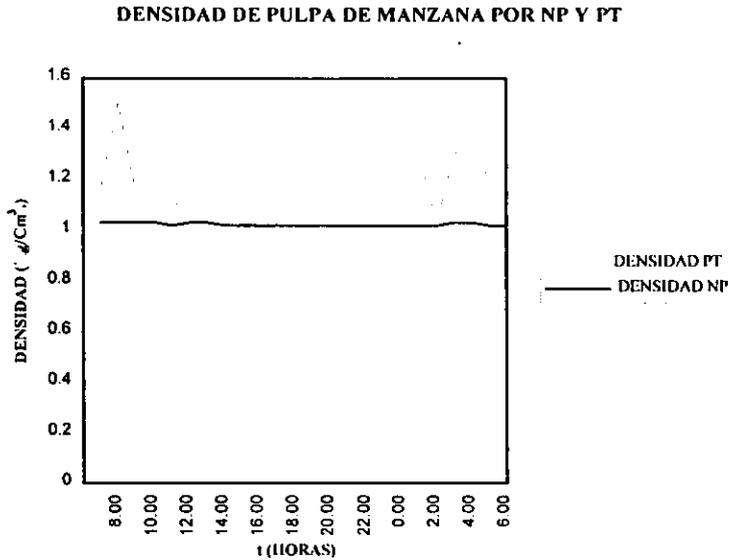
GRÁFICA 1: °Bx. PULPA DE MANZANA POR NP. Y PT.



CUADRO 9: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GRÁFICA 1 (°Bx.).

	PT.	NP.
DESVIACIÓN STD:	1.2881	0.7047
MÍNIMO:	5.0	7.0
MAXIMO:	14.0	12.0
MEDIA:	8.0	9.0
MODA:	8.0	9.0
COEF. DE VARIACIÓN	16.10	7.83

GRÁFICA 2: DENSIDAD DE PULPA DE MANZANA POR NP. Y PT.



CUADRO 10: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GRÁFICA 2 ( DENSIDAD).

	DENSIDAD PT.	DENSIDAD NP.
DESVIACIÓN STD:	0.1090	0.0179
MÍNIMO:	1.020	1.000
MÁXIMO:	1.700	1.04
MEDIA:	1.200	1.020
MODA:	1.200	1.020
COEF. DE VARIACIÓN.	9.08	1.75

### 7.3.- COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Se utilizó un reometro Haake RT 20 con geometría de cono - plato, la prueba se hizo a 25 °C. El sistema sensor utilizado fue un cono de 3.5 cm. de radio y ángulo de 4°.

Se sometieron ambos purés a un programa para la caracterización reologica que consiste en lo siguiente:

#### PROCESO TRADICIONAL

- 1.- Barrido esfuerzo de cizallamiento 50 - 200 Pa. con criterio fin del paso de  $\dot{\gamma} = 0.5 - 55 \text{ S}^{-1}$ .
- 2.- Barrido ascendente de velocidad de cizallamiento de  $0.5 - 500 \text{ S}^{-1}$
- 3.- Mantenimiento de velocidad de cizallamiento de  $500 \text{ S}^{-1}$  por 90 seg.
- 4.- Barrido descendente de velocidad de cizallamiento de  $500 - 55 \text{ S}^{-1}$

#### NUEVO PROCESO

El programa fue el mismo a excepción del paso 1 en el que el barrido de esfuerzo fue de 10 - 200 Pa.

El primer paso se efectuó con la finalidad de determinar si la muestra presenta esfuerzo inicial y en caso de ser así, obtener un valor del mismo.

Los pasos 2 - 4 se efectuaron con la finalidad de determinar si la muestra presenta tixotropía (histerisis entre las curvas del paso 2 - 4). Y en el caso de ser así, obtener los los parámetros reológicos de las curvas de ascenso y descenso y una cuantificación de la tixotropía bajo las condiciones de estudio.

Se presentan las curvas correspondientes al primer paso con ambos purés (gráfica 3), y a los pasos del 1 al 4, (gráfica 4). En la gráfica del primer paso puede observarse un cambio notorio de pendiente en la curva del esfuerzo de cizalla, a un valor aproximado de 66 Pa. para el puré del proceso tradicional y 20 Pa. para el del nuevo proceso, lo que puede proporcionar una medida del esfuerzo inicial.

En la gráfica correspondiente a los pasos 1 - 4 puede notarse que:

a).- En los dos purés se presenta el fenómeno de tixotropía (histéresis entre las curvas de ascenso y descenso).

b).- Las curvas de flujo del puré tradicional, tanto del ascenso como de descenso se encuentran por encima de las del nuevo proceso, lo que indica una mayor viscosidad del puré obtenido por el proceso tradicional.

c).- La forma de las curvas es típica de fluidos adelgazantes al corte (pseudoplásticos) con esfuerzo inicial.

Para los datos de  $\tau$  y  $\dot{\gamma}$  de la curva de ascenso de ambos purés se aplicaron los modelos de la potencia  $\tau = K \dot{\gamma}^n$  y de Herschell Bulkley  $\tau = \tau_0 + K \dot{\gamma}^n$  obteniéndose los parámetros reológicos. Para los datos de  $\tau$  y  $\dot{\gamma}$  de la curva de descenso de ambos purés se aplicaron los modelos de la potencia  $\tau = K \dot{\gamma}^n$  y de Herschell Bulkley  $\tau = \tau_0 + K \dot{\gamma}^n$  en el (cuadro 11) se reportan los parámetros reológicos obtenidos

CUADRO: 11 PARÁMETROS REOLÓGICOS

PURE	POTENCIA		H. B.			% DE INCERTIDUMBRE
	K (Pa s <sup>n</sup> )	n	$\tau_0$ Pa.	K (Pa s <sup>n</sup> )	n	
TRADICIONAL	181	0.167	66 Pa	120.8	0.212	K = 2.76 $\eta = 2.76$
NUEVO PROCESO	65.71	0.223	20 Pa	48.45	0.262	K = 3.09 $\eta = 2.4$

Puede observarse que el puré tradicional presenta, en ambos modelos mayor índice de consistencia K, y es más pseudoplástico (menor valor del índice de comportamiento al flujo,  $\eta$ ).

Se obtuvo el área de histéresis (área entre la curva de ascenso y descenso) de ambos purés

#### AREA

puré tradicional:	$1.384 \times 10^4 \text{ Pa}^{-1}$
puré nuevo proceso:	$1.092 \times 10^4 \text{ Pa}^{-1}$

Donde se puede observar que el área tixotrópica del puré tradicional es mayor que la del nuevo proceso.

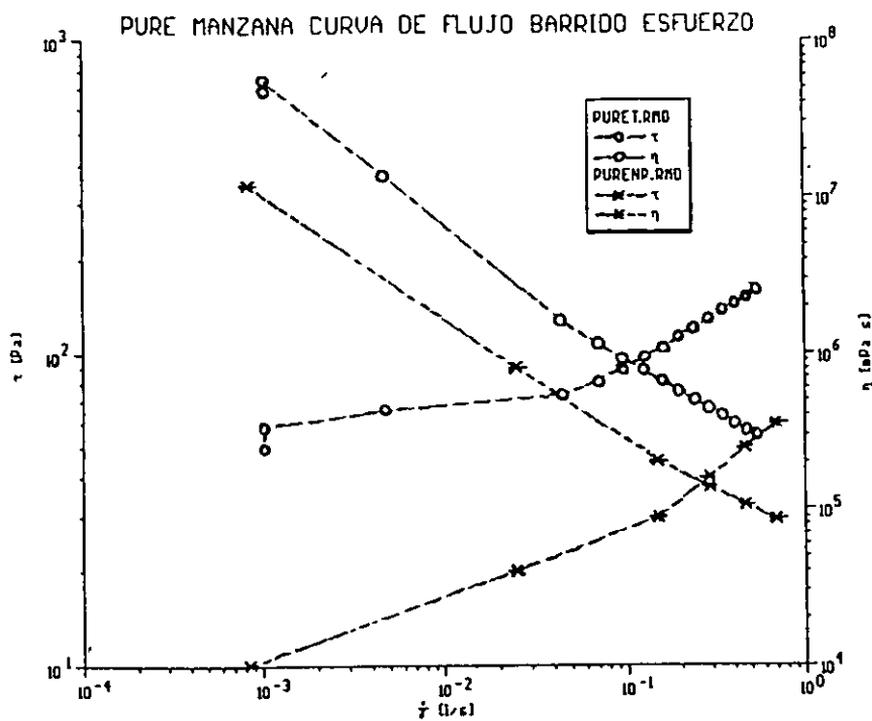
En el (cuadro 12) se presentan los valores de viscosidad de ambos purés a diferentes velocidades de cizallamiento correspondiente a la curva de ascenso.

**CUADRO 12: VALORES DE VISCOSIDAD**

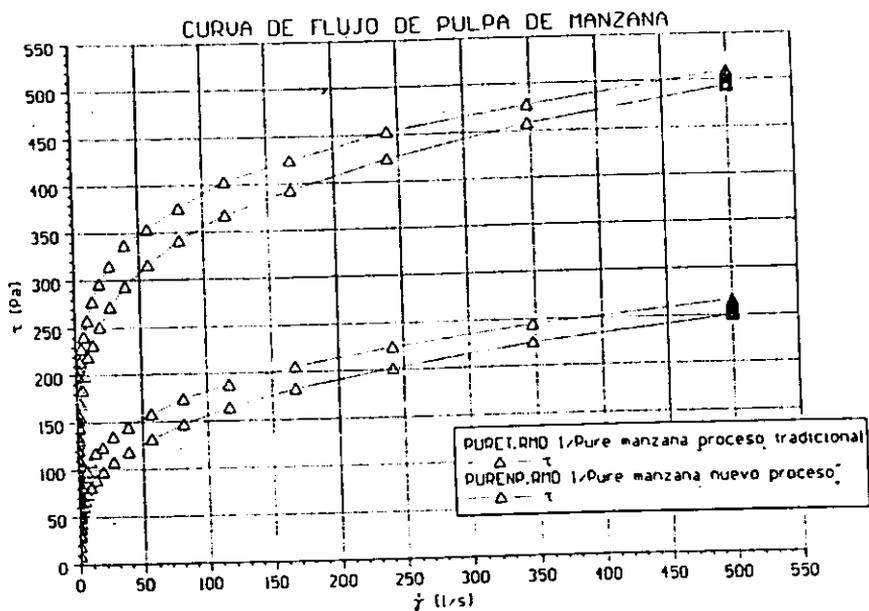
$\dot{\gamma}$ (S <sup>-1</sup> )	$\eta$ (Pa.S)	
	TRADICIONAL	NUEVO PROCESO
0.48	321	106
4.439	51.7	21.3
9.147	28.3	11.9
56.42	6.27	2.81
116.87	3.45	1.61
241.62	1.88	0.93
500.00	1.02	0.533

Puede observarse que en todo el intervalo de velocidades, el puré tradicional presenta una viscosidad de alrededor del doble de la viscosidad del puré elaborado con el nuevo proceso.

GRÁFICA 3: CURVAS DE FLUJO BARRIDO ESFUERZO PURE DE MANZANA POR PT. Y NP.



GRÁFICA 4: CURVA DE FLUJO DE PULPA DE MANZANA POR PT Y NP.



1:CS-Reograma de equi	150.00 - 200.0 Pa	25.00 °C	
2:CR-Curva de flujo est	0.3500 - 500.0 1/s	25.00 °C	
3:CR-Tiempo	500.0 1/s	25.00 °C	90.00
4:CR-Curva de flujo est	500.0 - 0.5000 1/s	25.00 °C	

## 7.4.- COLOR EN PULPA DE MANZANA POR PROCESO TRADICIONAL

### CUADRO 13:

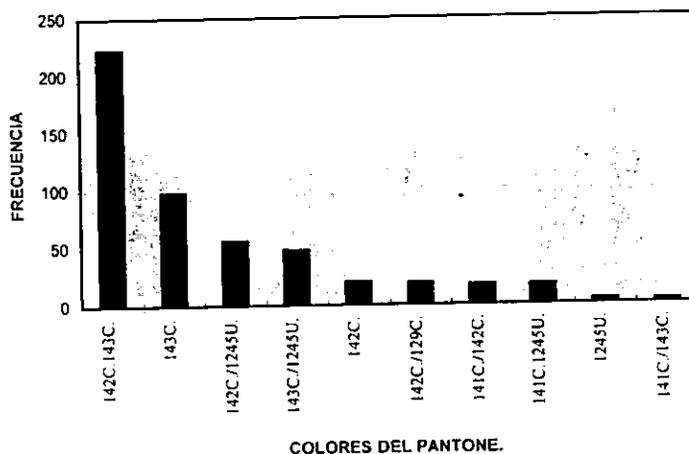
(VARIETADES: MANZANA RAYADA Y PERÓN)

•COLOR.	FRECUENCIA.	%
142C./143C.	223	44%
143C.	98	19%
142C./1245U.	56	11%
143C./1245U.	48	10%
142C.	20	4%
142C./129C.	19	4%
141C./142C.	17	3%
141C./1245U.	17	3%
1245U.	4	1%
141C./143C.	3	1%

• Pantone

GRAFICA 5:

COLORES PREDOMINANTES EN PULPA DE MANZANA POR PT.



## 7.5.- COLOR EN PULPA DE MANZANA POR NUEVO PROCESO.

CUADRO 14:

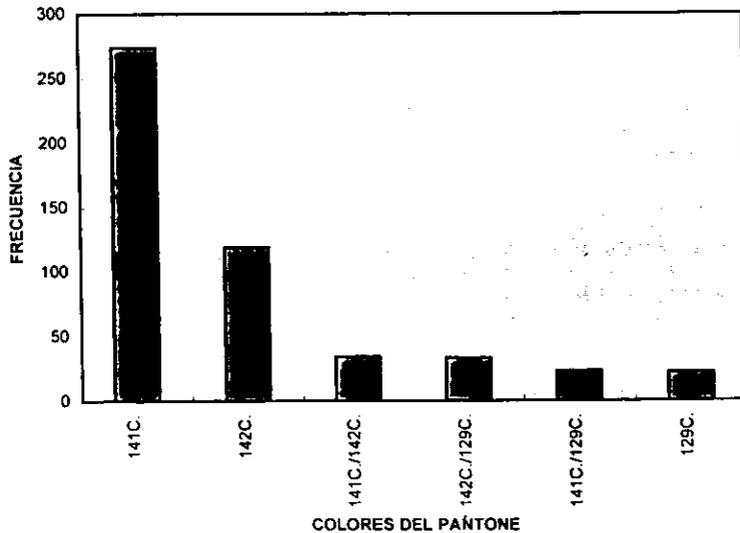
(VARIETADES: MANZANA RAYADA Y PERÓN)

•COLOR.	FRECUENCIA.	%
141C.	274	54%
142C.	119	24%
141C./142C.	34	7%
142C./129C.	33	7%
141C./129C.	23	5%
129C.	22	4%

• Pantone

GRÁFICA 6:

COLORES PREDOMINANTES EN PULPA DE MANZANA POR NP.



## 8.- DATOS TÉCNICOS DE DOS PROCESOS DE MOLIENDA

### 8.1.- POTENCIA INSTALADA PARA AMBOS PROCESOS

CUADRO 15:

	PT.	NP.
VOLTAJE DE LA PLANTA (VOLTS.)	440	440
CAPACIDAD:	8.0 TON/HORA	15.0 TON/HORA
MOTORES INSTALADOS:	15 (C.A.)	• 33 • (12 C.D.)
Hp.	170.37	633.35
KILOWATTS:	127.05	472.3
AMPERS:	204.3	903.98

### PROCESO TRADICIONAL:

DATOS PROMEDIO DE UN DÍA DE TRABAJO: 440 VOLTS

165 AMPERS

PROCESANDO: 7.5 TON/HORA (93.75% DE SU CAPACIDAD)

DE LA FORMULA:

$$KW = I \cdot E \cdot 1.73 \cdot PF / 1000$$

DONDE: I CORRIENTE DE LÍNEA EN AMPERS.

E VOLTAJE DE LÍNEA.

PF FACTOR DE POTENCIA EN DECIMALES (0.9).

SE TIENE UN CONSUMO DE 113.03 KILOWATS/HORA, EQUIVALENTE AL 93.75% DE SU CAPACIDAD.

CONSUMO POR TON. DE MANZANA ES DE: 15.07 KW

**NUEVO PROCESO:**

LECTURAS TOMADAS EN PROMEDIO DE UN DÍA DE PROCESO: 440 VOLTTS.

350 AMPERS

PROCESANDO: 8 TON/HORA (53.33% DE SU CAPACIDAD)

DE LA FORMULA:

$$KW = I * E * 1.73 * PF / 1000$$

DONDE: I CORRIENTE DE LÍNEA EN AMPERS.

E VOLTAJE DE LÍNEA.

PF FACTOR DE POTENCIA EN DECIMALES (0.9).

POR LO TANTO SE TIENE UN CONSUMO DE 239.77 KILOWATS/HORA REALES EQUIVALENTE AL 53.33% DE SU CAPACIDAD.

CONSUMO POR TON. DE MANZANA ES DE:

**29.97 KW.**

## 8.2.- RENDIMIENTOS DE PROCESO TRADICIONAL Y NUEVO PROCESO.

En los últimos años los responsables de los procesos de molienda y concentrados, realizan un balance de rendimiento para cada variedad y zona de recepción de fruta, con el fin de obtener los datos que serán usados para saber el total de fruta a recibir para cubrir con el stok de puré que la dirección de manufactura necesita para cubrir su programa de producción, y lo más importante obtener los parámetros de control y rendimiento, para esto se escoge un lote de fruta con las características específicas que deben lograrse en el producto terminado en base a los estándares de calidad de acuerdo a los objetivos de la planta.

Las exigencias industriales y la necesidad de obtener el máximo rendimiento de las frutas cultivadas, obligan a una adecuada selección de variedades y de un estado de madurez que permita el desarrollo de las características propias de la fruta destinada a industrialización.

### VARIEDADES: MANZANA RAYADA Y PERÓN

#### BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO TRADICIONAL.

PESO NETO DE MANZANA	44,785 KG.
PESO NETO DE MERMA DE SELECCIÓN	215 KG.
PESO NETO DE BAGAZO	4,950 KG.
PESO NETO DE PULPA	39,620 KG.

**RENDIMIENTO EN TÉRMINOS DE %: 88.46**

**BALANCE PARA EL NUEVO PROCESO.**

PESO NETO DE MANZANA	16,817 KG.
PESO NETO DE MERMA DE SELECCIÓN	100 KG.
PESO NETO DE BAGAZO	2,173 KG.
PESO NETO DE PULPA	14,544 KG.

**RENDIMIENTO EN TÉRMINOS DE %: 86.48**

### 8.3.- GASTO DE AGUA EN PROCESO TRADICIONAL

Para procesar manzana en un turno de 8 horas se usan los siguientes litros de agua:

LAVADORA	5,930 Lt.
AGUA DE VEHÍCULO	4,000 Lt.

Para el lavado por esreado se tienen 26 espreas con un gasto por esprea de 180.0 Lt/hora

$$180.0 \text{ Lt./HORA} * 26 = 4,680 \text{ Lt./HORA}$$

El compresor trabajo con agua (para el lavado por esreado) y usa: **2,999.4 Lt./HORA**

Para un turno de 8.0 horas de trabajo se cambia el agua de la lavadora de 1 a 2 veces. y el agua de medio de transporte de 3 a 4 veces por turno; dependiendo de la calidad de la fruta.

LAVADORA:	5,930 Lt. * 2 =	11,860 Lt.
MEDIO DE TRANSPORTE:	4,000 Lt. * 4 =	16,000 Lt.
ESPREADO:	4,680 Lt./Hr. * 8 =	37,440 Lt.
COMPRESOR:	2,999.4 Lt./Hr. * 8 =	23,995 Lt.

**TOTAL DE AGUA GASTADA: 89,295 LITROS POR TURNO.**

**GASTO DE AGUA POR TONELADA DE MANZANA ES DE:**

<b>1,488.25 LITROS</b>
------------------------

#### 8.4.- GASTO DE AGUA PARA NUEVO PROCESO.

Para procesar manzana por NP. se usan los siguientes litros de agua por turno de 8.0 horas

LAVADORA # 1	3,460 Lt.
LAVADORA # 2	1,050 Lt.
CAPACIDAD DE LA CISTERNA:	5,000 Lt.

Para lavado por espreado se usan 30 espreas en la lavadora # 1, con un gasto por esprea de 144 Lt/Hr.

$$144 \text{ Lt./Hr.} * 30 = 4,320 \text{ Lt./HORA}$$

La lavadora # 2, tiene 20 espreas con un gasto por esprea de 180 Lt/Hr.

$$180 \text{ Lt./Hr.} * 20 = 3600 \text{ Lt./HORA}$$

TOTAL DE AGUA GASTADA POR TURNO DE 8.0 HORAS POR NP. ES DE:

CISTERNA	5,000 Lt.	5,000 Lt.
ESPREADO # 1	4,320 Lt. * 8 =	34,560 Lt.
ESPREADO # 2	3,600 Lt. * 8 =	28,800 Lt.

**TOTAL DE CONSUMO DE AGUA ES DE: 68,360 LITROS / TURNO**

Nota: para eficientar el gasto del agua por NP. el agua que se usa para lavado por espreado proviene del agua de lubricación de los sellos de las bombas, bombas de vacío y condensador de aromas; que tienen un gasto de: 67,200 Lt/turno.

**GASTO DE AGUA POR TONELADA DE MANZANA ES DE:**

<b>1,068.12 LITROS</b>
------------------------

### 8.5.- GASTO DE VAPOR DE PROCESO TRADICIONAL Y NUEVO PROCESO.

Para determinar el gasto de vapor de los Intercambiadores de calor para la inactivación de enzimas de NP. y PT. se partió del:

#### BALANCE DE ENERGIA Y DE MATERIA

$$M \text{ puré ent.} + M \text{ vapor} = M \text{ puré salida} + M \text{ líquido (condensado de vapor)}$$

$$M \text{ puré entrada} = M \text{ puré salida}$$

$$M \text{ vapor} = M \text{ líquido (condensado de vapor)}$$

#### Nuevo Proceso.

Para saber la cantidad de vapor que gasta por unidad de tiempo el intercambiador de tubos, se midió la cantidad de masa de vapor de condensado que sale.

El valor promedio fue:  $1.62 \text{ m}^3/\text{Hr.}$

La densidad del agua a  $90^\circ\text{C}$  es:  $965.34 \text{ Kg./m}^3$

Por lo tanto se tiene un gasto de vapor de:  $1,563.85 \text{ Kg./Hr.}$

Procesando 8.0 Ton. de manzana por hora.

**POR LO TANTO SE TIENE UN GASTO DE VAPOR POR TONELADA DE**

**MANZANA DE: 195.48 Kg.**

## PROCESO TRADICIONAL.

Para el caso de PT. El inactivador de enzimas del proceso es abierto, con inyección de vapor directo, como ya se explicó antes, por lo que, para determinar el gasto se desvió el flujo de uno de los inyectores y se introdujo en un recipiente con cierto volumen conocido de agua, para saber el volumen condensado por unidad de tiempo.

El valor promedio fué:  $4.687 \text{ m}^3/\text{Hr.}$

La densidad del agua a  $80^\circ\text{C}$  es:  $971.83 \text{ Kg./m}^3$

Por lo tanto se tiene un gasto de vapor de:  $4,554.96 \text{ Kg./Hr.}$

Procesando 7.5 Ton. de manzana por hora

**POR LO TANTO SE TIENE UN GASTO DE VAPOR POR TONELADA DE  
MANZANA DE: 607.32 Kg.**

ESTA COPIA NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA  
ESTA COPIA NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## 8.6.- COMPARATIVO

CUADRO 16: COMPARACION DE DATOS TECNICOS

	NUEVO PROCESO	PROCESO TRADICIONAL
CAPACIDAD:	15.0 TON/HORA	8.0 TON/HORA
RENDIMIENTO:	87.0%	88.0%
AGUA:	• 1,068.12 Lt./Ton.	1,488.25 Lt./Ton.
ENERGÍA ELÉCTRICA:	29.97 Kw./Ton. (53.33% DE SU CAPACIDAD)	15.07 Kw./Ton. (93.75% DE SU CAPACIDAD)
VAPOR:	195.48 Kg./Ton.	607.32 Kg./Ton.
MANO DE OBRA:	7 PERSONAS	11 PERSONAS

- EL AGUA GASTADA EN NP. TIENE DOBLE USO.

Base de cálculo, para la determinar los costos de producción.

RUBLO	S	FUENTE
MANO DE OBRA:	•	• Tabulador vigente en la empresa; zona de Ecatepec de Morelos, EdoMex.
Agua:	0.008 L.	• Costos de la empresa.
Vapor:	0.084 Kg/Hr.	• Costos de la empresa
Luz:	0.40 KW/Hr.	• Pago de la empresa a CFE.

- ZONA: ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MEXICO.

CUADRO 17: COSTO DE PRODUCCIÓN POR TONELADA DE MANZANA PROCESADA

	NUEVO PROCESO	PROCESO TRADICIONAL
	\$	\$
<b>MANO DE OBRA:</b>	41.6	81.73
<b>AGUA:</b>	4.27	11.90
<b>VAPOR:</b>	16.42	51.01
<b>ENERGÍA ELECTRICA:</b>	11.98	6.02
<b>TOTAL:</b>	74.27	150.66

## 9.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE AMBOS PROCESOS

### 9.1.- CALIDAD DE LA PULPA

En el NP. se obtiene una pulpa de manzana de mayor calidad, en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas, y los criterios de calidad mas importantes a tomar en cuenta y decisivos para nuestro fin son: color, grados brix, limpieza y densidad.

**COLOR:** Se requiere para la elaboración de néctares, una pulpa de manzana con color café-claro, basados en los colores del Pantone, y lo establecido es 141C a 142C; para todas las manzanas de piel amarillo- verde (mezcla de manzana rayada y perón, winter banana, golden, perón Durango, etc.), este color es aceptado por calidad y en el cual se debe permanecer y no tener desviaciones; una desviación a esto es color café-verdoso 128C-129C, (Pantone); que se presenta cuando se muele la manzana inmadura el otro extremo es un color café oscuro 143C,1245C,1245U, o sus combinaciones), este color aparece cuando se muele la manzana sobremadura, es por esto la importancia de ser rigurosos en la recepción de los lotes, mezclas y rotación de estos.

En cuanto a los procesos; PT. la fruta se escalda entera (en caliente), con un tiempo de residencia en contacto con el vapor de 20 - 25 min. Durante este tiempo se alcanzan a extraer pigmentos de la cascara que se mezclan con la pulpa durante el despulpado, dando un color oscuro. Por otro lado, al escaldar la fruta entera, es probable que las enzimas causantes del escurecimiento enzimático no se inactiven totalmente si no toda la pulpa alcanzara la temperatura suficiente. Esto y el contacto con el oxígeno durante la molienda y la ausencia de antioxidante, ocasionan un oscurecimiento de la pulpa que se suma al obtenido por la extracción de pigmentos de la cáscara.

En el caso del NP. el escaldado se efectúa después de la molienda, lo que permite menor tiempo de exposición y ausencia de pigmentos de la cáscara. Por otro lado, la molienda en

ausencia de oxígeno y presencia de antioxidante inhiben el oscurecimiento enzimático, aunado al vacío aplicado durante el refinado, todo esto proporciona una pulpa de mucho mejor calidad.

En los (cuadros 11 y 12), se puede apreciar que en NP. el 78% de la producción se obtiene un color dentro del parámetro medido, mientras que PT. solo el 7%, y la mayoría de la producción se sale de control con un 93%, además de existir mucha variación en los colores, esto acarrea problemas al área de preparación, sino les da su patrón de color realizan mezclas de los diferentes lotes de pulpas.

Como se explica en el diagrama de (flujo 2: molienda en frío), la fruta es molida y despulpada antes de la inactivación enzimática, de esta forma se controla el color de la pulpa, como ya se explicó, y nos dará el color característico de la fruta, si la fruta trajera alguna alteración en la piel (golpeada, granizada, etc.), esta sale como subproducto en el despulpado junto con la semilla.

En cuanto a la inactivación enzimática en el NP. se usa un intercambiador de calor de tubos y coraza (hot-break) 1:1 a contracorriente, no estando en contacto directo como en PT. ni por tiempos excesivos; solo el necesario para calentar el producto de 23°C a 85-90 °C con un tiempo de residencia de 15 segundos como máximo.

El color característico de la manzana, que exige control de calidad ya contempla los cambios en el color como resultado del efecto térmico.

**GRADOS BRIX:** Por el NP. es una variable casi controlable, si entran al proceso manzanas con una madurez homogénea, ya que en este proceso no se le adiciona agua al producto, mientras que en PT. como la inactivación enzimática se realiza con vapor directo, éste llega a condensarse en el cocedor e integrándose al producto y en ocasiones el agua que se usa como medio de vehículo cuando es excesiva; y como de cocedores al tanque de producto

refinado cae por gravedad , se le adiciona un flujo de agua para que fluya la pulpa; es por estas razones que los Brix en NP. son casi constantes (cuadro 3), mientras que PT. presenta grandes variaciones (cuadro 2).

**LIMPIEZA:** La limpieza de la pulpa es de vital importancia ya que refleja la eficiencia de su producción, por otro lado es un parámetro que utiliza el consumidor para la aceptación o rechazo, y se basa principalmente a la ausencia de partículas de semilla, piel, partículas oscuras o cualquier materia extraña, para no afectar el aspecto de la pulpa ni la comestibilidad del producto.

La limpieza es determinada por el porcentaje de specks presentes en la pulpa, por specks se entiende a todos aquellos fragmentos de cascara y semilla que se ven a simple vista en la pulpa, para determinarlo se coloca una muestra entre dos vidrios transparentes y se cuentan los puntos negros o specks.

A simple vista se cataloga como sigue:

Pequeños < de: 0.5 mm.

Medianos < de: 1.0 mm.

Grandes > de: 1.0 mm.

Dependiendo de la calidad de la manzana y del proceso, se tendrá en mayor o menor el porcentaje de specks; por PT se obtiene la pulpa con un mayor porcentaje de specks pequeños y medianos, esto se debe principalmente a que la cascara se reblandece durante el escaldado y al despulpar y refinar logra fracturar la cáscara en las manzanas granizadas o golpeadas, etc.

Mientras que por NP la pulpa presenta menor porcentaje de specks, debido a que la manzana se muele en forma natural y en el despulpado la cáscara sale del proceso y con ello cualquier daño que pudiera traer la manzana, y no lográndose mezclar con la pulpa.

La aceptación o rechazo del producto dependerá de la experiencia y criterio del analista, los porcentajes de specks pequeños y medianos no deben rebasar el 60 %, si la muestra presenta specks grandes, se cuarentena el lote para su posterior refinado, y esto es una alarma que algo anda mal en el proceso, por lo general una malla rota.

**DENSIDAD:** Como se aprecia en la (gráfica 2), la densidad de la pulpa de manzana por NP es menor a la obtenida en PT, esto se refuerza con la (gráfica 3), donde puede verse que la viscosidad es mayor en PT, esta baja de la viscosidad se presenta particularmente con estas variedades de manzana, con otras variedades y otras frutas este parámetro es menos marcado; esto se debe a la consistencia del perón de Puebla , y las condiciones de operación en la reducción de tamaño.

**VISCOSIDAD:** Se cree que la baja viscosidad en la pulpa de manzana y en particular con la variedad manzana rayada y perón por NP se debe a la microdestrucción de las partículas durante la molienda en frío, ya que se realiza antes de la inactivación enzimática en NP y no como en PT que la fruta antes de su molienda es sometida a calor para su inactivación y ayudar a la extracción de la pulpa; otra hipótesis de la baja viscosidad se debe a que un porcentaje de las pectinas se pierden o se van con el bagazo; debido a que la inactivación enzimática en NP se hace de manera tardía, a la pulpa ya molida, lo que puede dar lugar a que en el tiempo que la fruta permanece molida antes del hot-break haya actividad de enzimas que degradan pectinas y como consecuencia baja viscosidad.

Sustancialmente hasta ahora, la obtención de una consistencia más alta ha sido pagada con una mala calidad del producto.

## 9.2.- OPERACIÓN.

El Nuevo Proceso es totalmente automático, las etapas del proceso están en serie, en una misma área de trabajo por lo que solo necesita de un operario, en realidad para todo el proceso solo requiere de 7 personas distribuidas de la siguiente manera:

**CUADRO 18: PERSONAL OPERATIVO DE NP.**

SELECCIONADORES:	4
VACIADOR DE FRUTA:	1
OPERADOR DE MONTACARGAS	1
OPERADOR DE PROCESO	1
TOTAL:	7 PERSONAS

La operación del equipo apesar de su innovación y nueva tecnología, no es complicado si se cuidan los detalles para su arranque (niveles de agua en tinas y cisternas, agua para lubricar sellos de bombas, niveles de aceite en reductores, etc.), ya iniciado el Nuevo Proceso, trabajará sin contratiempos, ya que las etapas del proceso están en serie, solo hay que mantener la alimentación de la fruta constantemente.

Mientras que Proceso Tradicional, es totalmente manual y están separadas las etapas del proceso; en la bodega de fruta se encuentra el área de lavado, en un edificio adyacente se encuentra; en un tercer nivel el área de escaldado, en el segundo despulpado y refinado y en la planta baja el tanque receptor de pulpa, por lo que se requiere de más personal operativo para una mejor coordinación del proceso, requiriendose de 11 personas distribuidas de la siguiente manera:

**CUADRO 19: PERSONAL OPERATIVO DE PT.**

ENCARGADO DE MOLIENDA:	DE	1
OPERADOR LAVADORAS:	DE	1
OPERADOR COCEDORES:	DE	1
OPERADOR DE PULPER Y REF.		1
OPERADOR DE MONTACARGAS:	DE	1
SELECCIONADORES:		4
RECOLECTOR DE MERMA:		1
VACIADOR DE FRUTA		1
TOTAL:		11 PERSONAS

Además este personal cuenta con una capacitación y responsabilidad, para la operación del proceso, ya que la calidad y rendimiento dependen de su habilidad y experiencia en la operación del equipo.

### 9.3.-CONSUMO DE SERVICIOS

En la actualidad es de gran importancia el uso eficiente de los servicios, es por ello que en el diseño de las innovaciones tecnológicas estos puntos son determinantes en la economía total del proceso y de las empresas.

**AGUA:** Cada día es mayor el consumo de agua en la industria alimentaria. Este problema ha preocupado a las grandes potencias que fijen su atención en el desarrollo de las nuevas tecnologías que el consumo de este líquido sea menor.

Como se ve en PT. existe un mayor consumo de agua que por NP. (Cuadro 15), debido a que NP. cuenta con reciclaje de agua y doble uso en el proceso, mientras que en PT. por la forma que fue diseñado, el consumo de agua es mayor, sabiendo que en la actualidad es de gran importancia el buen uso y cuidado del vital líquido.

No se consideró en este análisis el agua para limpieza de los equipos en el PT. el lavado es completamente manual y cuenta con mayor equipo para su limpieza (3 cocedores, 3 pulpers y 3 refinadores), como el equipo no es cerrado se le incrusta mayor cantidad de pulpa y por consiguiente mayor consumo de agua; lo contrario sucede con el NP, como los equipos están sellados cuentan con el sistema CIP. (clean in place) para su limpieza y sanitización, con esto el ahorro de agua es considerable; esto se realiza los fines de semana por tal motivo no se incluyó en el balance.

**CORRIENTE ELÉCTRICA:** La transformación de la energía (potencia) eléctrica en la energía (potencia) mecánica, requerida para la operación de ambos procesos, es mayor en NP. debido al mayor uso de motores y mayor capacidad de molienda, NP. cuenta con 33 motores, sumando un total de 633.35 Hp. de los cuales 12 son de corriente directa y la diferencia de corriente alterna, (cuadro 14), para una capacidad de molienda de 15 ton/hora.

Mientras que PT. cuenta con un total de 15 motores de C.A. , sumando un total de 170.37 Hp. (cuadro 14), para una capacidad de molienda de 8 ton/hora.

NP. consume 29.97 kws/Ton. al 53.33% de su capacidad instalada. PT. consume 15.07 kws/Ton; que representa el 93.75% de su capacidad, PT. trabaja casi al máximo de su capacidad, como consecuencia sobre calentamiento en sus equipos y mayor gasto en mantenimiento; NP. consume mayor energía eléctrica pero el desgaste en los equipos es mínimo y esto se refleja en los gastos de mantenimiento.

**VAPOR:** En la mayoría de las plantas industriales pueden lograrse importantes ahorros de energía, seleccionando y utilizando eficientemente sus intercambiadores de calor, que son los equipos más utilizados en el manejo de energía (en forma de calor).

Como puede apreciarse en el (cuadro 15), el gasto de vapor en NP. es menor que PT. en un 200 %; las ventajas que ofrece NP. es que se aprovecha al 100% su calor latente y solo usa el requerido para su función, otra ventaja a favor y de la compañía es que son recuperados sus condensados y enviados a calderas para repetir su ciclo.

La desventaja de PT. es que existe una pérdida considerable de vapor, ya que el sistema es abierto, como se explico anteriormente, y no se aprovecha en su totalidad el vapor alimentado y por este método no se puede recuperar su condensado y el que logra condensarse se incorpora a la pulpa.

#### **9.4.-CAPACIDAD Y RENDIMIENTO**

La capacidad de un equipo se mide por la cantidad de fruta que puede moler en un determinado tiempo. Como se observa en el (cuadro 15), NP. tiene una capacidad de molienda de 15 ton/hora y PT. 8 ton/hora. a pesar de que PT. supera el NP. en rendimiento en 1%, no le

afecta cuando en lo que se gana es en CALIDAD DE LA PULPA, que fue el principal objetivo de la inversión, superar la calidad del producto y la capacidad de molienda

## 10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aportación principal de este trabajo además de obtener el título Ingeniero en Alimentos, es darles a conocer la experiencia profesional que he obtenido en la industria Alimenticia, y el reconocimiento de la gerencia como uno de los iniciadores en la elaboración de los manuales de la descripción de los procesos productivos en esta empresa, para llevar a cabo uno de los objetivos de la misma que es la certificación ISO 9000.

Se puede concluir que efectivamente la pulpa obtenida por NP. supera en calidad y costos de producción a PT.

En el (cuadro 16), se aprecia la ventaja en cuanto a costos de producción, que ofrece NP. Con respecto PT. El ahorro es un 51 %.

La aplicación de un proceso térmico con el objetivo de aumentar la vida de anaquel de un alimento provoca simultáneamente una degradación de los nutrientes y cualidades sensoriales del mismo, por lo cual es de suma importancia optimizarlos en función de la retención de estos factores.

En la actualidad las grandes patentadoras de procesos, se enfocan, hacia el desarrollo de tecnologías que permitan la manufactura, manejo y procesamiento adecuado con el objetivo de aumentar las velocidades de producción, reducir los costos de proceso y obtener productos de alta calidad nutricional y sensorial.

La desventaja que ofrece este NP. únicamente para la variedad de manzana en estudio, es su baja viscosidad. Para esto se recomienda dar un tratamiento térmico a la cáscara de manzana, (subproducto) prensar y el contenido incorporarlo a la pulpa.

Para disminuir el gasto de agua en NP. usar agua de torre en el recuperador de aromas.

### ALTERNATIVAS

-Mezclar con otras variedades que den mayor viscosidad en la pulpa.

-Orientar la pulpa a productos envasados en vidrio donde el color es fundamental y el producto tenga menor viscosidad (bebidas refrescantes) o productos en lata de menor viscosidad (bebida refrescante y productos light).

La formación académica del ingeniero en alimentos, es completa, sin embargo es conveniente incluir aspectos prácticos que son muy comunes en las empresas; Relaciones Humanas, Relaciones Labores, Manejo de Personal, Nociones básicas de Administración e Ingeniería Industrial, aspectos que reforzarían ampliamente la formación del Ingeniero en Alimentos proporcionándole una mayor seguridad en el desempeño de sus funciones.

Como punto final, la realización de este tipo de trabajos "Memoria de Desempeño Profesional", consiste en mostrar uno de los tantos sectores en que puede desarrollarse profesionalmente un ingeniero en Alimentos.

## 11.- BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMS, J.B. ando H.A. BLUNDSTONE (1971) Canned Fruits Other than Citrus. Chapt. 15 in "The Biochemistry of Fruits and Their Products". Vol. II A.C. hULME (de.) Academic PRESS. London.
2. ANÓNIMO, 1980. Aspectos Técnicos de la manzana, Departamento de Normas e Inspección de calidad Fruticola.
3. ALFREDO ACLE TOMASINI; 1994. Retos y Riesgos de la Calidad Total. EDITORIAL GRIJALBO.
4. BRAVERMAN, J. B. S; Introducción a la Bioquímica de los Alimentos, EDICIONES OMEGA.
5. BREMAN, B. 1984. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos, ACRIBIA, ZARAGOZA-ESPAÑA.
6. CHRISTIE J. GEANKOPLIS; 1982. Procesos de transporte y operaciones unitarias, CIA. EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. DE C.V.; MEXICO.
7. DESROSIER, N.N. (1966) Conservacion de Alimentos. C.E.C.S.A. MÉXICO
8. "ERITORBATOS" 1996. CULTOR FOOD SCIENCE MÉXICO S.A. DE C.V.
9. FAUSTINO, S. A. Tesis 1991. Uso de tres métodos de suavizamiento exponencial para la predicción de precios de manzana en la central de abastos de la Ciudad de México.
10. FENNEMA, O. R.; 1982. Introducción a la Ciencia de los Alimentos (tomo I) EDITORIAL REVERTÉ.
11. HALL, C.W. 1981. Processing Equipment for Agricultura Crops. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut.
12. HITOSHI KUME; 1992. Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la calidad. EDITORIAL NORMA.

13. LONCIN, M. y J. CARBALLO; Ingeniería Alimentaria, Edit. Doset, MADRID, 1995.
14. LÓPEZ, A. (1981) A Complete Course in Canning. The Canning Trade Baltimore, Maryland.
15. LUND, B. S. and C. E. KEAN (1975) Canning of fruits. Chapt. 6 in "Commercial fruit processing" J.G. Woodrof and B.S. Luh (eds.) The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut.
16. MEMORIAS DE LA PRIMERA REUNIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍA POSCOSECHA, 1992. UAM - I
17. MICHAEL HAMMER & JAMES CHAMPY; 1993. Reingeniería, EDITORIAL NORMA
18. RAMIREZ RODRIGUEZ H. Y CEPEDA SILLER M. 1988. El Manzano DE. TRILLAS, MÉXICO.
19. ROTSTEIN, E. ; M.S. NAMOR Y J. ARUANO, 1969. Industrialización integral de la manzana. Universidad Nacional Del Sur. Bahía Blanca, Brasil.
20. SARH, 1993. SISTEMA PRODUCTO MANZANA, DATOS BÁSICOS. SUBSECRETARIA DE AGRICULTURA.
21. SARH, 1993. ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LOS E. U .M. TOMO I SUBSECRETARIA DE PLANEACIÓN.