

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN EN  
EL PROCESO DE BRÓCOLI CONGELADO E  
IMPLEMENTACION DE UN EQUIPO CLASIFICADOR DE  
CORTES PARA AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA  
POR

**LUIS ESTUARDO CARRERA CORADO**  
ASESORADO POR EL ING. JORGE ALBERTO SOTO BRAN  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los procesos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE BRÓCOLI CONGELADO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CLASIFICADOR DE CORTES PARA AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 11 Agosto de 2005.

---

Luis Estuardo Carrera Corado

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olimpo País Recinos
VOCAL I	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahan Sanchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Keneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herberth Rene Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Ardon
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Luis Antonio Tello Castro
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Calderón de Illescas

Guatemala, 29 de Octubre 2006

Ingeniero Francisco Gómez Rivera  
Director Escuela Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Ingeniero Gómez:

Me dirijo a usted para informarle que he finalizado la etapa de asesoría del trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI CONGELADO E IMPLEMENTACION DE UN EQUIPO CLASIFICADOR DE CORTES PARA AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**, presentado por el estudiante Luis Estuardo Carrera Corado.

Después de haber revisado dicho trabajo, considero que los cambios realizados en la revisión cumplen con los objetivos propuestos en el protocolo aprobado por esta escuela, y para los efectos correspondientes me suscribo a usted.

Atentamente,



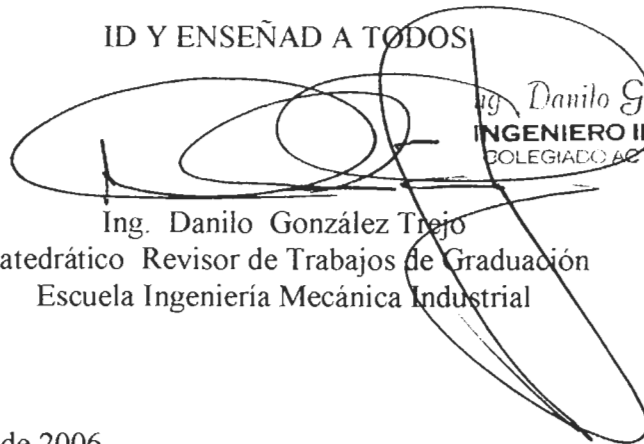
**Ing. Jorge Alberto Soto Bran**  
**Colegiado No. 1475**

JORGE ALBERTO SOTO BRAN  
ING. INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 1475



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI CONGELADO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CLASIFICADOR DE CORTES PARA AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**, presentado por el estudiante universitario **Luis Estuardo Carrera Corado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

LEYENDO Y ENSEÑANDO A TODOS

  
Ing. Danilo González Trejo  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
COLEGIADO ACTIVO No. 6.182

Ing. Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2006.

/mgp



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN EN EL PROCESO DE BRÓCOLI CONGELADO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CLASIFICADOR DE CORTES PARA AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**, presentado por el estudiante universitario **Luis Estuardo Carrera Corado**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. José Francisco Gómez-Rivera



Guatemala, noviembre de 2006

/mgp



Ref. DTG.500.2006

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI CONGELADO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CLASIFICADOR DE CORTES PARA AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**, presentado por el estudiante universitario **Luis Estuardo Carrera Corado**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, Noviembre de 2006

/gdech

*Toda por ti, Carolingia Mía*  
Dr. Carlos Martínez Durán  
2006: Centenario de su Nacimiento

## **ACTO QUE DEDICO A**

- DIOS** Por haberme dado la oportunidad de alcanzar esta meta en mi vida.
- LA VIRGEN** Por haberme dado la perseverancia para continuar.
- MI MADRE** Gladys Amarilis Corado Arteaga, por su orientación, sacrificio, amor y buen ejemplo.
- MI ESPOSA** Edna Lisseth Tabin Muñoz, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional.
- MI HIJO** Mateo Andrés Carrera Tabin, por darme la inspiración y la alegría para finalizar esta meta.
- MI FAMILIA** Mis tíos: Mauricio Ernesto, Julio Roberto, Oscar, Maria Eugenia, Blanca, Olga, Hayde (Q.E.P.D.).  
Mis suegros: Marco Tulio y Edna Suli.  
Mis cuñadas y sobrino: Glenda, Cecilia y Marco.  
Mis abuelitos: Julia (Q.E.P.D.) y Julio.  
Todos ellos gracias.
- MIS AMIGOS** Noe, Jorge Luis, Erick, Rene, Ricardo, Pablo, Julio, Hugo, Boris, Omar, Walter, Raúl, por su apoyo profesional.



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	XIII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	XV
<b>GLOSARIO</b>	XVII
<b>RESUMEN</b>	XXIII
<b>OBJETIVOS</b>	XXV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXVII
<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
1.1. Situación actual de la agro industria Guatemalteca	1
1.2. Antecedentes sobre la industrialización del brócoli en Guatemala	3
1.3. Desarrollo de la industria de brócoli	8
1.3.1. Corto Plazo	10
1.3.2. Mediano Plazo	12
1.3.3. Largo Plazo	17

1.4.	Principales procesos aplicados a alimentos perecederos En Guatemala	18
1.4.1.	Proceso de congelado de brócoli	19
1.5.	Maquinaria utilizada en el proceso de producción	22
1.6.	Controles que evalúan la calidad del producto	28
1.7.	Normas que regulan el proceso (Buenas Prácticas de Manufactura y puntos críticos de control)	30
1.8.	Descripción del sistema de producción propuesto	31
1.8.1.	Control de producción a través de indicadores de Operación en el proceso de brócoli congelado	32
1.8.1.1.	Utilización de mano de obra y equipos de Producción	34
1.8.1.1.1.	Productividad	38
1.8.1.1.2.	Rendimiento	39
1.8.1.1.3.	Tiempo de paro	40
1.8.1.2.	Utilización de materiales	41
1.8.1.2.1.	Utilización de materiales sobre base 0	43
1.8.1.2.2.	Utilización de materiales en base a un Objetivo	44
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>	<b>45</b>
2.1.	Descripción del proceso de producción	45
2.1.1.	Recepción	45
2.1.2.	Almacenaje	47
2.1.3.	Preparación y corte	50
2.1.4.	Cocido	53
2.1.5.	Congelado	55

2.2.	Sistema de control de producción	58
2.2.1.	Descripción del proceso actual	58
2.2.2.	Ventajas	61
2.2.3.	Desventajas	62
<b>3.</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PROPUESTO</b>	<b>63</b>
3.1.	Medición del sistema de control de la producción	63
3.1.1.	Variables a establecer para el funcionamiento del Sistema	64
3.1.1.1.	Estándares de producción	64
3.1.1.2.	Objetivos de productividad	69
3.1.1.3.	Objetivos de rendimiento	71
3.1.1.4.	Objetivos de tiempo de paro	71
3.1.1.5.	Objetivos de pérdida de materiales	72
3.1.2.	Sistema para análisis de los indicadores de operación y creación de base de datos para la administración del sistema	73
3.1.2.1.	Diseño de registro de desviaciones de los objetivos de operación bajo un sistema clasificado	87
3.2.	Equipo clasificador de cortes	94
3.2.1.	Descripción, condiciones y aspectos necesarios para el montaje del equipo	96
3.2.2.	Operación del equipo	102
3.2.3.	Mantenimiento preventivo	103
3.2.4.	Instrumentación	104
3.2.5.	Aspectos de seguridad industrial	105
3.2.6.	Inventario de repuestos	106

<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PROPUESTO</b>	<b>107</b>
4.1.	Ensayo del nuevo sistema de control de producción	107
4.2.	Control del proceso	108
4.2.1.	Medición de indicadores claves de operación	108
4.2.1.1.	Productividad	111
4.2.1.2.	Rendimiento	113
4.2.1.3.	Tiempo de paro	115
4.2.2.	Utilización efectiva de mano de obra y materiales	117
4.2.2.1.	Análisis de desviaciones	118
4.2.2.1.1.	Métodos estadísticos para el análisis	119
4.2.2.1.1.1.	Graficas de resultados	119
4.2.2.1.1.2.	Media	120
4.2.2.1.1.3.	Promedio	123
4.2.2.1.1.4.	Valor mínimo y máximo	126
4.2.2.1.1.5.	Tendencias	129
4.2.2.2.	Registro de paros	132
4.2.2.2.1.	Paros que afectan el rendimiento	132
4.2.2.2.2.	Paros que afectan el tiempo de paro	135
4.2.2.2.3.	Comparación de utilización de materiales en base a un objetivo / efectivo	135
4.2.2.3.	Comparación de utilización de materiales en base A un objetivo / efectivo	135
4.2.2.4.	Comparación de utilización de materiales sobre Base 0 / efectivo	141

<b>5.</b>	<b>MEJORA CONTINUA Y BENEFICIOS DEL NUEVO SISTEMA</b>	<b>147</b>
5.1.	metodología de causa / efecto y metodología de análisis de decisiones	148
5.1.1.	Identificación del problema (Diagrama causa / efecto)	148
5.1.2.	Identificación de la verdadera causa (Diagrama de Pareto 80 / 20)	150
5.1.3.	Corrección de la causa del problema	154
5.1.3.1.	Aclarar el propósito	154
5.1.3.2.	Evaluar alternativas	156
5.1.3.3.	Determinar riesgos	156
5.1.3.4.	Tomar decisión	156
5.1.4.	Plan de acción	156
5.1.5.	Retroalimentación	157
5.2.	Beneficios de la implementación del proceso y equipo clasificador de cortes	158
5.3.	Costeo de mejoras en el proceso y en la implementación del equipo clasificador de cortes	159
5.4.	Seguimiento y mejora continua del sistema de control de producción	162
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>165</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>167</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>169</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES FIGURAS

1	Gráfico tendencia de Brócoli 1983-2005	9
2	Gráfico tendencia de Brócoli 2000-2005	10
3	Gráfico tendencia Estados Unidos	11
4	Gráfico tendencia El Salvador	11
5	Gráfico tendencia Japón	12
6	Valor de comercio mundial hortalizas	13
7	Tendencia de Alemania	14
8	Variación de precio Alemania	15
9	Variación de precio Estados Unidos	16
10	Variación de precio El Salvador	16
11	Lavadoras de Brócoli	22
12	Reciclado de agua lavadora de Brócoli	22
13	Blancher	23
14	Caldera de vapor	23
15	Zaranda de enfriamiento	24
16	Banda de inspección	24
17	Túnel de enfriamiento	25
18	Clasificador de cortes	25
19	Detector de metales	26
20	Congelador de bandejas	26
21	Torre de enfriamiento y compresor	27
22	Cuarto de enfriamiento	27
23	Contenedores refrigerados	28
24	Detector de metales	29
25	Gráfico de estándares	33

26	Distribución de tiempos	37
27	Estándar de pérdidas y ganancias	28
28	Ingreso a planta de Brócoli	46
29	Cuarto de almacenamiento acondicionado	47
30	Almacenamiento de producto terminado	48
31	Almacenamiento de cajas	49
32	Brócoli preparado para congelar	50
33	Mesas de preparación	51
34	Accesorios de mesa de preparación	51
35	Accesorios de lavadora de Brócoli	53
36	Blancher	54
37	Personal inspeccionando Brócoli	56
38	Clasificador de cortes	57
39	Diagrama de flujo brócoli primera parte	65
40	Diagrama de flujo segunda parte	66
41	Diagrama de flujo tercera parte	67
42	Figura ingreso de datos menú principal	73
43	Figura administración base de datos	74
44	Turnos a trabajar	74
45	Ingreso de componentes	75
46	Artículos a producir	75
47	Ingreso de líneas	76
48	Ingreso de paros a la base	77
49	Ingreso de paros no planificados a la base	77
50	Ingreso de receta de producción	77
51	Ingreso en detalle de receta de producción	78
52	Ingreso de pérdidas en receta de producción	78
53	Modificación o eliminación de una receta	79
54	Lanzamiento de órdenes de producción	80
55	Ingreso del lanzamiento de la orden de producción	80



56	Cambio de estado de la orden de producción	81
57	Ingreso de datos de producción	82
58	Detalle de ingreso de datos de producción	82
59	Corrección de datos de producción	83
60	Detalle de corrección de datos de producción	83
61	Ingreso diario de paros	84
62	Corrección de ingreso de paros	84
63	Ingreso de utilización de materiales	85
64	Menú de reporte de indicadores	86
65	Consulta de la base de datos	86
66	Diversas consultas para realizar reportes	87
67	Ingreso de paros no planificados	89
68	Equipo clasificador de cortes	96
69	Cimiento para clasificador de cortes	97
70	Cimiento colocado para clasificador de cortes	97
71	Caminamiento clasificador de cortes	98
72	Herramientas de sujeción	98
73	Tamices de clasificador de cortes	99
74	Tamices de clasificador de cortes con Brócoli	100
75	Tolvas de descarte	101
76	Amortiguadores equipo clasificador de cortes	101
77	Motor clasificador de cortes	102
78	Reporte de indicadores por producto	109
79	Gráfico de media de rendimiento	120
80	Gráfico de media de paro	120
81	Gráfico de media de productividad	120
82	Gráfico de media de mano de obra	121
83	Gráfico de media de flor	121
84	Gráfico de media de tallo	121

85	Gráfico de media de material de empaque	122
86	Gráfico de promedio de rendimiento	123
87	Gráfico de promedio de productividad	123
88	Gráfico de promedio de paro	123
89	Gráfico de promedio de mano de obra	124
90	Gráfico de promedio de material de empaque	124
91	Gráfico de promedio de tallo	124
92	Gráfico de promedio de flor	125
93	Gráfico de valor mínimo y máximo de rendimiento	126
94	Gráfico de valor mínimo y máximo de productividad	126
95	Gráfico de valor mínimo y máximo de paro	126
96	Gráfico de valor mínimo y máximo de mano de obra	127
97	Gráfico de valor mínimo y máximo de empaque	127
98	Gráfico de valor mínimo y máximo de tallo	127
99	Gráfico de valor mínimo y máximo de flor	128
100	Gráfico de tendencias de productividad	129
101	Gráfico de tendencias de rendimiento	129
102	Gráfico de tendencias de paro	129
103	Gráfico de tendencias de empaque	130
104	Gráfico de tendencias de mano de obra	130
105	Gráfico de tendencias de tallo	130
106	Gráfico de tendencias de flor	131
107	Reporte de paros que afectan el rendimiento	132
108	Detalle de reporte de paros no planificados	134
109	Reporte de pérdidas por componente estándar	135
110	Reporte variaciones de uso estándar	136
111	Reporte de pérdida por producto estándar	137
112	Reporte de variación por componentes estándar	138
113	Reporte orden de producción estándar	139
114	Reporte variaciones por orden estándar	140

115	Reporte de pérdidas por componente estándar	141
116	Reporte variaciones de uso estándar	142
117	Reporte de pérdida por producto estándar	143
118	Reporte de variación por componentes estándar	144
119	Reporte orden de producción estándar	145
120	Reporte variaciones por orden estándar	146
121	Diagrama de causa y efecto	150
122	Diagrama de pareto	153



## INDICE DE TABLAS

I	Estándares por tipo de corte	68
II	Objetivos de productividad de la flor	69
III	Objetivos de productividad del tallo	70
IV	Objetivos de productividad de flor y tallo	70
V	Objetivos de rendimiento	71
VI	Objetivos de tiempo de paro	71
VII	Objetivo de paros	72
VIII	Objetivos de pérdida de materiales	72
IX	Matriz de paros primera parte	90
X	Matriz de paros segunda parte	91
XI	Matriz de paros tercera parte	92
XII	Matriz de paros cuarta parte	93
XIII	Reporte productividad septiembre	111
XIV	Reporte de productividad octubre	112
XV	Reporte rendimiento septiembre	113
XVI	Reporte de rendimiento octubre	115
XVII	Reporte paro septiembre	115
XVIII	Reporte paro octubre	116
XIX	Fecha de grafico de resultados	119



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>TH</b>	Total de horas
<b>HBP</b>	Horas Brutas de Producción
<b>HD</b>	Tiempo Desocupado
<b>HP</b>	Horas de Paro
<b>HNP</b>	Horas Netas de Producción
<b>HT</b>	Horas de Trabajo
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>Kg.</b>	Kilogramos
<b>Gr.</b>	Gramos
<b>mm.</b>	milímetros
<b>cms.</b>	Centímetros
<b>mts.</b>	Metros
<b>ml.</b>	mililitros
<b>“</b>	Pulgadas
<b>lbs.</b>	Libras
<b>%</b>	Porcentaje
<b>\$</b>	Dólares Estadounidense
<b>Q.</b>	Quetzales





## GLOSARIO

<b>IQF (<i>Individual Quick Frozen</i>)</b>	Proceso de congelamiento rápido de brócoli en unidades.
<b>Blanqueado</b>	Proceso de cocimiento del brócoli.
<b>Blancher</b>	Equipo utilizado en el proceso para el cocimiento del brócoli.
<b>Pelar</b>	Proceso de cortar por medio de un cuchillo las flores del brócoli.
<b>Floretes</b>	Es la flor del brócoli cortada en diferentes tamaños.
<b>Contenedores</b>	Equipos de transporte con aire acondicionado diseñados para transportar el producto terminado del brócoli.

<b>Peroxidasa</b>	Prueba realizada en el proceso para verificar que el cocimiento del brócoli esta bien.
<b>Macerar</b>	Actividad de compresión del brócoli con el objetivo de que se vuelva una masa.
<b>Pistilo</b>	Utensilio utilizado para la compresión del brócoli.
<b>Cadencia</b>	Velocidad a la cual la línea trabaja, puede estar dada en libras por hora o en revoluciones por minuto.
<b>Trazabilidad</b>	Proceso para determinar lo ocurrido en un proceso una vez que este ha finalizado.
<b>Tamizar</b>	Proceso de separación del brócoli por medio de agujeros en planchas metálicas.
<b>Base de Datos</b>	Archivo en programa access diseñado para almacenar e informar acerca de un proceso dado.
<b>Menú</b>	Listado de opciones para ingresar en una base de datos.

<b>Dispositivo</b>	Equipo utilizado en una línea de producción que en algún momento puede provocar el paro de la misma.
<b>Receta de Producción</b>	Listado de ingredientes y materiales utilizados para la elaboración de una unidad de venta.
<b>Parametrizado</b>	Proceso de definición de estándares de operaciones en una base de datos.
<b>Paro</b>	Acción que detiene la línea de producción.
<b>Matriz</b>	Tabla que contiene datos tanto horizontalmente y verticalmente, estos datos se interrelacionan por medio de una cuadrícula.
<b>Morosa</b>	Partículas de brócoli menores a 5mm. que se desprenden por una acción mecánica.
<b>Tolva</b>	Equipo utilizado en el proceso para guiar el producto en una dirección determinada.

<b>Tamiz</b>	Lamina de acero inoxidable con agujeros especialmente diseñados con una medida, tiene como objetivo la separación de partículas.
<b>Equipos Disciplinarios</b>	Equipos formados por personas con diversas especialidades y responsabilidades.
<b>Base 0</b>	El mejor resultado que se puede obtener de un indicador. En el caso de % es 100 y en el caso de perdidas en valores es 0.
<b>HACCP (<i>Hazard analysis and critical point</i>)</b>	Sistema hazard que tiene como función la identificación de los puntos críticos de control y los puntos de control.
<b>FDA (<i>Food and drug administration</i>)</b>	Entidad mundial dedicada a la administración de los alimentos.
<b>AGEXPRONT</b>	Gremial de exportadores de productos no tradicionales en Guatemala.
<b>FAO</b>	Oficina regional para América Latina y el Caribe

**CEPAL**

Comisión económica para América Latina y el Caribe.



## **RESUMEN**

La producción de alimentos perecederos congelados como el brócoli en Guatemala tiene como fin satisfacer necesidades de clientes en Europa, Estados Unidos y el Caribe.

Esto coloca a la industria guatemalteca en una posición competitiva. Para poder ser competitivos en el mercado mundial se necesita tener bajos costos, buena calidad y entregar el producto en el lugar y momento esperado.

Para la obtención de bajos costos se necesita de la adecuada utilización de nuestros recursos en toda la cadena de producción, abastecimiento y suministro además de precios competitivos en las compras y un buen manejo de los inventarios.

Actualmente la accesibilidad a la información hace que se pueda obtener la misma calidad de materias primas y embalajes a similares precios dependiendo de los volúmenes a producir. Por lo tanto, la mayor parte de la competitividad esta en los costos de cómo realizamos la conversión del proceso.

Para saber cuánto nos cuesta convertir un producto y saber si somos competitivos contra otros mercados debemos tener la capacidad primero de medir el proceso, segundo de controlarlo y luego optimizarlo.

En la Agroindustria Guatemalteca de Brócoli Congelado actualmente se trabaja de una forma empírica bajo muchos supuestos y sin herramientas que les permitan estar activamente en la mejora continua ya que es muy difícil identificar claramente las áreas de oportunidad.

Bajo este concepto en el presente trabajo de graduación, se elaborara un sistema de control de producción tal, que permita a la agroindustria Guatemalteca de brócoli congelado medir, controlar y mejorar el proceso de producción esto se realizara por medio de indicadores claves de operación.

Los indicadores claves de operación nos ayudaran a controlar la producción de la siguiente manera:

1. Identificando las áreas en donde no se están cumpliendo con los objetivos y las razones por las cuales no se cumplen.
2. Proporcionando una herramienta de mejora continua.

La medición de los indicadores claves de operación se realizara por medio de una base de datos, esta base de datos será explicada en detalle.

Bajo este sistema de control de la producción y mejora continua se vera beneficiada la Industria Guatemalteca de Brócoli Congelado debido a que mejorara sus actuales costos de producción y podrá ser una industria mas competitiva.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Diseñar un sistema de control de producción en el proceso de brócoli, en la línea de brócoli congelado que evalúe los indicadores de operación y reduzca los costos de operación bajo un sistema de mejora continua.

### **ESPECÍFICO**

1. Reestructurar los procedimientos del proceso de tal manera que el sistema sea aplicable.
2. Establecer estándares en el proceso.
3. Evaluar el cumplimiento de los indicadores de operación en el proceso.

4. Establecer objetivos en el uso efectivo de los materiales y mano de obra.
5. Mejorar el control del desempeño de la mano de obra y el rendimiento de los materiales durante el proceso.
6. Proveer una herramienta de análisis que permita la mejora continua en la utilización efectiva de los recursos de mano de obra y materiales.
7. Identificar las causas que contribuyen a la ineficiencia del proceso.
8. Optimizar el uso de mano de obra y utilización de materiales durante el proceso.

## **INTRODUCCIÓN**

El control forma parte del proceso administrativo y tiene como fin la medición de los resultados actuales y pasados, en relación con los esperados, ya sea total o parcialmente, con el fin de corregir, mejorar y formular nuevos planes. Los sistemas de control además constituyen un mecanismo de dirección para orientar los recursos y ayudar a todas las personas a actuar a favor de su organización.

Las organizaciones exitosas, sean grandes o pequeñas, prestan mucha atención a qué tan bien se están comportando. Actúan con rapidez cuando surgen problemas y pueden cambiar según se requiera esto lo logran a través del control.

Los pasos para la implementación de un método de control son:

1. Establecimiento de normas de desempeño.
2. Medición del desempeño.
3. Comparación del desempeño con los objetivos.
4. Eliminación de las desviaciones desfavorables a través de medidas correctivas.

Existen muchas formas, métodos y sistemas para la medición del control de la producción como lo son administración por objetivos, gráficas de Gantt, técnica Pert y administración en base a indicadores de operación.

La administración en base a indicadores de operación tiene como objetivo la medición del desempeño, utilización efectiva de materiales y la mejora continúa.

El desempeño básicamente mide la efectividad de la mano de obra en base a tres indicadores que son: productividad, rendimiento, tiempo de paro los cuales se miden en base a estándares y objetivos establecidos, éstos son medidos en base a una orden de producción en la cual se ingresa lo que efectivamente se utilizó para posteriormente compararlo con lo que se debió haber utilizado.

La utilización efectiva de materiales mide la efectividad con la que los materiales están siendo utilizados en el proceso.

La mejora continúa tiene como fin ver las desviaciones que han ocurrido durante el proceso y proponer planes de acción consistentes y claros en el proceso de producción.

Parte del proceso de mejora continúa será la utilización de un equipo para la clasificación de cortes el cual ayudara a aumentar la productividad del proceso de congelado de brócoli.

El sistema de control de la producción en base a indicadores claves de operación, será implementado en la Agroindustria Guatemalteca de Congelación de Brócoli con el objetivo de hacer de esta una empresa mas competitiva.

# **1. GENERALIDADES**

## **1.1 Situación actual de la Agro industria Guatemalteca**

El sector agropecuario continúa siendo el pilar fundamental de la economía guatemalteca no sólo porque contribuye con más del 20% del producto interno bruto sino porque emplea cerca del 60% de la fuerza laboral y genera alrededor de dos tercios de las exportaciones del país.

Las exportaciones agropecuarias provienen de la agricultura comercial, que se ha orientado básicamente hacia el sector externo. Las principales exportaciones del país en el año 2000 según estadísticas de Agexpront (Asociación de Gremial de Exportadores) han sido tradicionalmente café (37%), algodón (17%), banano (7%), cardamomo (4%) y azúcar (5%). Otros renglones, como legumbres, carnes y frutas han venido ganando participación en el mercado externo.

La cámara de industria brindó las siguientes informaciones. En Guatemala existe un universo aproximado de 22,000 empresas. De éstas aproximadamente 6,000 se dedican a la exportación a Centroamérica y resto del mundo y generaron en 1998 USD 2,561 millones, de los cuales la mitad provino de exportaciones de café, azúcar, banano y cardamomo y la otra mitad de exportaciones de productos no tradicionales en general

El café continúa siendo el principal producto agrícola tanto por su participación en el producto interno bruto (sectorial) como por su generación de divisas. Este producto se ha convertido en una fuente estable de recursos externos gracias a las cuotas establecidas por el Acuerdo Internacional del Café. Su evolución actual, por fuerza del acuerdo, es impredecible puesto que dependerá de la respuesta de la oferta ante el mercado libre.

Con relación a las demás exportaciones tradicionales, como algodón, azúcar y banano, su evolución ha dependido básicamente del comportamiento del mercado internacional y las condiciones externas.

Guatemala continúa liderando el mercado mundial de cardamomo, a pesar del comportamiento poco favorable de los precios externos ante la creciente competencia internacional.

El cultivo más característico de la economía campesina es el maíz. Se calcula que alrededor de un millón de hectáreas se cosechan al año, con lo cual el maíz se convierte en el segundo cultivo en importancia, después del café. Su producción se basa en tecnología tradicional con rendimientos muy bajos y una vinculación muy frágil al mercado. Es por tanto un cultivo de auto subsistencia cuyos excedentes se destinan al mercado interno.

Los productos agrícolas más promisorios han sido las llamadas exportaciones no tradicionales. Dentro de éstas se destacan las legumbres y en particular el **brócoli**, la coliflor y las arvejas verdes.

Las flores y las frutas, aunque con un menor dinamismo, también han venido aumentando su participación dentro de las exportaciones.

La industria de alimentos en Guatemala, enfrenta un reto grande ante el crecimiento interno y la apertura de mercados externos a consecuencia de los tratados firmados con países vecinos. Un incremento de mercado de esa magnitud es una gran oportunidad de crecimiento pero al mismo tiempo demanda el incremento de la productividad para tener capacidad de competir en dichos mercados.

La cantidad de productos alimenticios procesados de origen extranjero que se encuentran en supermercados y tiendas de conveniencia, es grande y compiten en calidad y muchas veces con precios mas cómodos. Sin embargo, hay una relativa gran cantidad de productos autóctonos como harinas simples o mezclas, legumbres o frutas deshidratadas o envasadas, etc., que se beneficiarían de una más agresiva comercialización.

## **1.2 Antecedentes sobre la industrialización del Brócoli en Guatemala**

A principios de la década de 1970, la demanda creciente por arveja china en los Estados Unidos enfrentaba una importante limitante: la provisión de producto fresco proveniente de California estaba disponible únicamente de junio a octubre, si bien las importaciones congeladas provenientes de Taiwán

se consideraban como un reemplazo pobre, una fuente alternativa de arveja china fresca, podría haber sido muy rentable. El interés inicial se enfocó en Chile, pero en 1974, un empresario norte americano empezó a experimentar con la producción de esta leguminosa en Guatemala. La arveja china era agronómicamente apta para el Altiplano del centro y Occidente de Guatemala, en donde las condiciones climáticas templadas, permitían tener cosechas desde octubre a mayo. Los resultados obtenidos en parcelas piloto eran alentadores y un buen número de agro negocios empezaron la producción.

La demanda de arveja china continuó creciendo rápidamente durante los decenios de 1970 y 1980 pero su expansión en Guatemala era difícil, pues obtener tierra en las áreas montañosas densamente pobladas, en donde muy pocos propietarios cuentan con títulos legales era costosa y requería de mucho tiempo. La provisión no podía cubrir la demanda y las corporaciones agro empresariales debieron depender cada vez más de productores independientes para proveer a sus compradores. A inicios de 1980, un sinnúmero de pequeños productores esquivaron a las agro empresas y trataron directamente con pequeños exportadores y procesadores.

A pesar de su falta de educación formal o capital, los productores indígenas locales contaban con un buen número de ventajas. Muchos de los primeros productores, por lo menos, estaban familiarizados con la producción hortícola pues habían producido cebolla y tomate y cultivos similares para los mercados locales. Su tierra no estaba disponible a un costo en efectivo y su deseo de maximizar la mano de obra familiar era ideal para un cultivo que requería un insumo de 516 personas / días / hectárea durante un período de cuatro meses.

Frente a la mano de obra que comprende un 35% de los costos totales, incluso bajo montos salariales que se pagan en el área rural de Guatemala, los



pequeños productores que emplean mano de obra familiar sin paga, podrían ganar retornos extremadamente altos por la producción de arveja china en comparación con las alternativas tradicionales. Un cuarto de hectárea de arveja china (un predio característico de la zona) podía generar US\$500, aun antes de que se tomaran en cuenta los retornos a la tierra y a la mano de obra. Por el contrario, la misma área de maíz podría resultar en apenas US\$50. Las actividades de los agro negocios se vieron incapacitadas de competir. Más aún, de contar con riego complementario, era posible producir dos cultivos vegetales consecutivos -arveja china y brócoli- anualmente y maíz en el siguiente. Como resultado de esto la producción de brócoli, que ya había sido conocida en Guatemala, pero que no había sido atractiva para los pequeños productores adquirió una gran importancia. Lo reducido del área requerida para generar un incremento significativo en el ingreso familiar también permitió a los productores seguir produciendo maíz y frijol en el resto de áreas cultivadas. Para mediados de la década de 1990, un estimado de 21,500 familias se dedicaban a la producción de arveja china y/o brócoli y su producción alcanzaba 23,000 toneladas métricas de arveja china y 43,000 toneladas métricas de brócoli anualmente en aproximadamente 4,350 hectáreas.

El incremento de los productores independientes fue posible únicamente debido al crecimiento paralelo que se dio en los intermediarios y exportadores. Manejar la producción diaria de un número tan extenso de productores dispersos en aproximadamente 3,000 km<sup>2</sup> de tierras montañosas rurales con una dotación ineficiente de servicios, y asegurar que ésta se seleccione, empaque y transporte en no menos de 24 horas posteriores a la cosecha, requiere de un sofisticado sistema de distribución. No existen datos del número de intermediarios involucrados, pero al momento del estudio, a mediados de la década de 1990, por lo menos 50 compañías hacían embarques regulares para la exportación de arveja china y brócoli durante la estación de cosecha;

algunos empleaban transporte aéreo, otros empleaban contenedores refrigerados (estos últimos principalmente dirigidos a Europa).

Para la década de 1990 muchos productores -que se estimaban en más del 60%, contaban con arreglos contractuales regulares con intermediarios locales, quienes a su vez representaban por lo general a exportadores específicos. Para los productores los beneficios de la producción contractual radicaban en el acceso a capital de operación, generalmente en la forma de semilla o agroquímicos. Por otro lado, para los exportadores, la oportunidad de planificar y coordinar las fechas de cosecha y los volúmenes, a fin de maximizarlos en puntos clave, del ciclo de precios era el incentivo principal. Algunos productores se mantuvieron independientes y vendían su producción frecuentemente en lotes de menos de 100 Kg., en subastas especializadas en comunidades aledañas al Altiplano. Comenzando a las 17:00 horas y terminando alrededor de la media noche, los intermediarios con pequeños camiones recibían las entregas contratadas y ofertaban para conseguir volúmenes no contratados, a fin de completar sus cuotas nocturnas, ya sea para entrega directa a un exportador o para la venta antes del amanecer en uno de los cinco principales centros de comercialización al por mayor que surgieron para proveer al mercado. Alrededor de 650 toneladas métricas por semana pueden pasar por estos canales durante la época pico de la estación de cosecha. Durante los decenios de 1980 y 1990 surgieron otros productos no tradicionales cultivados por pequeños agricultores, lo que incrementó la diversificación. Estos incluían mini vegetales, arveja china, mora y especialmente frambuesas.

Es indudable el enorme impacto que el desarrollo de la exportación de arveja china y brócoli ha tenido en los productores indígenas a pequeña escala del Altiplano guatemalteco. Desde 1980 hasta 1993 la cuota guatemalteca de

vegetales frescos, congelados y procesados se quintuplicó de 0,09% a 0,45%, incluso mientras la producción a escala comercial de estos productos disminuía hasta alcanzar niveles mínimos. Para 1995, Guatemala suplía un tercio de las importaciones de los EUA de arveja china y brócoli; por un valor de US\$55 millones anuales. Además, debido a que, ninguna familia individual podía controlar la mano de obra, capital o provisión de agua para cultivar un área extensa de estos vegetales que requieren de producción intensiva, los retornos estaban dispersos en la comunidad indígena, con áreas promedio dedicadas al cultivo que alcanzaban 0,24 hectáreas. No se registró ningún productor que contara con un área cultivada de más de 0,5 hectáreas.

Para 1996 se estimó que 21,500 familias indígenas se dedicaban a la producción directa de estos dos cultivos, lo que generaba un estimado de ingresos netos en finca para la región de US\$30 millones. Esto equivale a aproximadamente US\$1,400 al año por familia, sobre la base de un estimado de 516 días laborables por persona por hectárea para la arveja china y 191 persona días para el brócoli, se puede calcular que este ingreso familiar se alcanzó para un promedio de 0,5 - 0,6 personas año de insumo de mano de obra familiar o una ganancia de aproximadamente US\$2,500/año/personas año empleada.

Se calculó un adicional de US\$28 millones provenientes anualmente al sector de la venta al por mayor, procesamiento, embalaje y de exportación de Guatemala, un porcentaje del cual beneficiaría a los habitantes rurales dedicados a las actividades de recolección, embalaje y transporte. De hecho un estudio llevado a cabo en 1994 estimó un multiplicador laboral indirecto de 0,26 en relación a las actividades agrícolas no-tradicionales, lo que sugiere que un número aproximado de 27,000 familias pueden haber tenido empleo a partir de estas actividades, sin contar con aquellos dedicados a mini-vegetales,

frambuesas y otros cultivos tardíos. Con un número conservador de 6 personas por familia, estos dos cultivos no tradicionales podrían haber contribuido a mitigar la pobreza que afecta a más de 160,000 habitantes rurales pobres en Guatemala. Más aún, estas cifras no toman en cuenta a los proveedores de bienes y servicios de áreas rurales que estaban en la capacidad de hacer negocios en respuesta a la creciente demanda rural. Esta certeza es real, pero no existen datos respecto a su número.

Para el año 2000 se puede observar que solamente de la exportación de Brócoli Congelado Estados Unidos nos compra el 73% del volumen total producido en Guatemala y equivale a \$8,800,000 y para el año 2005 nos compra el 88% del volumen total producido por Guatemala equivalente a \$19,400,000. Por lo que se puede ver que el mercado del Brócoli continúa en crecimiento, posteriormente se realizara un análisis mas detallado de su tendencia .

### **1.3 Desarrollo de la industria de Brócoli**

La producción mundial del brócoli se ha concentrado en el mercado asiático, especialmente en China e India que participan actualmente con el 70% de la producción mundial. Italia, Francia y España son los principales productores europeos, pero en conjunto su participación en el mercado mundial no supera el 8%. Estados Unidos es el sexto productor mundial, y contribuye con el 2% de la producción mundial de esta hortaliza. Sin embargo, los países europeos mencionados anteriormente y Estados Unidos son los principales proveedores mundiales de brócoli en estado fresco.

La producción de brócoli a nivel mundial ha tenido una tendencia al alza debido al descubrimiento de su alto valor nutricional. Actualmente es considerada la hortaliza con mayor grado nutricional. Debido a esto ha crecido su consumo.

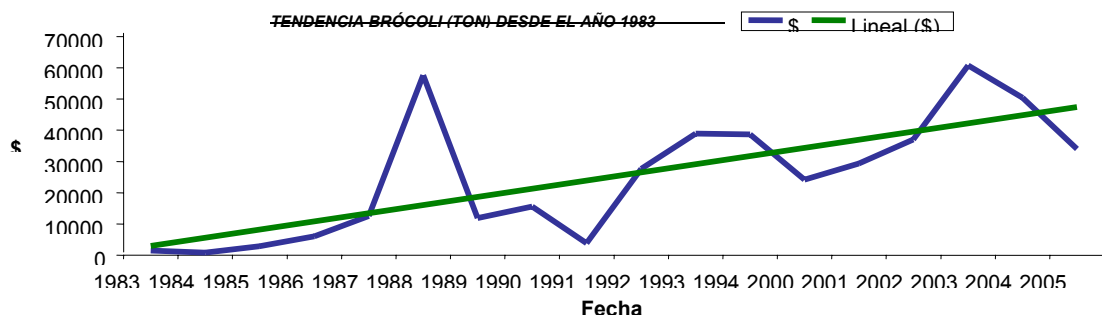
El brócoli es vendido en tres variedades diferentes: brócoli fresco, congelado, e incluso deshidratado.

El brócoli congelado se comercializa en las siguientes presentaciones: *floretes de brócoli* que son las cabezas del brócoli con tallos de diferentes tamaños, *brócoli picado* una mezcla de pedazos de tallo y cabezas de brócoli de diferentes tamaños, *corte de brócoli* una combinación de cuadrados de tallo con cabezas enteras y por último *tallos de brócoli picados*.

Los principales importadores de brócoli congelado son la Unión Europea y Estados Unidos. Los países europeos se proveen principalmente de países mediterráneos y Ecuador; Estados Unidos se provee especialmente de México (80%) y Guatemala (15%).

Las exportaciones en Guatemala de brócoli desde el año 1983 muestran una tendencia hacia arriba como se ve en la gráfica.

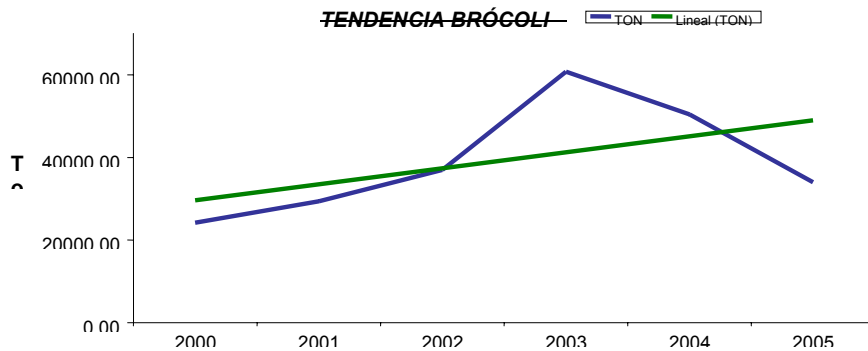
**Figura 1. Gráfico tendencia de brócoli 1983-2005**



Se analizará cada uno de los mercados a los cuales Guatemala exporta Brócoli con el objetivo de tener una idea de como se desarrollará a corto, mediano y largo plazo.

### 1.3.1 Corto Plazo

Las exportaciones de los últimos 6 años muestran una tendencia hacia la mejora tal y como se observa en la siguiente gráfica.

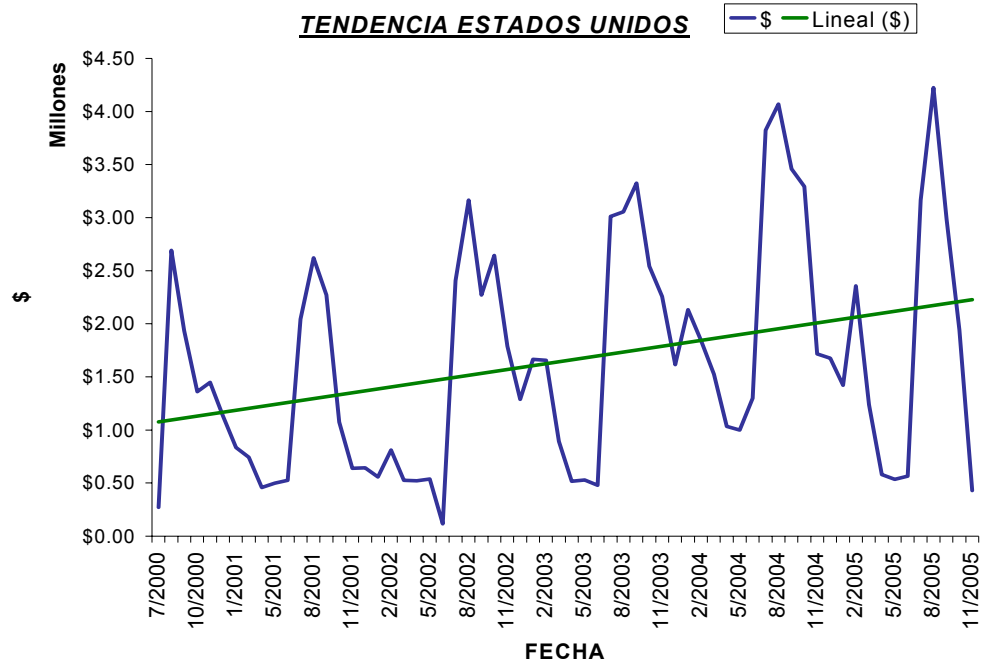


**FIGURA 2**

Los principales países a los cuales se exportó durante el año 2005 son: Estados Unidos (88%), El Salvador (5.7%); Japón (5.4%).

Estos países muestran una tendencia hacia el alza en sus importaciones desde Guatemala con lo cual se esperaría una estabilidad y crecimiento en las exportaciones del año 2006. A continuación las graficas de cada uno de estos países.

**Figura 3. Gráfico tendencia Estados Unidos**



**FIGURA 4. Gráfico tendencia El Salvador**

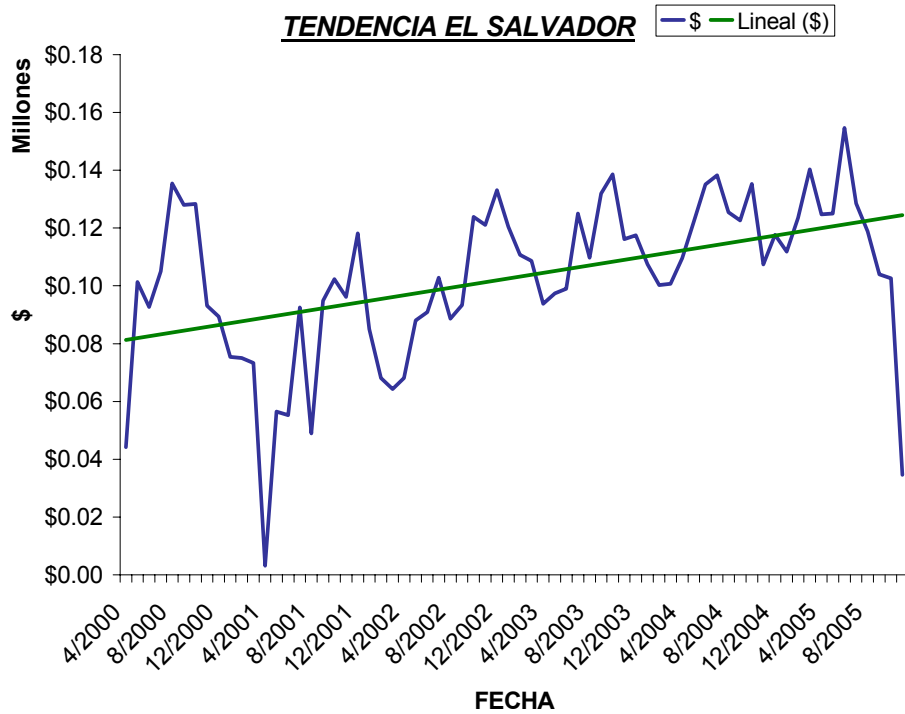
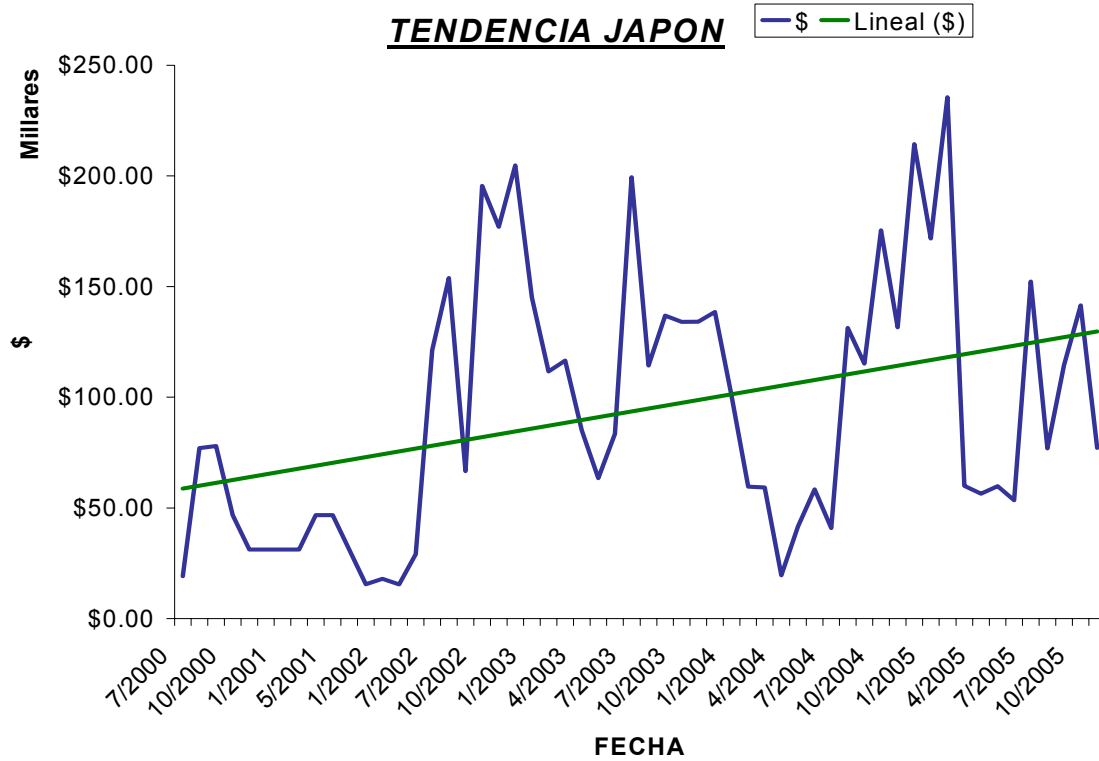


Figura 5. Gráfico tendencia Japón



### 1.3.2 Mediano Plazo

Para el mediano plazo se analizarán las estadísticas de los últimos 6 años. Se definirá la participación en % de cada uno de los países en las exportaciones desde Guatemala.

#### AÑO 2000

ESTADOS UNIDOS	\$8,836,836.62	73.4%
ALEMANIA	\$1,469,133.17	12.2%
EL SALVADOR	\$917,689.20	7.6%
JAPAN	\$283,365.50	2.4%
MEXICO	\$219,897.00	1.8%

#### AÑO 2001

ESTADOS UNIDOS	\$12,348,238.86	85.5%
EL SALVADOR	\$891,767.06	6.2%
MEXICO	\$359,582.00	2.5%
ALEMANIA	\$231,191.70	1.6%
JAPAN	\$202,917.00	1.4%



**AÑO 2002**

ESTADOS UNIDOS	\$16,631,430.86	85.1%
EL SALVADOR	\$1,127,394.85	5.8%
JAPAN	\$981,572.24	5.0%
MEXICO	\$417,604.18	2.1%
HONDURAS	\$172,976.54	0.9%

**AÑO 2003**

ESTADOS UNIDOS	\$21,539,250.73	83.6%
JAPAN	\$1,462,725.21	5.7%
EL SALVADOR	\$1,368,870.47	5.3%
MEXICO	\$1,146,262.25	4.4%
HONDURAS	\$129,229.45	0.5%

**AÑO 2004**

ESTADOS UNIDOS	\$26,869,786.23	86.2%
MEXICO	\$1,597,779.30	5.1%
EL SALVADOR	\$1,422,312.50	4.6%
JAPAN	\$1,148,049.37	3.7%
HONDURAS	\$93,329.57	0.3%

**AÑO 2005**

ESTADOS UNIDOS	\$19,436,012.58	88.0%
EL SALVADOR	\$1,268,656.65	5.7%
JAPAN	\$1,199,375.32	5.4%
HONDURAS	\$70,205.49	0.3%
MEXICO	\$41,038.64	0.2%

Como se puede observar el mercado de Alemania ya no tuvo participación a partir del año 2002 en las exportaciones de Guatemala. Sin embargo Alemania es el tercer país en el mundo con mayor importación de Hortalizas dentro de ellas el Brócoli, tal y como se muestra en la figura.

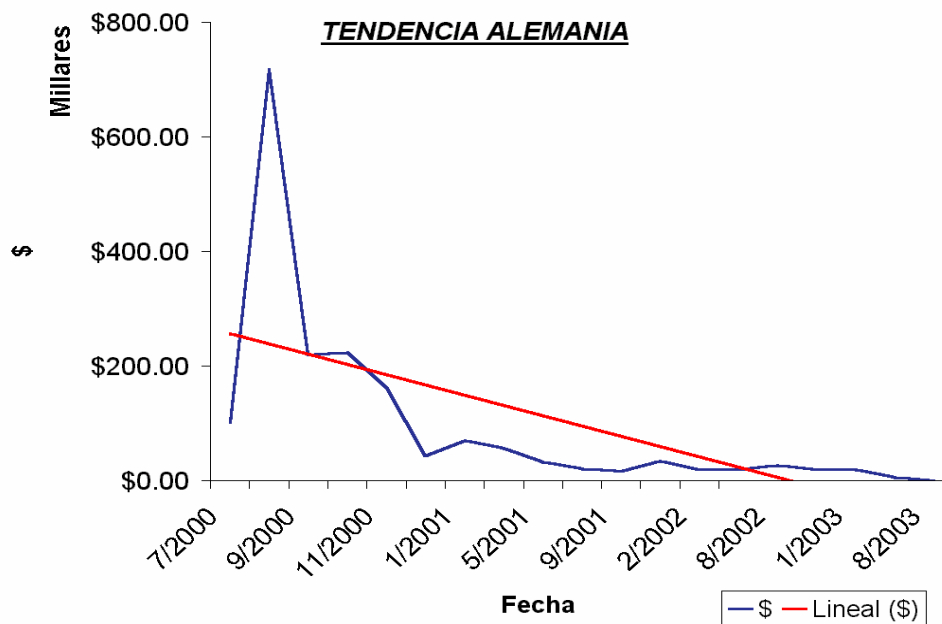
**Figura 6. Valor de comercio mundial Hortalizas**

Exportaciones (US \$ Millones)		Importaciones (US \$ Millones)	
México	\$ 234.1	Gran Bretaña	\$ 210.6
Estados Unidos	\$ 169.4	Japon	\$ 151.7
China	\$ 166.6	Alemania	\$ 144.9
Italia	\$ 148.7	Francia	\$ 121.1
Francia	\$ 129.2	Canadá	\$ 98.0
Holanda	\$ 80.2	EEUU	\$ 84.5
España	\$ 68.7	Bélgica	\$ 47.6
Tailandia	\$ 44.7	Holanda	\$ 40.4
Israel	\$ 40.3	Italia	\$ 25.0
Alemania	\$ 27.1	Suecia	\$ 21.2

Fuente: Los datos de FAOSTAT, 2004,

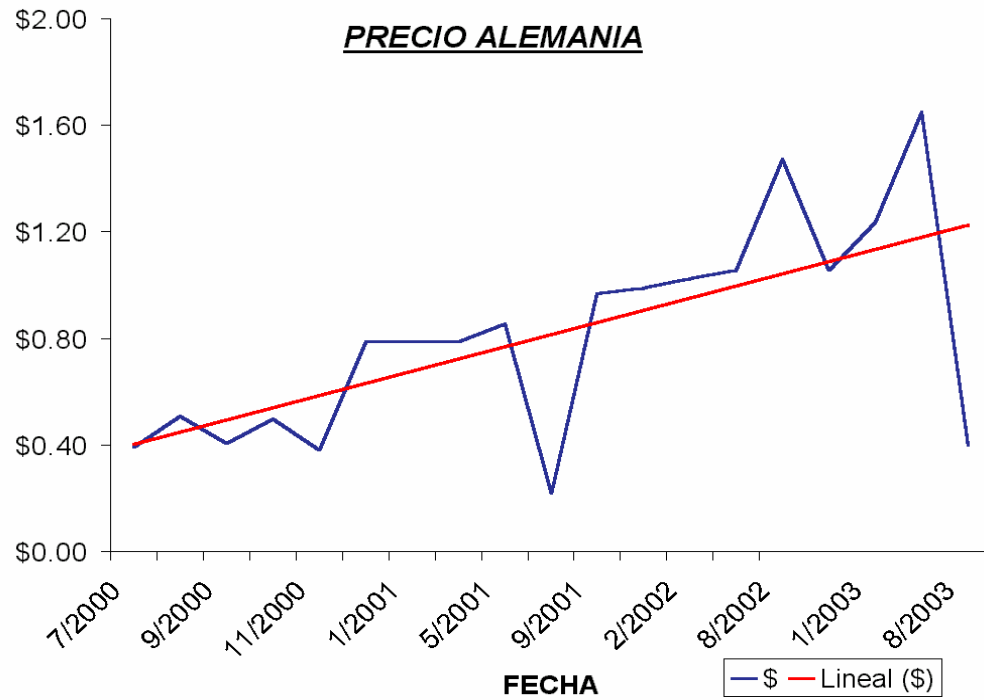
Este es un claro indicador de que Alemania debería ser un cliente que en lugar de desaparecer debería de crecer. Se vera ahora la tendencia con la que Alemania venia realizando sus importaciones desde Guatemala a partir del año 2000.

**FIGURA 7. Tendencia de Alemania**



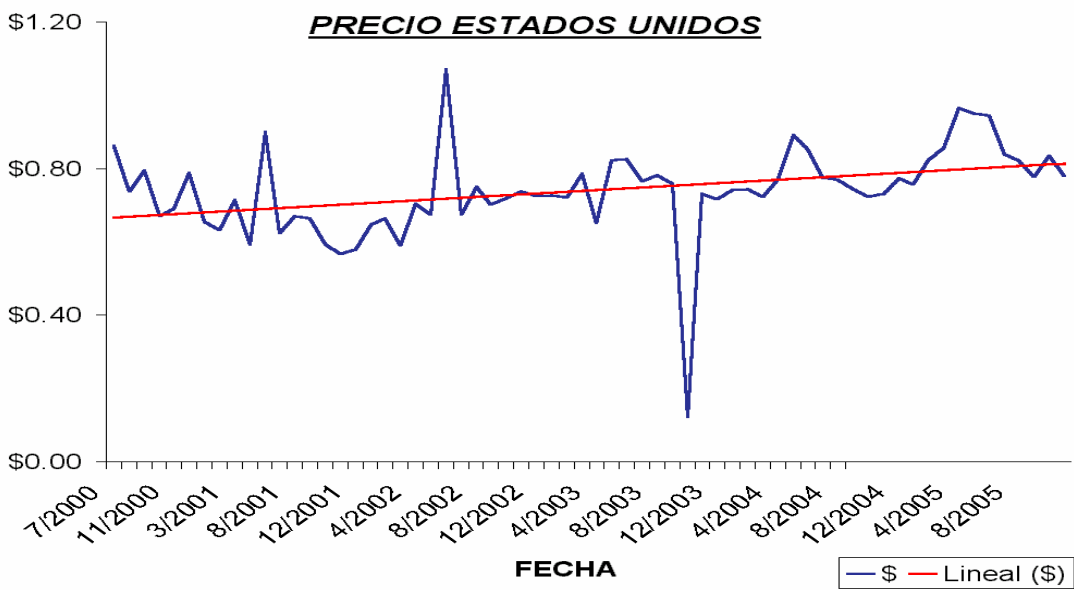
Como se puede observar trae una tendencia hacia la baja, estudios anteriores realizados en el año de 1997 mostraban que Alemania tenia el 29% de las exportaciones realizadas por Guatemala y que era el país con mayores expectativas de crecimiento. Sin embargo en mayo del 2003 Alemania realizó su última importación desde Guatemala. Una de las posibles causas fue el aumento en un 300% de su precio entre al año 2000 y el año 2003 como se ve en la gráfica.

**Figura 8. Variación de precio Alemania**

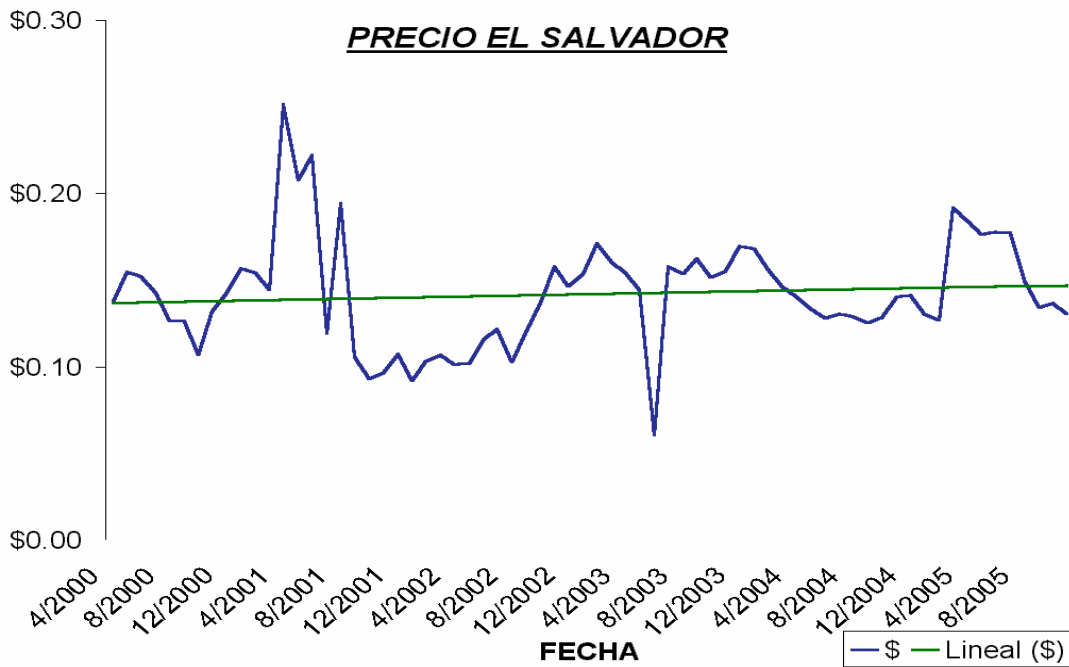


Contrarios a países como Estados Unidos y El Salvador que tienen una tendencia de crecimiento en las exportaciones mas no un alza tan elevada en los precios.

**Figura 9. Variación de precio Estados Unidos**



**Figura 10. Variación de precio El Salvador**



Este es un claro indicativo de que se podrían reactivar los contactos y entrar en renegociaciones con Alemania acorde a la estabilidad de precios que se ha tenido con Estados Unidos y El Salvador, de esta forma se lograría exportar a dicho país con un enfoque en competitividad, calidad y crecimiento sostenible.

### **1.3.3 Largo Plazo**

En el largo plazo se ha utilizado estadísticas mundiales con el objetivo de definir hacia donde se podría dirigir el país en sus exportaciones de Brócoli.

Se describió con anterioridad que Estados Unidos se provee de Brócoli especialmente de México (80%) y Guatemala (15%). Bajo esta estadística Guatemala tiene que entrar en un intercambio con México con el objetivo de ver las estrategias que utiliza para entrar en el mercado de Estados Unidos. Estas estrategias utilizadas por México mejorarlas para lograr ingresar a este mercado con mayor fuerza.

Otros mercados atractivos son Gran Bretaña, Japón, Alemania, Francia y Canadá. De los cuales ya se ha exportado a Japón, Alemania y Canadá. Siendo Japón de los 3 principales países a los cuales exporta Guatemala con una tendencia de crecimiento.

La investigación de las necesidades de estos mercados con respecto al consumo de Brócoli deben de ser estudiadas y desarrolladas para potenciar a Guatemala en el crecimiento de las exportaciones.

## **1.4 Principales procesos aplicados a alimentos percederos en Guatemala**

Todas las hortalizas procesadas cumplen un rol facilitador del comercio, la conservación y el transporte del producto original, constituyendo en si mismas nuevos productos, actuando muchas veces como insumo de otro producto final. De los distintos tipos de conservación de alimentos (enlatados, atmósfera controlada), el congelado es uno de los que mas se asemeja al estado natural del producto original. El congelado se diferencia del producto refrigerado (preservado normalmente a una temperatura cerca de 0° C) por su complejo proceso de conservación.

Las hortalizas y legumbres congeladas hacen parte de la transformación del mercado de alimentos, respondiendo a las exigencias de los consumidores y a los cambios registrados en la distribución minorista. Los nuevos hábitos alimentarios, vinculados con el aumento del consumo fuera del hogar, incorporación de alimentos de rápida preparación en las casas unipersonales o en aquellas donde la mayor parte de sus integrantes trabaja, permiten expandir el consumo de alimentos congelados particularmente en los mercados saturados de las países desarrollados. Igualmente su expansión se generaliza en todo el mundo, siendo muy utilizados por las cadenas de comida rápida y por el canal de hoteles y restaurantes.

La generalización de la cadena de frío desde la producción primaria hasta el consumo familiar, permitió desarrollar este tipo de productos, siendo uno de los principales responsables de su rápida difusión, la gran distribución minorista (supermercados, hipermercados). Estos formatos comerciales

cuentan con infraestructura adecuada para mantener el producto a  $-20^{\circ}$  C. En los países desarrollados existen comercios especializados exclusivamente en alimentos congelados. En definitiva, todo esto incide en la expansión del consumo de este tipo de productos.

Los planes industriales de congelados se ubican en las regiones productoras de las materias primas. Esto permite una cosecha rápida y pronto ingreso de los vegetales, evitando pérdidas de calidad y frescura.

#### **1.4.1 Proceso de Congelado de Brócoli**

Las etapas básicas del proceso industrial consisten en selección, lavado y congelado. Al entrar la materia prima a planta, se realiza un muestreo para determinar su calidad y selección (en algunos casos se trata de cortar partes del vegetal o extraer la tierra mediante zarandas). Se procura trabajar a flujo tenso, ingresando exactamente el volumen de vegetales a procesar para evitar demoras en su procesado que impliquen pérdidas de calidad (oxidación, deshidratación). Para ello la capacidad de congelado en la línea de producción debe corresponder con el abastecimiento del Brócoli. Esto significa que la entrada de materia prima en planta debe ser adecuadamente planificada y organizada, ya que puede ser un punto crítico en la eficiencia total del sistema productivo.

Una vez seleccionados y lavados con un gran flujo de agua para eliminar microorganismos propios del suelo y del manipuleo, los vegetales son blanqueados o precocidos antes de congelar. Este proceso, conocido también

como escaldado, consiste en un lavado a altas temperaturas para enfriar inmediatamente después.

El blanqueado se puede realizar por vapor directo sobre el producto o indirectamente. En el segundo caso, el vapor calienta el agua por donde pasa el producto sumergido en ella. La conveniencia de usar uno u otro proceso depende de las características del producto. Por ejemplo, cuando la materia prima tiene consistencia (como arveja, zanahoria en cubos) pueden funcionar en términos generales el vapor indirecto, permite una cocción mas homogénea.

El producto que sale del blanqueado a una temperatura aproximada de 98°C, debe ser inmediatamente congelado. Los procesos de congelación rápida (ultra congelación o supercongelación), someten a los alimentos a un enfriamiento brusco para exceder rápidamente la temperatura de máxima cristalización en un tiempo menor a las 4 horas. Si el producto entra al proceso de congelado por encima de los 20°C, se fuerzan los equipos, aumenta el índice de humedad, se demora el tiempo de congelado, perdiendo calidad el producto final. En todas las etapas existen controles para verificar la calidad del producto en cada paso.

Existen diferentes métodos de congelado, siendo el mas difundido el proceso de congelamiento rápido individual (Individually Quick Frozen (IQF)) que congela cada pieza de Brócoli rápidamente. Otro sistema, mas sencillo y menos costoso, es el discontinuo o en bandeja. El Brócoli se coloca sobre túneles fijos con cortina de agua helada (hidrocooler), donde el producto va pasando por la cinta transportadora en un tiempo rápido. El congelado se realiza por transmisión directa, entre las placas del túnel, con productos congelantes suficientemente inertes como para no modificar la composición del alimento (N<sub>2</sub> liquido o por nieve de CO<sub>2</sub>).



A nivel mundial los alimentos congelados se caracterizan por guardar la imagen de productos seguros y sanos, fáciles de consumir (desde el envase hasta la preparación del producto), adaptables a las necesidades de los consumidores. Tienen mayor calidad que el producto fresco, debido al corto tiempo que transcurre entre la cosecha y el procesamiento industrial. Además, son productos que pueden ser conservados entre 12 y 18 meses en el congelador, sin que pierdan sus propiedades. No tienen desperdicios, facilitando así el consumo de pequeñas porciones.

La United States Department of Agriculture (USDA) recomienda la compra de congelados por su contenido en vitaminas y minerales, bajo contenido graso y provisión de fibras. Una vez descongelado debe consumirse para evitar pérdidas de calidad. Muchas veces en las góndolas se registran trozos de hielo que señalan un incorrecto uso de la cadena de frío. Estos productos descongelados y vueltos a congelar no dañan su salud pero pierden sus propiedades en cuanto a gusto y frescura.

## 1.5 Maquinaria utilizada en el proceso de producción

La maquinaria utilizada en el proceso inicia con las lavadoras del brócoli.

**Figura.11 Lavadoras de brócoli**



Estas lavadoras tienen un sistema de recirculación de agua con filtros lo cual permite un lavado eficiente.

**Figura 12. Reciclado de agua lavadora de brócoli**



Posteriormente pasa al área de blanqueado o cocido. El equipo utilizado para realizar este proceso se llama Blancher.

**FIGURA 13. Blancher**



El Blancher es una cámara de vapor que por medio de radiación blanquea el producto. Este equipo necesita de una caldera para su adecuado funcionamiento.

**FIGURA 14. Caldera de vapor**



Después de cocido el producto pasa a una etapa de enfriamiento previo a su congelado. El producto es sometido a un choque térmico en una lavadora, después pasa por una zaranda en donde se inyecta aire.

**FIGURA 15. Zaranda de enfriamiento**



Continuamente se tiene una banda de transición hacia el túnel de enfriamiento en donde es seleccionado y revisado el producto.

**FIGURA 16. Banda de inspección**



Después de este proceso el producto esta listo para ser congelado. Existen dos formas de congelar. Por medio del proceso IQF o por medio de congeladores de bandejas.

El proceso de IQF funciona a través de un túnel, en el cual se inyecta aire aproximadamente a  $-20^{\circ}$  C. El producto va sobre una banda, la primera fase de la banda es escalonada con el objetivo de evitar que las piezas de brócoli se junten una con otra. Posteriormente la banda es continua, es aquí en donde el proceso de congelado concluye.

**FIGURA 17. Túnel de enfriamiento**



El producto luego pasa por un vibrador, el cual tiene como función eliminar todas las piezas que no están dentro de los rangos que el cliente requirió.

**FIGURA 18. Clasificador de cortes**



Por último el producto es empacado acorde a las requisiciones hechas por el cliente y pasado por un detector de metales para garantizar la ausencia del mismo.

**FIGURA 19. Detector de metales**



Otra forma de congelar el producto es por medio de los congeladores de bandejas.

**FIGURA 20. Congelador de bandejas**



Estos dos tipos de formas de congelar funcionan por medio de compresores y torres de enfriamiento.



**Figura 21. Torre de enfriamiento y compresor**

Otros equipos que se utilizan en el proceso son los de almacenamiento de producto terminado y materia prima. El producto se almacena en cámaras frías de  $-20^{\circ}\text{C}$  en el caso del producto terminado y  $10^{\circ}\text{C}$  en el caso de la materia prima. Para el enfriamiento de estas cámaras se utilizan difusores.



**Figura 22. Cuarto de Enfriamiento**

Además para la exportación del producto terminado se utilizan contenedores refrigerados.

**Figura 23. Contenedores refrigerados**



Estos son los equipos utilizados en el proceso de brócoli congelado.

## **1.6 Controles que evalúan la calidad del producto**

Los controles que evalúan la calidad del producto son: Selección del producto acorde a las especificaciones dadas por el consumidor, detección de metales en el producto terminado y la peroxidasa.

La selección del producto acorde a las especificaciones básicamente esta dada en condiciones físicas del producto como medidas acorde a lo que el cliente solicitó (20-40mm, 1.1/2" – 1.3/4"), eliminación de materias extrañas, este proceso se realiza por medio de una inspección visual con personal capacitado para realizar esta actividad.



El siguiente paso es la detección de metales en el producto terminado.

**FIGURA 24. Detector de metales**



El producto terminado pasa por una cámara, la cual detecta la presencia de metales hasta un mínimo de 5mm, si en caso es positivo enciende una alarma y se procede a descartar el producto.

Por último esta la Peroxidasa que es la que determina si el producto esta cocido o no a través de una reacción química, el procedimiento es de la siguiente forma:

- 1) Tomar una muestra de 5 gramos de producto blanqueado.
- 2) Colocar el producto en un mortero y agregar una pizca de cloruro de sodio.

- 3) Macerar con el pistilo, agregando 10 ml. de agua destilada; hasta que el producto este completamente desecho.
- 4) Decantar la suspensión a un tubo de ensayo de 25 ml.
- 5) Adicionar 1 ml de perhydrol, tapar y agitar por 10 segundos.
- 6) Adicionar 1 ml de guayacol, tapar y agitar. Activar el cronómetro, agitando ocasionalmente el tubo, y observar cualquier cambio de color; ya sea en la solución o en el tejido vegetal.
- 7) Anotar el tiempo transcurrido hasta el aparecimiento del color.
- 8) Si existe un cambio en el color antes de 3.5 minutos significa que el producto no esta blanqueado adecuadamente y por lo tanto se debe de tomar una acción en el Blancher para lograr el blanqueado correcto.

Además de estos controles se deben de seguir ciertas normas que de igual forman ayudan a garantizar la calidad del producto.

### **1.7 Normas que regulan el proceso (Buenas Prácticas de Manufactura y puntos críticos de control)**

La industria de alimentos tanto de origen nacional como internacional ha sido muy receptiva a las regulaciones alimenticias y se ha comprometido a seguir las Buenas Practicas de Manufactura. Adicionalmente se tiene implementado en muchas fábricas el hazard análisis and critical control point (HACCP) que básicamente consiste en identificar etapas críticas en el proceso por medio de puntos críticos de control y puntos de control. Los puntos críticos

de control son los que garantizan al consumidor que el producto es de calidad. La peroxidasa y el detector de metales y los puntos de control son los que aseguran que se cumplan etapas intermedias pero que no son criticas para el consumidor solo son criticas para el proceso en si.

El cumplimiento de estas normas aseguran que el consumidor recibirá un producto de calidad.

## **1.8 Descripción del sistema de producción propuesto**

El objetivo de la producción es satisfacer las necesidades del cliente y el consumidor mediante el aprovechamiento efectivo del personal, recursos e instalaciones para fabricar productos de calidad, en la cantidad correcta, en el lugar y momento adecuados y al menor costo.

Para lograr esto se necesita tener un sistema efectivo para controlarlo. El control de la producción forma parte del proceso administrativo y tiene como fin la medición de los resultados actuales y pasados, en relación con los esperados, ya sea total o parcialmente, con el fin de corregir, mejorar y formular nuevos planes. Los sistemas de control además constituyen un mecanismo de dirección para orientar los recursos y ayudar a todas las personas a actuar a favor de su organización.

La administración en base a indicadores claves de operación ayudará a realizar este proceso de control a través de la medición del desempeño, utilización efectiva de materiales y la mejora continua.

### **1.8.1 Control de producción a través de indicadores de operación en el proceso de brócoli congelado**

Para poder tener un control en base a indicadores de operación se debe de completar los siguientes pasos:

#### **a) Establecimiento de estándares**

Para mejorar la productividad, primero se debe medirla. Resulta necesario aplicar un enfoque común y relativamente sencillo para medir la productividad.

Los estándares deben de ser establecidos en donde se ha identificado que esta el cuello de botella. Pueden ser establecidos por medio de datos históricos, cadencia de la línea cuello de botella, según especificaciones del fabricante o medición de tiempos.

Los estándares se miden en base a 3 niveles los cuales son:

#### **ÓPTIMO**

Medición de referencia para no perder de vista el nivel de productividad óptimo o ideal y ofrecer una base de comparación estable.

Se puede establecer de dos modos distintos:

- cumplimiento óptimo teórico en condiciones óptimas,
- cumplimiento óptimo práctico en condiciones óptimas.

## OBJETIVO

Objetivo anual establecido conforme a la estrategia de la compañía y los movimientos ascendentes revisados con regularidad.

## EFFECTIVO

Valor real obtenido versus medido.

Indicador de  
Operación

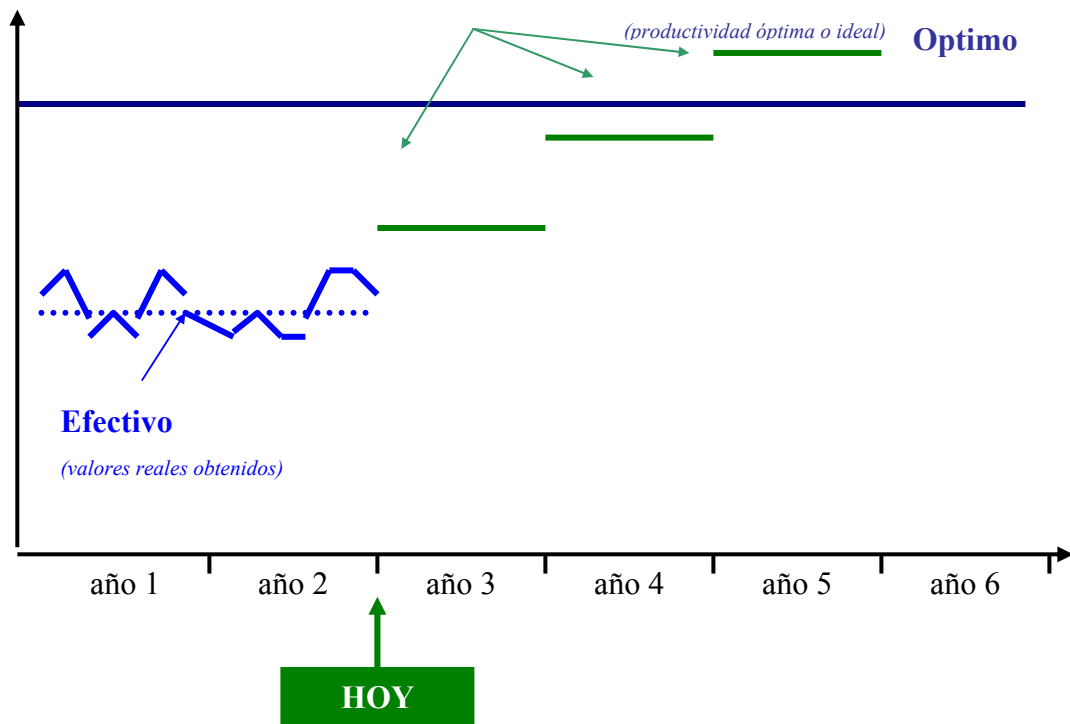


Figura 25. Gráfico de estándares

Los estándares contemplan los siguientes aspectos para su medición:

- Mano de obra
- Materias primas /materiales de embalaje.

### **1.8.1.1 Utilización de mano de obra y equipos de producción**

Los estándares de mano de obra son medidos a través de indicadores que transcurren en el tiempo estos indicadores son:

- Productividad
- Rendimiento
- Tiempo de paro

La medición de estos indicadores se realiza bajo la siguiente metodología. Se inicia utilizando como referencia una semana de producción la cual tiene 168 horas. A estas horas se le llaman total de horas (TH).

La producción se realiza en base a una demanda por lo que se asumirá que este proceso genera una demanda de 128 horas de producción. A estas horas se le llamen HBP, que al final las horas brutas de producción no es mas que las horas en que el personal se encuentra ocupado con algún tipo de actividad.

La diferencia de 40 horas entre las horas totales y las horas brutas de producción se llama tiempo desocupado (HD) y nos da una referencia acerca de la capacidad disponible que aun se tiene con el personal.

Las horas brutas de producción se dividen en dos: Horas de Paros planificadas (HP) y horas netas de producción (HNP).

Las Horas de Paros planificadas son aquellas en las cuales se pierde tiempo por actividades o eventos que ocurren en el proceso cuello de botella y hacen que no este disponible para producir. Estas horas deben estar previamente planificadas para su ejecución. Las principales actividades son: preparación, arranque, limpieza, cambio de formato o producto, paros operacionales programados, mantenimientos programados, paros programados de personal.

Se realiza una descripción más amplia de la utilización de cada uno de estos paros.

**Preparación:** Corresponde a los ajustes mecánicos u operacionales necesarios para preparar una línea de producción para fabricar el siguiente producto por ejemplo: montaje de piezas, parámetros de control o ajuste.

**Arranque:** Es al período de tiempo (durante el cual se llevan a cabo ajustes y chequeos) entre el final de la preparación de la línea hasta producir el primer producto conforme a los estándares de calidad y alcanzar una velocidad de línea aceptable.

**Limpieza:** Son todas las actividades de limpieza durante y al final de los periodos de producción, incluyendo desmantelamiento del equipo e higiene general.

**Cambio de Formato o Producto:** Se define como el periodo de tiempo necesario para cambiar de un producto al siguiente (parada, limpieza, cambios en las líneas (preparación), arranque). Es el tiempo entre el último producto válido de una serie de fabricación y el primer producto válido de la siguiente serie en el proceso cuello de botella.

**Paros Operacionales Programados:** Son los paros de producción impuestos por el proceso, el equipo o controles de calidad por ejemplo: cambio de bobina, limpieza de filtros, muestreo.

**Mantenimiento:** Es el tiempo de mantenimiento programado para reparaciones.

**Paros Programados de Personal:** Estos paros de línea se deben al personal por causas sociales por ejemplo: tiempos de comida, cambio de turno, reuniones.

Los paros deben de ser optimizados y formar parte del proceso de la mejora continua.

Las horas netas de producción son parte también de las horas brutas de producción y tienen como fin la medición del tiempo en el cual la línea esta produciendo o tiene intenciones de producir.

Las horas netas de producción se dividen en dos: pérdida de rendimiento y horas de trabajo.

La pérdida de rendimiento corresponde al tiempo perdido durante las Horas Netas de Producción cuando la línea está produciendo o tiene intención



de producir y cuando el cuello de botella de la línea está parado o trabajando a una velocidad inferior a la velocidad nominal de la línea. Esta asociada a paros imprevistos, generación de desperdicios y re trabajos y velocidad de línea reducida.

La pérdida de rendimiento debe de trabajarse continuamente con el objetivo de llegar a “0” y su análisis forma parte esencial en el ciclo de la mejora continua.

Las horas de trabajo (HT) corresponde a las horas mínimas teóricas necesarias para fabricar una Producción dada y se calculan de la siguiente forma:

$$HT: \frac{\text{CANTIDAD PRODUCIDA}}{\text{ESTANDAR DE PRODUCCIÓN}}$$

El siguiente cuadro muestra un resumen del desglose de la horas expuesto anteriormente.

**Figura 26. Distribución de Tiempos**

<b>TOTAL HORAS (TH)</b>			
<b>HORAS BRUTAS DE PRODUCCIÓN (HBP)</b>			<b>TIEMPO DESOCUPADO (HD)</b>
<b>HORAS NETAS DE PRODUCCIÓN (HNP)</b>		<b>HORAS PLANIFICADAS (HP)</b>	
<b>HORAS DE TRABAJO (HT)</b>	<b>PERDIDA DE RENDIMIENTO</b>		

Conociendo el desglose de las horas y sus conceptos se procederá a explicar los indicadores de mano de obra:

### 1.8.1.1.1 Productividad

Mide que tan eficiente es la mano de obra en las horas brutas de producción o en el tiempo durante el cual estuvo presente el personal.

Su medición se realiza de la siguiente forma:

$$\text{PRODUCTIVIDAD: } \frac{\text{HT}}{\text{HBP}}$$

Esto da un % de efectividad, luego este debe ser comparado con el óptimo y objetivo que se colocó la empresa. De no cumplirse debe de entrar dentro del ciclo de mejora continua.

Además realiza una comparación entre la cantidad de personas que en estándar se debió de haber utilizado en el proceso vrs. La cantidad real de personas que se utilizan.

#### **UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA MANO DE OBRA vrs EFECTIVO:**

(HBP x No. Personas x % Productividad real ) -(HBP x No. Personas Teóricas x % Productividad Objetivo)

**UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA MANO DE OBRA vs OPTIMO:**

(HBP x No. Personas Utilizadas 1) - (HBP x No. Personas Teóricas x 1)

Al finalizar estas operaciones el resultado debería ser 0. De no ser así es porque se dio una desviación en el proceso y luego entrar en el proceso de mejora continúa.

**1.8.1.1.2 Rendimiento**

Mide que tan eficiente es la mano de obra en las horas netas de producción o en el tiempo durante el cual la línea estuvo produciendo.

Su medición se realiza de la siguiente forma:

$$\text{RENDIMIENTO: } \frac{\text{HT}}{\text{HNP}}$$

Esto nos da un % de efectividad, luego este debe ser comparado con lo mejor que se podría lograr y el objetivo que se colocó la empresa. De no cumplirse debe de iniciar el ciclo de mejora continua.

Además realiza una comparación entre la cantidad de personas que en estándar se debió de haber utilizado en el proceso versus la cantidad real de personas que se utilizan.

**UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA MANO DE OBRA vrs EFECTIVO:**

(HNP x No. Personas x % Rendimiento real) - (HNP x No. Personas Teóricas x % Rendimiento Objetivo)

**UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA MANO DE OBRA vrs OPTIMO:**

(HNP x No. Personas Utilizadas 1) - (HNP x No. Personas Teóricas x 1)

Al finalizar estas operaciones el resultado debería ser 0. De no ser así es porque se dio una desviación en el proceso, esto debe iniciar el proceso de mejora continua.

### **1.8.1.1.3 Tiempo de paro**

Mide que tan eficiente es la mano de obra en las horas planificadas de producción o el tiempo durante el cual el personal estuvo realizando actividades cuando la línea no esta produciendo.

Su medición se realiza de la siguiente forma:

$$\text{TIEMPO DE PARO: } \frac{\text{HP}}{\text{HBP}}$$

Esto nos da un % de efectividad, luego este debe ser comparado con lo mejor que se podría lograr y el objetivo que se colocó la empresa. De no cumplirse debe de iniciar el ciclo de mejora continua.

Además realiza una comparación entre la cantidad de personas que en estándar se debió de haber utilizado en el proceso vrs. La cantidad real de personas que se utilizan.

***UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA MANO DE OBRA vrs EFECTIVO:***

$(HP \times \text{No. Personas} \times \% \text{ Tiempo de Paro real}) - (HP \times \text{No. Personas Teóricas} \times \% \text{ Tiempo de Paro Objetivo})$

***UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA MANO DE OBRA vrs OPTIMO:***

$(HP \times \text{No. Personas Utilizadas} \times 1) - (HP \times \text{No. Personas Teóricas} \times 1)$

Al finalizar estas operaciones el resultado debería ser 0. De no ser así es porque se dio una desviación en el proceso, esto debe de iniciar el proceso de mejora continua.

### **1.8.1.2 Utilización de materiales**

La utilización eficiente de los materiales forma una parte importante en el proceso. El control de producción en base a indicadores claves de operación, también nos brinda una metodología acerca de cómo controlar nuestras desviaciones.

El primer paso que se debe de realizar, es el definir que materiales y que cantidades se van a necesitar para elaborar una unidad de venta. Por ejemplo cajas, bolsas, materia prima, tape, etiquetas.

El segundo paso es definir la utilización de éstos materiales con base a una orden de producción en la cual se dirá cuantas unidades de venta se realizaron y con cuantos materiales se realiza.

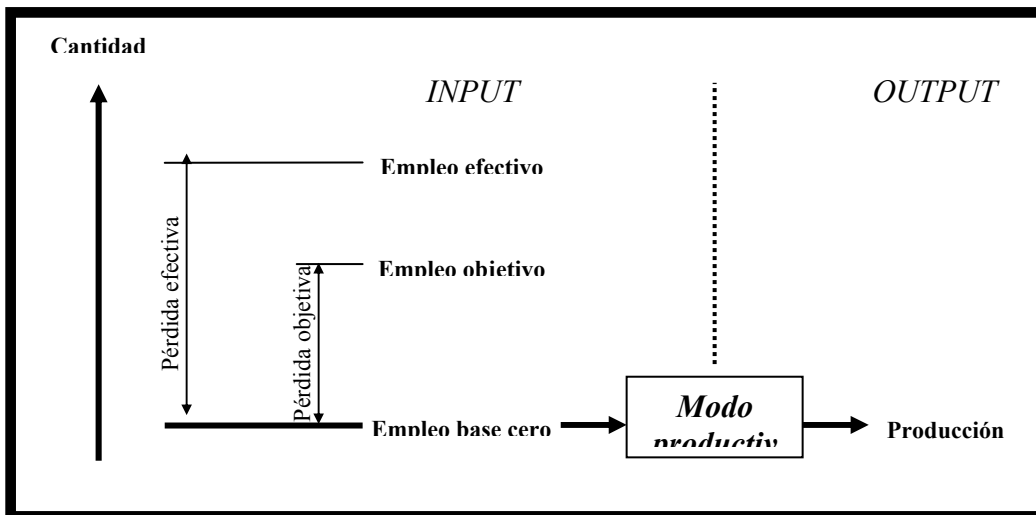
Los indicadores claves de operación nos dirán si la cantidad de materiales que se utilizó para realizar las unidades de venta fue efectiva o si se tuvo alguna desviación.

Los indicadores que nos proporcionará esta información es:

- Utilización de materiales sobre base 0
- Utilización de materiales en base a un objetivo

Vea un cuadro en el cual se resume lo anteriormente explicado.

**Figura 27. Estándar de pérdidas y ganancias**



### **1.8.1.2.1 Utilización de materiales sobre Base 0**

La utilización de un material sobre base 0 tiene como objetivo, mostrar como se utilizan los materiales respecto de la cantidad optima que se debe de utilizar.

Su forma de calcularlo es la siguiente.

#### ***Desviación de empleo de material (base cero vrs efectiva) (cantidad)***

Empleo en base cero – Empleo de material efectivo

#### ***Desviación de empleo de material (base cero vrs efectiva) (valor)***

(Empleo en base cero x Costo estándar) – (Empleo de material efectivo x Costo estándar)

#### ***Desviación de empleo de material (base cero vrs efectiva) (%)***

(Empleo material en base cero x Costo estándar.) – (Empleo material efectivo x Costo estándar.)

(Empleo de material en base cero x Costo estándar)

Al finalizar estas operaciones el resultado debería ser 0. De no ser así es porque se dio una desviación en el proceso, esto debe de iniciar el proceso de mejora continua

### 1.8.1.2.2 Utilización de materiales en base a un objetivo

La utilización de un material en base a un objetivo define como utilizar los materiales respecto de las cantidades que la empresa espera perder dentro de un tiempo determinado.

La forma de calcularlo es la siguiente.

#### ***Desviación de empleo de material (objetivo vrs efectiva) (cantidad)***

Empleo de material objetivo – Empleo de material efectivo

#### ***Desviación de empleo de material (objetivo vrs efectiva) (valor)***

(Empleo de material objetivo x Costo estándar) – (Empleo de material efectivo x Costo estándar)

#### ***Desviación de empleo de material (objetivo vrs efectiva) (%)***

(Empleo material objetivo x Costo estándar) – (Empleo material efectivo x Costo estándar)  
(Empleo de material objetivo x Costo estándar)

Al finalizar estas operaciones el resultado debería estar acorde a los objetivos establecidos. De no ser así es porque se observó una desviación en el proceso, esto debe de iniciar el proceso de mejora continua

Existen diversas metodologías para la aplicación de la mejora continua en el capítulo 5 verá la descripción y aplicación de la metodología de causa y efecto y metodología de análisis de decisiones con las cuales se lograra optimizar los procesos.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

### **2.1 Descripción del proceso de producción**

El proceso de producción de brócoli congelado esta desglosado en 5 etapas, las cuales son:

#### **2.1.1 Recepción**

El brócoli llega a la planta en canastas azules que son transportadas desde el campo en camiones con una capacidad de transporte de 8500 libras.

Previo a ser descargada la materia prima se realiza un análisis de la calidad del producto. En el análisis se evalúan aspectos como: materiales extraños, insectos, grado de desarrollo del producto, medidas del tallo y la flor.

Si el producto esta dentro de las especificaciones, se procede a descargar el material. Es de mencionar que este análisis fue realizado directamente en el campo en donde se recolectó la materia prima, el objetivo es optimizar el costo del transporte. El análisis en planta es realizado para asegurar que en el transporte no existió ninguna desviación.

El brócoli es descargado del transporte, colocándole una identificación la cual describe el origen, la fecha y hora en que ingresó el producto y por último se le asigna un correlativo el cual será de vital importancia en caso se necesite realizar una trazabilidad del producto.

Posteriormente se pesa el producto y se adjunta el contenido neto a la boleta de identificación.



**Figura 28. Ingreso a planta de Brócoli**

Cuando finaliza el proceso de recepción de la materia prima el producto es transportado a una bodega de almacenamiento exclusiva para materia prima.

El otro proceso de recepción que se da en el proceso de Brócoli congelado es el de materiales de empaque primario y secundario estos ingresan en transportes completamente cerrados, en el momento de su ingreso se evalúa que los materiales no contengan materias extrañas y que no tengan

olores extraños, de ser así se procede a su ingreso y almacenamiento en lugares exclusivos para cada tipo de material.

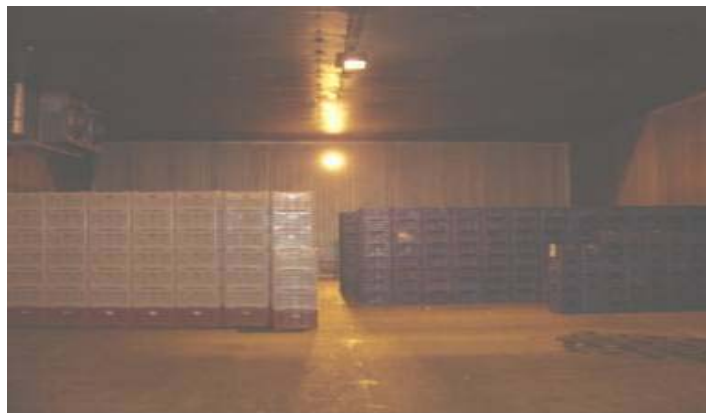
### **2.1.2 Almacenaje**

El almacenaje es de vital importancia en el proceso del brócoli, ya que este es un producto perecedero. El almacenaje se da en 3 etapas del proceso las cuales son:

- En el ingreso del brócoli
- Cuando el producto es preparado y cortado para el área de proceso
- Cuando el producto ya esta congelado.

Cuando ingresa el producto es almacenado en bodegas refrigeradas a una temperatura de 5 °C. El producto puede estar almacenado bajo estas condiciones hasta un máximo de 2 días, de sobrepasar este tiempo el producto deberá de ser reevaluado y tomar una decisión en ese momento de procesarlo o destruirlo.

**Figura 29. Cuarto de almacenamiento acondicionado**



La otra etapa del proceso en la cual se requiere de un almacenamiento es después de su preparación y corte, el brócoli es almacenado en bodegas refrigeradas a una temperatura de 5 °C, el tiempo de almacenamiento no debe ser mayor a 12 horas para la flor y no mayor de 6 horas para el tallo.

Por último el brócoli ya congelado, envalado y sellado en sus empaques primarios y secundarios es almacenado en bodegas refrigeradas a una temperatura de -10 °C. A partir de que el producto es congelado pasa a tener una vida útil de 12 a 18 meses. Siempre y cuando el producto permanezca en condiciones de refrigeración de -10 °C.



**Figura 30. Almacenamiento de producto terminado**

En el caso de los materiales de embalaje son almacenados en bodegas completamente cerradas y bajo condiciones normales de ambiente.



**Figura 31. Almacenamiento de cajas**

Es importante mencionar que la calidad del producto depende también de las condiciones de almacenaje por lo que se tienen los siguientes controles para asegurar la calidad del producto terminado:

- Control de roedores.
- Limpieza y orden de las bodegas de almacenaje.
- Separación de 25 cms. entre tarima y tarima y entre la pared y las tarimas.

Todo esto se realiza con el objetivo de asegurar que las áreas se mantengan en condiciones apropiadas para productos alimenticios.

Además se consideran condiciones de seguridad tanto para el producto como para el personal para los cuales se tienen ya establecidos tipos de estibajes y alturas máximas de almacenaje.

### **2.1.3 Preparación y corte**

El proceso de preparación y corte consiste en convertir el brócoli a medidas que el cliente ha solicitado.

Los requerimientos del cliente van desde solo pedir la flor del brócoli, solo el tallo, un mix entre flor y tallo o uno en el cual se tenga ciertas proporciones de flor y tallo el cual es llamado Spears.

A continuación se presentan unas muestra de los diferentes tipos de requerimientos físicos de los cortes del brócoli :



**Figura 32. Brócoli preparado para congelar**

El proceso de preparación y corte inicia con la asignación de una orden de producción la cual tiene los requerimientos del cliente en lo que respecta a medidas, aspectos de calidad, cantidad y presentación.



**Figura 33. Mesas de preparación**

En base a esta orden de producción el brócoli es abastecido a las mesas de corte desde las bodegas refrigeradas. En la mesa de corte se tiene en canasta azul en la cual esta el brócoli que ingresó del campo y en canastas café el producto que va directamente al proceso, el desperdicio se coloca en una banda transportadora la cual lo lleva a un torre en donde se tienen todos los desperdicios los cuales son transportados a lugares destinados para tal efecto.



**Figura 34. Accesorios de mesa de preparación**

En cada mesa de corte se tiene un operador el cual con un cuchillo corta el brócoli a las medidas indicadas. El corte es una actividad totalmente manual que depende completamente de la habilidad y experiencia que cada persona tiene en su puesto de trabajo.

En el caso del tallo se corta la base que va directamente al desperdicio, al resto de tallo se le quita toda la parte exterior y la parte restante es la que se utiliza para el proceso, este tallo se deposita en una banda transportadora hasta llegar a una cortadora especial la cual le da las medidas requeridas por el cliente.

Una vez cortado el brócoli a los requerimientos del cliente se almacena en una bodega refrigerada.



### 2.1.4 Cocido

El próximo paso después de la preparación del brócoli es el transporte hacia el área de proceso. La primera etapa del proceso consiste en pasar el brócoli preparado por dos lavadoras, colocadas una tras de otra, estas tienen como objetivo eliminar toda la tierra que el producto podría traer del campo, así como también materias extrañas, el proceso consiste en sumergir el brócoli en agua a temperatura ambiente en la lavadora 1 y posteriormente en la lavadora 2 las cuales están especialmente diseñadas para el proceso, el brócoli es sacado de la lavadoras por medio de una banda transportadora sobre la cual se aprovecha a concluir el lavado del brócoli ya que se le aplica agua a presión por medio de unos aspersores de manera que se logre eliminar las impurezas anteriormente descritas.



**Figura 35. Accesorios de lavadora de Brócoli**

El producto ya libre de impurezas entra al Blancher, el cual es el encargado de cocerlo. El equipo de cocimiento o Blancher trabaja a base de vapor y consiste en una cámara con una banda transportadora sobre la cual va el producto. Este es sometido dentro de la cámara por 3 minutos a una temperatura de 95°C. Una vez que el producto concluye esta etapa se comprueba que el cocimiento del mismo sea correcto a través de la prueba de la peroxidasa.



**Figura 36. Blancher**

### **2.1.5 Congelado**

Una vez el producto ha sido cocido se procederá a la etapa de congelamiento en la línea IQF.

Para que el producto pueda ser congelado, se necesita que llegue a la cámara de congelación con un máximo de 20°C. Debido a esto cuando el producto sale del Blancher se le somete a un choque térmico entrando a la lavadora 3, la cual funciona de la misma forma que la lavadora 1 y 2, posteriormente, el brócoli pasa a una zaranda en el cual se le inyecta aire de arriba hacia abajo, utilizando un tamiz de por medio entre el aire y el brócoli. El producto pasa por la zaranda en aproximadamente 1 minuto.

Durante toda esta etapa del proceso, el producto sufrió trabajo mecánico por lo que pasa por una banda de selección, en donde personal calificado visualiza el producto que no es apto para el proceso y lo descarta hacia canastas grises, a su vez busca gusanos diminutos que aun van en el producto, los cuales originalmente eran verdes y difíciles de encontrar pero al finalizar el proceso de cocido estos se ponen de un color blanco por lo que es mas fácil su detección.



**Figura 37. Personal inspeccionando Brócoli**

Por último previo a su congelación, el producto pasa nuevamente por una zaranda de aire, logrando de esta manera que el producto este por debajo de los 20°C.

El proceso de congelamiento se da en una cámara de congelación con una banda transportadora en el cual se somete el brócoli a una temperatura de -10°C durante 12 minutos. Al finalizar este proceso el producto debe estar totalmente congelado.

La cámara de congelación debe de interrumpir su proceso cada 4 horas para realizarle una limpieza, debido a que el equipo se satura de agua y llega un momento en el cual ya no congela el brócoli.

La característica para determinar que el producto vaya bien congelado, se basa en la dureza que tenga la pieza del brócoli, esto solo puede ser medido por medio del personal que realiza el empaque primario a través del tacto y la inspección visual.

Al finalizar esta etapa del proceso, el brócoli pasa por un equipo clasificador de cortes, en el cual se tamiza todo el producto que no va acorde a las requisiciones del cliente, aquí es donde se elimina el error humano que se generó durante el corte manual en la preparación del brócoli. Ese descarte es rechazado y forma parte del desperdicio.



**Figura 38. Clasificador de corte**

Posteriormente el producto se coloca en su empaque primario y secundario acorde a los requerimientos del cliente, se almacena y luego es despachado en contenedores refrigerados al destino en donde se requirió.

## **2.2 Sistema de control de producción**

Actualmente la industria de brócoli congelado controla su proceso a través de órdenes de producción. Estas órdenes de producción están creadas en base a la capacidad de exportación de un contenedor refrigerado, la presentación que requirió el cliente y la fecha para la cual lo necesita.

El control de producción a través de órdenes de producción es una buena metodología, el problema es que actualmente no se mide la eficacia con la que las ordenes de producción son realizadas en aspectos como lo es mano de obra, materiales y desempeño de la línea.

### **2.2.1 Descripción del proceso actual**

El actual sistema de control de producción, inicia con una proyección a mediano plazo del abastecimiento de materia prima y materiales de empaque, el cual se basa en pronósticos de venta estipulados para un periodo de 3 meses que es el ciclo de siembra del brócoli y un tiempo adecuado y acordado con los proveedores de material de empaque primario y secundario.

Cuando se tienen los insumos en la planta procesadora y las órdenes de producción listas, se elabora un programa de producción diario colocando como prioridad las fechas de carga de las órdenes de producción.

El control de la producción actualmente manejado, se basa en el seguimiento de las órdenes de producción y la meta es tener el producto listo para la fecha en la cual se ofreció al cliente.

Los avances de las órdenes de producción se van realizando básicamente en dos áreas: la primera es el área de preparación y corte y la segunda es el área de congelado.

En el área de preparación y corte, el control se lleva a través de un formato en el que se coloca la siguiente información:

- Número de orden de producción
- Fecha de producción
- Cliente para el cual se esta trabajando
- Producción diaria de flor y tallo
- Producción acumulada de flor y tallo

El desglose de la producción por orden en el área de preparación y corte, es llevado por aparte la flor y el tallo, aunque los dos formen parte de una misma orden.

Además, en la parte inferior del formato se colocan comentarios generales acerca de lo acontecido en el día. Este formato es revisado

continuamente por el encargado del área quien realiza su gestión a través de los avances que en el encuentra.

El control de la producción acumulado de las ordenes de producción, se lleva en un formato diferente en el cual se va desglosando cuanto se produce día a día y cual es el faltante por producir.

Para el caso del área de proceso, el control se maneja por medio de un formato el cual tiene la siguiente información:

- Orden de Producción
  
- Fecha
  
- Cantidad de la orden de producción
  
- Presentación requerida por el cliente
  
- Producción diaria
  
- Producción acumulad

En la parte inferior del formato se colocan aspectos generales que hayan ocurrido en el transcurso del día. Este formato de igual manera es revisado por el encargado de área y su gestión va acorde a los avances que en el observe.



Además, en el área de proceso se controla la producción que se va realizando por hora, aunque en realidad no se tenga ningún estándar establecido para cada tipo de corte. El objetivo es ir observando el avance de la producción y llevar un control de los tiempos de limpieza de la cámara de refrigeración o túnel.

El Brócoli que se va produciendo, se va acumulando en la bodega de producto terminado hasta que se completa la orden. Es aquí en donde el brócoli se carga a los contenedores y es exportado a sus diferentes destinos.

### **2.2.2 Ventajas**

Se cuenta con una programación de la producción detallada, tanto a mediano como a corto plazo, que se basa en el manejo de las cantidades por medio de las ordenes de producción, en el caso del corto plazo y pronósticos de venta para el mediano plazo.

El control de producción actual tiene como meta, cumplir las fechas de entrega que fueron ofrecidas al cliente.

El personal requiere de poca capacitación en el manejo del control de la producción para acoplarse al sistema actual de trabajo, ya que este se basa en realizar una tarea rutinaria.

La estructura jerárquica prevalece, ya que en el momento de incumplirse las fechas de entrega lo que predomina es la autoridad para cambiar un plan de producción y dar prioridad en base a las fechas de entrega o negociar con los proveedores las fechas originalmente propuestas.

### **2.2.3 Desventajas**

No se conoce la efectividad con la que se están utilizando los recursos como lo son: la mano de obra, las materias primas, los materiales de empaque y la línea de producción.

No se puede identificar cuales son las causas por las cuales no se cumple con las fechas de entrega y las causas por las cuales el costo de producción se esta incrementando.

El proceso de producción no puede entrar en un ciclo de mejora continua ya que no se realiza ninguna medición del desempeño.

El personal no tiene claramente definidos sus objetivos y que debe de lograr para que la empresa sea competitiva.

### **3. SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PROPUESTO**

El sistema de control de producción propuesto el cual fue descrito en el capítulo 1 se desarrollara en cuatro etapas las cuales son:

- 1) Medición del sistema de control de la producción.
- 2) Ensayo del sistema de control de la producción.
- 3) Control del proceso.
- 4) Metodología de mejora continua.

#### **3.1 Medición del sistema de control de la producción**

La medición del sistema de control de la producción consistirá en el establecimiento de estándares y objetivos de producción, los cuales serán medidos y registrados a través de una base de datos.

### **3.1.1 Variables a establecer para el funcionamiento del sistema.**

#### **3.1.1.1 Estándares de producción**

Como se vio en el capítulo 1 para mejorar la productividad, primero se debe medirla por lo que se iniciará con la obtención de los estándares de producción.

El brócoli congelado es despachado a los clientes en diferentes presentaciones y diferentes tipos de medida. Para cada uno de estos existe un estándar de producción.

A continuación se definirán los estándares, estos se realizarán por medio de datos históricos y los dividiremos en dos partes, primero obtendremos los estándares por tipo de corte y luego estos los convertiremos a la presentación en la que son enviados a los clientes.

Esta medición de estándares debe de realizarse en el cuello botella de la línea, por lo que se procederá a identificar del cuello de botella de la línea por medio de un diagrama de flujo.

## DIAGRAMA DE FLUJO

*Proceso de Brócoli Congelado*

*Fecha: 28/10/2006*

*Realizado por: Estuardo Carrera*

Libras Por Hora	Simbolo	Tiempo (min.)	Descripcion del Proceso
15,000	1	7 min.	Inspeccion del brócoli que esta ingresando a la planta del campo
9,200	1	9 min.	Descargar canastas de brócoli del camion a la rampa
10,500	2	6 min.	Pesar brócoli
10,500	1	6 min.	Transportar brócoli hacia bodega de materia prima
	1	60 min.	Almacenar brócoli en bodega de materia prima
10,500	2	6 min.	Transportar brócoli hacia area de preparacion y corte
15,000	1	7 min.	Preparación, inspección y corte de brócoli acorde a las especificaciones del cliente
18,000	3	5 min.	Transporte de brócoli hacia bodega de brócoli preparado y cortado
	2	60 min.	Almacenamiento de brócoli preparado y cortado
18,000	4	5 min.	Transporte hacia area de proceso
9,000	3	9 min.	Primer lavado
9,000	4	9 min.	Segundo lavado
8,500	5	10 min.	Cocimiento
8,500	2	10 min.	Prueba de cocido (peroxidasa)
	A		

**FIGURA 39. Diagrama de flujo Brócoli primera parte**

## DIAGRAMA DE FLUJO

*Proceso de Brócoli Congelado*

*Fecha: 28/10/2006*

*Realizado por: Estuardo Carrera*

Libras Por Hora	Símbolo	Tiempo (min.)	Descripción del Proceso
	A		
9,000	6	9 min.	Enfriamiento en lavadora
9,000	7	9 min.	Enfriamiento en zaranda
9,000	3	9 min.	Inspeccion del brócoli fuera de norma
9,000	8	9 min.	Enfriamiento en zaranda
9,000	4	9 min.	Inspeccion del brócoli y acomodamiento en banda transportadora del tunel de congelación
5,500	9	15 min	Congelamiento
9,000	5	9 min.	Inspeccion del brócoli congelado
9,000	10	9 min.	Clasificacion de cortes por medio de zaranda acorde a requerimientos del cliente
9,000	11	9 min.	Empaque
9,000	12	9 min.	Pesado
9,000	6	9 min.	Inspeccion de metales
9,000	13	9 min.	Entarimado
18,000	5	5 min.	Transporte hacia bodega de producto terminado
	B		











**FIGURA 40. Diagrama de flujo segunda parte**

## DIAGRAMA DE FLUJO

*Proceso de Brócoli Congelado*

*Fecha: 28/10/2006*

*Realizado por: Estuardo Carrera*

Libras Por Hora	Simbolo	Tiempo (min.)	Descripcion del Proceso
			
		60 min.	Almacenamiento de producto terminado
18,000		5 min.	Transporte hacia rampa de producto terminado
18,000		5 min.	Carga de contenedores para exportacion
		60 min.	Almacenamiento de producto terminado en contenedores para ser exportado
EVENTO	TIEMPO (min.)	NUMERO	
 Operaciones	126 min.	<b>14</b>	
 Inspeccion	53 min.	<b>6</b>	
 Actividades Combinadas	7 min.	<b>1</b>	
 Transporte	28 min.	<b>6</b>	
 Almacenamiento	240 min.	<b>4</b>	

**FIGURA 41. diagrama de flujo tercera parte**

El diagrama de flujo indica que la operación cuello de botella es la etapa de congelamiento del brócoli, por lo tanto en esta etapa es donde serán medidos los estándares de producción.

### Estándares de producción por tipo de corte:

TIPO DE CORTE	LIBRAS POR HORA
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1 1/4" - 1 3/4" 35% Flor	5300
Brócoli con Flor del corte 1 1/4" - 2"	5300
Brócoli con Flor del corte 1 3/8" - 2 1/4"	5500
Brócoli con Flor del corte 1"	5200
Brócoli con Flor del corte 1" - 1 3/4"	5200
Brócoli con Flor del corte 1" - 1 1/2"	5200
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 1 1/2" 35% Flor	5300
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 1 1/2" 40% Flor	5100
Brócoli con Flor del corte 1" - 1 5/8"	5400
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 1 5/8" 30% Flor	5500
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 1 5/8" 35% Flor	5700
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 1 5/8" 40% Flor	5400
Brócoli con Flor del corte 1" - 2"	6500
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 2" 25% Flor	5100
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 2" 30% Flor	5200
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 2" 35% Flor	5300
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 2" 40% Flor	5200
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 2" 50% Flor	5100
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 50% Flor	5100
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1" - 60% Flor	5000
Brócoli con Flor y Tallo del corte 1/2" - 1"	3500
Brócoli con Tallo del corte 1/2" - 1/2" - 1/2"	6400
Brócoli con Flor del corte 15 - 30MM	5200
Brócoli con Flor del corte 15 - 38MM	5300
Brócoli con Flor del corte 2 1/2" - 3 1/2"	5400
Brócoli con Flor del corte 20-38 33% Flor	5300
Brócoli con Flor y Tallo del corte 20-38 50% Flor	5100
Brócoli con Flor del corte 20-38mm	5000
Brócoli con Flor del corte 20-40MM	5400
Brócoli con Flor del corte 20-40mm / 20-50mm	5500
Brócoli con Flor del corte 3/4" - 1 1/2"	5500
Brócoli con Flor y Tallo del corte 3/4" - 1 1/2" 60% Flor	5600
Brócoli con Flor del corte 3/4" - 3/4" - 1"	4100
Brócoli con Flor del corte 30 - 50MM	5300



**TABLA I. Estándares por tipo de corte**

Los estándares por variedad serán calculados en cajas por hora de la siguiente forma:

$$\text{Cajas por Hora} = \frac{\text{estándar de Libras por hora por tipo de corte}}{\text{Libras por caja}}$$

**3.1.1.2 Objetivos de productividad**

En este momento ya tenemos definido el rendimiento y el tiempo de paro por lo que los objetivos de productividad para las diferentes formas de realizar el Brócoli son:

**FLOR:**

← 672 →		Horas Totales
		← 96 →
← 576 →		Horas Brutas
		← 186.8 →
← 389.3 →		Horas Netas
		Pérdida Rendimiento
← 319.2 →		Horas Trabajo
← 70.1 →		
Rendimiento	82	
Productividad	55%	

**TABLA II. Objetivos de productividad de la flor**

**TALLO:**

← 672 →		Horas Totales
		← 96 →
← 576 →		Horas Desocupadas
		Horas Brutas
		← 186.8 →
← 389.3 →		Horas Paros
		Horas Netas
		Pérdida Rendimiento
← 354.2 →		Horas Trabajo
← 35.0 →		
Rendimiento	91	
Productividad	61%	

**TABLA III. Objetivos de productividad del tallo**

**FLOR Y TALLO:**

← 672 →		Horas Totales
		← 96 →
← 576 →		Horas Desocupadas
		Horas Brutas
		← 186.8 →
← 389.3 →		Horas Paros
		Horas Netas
		Pérdida Rendimiento
← 330.9 →		Horas Trabajo
← 58.4 →		
Rendimiento	85	
Productividad	57%	

**TABLA IV. Objetivos de productividad de la flor y el tallo**

**3.1.1.3 Objetivos de rendimiento**

Los objetivos de rendimiento se establecieron en base a las diferentes formas de procesar el brócoli que son solo flor, solo tallo o un mix de flor y tallo y se tomo como base los datos históricos.

Tipo de Producto	Rendimiento (%)
Flor	82
Tallo	91
Flor y Tallo	85

**TABLA V. Objetivos de Rendimiento**

**3.1.1.4 Objetivos de tiempo de paro**

Para el establecimiento del objetivo de % paros se calcularan la cantidad de minutos que la línea de brócoli congelado para en un mes.

<b>% HORAS DE PAROS ( % HP)</b>				
<b>ACTIVIDA</b>		<b>Veces</b>	<b>Min</b>	<b>Tot</b>
1.-	Arranque Inicio Semana	4	30	120
2.-	Limpieza de Cámara de	180	60	10800
3.-	Cambios de Tipo de	3	15	45
4.-	Limpieza de Fin de	4	60	240
<b>TOTAL</b>				<b>11205</b>

**TABLA VI. Objetivos de Tiempo de paro**

Una vez establecido este tiempo, se relacionara con el tiempo que la línea trabajara en un mes y de esta forma se obtendrá el objetivo de % de paros para todos los productos.

<b>Minutos de Paro</b>	11205
<b>Horas de Paro</b>	186.75
<b>Ciclo de Produccion</b>	576
<b>% HP Mensual</b>	<b>32.4%</b>

**TABLA VII. Objetivos de Paros**

### 3.1.1.5 Objetivos de pérdida de materiales

Los objetivos de pérdidas de materiales se establecieron en base a los datos históricos.

<b>Materias Primas</b>	<b>Perdida (%)</b>
<b>Flor</b>	<b>15</b>
<b>Tallo</b>	<b>22</b>
<b>Flor y Tallo</b>	<b>18</b>
<b>Materiales de empaque</b>	<b>Perdida (%)</b>
<b>Cajas</b>	<b>1</b>
<b>Bolsas</b>	<b>0.5</b>
<b>Tape</b>	<b>2</b>

**TABLA VIII. Objetivos de perdida de materiales**

### 3.1.2 Sistema para análisis de los indicadores de operación y creación de base de datos para la administración del sistema

Se creó una base de datos en Microsoft Access para el manejo de los indicadores de operación. Esta base de datos nos permitirá analizar los indicadores de operación.

La base de datos consta de 4 menús:

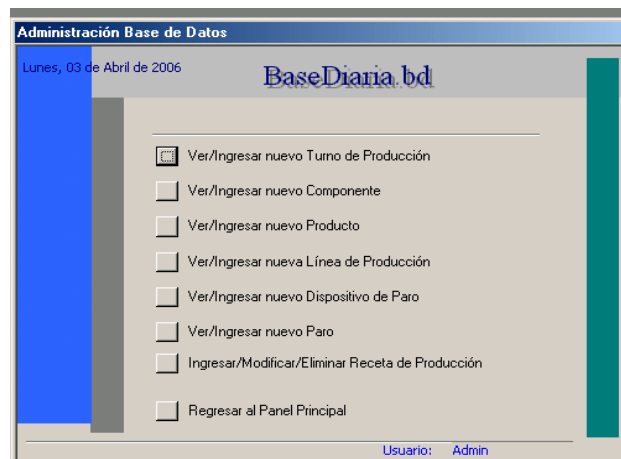
- a) Administración Base de Datos.
- b) Ingreso de datos de producción.
- c) Reporte de indicadores.
- d) Consulta de datos de la base diaria.



**FIGURA 42. ingreso de datos menú principal**

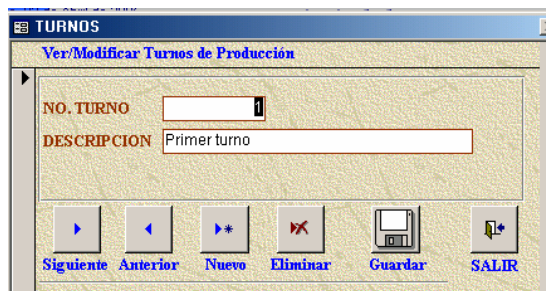
**a) Administración de Base de Datos**

En este menú es donde se colocará toda la información necesaria para parametrizar el sistema. Los pasos a seguir son:



**FIGURA 43. Administración base de datos**

a.1) Definir los turnos que se trabajarán:



**FIGURA 44. Turno a trabajar**

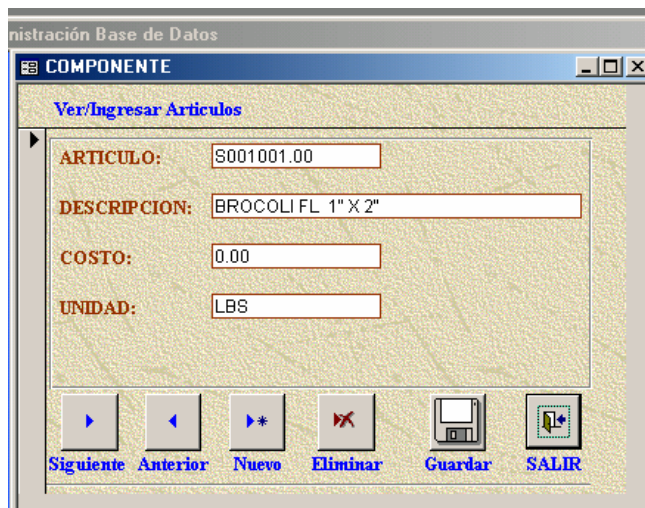
Los turnos a trabajar son:

Primer turno:       Horario de 06:00 a 18:00 horas

Segundo Turno:     Horario de 18:00 a 06:00 horas

a.2) Ingresar los componentes que se utilizaran en el proceso, tanto materias primas como materiales de empaque.

**FIGURA 45. Ingreso de componentes**



The screenshot shows a window titled 'COMPONENTE' with a sub-header 'Ver/Ingresar Articulos'. The form contains the following fields:

ARTICULO:	S001001.00
DESCRIPCION:	BROCOLI FL 1" X 2"
COSTO:	0.00
UNIDAD:	LBS

At the bottom of the window, there are six buttons: 'Siguiete' (with a right arrow), 'Anterior' (with a left arrow), 'Nuevo' (with a right arrow and an asterisk), 'Eliminar' (with a red X), 'Guardar' (with a floppy disk icon), and 'SALIR' (with a door icon).

a.3) Definición de los artículos a producir. Los artículos a producir darán el detalle de que tipo de corte se esta produciendo y en que presentación se realizara.

**FIGURA 46. Artículo a producir**

The screenshot shows a window titled 'PRODUCTO' with the subtitle 'Ver/Ingresar Articulos'. It contains four input fields: 'ARTICULO' with the value 'T001001.00', 'DESCRIPCION' with the value 'BrCu1" x 1.5/8" 30%Paris Foods / Fine Line', 'STD\_EFICIENCIA' with the value '0.00%', and 'UNI/HORA' with the value '250'. Below the fields is a toolbar with six buttons: 'Siguiete' (right arrow), 'Anterior' (left arrow), 'Nuevo' (right arrow with asterisk), 'Eliminar' (red X), 'Guardar' (floppy disk), and 'SALIR' (exit icon).

a.4) Listar las líneas de producción a analizar. En el caso del Brócoli Congelado será la línea IQF.

The screenshot shows a window titled 'LINEAS' with the subtitle 'Ver/Ingresar nueva línea de Producción'. It contains two input fields: 'NUMERO' with the value '1' and 'NOMBRE LINEA' with the value 'IQF'. Below the fields is a toolbar with six buttons: 'Siguiete' (right arrow), 'Anterior' (left arrow), 'Nuevo' (right arrow with asterisk), 'Eliminar' (red X), 'Eliminar' (floppy disk), and 'SALIR' (exit icon).

**FIGURA 47. Ingreso de líneas**

a.5) Se llevara un registro de las causas por las cuales no se llego al objetivo y se dividirá en dispositivos y paros.

Los dispositivos dirán en forma general en que etapa del proceso fue donde ocurrió la falla.



Los paros detallarán que falló en la etapa del proceso. La estructura de cómo funcionará este punto se verá mas adelante en este capítulo. Lo importante es que en esta parte del menú del sistema deben de ser ingresados los datos.

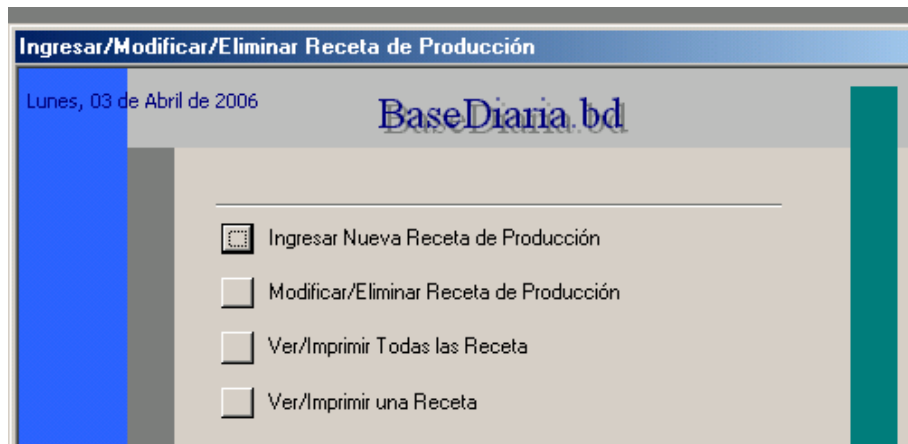


**FIGURA 48. Ingreso de paros a la base**



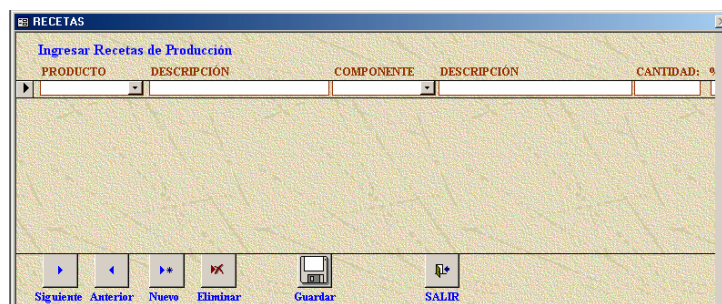
**FIGURA 49. Ingreso de paros no planificados a la base**

a.6) Por último la receta de producción.



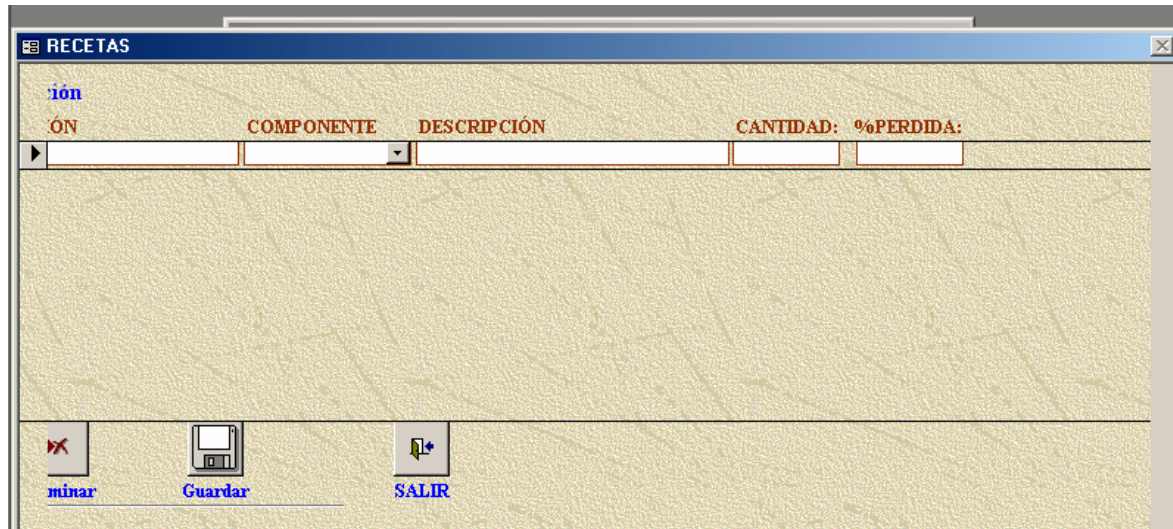
**FIGURA 50. Ingreso de receta de producción**

En el menú de recetas de elaboración, se deberá de ingresar cuales son todos los componentes que un artículo debe de llevar para la elaboración de 1 caja, desde materias primas, materiales de empaque y mano de obra.



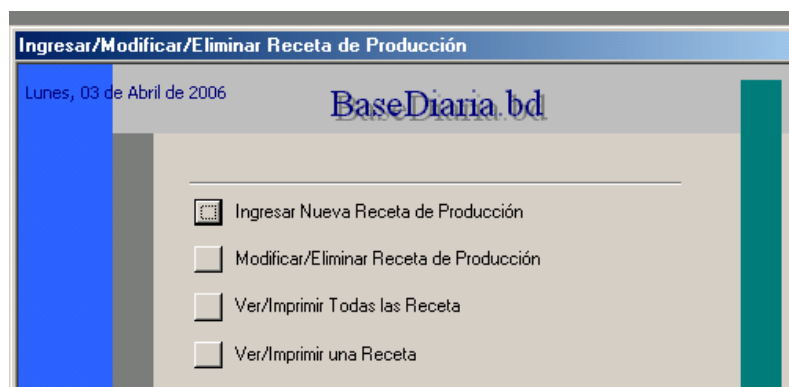
**FIGURA 51. Ingreso en detalle de receta de producción**

Además, se debe de colocar cuales son los % de pérdida que se esperan, que fueron proporcionados anteriormente en este capítulo.



**FIGURA 52. Ingreso de perdidas en receta de producción**

En el menú de recetas también se puede modificar recetas en caso exista alguna modificación y además se pueden imprimir y ver todas las recetas que están ingresadas.



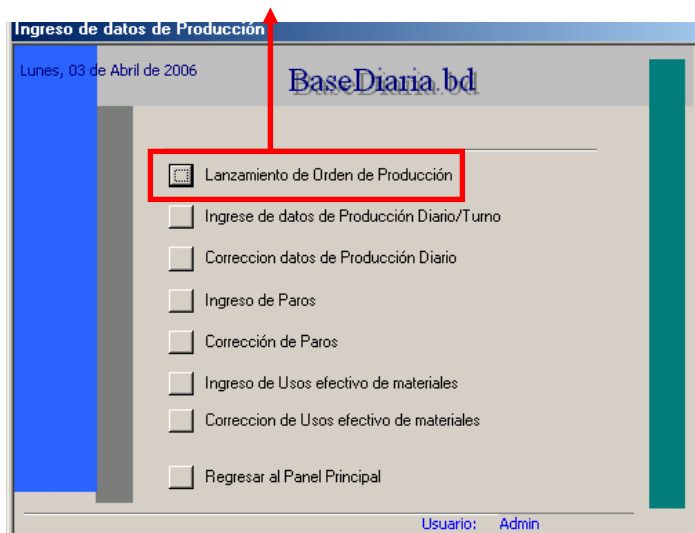
**FIGURA 53. modificación o eliminación de una receta**

**b) Ingreso de Datos de Producción**

Una vez parametrizado todo el sistema, se procede a ingresar los datos de producción. Los pasos a seguir son:

b.1) Lanzamiento de órdenes de producción.

Los indicadores funcionan por medio de órdenes de producción, por lo que el primer paso será lanzar o crear una orden de producción.



**FIGURA 54. lanzamiento de ordenes de producción**

En el lanzamiento de la orden de producción se deben de hacer los siguientes pasos:

**FIGURA 55. Ingreso del lanzamiento de la orden de producción**

- Ingreso de la orden de producción: el cual es un correlativo que se asigna diariamente por articulo producido.
- Ingreso de fecha en la cual se producirá el articulo en mención.
- El articulo a producir.
- La cantidad que se espera producir la cual es un calculo entre la productividad de la línea y las cajas por hora que se producen del articulo en mención.
- Agregar comentarios respecto de la orden de producción como por ejemplo una hora limite para que sea terminada la orden o alguna información que se desee dejar para seguimiento.

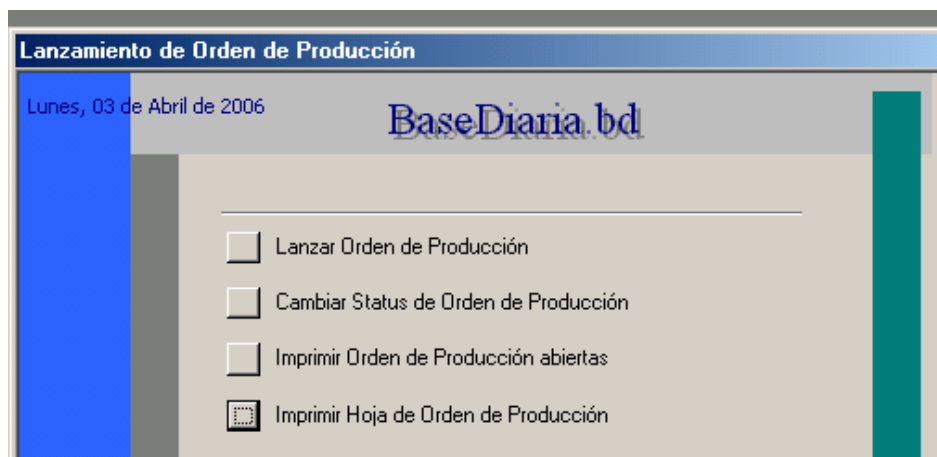
Además, las órdenes de producción deben ser medidas, para esto se

ORDEN	FECHA	ARTICULO	CANTIDAD	STATUS
			0	<input type="checkbox"/>

debe de cerrar. El proceso de cierre de la orden de producción consiste primeramente en asegurar que todos los insumos que utilizó la orden fueron ingresados, una vez se asegure esto se procede al cierre. Además, el proceso de cierre se debe de realizar diariamente.

**FIGURA 56. cambio de estado de la orden de produccion**

En el menú de lanzamiento de órdenes de producción también se pueden imprimir las que están abiertas y visualizar su evolución.



**FIGURA 57. Ingreso de datos de producción**

b.2) Ingreso de Datos de producción

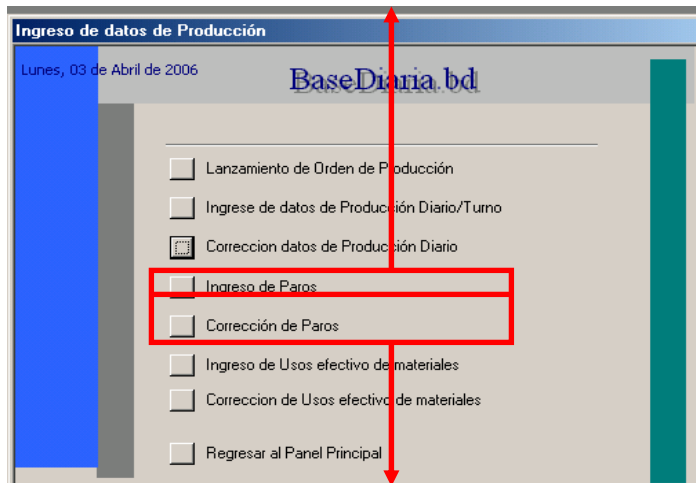
**FIGURA 58. detalle de ingresos de datos de producción**

Se deben de ingresar todos los datos mostrados en la pantalla en el momento en que el artículo se produjo.

En caso se cometa un error en el ingreso de los datos, la corrección se realizara en donde muestra el menú.

**FIGURA 59. corrección de datos de producción**

b.3) Ingreso de los paros que se tengan en línea que no permitan llegar al objetivo o al 100% de rendimiento de la línea, serán registrados de la siguiente forma:



**FIGURA 60. detalle de corrección de datos de producción**

Si en caso se ingresara mal un paro, su corrección se debe de realizar en donde muestra el menú.

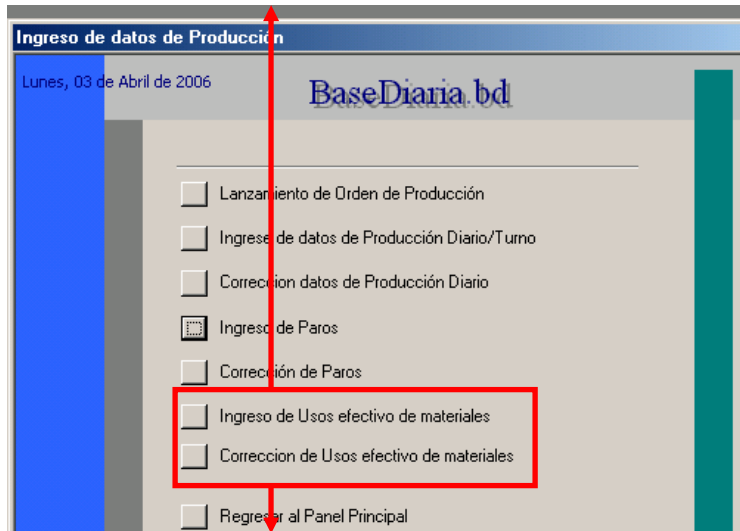
El registro de paros se elaborara como se muestra en la siguiente ventana. La estructura de paros se verá mas adelante en este capítulo.





**FIGURA 61.**

b.4) Ingreso de insumos utilizados en el proceso.



**FIGURA 62. corrección de ingreso de paros**

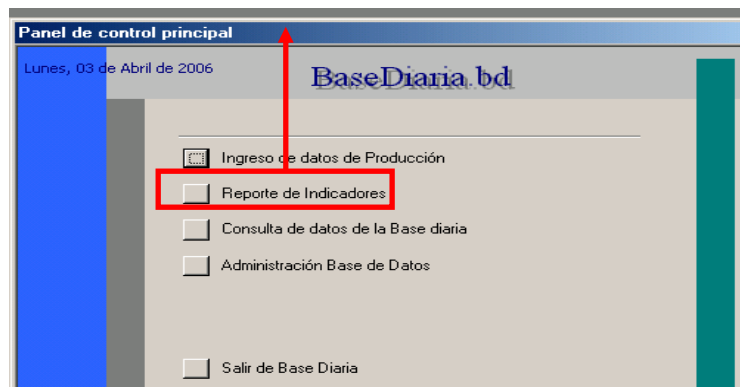
Si existiera un insumo mal ingresado su corrección se debe de realizar en donde muestra el menú.

El registro de insumos debe de incluir todos los que contiene la receta de lo contrario pudo existir una desviación en el proceso.



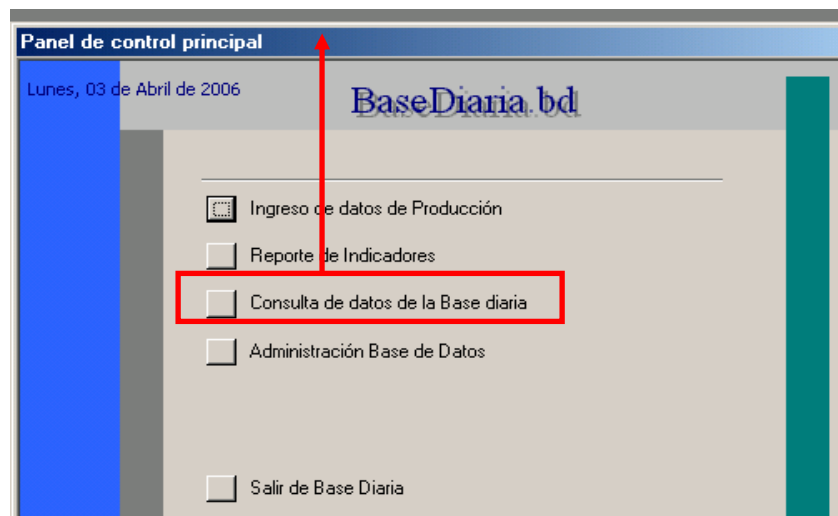
**FIGURA 63. Ingreso de utilización de materiales**

- c) El menú de reportes de indicadores se vera en el capitulo 4 en el momento en que esta funcionando el sistema conjuntamente con el proceso.



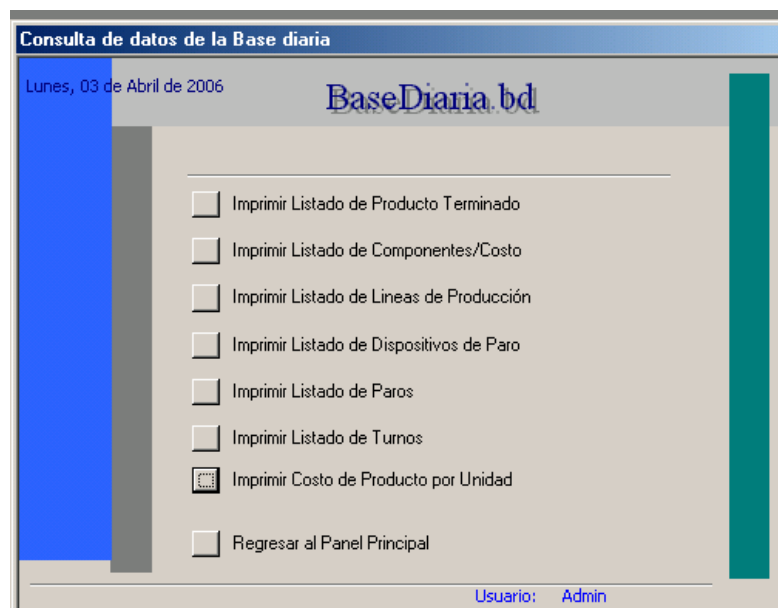
**FIGURA 64. menú de reporte de indicadores**

d) El menú de consulta de la base diaria que servirá para realizar visualizaciones o impresiones de lo que esta ingresado en la base de datos.



**FIGURA 65. consulta de la base de datos**

A continuación se muestran todas las consultas que se pueden realizar:



**FIGURA 66. diversas consultas para realizar reportes**

### **3.1.2.1 Diseño de registro de desviaciones de los objetivos de operación bajo un sistema clasificado.**

El registro de las desviaciones se realizarán en la línea cuello de botella que es la línea IQF.

Para crear la estructura de paros, hay que mencionar dos conceptos importantes. El primero es acerca de los paros.

Como vimos en el capítulo 1 los paros están divididos en planificados y no planificados, los paros planificados afectan el % de tiempo de paro y el % de productividad, los paros no planificados afectan el % de rendimiento.

Los paros se pueden dar en cualquier proceso intermedio de la línea pero al final muestran una tendencia de lo que podría estar ocurriendo, por ejemplo una línea falla mucho mecánicamente, este podría ser un indicador que la línea necesita un mantenimiento preventivo o un mantenimiento dirigido hacia la falla que esta ocurriendo.

El segundo concepto es en referencia a los dispositivos. Los dispositivos son los procesos intermedios que se dan dentro del proceso total.

De tal forma que por medio de los paros y dispositivos, se puede ver en el proceso, cual es el paro que se tiene y en que lugar específicamente esta ocurriendo.

A continuación se muestra una matriz en donde, se colocarán todos los dispositivos de la línea IQF y todos los paros y se marcará una “X” si el paro podría en determinado momento afectar el dispositivo.

En la matriz los paros planificados serán identificados en el cuello de botella que es el túnel de congelamiento.

En base a esta matriz que se presentará se cargaran los datos y posteriormente se ingresarán en la base de datos en la ventana que se muestra.

The screenshot shows a software window titled "INGRESO DATOS" with a date of "Lunes, 03 de Abril de 2006". The main title is "INGRESO DE PAROS DIARIO/TURNO". The form contains the following fields:

- ORDPROD: dropdown menu
- LINEA: dropdown menu with value "0"
- FECHA: text input field
- TURNO: dropdown menu with value "0"
- DISPOSITIVO: dropdown menu with value "0"
- CODIGO PARO: dropdown menu with value "0"
- Tiempo Planificado: text input field with value "0"
- Tiempo no Planificado: text input field with value "0"
- OBSERVACION: large text area
- INGRESAR TIEMPO EN MINUTOS: label below the text area

At the bottom, there are navigation buttons: "Siguiete", "Anterior", "Nuevo", "Eliminar", "Guardar", and "SALIR".

**Figura 67. Ingreso de paros no planificados**

## **MATRIZ DE PAROS Y DISPOSITIVOS**

**Tabla IX. Matriz de paros primera parte**

PAROS / DISPOSITIVOS	Lavadora 1	Lavadora 2	Blancher	Lavadora 3
<b>Paros Programados</b>				
Arranque inicio semana				
Limpieza de camara de congelamiento				
Cambio de Tipo de Producto				
Limpieza fin de semana				
<b>Paros Humanos</b>				
Habilidad de Personal				
Falta de Personal				
<b>Paros por Calidad</b>				
Calidad de Brocoli			X	
Calidad de Material de Empaque				
<b>Paros Organizacionales</b>				
Falta de equipos auxiliares				
Organización de Personal	X			
<b>Paros por Fallas Tecnicas</b>				
Falla Mecanica	X	X	X	X
Falla Electrica	X	X	X	X
Falta de Vapor			X	
Falta de agua para enfriamiento				X
Falta de agua	X	X	X	X
Falta de Gas para congelamiento				

**MATRIZ DE PAROS Y DISPOSITIVOS**

**Tabla X. Matriz de paros segunda parte**

PAROS / DISPOSITIVOS	Zaranda de Enfriamiento 1	Banda de Selección	Zaranda de Enfriamiento 2	Camara de Congelamiento
Paros Programados				
Arranque inicio semana				X
Limpieza de camara de congelamiento				X
Cambio de Tipo de Producto				X
Limpieza fin de semana				X
Paros Humanos				
Habilidad de Personal		X		
Falta de Personal		X		
Paros por Calidad				
Calidad de Brocoli		X		X
Calidad de Material de Empaque				
Paros Organizacionales				
Falta de equipos auxiliares		X		
Organización de Personal		X	X	
Paros por Fallas Tecnicas				
Falla Mecanica	X	X	X	X
Falla Electrica	X	X	X	X
Falta de Vapor				
Falta de agua para enfriamiento				
Falta de agua				
Falta de Gas para congelamiento				X



## MATRIZ DE PAROS Y DISPOSITIVOS

**Tabla XI. Matriz de paros tercera parte**

PAROS / DISPOSITIVOS	Clasificador de Cortes	Recepcion de Producto	Pesado de Producto	Sellado de Caja
<b>Paros Programados</b>				
Arranque inicio semana				
Limpieza de camara de congelamiento				
Cambio de Tipo de Producto				
Limpieza fin de semana				
<b>Paros Humanos</b>				
Habilidad de Personal		X	X	X
Falta de Personal		X	X	X
<b>Paros por Calidad</b>				
Calidad de Brocoli	X	X	X	
Calidad de Material de Empaque		X	X	X
<b>Paros Organizacionales</b>				
Falta de equipos auxiliares		X	X	X
Organización de Personal	X	X	X	X
<b>Paros por Fallas Tecnicas</b>				
Falla Mecanica	X	X	X	X
Falla Electrica	X	X	X	X
Falta de Vapor				
Falta de agua para enfriamiento				
Falta de agua				
Falta de Gas para congelamiento				

## MATRIZ DE PAROS Y DISPOSITIVOS

PAROS / DISPOSITIVOS	Deteccion de Metales	Empaque
<b>Paros Programados</b>		
Arranque inicio semana		
Limpieza de camara de congelamiento		
Cambio de Tipo de Producto		
Limpieza fin de semana		
<b>Paros Humanos</b>		
Habilidad de Personal		X
Falta de Personal		X
<b>Paros por Calidad</b>		
Calidad de Brocoli		
Calidad de Material de Empaque		X
<b>Paros Organizacionales</b>		
Falta de equipos auxiliares		X
Organización de Personal	X	X
<b>Paros por Fallas Tecnicas</b>		
Falla Mecanica	X	X
Falla Electrica	X	X
Falta de Vapor		
Falta de agua para enfriamiento		
Falta de agua		
Falta de Gas para congelamiento		

**Tabla XII. Matriz de paros cuarta parte**

## **3.2 Equipo clasificador de cortes**

Como su nombre lo indica, este equipo tiene como objetivo separar diferentes medidas de corte del brócoli. Actualmente se tiene un equipo clasificador de cortes instalado previo a la operación de empaque y su función es eliminar los cortes menores de lo que el cliente a especificado, lo cual es muy efectivo para garantizar la calidad del producto en lo que se refiere a su tamaño.

La propuesta ahora, es instalar otro equipo igual a éste, solo que en el inicio del proceso de la línea de congelado, el objetivo será eliminar las partículas con medidas inferiores de la medida que el cliente esta requiriendo. El hecho de eliminar estas partículas en el inicio del proceso nos traerá los siguientes beneficios:

### **1. Incremento de la productividad**

La productividad se incrementa debido a que el control de libras por hora se puede llevar solo en el inicio del proceso. Esto origina que el producto que no esta acorde a la medida se elimina en alguna etapa del proceso y por lo tanto se pierde productividad.

### **2. Menores tiempos de limpieza en la línea**

El brócoli después de haber sido preparado le quedan unas partículas llamadas morusa, las cuales tienen medidas inferiores a 5 –5 mm. Estas partículas durante todo el proceso se van quedando

pegadas a las paredes de los equipos o a las bandas transportadoras lo que origina que cuando hay que realizar la limpieza esto se haga mucho mas difícil.

### **3. Menor desgaste en los equipos**

Nuevamente las partículas llamadas morusa, tienen una acción directa sobre el desgaste de los equipos, ya que estas por su pequeño tamaño se incrustan dentro de los sprocket de las bandas de transporte del brócoli desgastándolos, además se introduce en los motores desgastando los ejes o eliminando la lubricación.

### **4. Mejoramiento de la calidad del producto**

Mejora la calidad del producto, ya que actualmente se tiene un equipo de personal que selecciona visualmente el producto sobre una banda de inspección, este personal actualmente tiene que eliminar todo el brócoli que va fuera de la medida de lo que el cliente requiere, la instalación del equipo clasificador de cortes eliminaría esta inspección y por lo tanto el personal de esta área podría enfocar su inspección a otras causas de no calidad como lo es detección de gusanos, partículas extrañas o producto dañado por una acción mecánica.

Estas son las razones principales por la que el equipo clasificador de cortes debe ser instalado en el inicio de la línea de brócoli congelado.

Ahora que están listadas las razones por las cuales se debe de instalar el equipo, se procederá a la descripción de todas las condiciones que se deben de dar para que su funcionamiento sea efectivo y seguro.

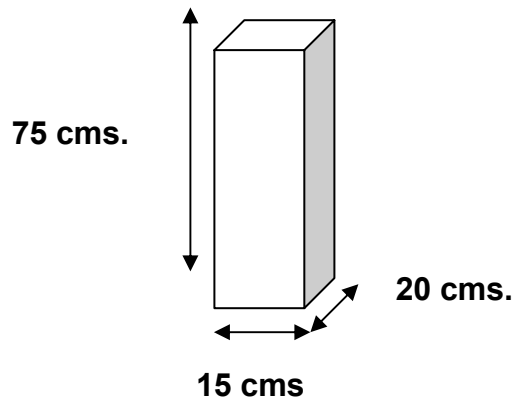
### **3.2.1 Descripción, condiciones y aspectos necesarios para el montaje del equipo**

El equipo a montar es el que se muestra a continuación :



**FIGURA 68. Equipo Clasificador de cortes**

Para instalar el equipo se realizara un cimiento de concreto con las siguientes medidas:



**Figura 69. Cimiento para clasificador de cortes**

El objetivo es anclar el equipo de una forma segura en sus cuatro extremos.

Dentro de este cimiento se colocará una biga que se sujetará a la estructura del equipo por medio de 4 tornillos de hierro forjado de 5/8" de ancho, por 2" de largo, a continuación se muestra la forma de instalación:



**FIGURA 70. Cimiento colocado para clasificador de cortes**

El equipo posee una estructura de hierro negro, sobre el cual está fijada una estructura de acero inoxidable dentro de la cual van los tamices desmontables y las tolvas de salida del producto, así como una estructura para poder pararse alrededor del equipo .



**FIGURA 71. Caminamiento clasificador de cortes**

Esta estructura de acero inoxidable se sujeta a la estructura de hierro negro en los extremos y a lo largo con tornillos de 5/8" de ancho y 2" de largo y va sujeta de la siguiente forma:



**FIGURA 72. Herramientas de sujeción**

Los tamices de la estructura de acero inoxidable son desmontables y van sujetos por medio del siguiente mecanismo.



**FIGURA 73. Tamices de clasificador de cortes**

Tres son los tamices sobre la estructura de acero inoxidable, los cuales tienen cada uno su tolva inferior de salida, en donde se puede recibir el producto que no es apto para el proceso en recipientes plásticos.





**FIGURA 74. Tamices de clasificador de cortes con brócoli**



**Figura 75. Tolvas de descarte**

Además el equipo consta de amortiguadores en todo el extremo del equipo.



**Figura 76. Amortiguadores equipo clasificador de cortes**

Por último el equipo funciona por medio de un motor de 2 HP y 440 voltios y va instalado en la parte inferior del equipo, junto con un mecanismo de biela manivela que es el que genera la vibración. A continuación se puede observar su instalación.



**Figura 77. Motor clasificador cortes**

### **3.2.2 Operación del equipo.**

El equipo funciona por medio del botón de accionamiento del motor eléctrico colocado en el panel principal.

El equipo deberá ser abastecido con brócoli recortado el cual en su recorrido por los tamices ira eliminando lo que no esta acorde a las medidas del tamiz.

Los tamices se deben de reemplazar acorde al tipo de corte que se esta trabajando.

Los tamices a colocar lo determinará la medida inferior del corte requerido por el cliente, esta medida inferior deberá ser mayor a la medida del tamiz colocado, los diámetros de los tamices serán los siguientes:

- 28mm
- 18mm
- 13mm
- 8 mm

Al finalizar la operación, se deberá de desactivar el botón de accionamiento del motor eléctrico, colocado en el panel principal y se deberá de dejar el equipo completamente limpio.

La limpieza del equipo será establecida acorde a las limpiezas establecidas para el proceso.

### **3.2.3 Mantenimiento preventivo**

El equipo se debe de lubricar en todas las partes que tengan movimiento. El lubricante a utilizar deberá de tener una buena protección contra la corrosión, una excelente estabilidad a la oxidación y al envejecimiento y además deberá de ser neutro hacia las pinturas y mayor parte de los plásticos.

La lubricación de todas las partes deberá de ser revisada diariamente y ajustada según las necesidades.

El mantenimiento del motor de accionamiento y de su mecanismo de biela manivela deberá de realizarse cada 2,000 horas con personal calificado.

Además por ser un equipo de vibración, todos los tornillos de sujeción deberán de ser cambiados con una frecuencia de 2,000 horas, con el objetivo de asegurar que no falle el equipo durante la operación.

### **3.2.4 Instrumentación**

La instrumentación que se debe de tener es la siguiente:

- Un juego completo de llaves cola en sistema americano.
- Un juego completo de llaves de copa en sistema americano.
- Un Rach.
- Un desarmador de castigador.
- Un desarmador tipo Philips.
- Un martillo con cabeza de hule.
- Un juego completo de llaves allen en sistema americano.
- Un alicate.
- Una pinza para cortar cable.
- Una pinza para recoger piezas.
- Una regla de 30 cms.

Con este equipo será posible la manutención del equipo clasificador de cortes.

### **3.2.5 Aspectos de seguridad industrial**

Las medidas de precaución que se deben de tomar previo al arranque son:

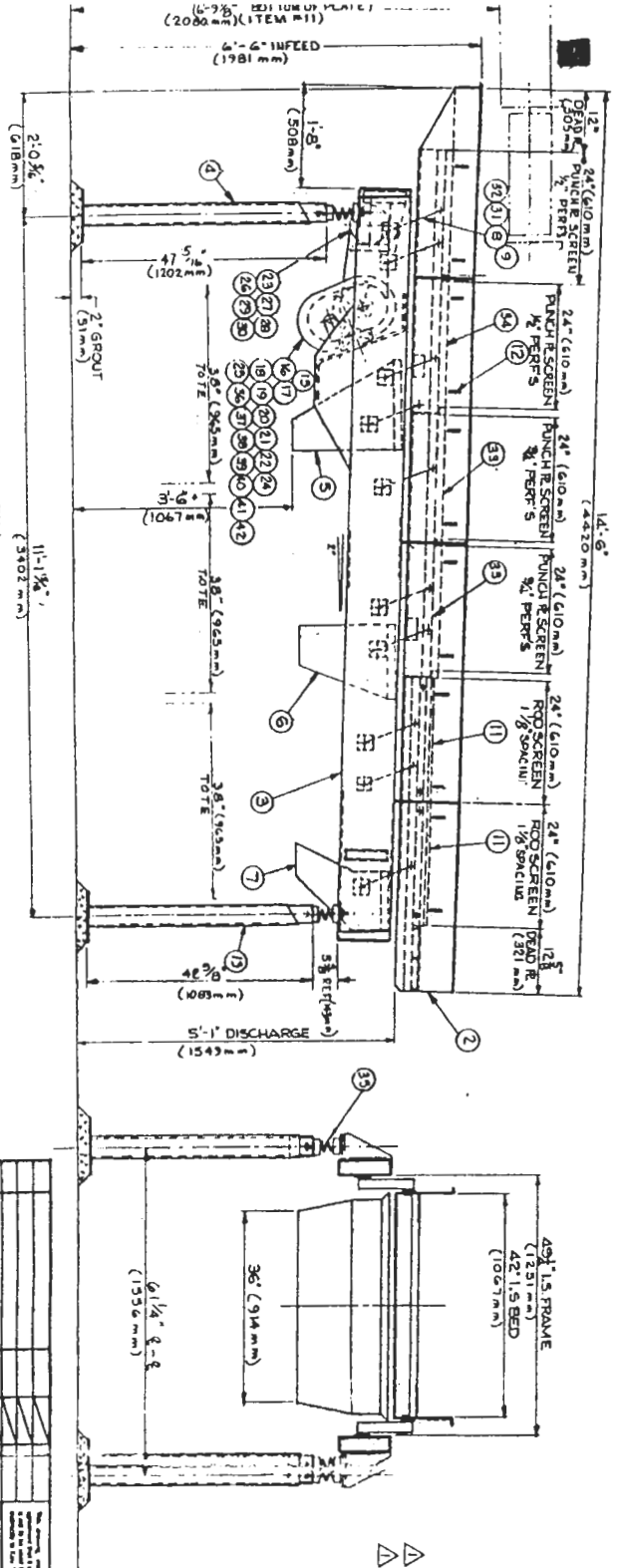
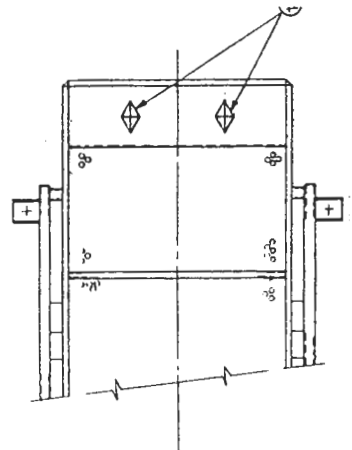
Verificar que la guarda del motor este colocada y que todas las piezas estén correctamente sujetadas.

Medidas de precaución durante la producción:

- Bajo ningún concepto deberán tocarse las piezas que están en movimiento.
- Debe de prestarse atención a ruidos sospechosos. Si en caso se escucha, detener el equipo y hacer una revisión total.
- Al finalizar la utilización del equipo, asegurarse que se encuentre debidamente apagado.
- Durante el mantenimiento del equipo se debe de tener especial cuidado, ya que las protecciones podrían no estar colocadas por lo que el personal para realizar este mantenimiento debe estar calificado para la operación.

### **3.2.6 Inventario de repuestos**

Los repuestos que se deben de tener disponibles deben estar acorde a las recomendaciones dadas por el proveedor, a continuación el diagrama que indica la lista de materiales.



ITEM NO. QTY. REC. PARTING NO. DESCRIPTION MATL

1		42211	ASSEMBLY	SS
2	1	42521-1	BED WELDMENT	SS
3	1	42531-1	FRAME WELDMENT	MS
4	2	4011-62	PEDESTAL A-47 5/16"	MS
5	1	4291-1	CHUTE B x 44 1/2"	SS
6	1	4291-2	CHUTE	SS
7	1	4291-3	CHUTE	SS
8	10	40228-1	ARM ASSY R.H. (2) S568	S.S.
9	10	40328-9	ARM ASSY L.H. (2) S563	S.S.
10	34	40085-2	DR ARM SPRING 12"	
11	2	4291-5	ROD SCREEN 42' x 24 1/2' S.S.	
12	24	40221-1	CLAMP TOGGLE, Q.C.	S.S.
13	2	40111-68	PEDESTAL A-42 5/8" M.S.	
14	2	40511-4	ROD (SHIP LOOSE)	S.S.
15	1	01017	150-DRIVE LG (3) S.F.M.	
16	1	40641-3	WT GUARD - MDR DRIVE	
17	1	40641-3-1	WT GUARD - DRIVE SHLDR, R/L	
18	1	40641-3-1-0	BELT GUARD ASSY	
19	4	001316	BOLT 1/4" X 3/8" (IN 2) 2"	PTO
20	4	001317	LOCKWASHER 5/16"	PTO
21	4	00117	NUT HEX 3/4" - 11"	PTO
22	4	01304	ISO GRINDER REPAIR KIT 1/4"	
23	1	01304	ISO DRIVE WT 2.10	
24	1	03583	SHAFT 1 1/2" VP 20 S & W	
25	1	00575	BUSHING, M 7/8"	
26	1	00567	SHIFTER, BK COM	
27	1	00417	MOTOR TOSHIBA 1 HP	
28	1	00417	MOTOR TOSHIBA 1 HP	
29	4	00141	BOLT CARB. 1/2" x 1 1/2"	SS
30	4	00115	NUT, HEX. 1 1/2"	SS
31	4	00116	LOCKWASHER 1 1/2"	SS
32	40	40739-4	BOLT DRIVE 3/8 - 16 x 2 1/2"	SS
33	2	00411	SPRINT PUNCHER 3/4"	SS
34	2	40165-1	SCREEN, PUNCHER 2"	SS
35	4	40175-3	ALC SPRING ASSY, 4" x 7"	
36	4	00176	ALC SPRING - 7" (LUBE)	
37	2	00298	BOLT, HH, 1/4 - 20 x 1 1/2"	SS
38	4	00329	BOLT, HH, 1/4 - 20 x 1"	SS
39	4	00380	LOCKWASHER 3/4"	SS
40	10	00317	NUT, HEX. 1/4 - 20	SS
41	10	00410	BOLT, HEX. 3/4 - 16 x 5/8"	SS
42	12	00415	FLATWASHER 3/4" x 5/8"	SS
43	12	00416	LOCKWASHER 3/4" x 5/8"	SS

\* 3 SPRING, AIRM  
 DWGS THIS SET: 402262, 402263, 402264, 41111, 401649, 400651, 512, 42544, 512

**SPECS**  
 PRODUCT: VEGETABLES  
 CONSTRUCTION: SMOOTH S.S. BED, SCREENS, MOTOR PAPER  
 REDUCT: 705"  
 FRAME WGT: 1180"  
 DESIGN RPM: 724 STROKE: 36"

**BIL OF MATERIALS**

**KEY**  
 ISO-FLO GRADER  
 42' x 14.6'  
 ASSEMBLY

REV	DATE	BY	CHK	DESCRIPTION
5	7/14/01	CULIAGRO		PISTON
4	10/16/01	2388 DVM		DATE
3	10/16/01	2388 DVM		DATE
2	10/16/01	2388 DVM		DATE
1	10/16/01	2388 DVM		DATE

ASSEMBLY (3402 mm)  
 (218 mm)

## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PROPUESTO**

El nuevo sistema de control de producción propuesto proporcionará un método basado en la medición de los indicadores de operación y utilización efectiva de los materiales.

Estos indicadores serán medidos, controlados y monitoreados a través de una base de datos, la cual genera diferentes reportes que servirán como herramienta para determinar si el proceso esta bajo control.

### **4.1 Ensayo del nuevo sistema de control de producción**

El ensayo del sistema de control de producción se realizó para los meses de septiembre y octubre del 2005.

Los datos ingresados fueron:

- 1) 2 Turnos de Producción.
- 2) 25 Componentes conformados por materias primas, materiales de empaque y mano de obra.
- 3) 92 Productos terminados con sus diferentes estándares de rendimiento y cajas por hora.
- 4) 1 Línea de producción.



- 5) 14 Dispositivos para la clasificación de paros.
- 6) 22 Paros
- 7) 92 Recetas de producción las cuales tienen entre 5 y 6 componentes. Las recetas tienen el detalle de consumo por caja en lo que se refiere a materiales de empaque, materia prima y mano de obra.
- 8) 116 Ordenes de producción.
- 9) 472 Ingresos de producción.
- 10) 521 Ingresos de paros planificados y no planificados
- 11) 965 Utilizaciones de materiales de empaque, materia prima y mano de obra en las órdenes de producción.

## **4.2 Control del Proceso**

Con los datos ingresados se medirán los indicadores de operación y la utilización efectiva de materiales y además se describirá la forma en la que se realizará el control del proceso.

### **4.2.1 Medición de indicadores claves de operación**

Se iniciará con la medición de los indicadores claves de operación los cuales son: Productividad, Rendimiento, Paros y Cumplimiento.

El control de producción de estos indicadores, se realizará por medio del reporte que se genera en la base de datos.

Este reporte deberá de ser generado diaria, semanal y mensualmente para conocer el desarrollo de los indicadores de operación.

El objetivo de realizarlo bajo estas frecuencias es ver la evolución de los resultados.

**El reporte diario** nos dará la pauta para tomar decisiones de ejecución inmediata que se deberán de reflejar al siguiente día.

**El reporte semanal** mostrará una evolución de los resultados y de las principales causas que están afectando el proceso. Por medio de este se tomaran decisiones de mediano plazo que se verán en los resultados del mes.

**El reporte mensual** mostrará si las acciones que se toman a mediano plazo están contribuyendo en el resultado final y por lo tanto, mejorando los costos de operación. De la evolución de los resultados del reporte mensual, se pueden tomar decisiones a largo plazo para mejorar la operación.

El reporte es generado en la base datos como se indica a continuación:

**Figura 78. Reporte de indicadores por producto:**



**CARACTERÍSTICAS:**

1. Resultados de indicadores de operación efectivos.
2. Resultados por producto en un rango determinado
3. Resultado total de los indicadores del rango indicado.

A continuación se presentaran los resultados de los meses de septiembre y octubre del 2005.

### 4.2.1.1) Productividad

Del : 01/09/2005 Al: 30/09/2005

LINEA	PRODUCTO	% Productividad	% Rend.	% Paro	Producción			Variación.
					Lanzada	Efectivo	% Cump	
<b>IQF</b>								
BR.FL.1"	- 1 5/8".25LIBRAS	54 %	86 %	37 %	295	393	67 %	98
BR.CU.1	1/4" - 1 3/4" 35%.23L	5 %	89 %	95 %	11	13	83 %	2
BR.CU.1"	- 2" 50%HM.30LIBR	83 %	83 %	0 %	11	13	82 %	2
BR.CU.1"	- 2" 30% HM.30LIB	55 %	77 %	29 %	4689	5156	90 %	467
BR.CU.1"	- 2" 25% HM.26LIB	81 %	81 %	0 %	5	6	85 %	1
BR.FL.1"	- 2".25LIBRAS	41 %	81 %	50 %	963	1162	79 %	199
BR.CU.1"	- 1 5/8" 40% HM.11	44 %	68 %	36 %	30	36	79 %	6
BR.CU.1"	- 1 5/8" 35%HM.115	45 %	57 %	21 %	35	35	99 %	0
BR.CU.1"	- 50% HM.40LIBRA	70 %	92 %	24 %	1671	1831	90 %	160
BR.CU.1"	- 1 5/8" 30%HM.20	35 %	60 %	42 %	327	349	93 %	22
BR.CU.1"	- 60"% HM.40LIBRA	65 %	89 %	27 %	857	1038	79 %	182
BR.CU.1"	- 1 1/2" 40%HM.25L	71 %	95 %	25 %	3133	3693	82 %	560
BR.CU.1"	- 1 1/2" 35%HM.40L	60 %	88 %	32 %	869	1040	80 %	171
BR.FL.1"	- 1 3/4".1050LIBRA	47 %	80 %	41 %	52	61	83 %	9
BR.FL.1"	- 1 3/4".25LIBRAS	89 %	89 %	0 %	60	78	71 %	18
BR.FL.1"	.25LIBRAS	41 %	83 %	50 %	167	214	72 %	47
BR.FL.1	3/8" - 2 1/4".25LIBRA	54 %	82 %	35 %	1353	1718	73 %	365
BR.CU.1	1/4" - 1 3/4" 35%.115	71 %	83 %	15 %	46	50	91 %	4
BR.CU.1"	- 1 5/8" 35%HM.20L	61 %	78 %	22 %	6518	9077	61 %	2559
BR.FL.20-40MM	.25LIBRAS	81 %	81 %	0 %	156	187	80 %	31
BR.FL.30 - 50MM.	.25LIBRAS	87 %	87 %	0 %	23	32	63 %	9
BR.FL.30 - 50MM.	.10KILOGR	45 %	71 %	36 %	1408	1575	88 %	167
BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".	.40LIBRA	50 %	91 %	46 %	111	167	50 %	56
BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".	.35LIBRA	63 %	85 %	26 %	2475	3460	60 %	985
BR.FL.3/4" - 1 1/2".	.35LIBRAS	45 %	82 %	44 %	1121	1343	80 %	222
BR.FL.3/4" - 1 1/2".	.25LIBRAS	77 %	77 %	0 %	59	66	87 %	7
BR.FL.20-40mm / 20-50mm.	.1	38 %	62 %	38 %	2830	2337	83 %	-494
BR.FL.20-40MM.	.30LIBRAS	66 %	85 %	23 %	997	1254	74 %	257
BR.FL.30 - 50MM.	.1000LIBRA	53 %	75 %	30 %	244	291	81 %	46
BR.FL.20-38mm .	.25LIBRAS	57 %	70 %	19 %	4495	5052	88 %	557
BR.CU.20-38 50%HM.	.12KIL	52 %	82 %	37 %	1419	1789	74 %	370
BR.CU.20-38 33%HM.	.14KIL	48 %	70 %	31 %	1588	1697	93 %	108
BR.FL.15 - 38MM.	.35LIBRAS	99 %	99 %	0 %	107	133	75 %	26
BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".	.40LIB	52 %	70 %	26 %	7299	6571	90 %	-727
BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".	.35LIB	31 %	76 %	60 %	56	55	98 %	-1
BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".	.30LIB	70 %	70 %	0 %	203	182	89 %	-21
BR.FL.20-40MM.	.1000LIBRAS	62 %	82 %	24 %	30	36	78 %	6
<b>OBJETIVO</b>		<b>55.0 %</b>	<b>81.0 %</b>	<b>32.4%</b>				
<b>EFFECTIVO</b>		<b>54.9%</b>	<b>77.1%</b>	<b>28.8%</b>				

Producción Total General			
Lanzado	Efectivo	% Cump	Variación.
45906	52221	86.2%	6315.76

Tabla XIII Reporte de Productividad Septiembre

Del : 01/10/2005      A: 31/10/2005

LINEA	PRODUCTO	%Productividad	%Rend.	%Paro	Producción			
					Lanzada	Efectivo	% Cump	Variación.
<b><i>IQF</i></b>								
	BR.FL.15 - 30MM.10KILOGR	71%	93%	23%	1885	2385	73%	500
	BR.FL.1 1/4" - 2".1000LIBRAS	100%	100%	0%	4	7	31%	3
	BR.FL.1 3/8" - 2 1/4".25LIBRA	61%	82%	26%	1418	1804	73%	386
	BR.FL.1".25LIBRAS	8%	100%	92%	15	23	46%	8
	BR.FL.1" - 1 3/4".1050LIBRA	22%	89%	75%	3	4	71%	1
	BR.FL.1" - 1 1/2".1050LIBRAS	54%	89%	39%	26	34	72%	8
	BR.CU.1" - 1 1/2" 35%HM.30L	42%	56%	24%	2161	1643	76%	-518
	BR.FL.1" - 1 5/8".25LIBRAS	12%	85%	86%	29	38	69%	9
	BR.CU.1" - 1 5/8" 40% HM.30	41%	57%	28%	1353	1377	98%	23
	BR.FL.1" - 2".25LIBRAS	38%	71%	46%	1088	1150	94%	62
	BR.CU.1" - 2" 25% HM.30LIB	27%	69%	60%	311	304	98%	-7
	BR.CU.1" - 60"% HM.30LIBRA	100%	100%	0%	20	27	64%	7
	BR.CU.1" - 60"% HM.40LIBRA	59%	90%	34%	826	1015	77%	190
	BR.CU.1 1/4" - 1 3/4" 35%.115	61%	100%	39%	6	8	68%	2
	BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".40LIB	52%	72%	28%	6500	6045	93%	-454
	BR.FL.30 - 50MM.1000LIBRA	39%	70%	44%	24	26	90%	2
	BR.FL.15 - 30MM.25LIBRAS	88%	88%	0%	3	4	81%	1
	BR.FL.2 1/2" - 3 1/2".25LIBRA	61%	61%	0%	63	47	75%	-16
	BR.FL.20-38mm .25LIBRAS	61%	71%	13%	2602	2952	87%	350
	BR.FL.20-40MM.10KILOGRA	62%	89%	30%	947	1252	68%	305
	BR.FL.20-40MM.30LIBRAS	80%	80%	0%	146	172	82%	26
	BR.FL.3/4" - 1 1/2".25LIBRAS	53%	89%	40%	398	521	69%	123
	BR.FL.3/4" - 1 1/2".35LIBRAS	45%	74%	39%	2645	2866	92%	221
	BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".35LIBRA	59%	81%	27%	8202	10962	66%	2760
	BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".40LIBRA	66%	92%	28%	951	1436	49%	485
	BR.FL.30 - 50MM.10KILOGR	52%	80%	34%	2950	3710	74%	760
	BR.FL.30 - 50MM.25LIBRAS	43%	77%	45%	320	388	79%	68
	BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".30LIB	76%	76%	0%	141	137	97%	-4
<b>OBJETIVO</b>		<b>55.0%</b>	<b>81.0%</b>	<b>32.4%</b>				
<b>EFFECTIVO</b>		<b>53.6%</b>	<b>77.4%</b>	<b>30.7%</b>				

Producción Total General			
Lanzado	Efectivo	% Cump	Variación.
35069	40397	84.8%	5327.38

**Tabla XIV. Reporte de productividad de octubre**

Como se puede ver en los resultados del mes de septiembre y octubre del 2005, no se alcanzaron los objetivos del indicador de Productividad las causas y las acciones a tomar se verán en el capítulo 5.

## 4.2.1.2 Rendimiento

Del : 01/09/2005 Al: 30/09/2005

LINEA	PRODUCTO	% Productividad	% Rend.	% Paro	Producción			Variación.
					Lanzada	Efectivo	% Cump	
<b>IQF</b>								
BR.FL.1"	- 1 5/8".25LIBRAS	54 %	86 %	37 %	295	393	67 %	98
BR.CU.1	1/4" - 1 3/4" 35%.23L	5 %	89 %	95 %	11	13	83 %	2
BR.CU.1"	- 2" 50%HM.30LIBR	83 %	83 %	0 %	11	13	82 %	2
BR.CU.1"	- 2" 30% HM.30LIB	55 %	77 %	29 %	4689	5156	90 %	467
BR.CU.1"	- 2" 25% HM.26LIB	81 %	81 %	0 %	5	6	85 %	1
BR.FL.1"	- 2".25LIBRAS	41 %	81 %	50 %	963	1162	79 %	199
BR.CU.1"	- 1 5/8" 40% HM.11	44 %	68 %	36 %	30	36	79 %	6
BR.CU.1"	- 1 5/8" 35%HM.115	45 %	57 %	21 %	35	35	99 %	0
BR.CU.1"	- 50% HM.40LIBRA	70 %	92 %	24 %	1671	1831	90 %	160
BR.CU.1"	- 1 5/8" 30%HM.20	35 %	60 %	42 %	327	349	93 %	22
BR.CU.1"	- 60% HM.40LIBRA	65 %	89 %	27 %	857	1038	79 %	182
BR.CU.1"	- 1 1/2" 40%HM.25L	71 %	95 %	25 %	3133	3693	82 %	560
BR.CU.1"	- 1 1/2" 35%HM.40L	60 %	88 %	32 %	869	1040	80 %	171
BR.FL.1"	- 1 3/4".1050LIBRA	47 %	80 %	41 %	52	61	83 %	9
BR.FL.1"	- 1 3/4".25LIBRAS	89 %	89 %	0 %	60	78	71 %	18
BR.FL.1"	.25LIBRAS	41 %	83 %	50 %	167	214	72 %	47
BR.FL.1	3/8" - 2 1/4".25LIBRA	54 %	82 %	35 %	1353	1718	73 %	365
BR.CU.1	1/4" - 1 3/4" 35%.115	71 %	83 %	15 %	46	50	91 %	4
BR.CU.1"	- 1 5/8" 35%HM.20L	61 %	78 %	22 %	6518	9077	61 %	2559
BR.FL.20-40MM	25LIBRAS	81 %	81 %	0 %	156	187	80 %	31
BR.FL.30 - 50MM.25LIBRAS		87 %	87 %	0 %	23	32	63 %	9
BR.FL.30 - 50MM.10KILOOR		45 %	71 %	36 %	1408	1575	88 %	167
BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".40LIBRA		50 %	91 %	46 %	111	167	50 %	56
BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".35LIBRA		63 %	85 %	26 %	2475	3460	60 %	985
BR.FL.3/4" - 1 1/2".35LIBRAS		45 %	82 %	44 %	1121	1343	80 %	222
BR.FL.3/4" - 1 1/2".25LIBRAS		77 %	77 %	0 %	59	66	87 %	7
BR.FL.20-40mm / 20-50mm.1		38 %	62 %	38 %	2830	2337	83 %	-494
BR.FL.20-40MM.30LIBRAS		66 %	85 %	23 %	997	1254	74 %	257
BR.FL.30 - 50MM.1000LIBRA		53 %	75 %	30 %	244	291	81 %	46
BR.FL.20-38mm .25LIBRAS		57 %	70 %	19 %	4496	5052	88 %	557
BR.CU.20-38 50%HM.12KIL		52 %	82 %	37 %	1419	1789	74 %	370
BR.CU.20-38 33%HM.14KIL		48 %	70 %	31 %	1588	1697	93 %	108
BR.FL.15 - 38MM.35LIBRAS		99 %	99 %	0 %	107	133	75 %	26
BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".40LIB		52 %	70 %	26 %	7299	6571	90 %	-727
BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".35LIB		31 %	76 %	60 %	56	55	98 %	-1
BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".30LIB		70 %	70 %	0 %	203	182	89 %	-21
BR.FL.20-40MM.1000LIBRAS		62 %	82 %	24 %	30	36	78 %	6
<b>OBJETIVO</b>	<b>55.0 %</b>	<b>81.0 %</b>	<b>32.4%</b>					
<b>EFFECTIVO</b>	<b>54.9%</b>	<b>77.1%</b>	<b>28.8%</b>					

Producción Total General			
Lanzado	Efectivo	% Cump	Variación.
45906	52221	86.2%	6315.76

Tabla XV. Reporte rendimiento septiembre

Del : 01/10/2005

Al:

31/10/2005

LINEA	PRODUCTO	% Productividad	% Rend.	% Paro	Producción			
					Lanzada	Efectivo	% Cump	Variación.
<b>IQF</b>								
BR.FL.15 - 30MM.10KILOGR		71%	93%	23%	1885	2385	73%	500
BR.FL.1 1/4" - 2".1000LIBRAS		100%	100%	0%	4	7	31%	3
BR.FL.1 3/8" - 2 1/4".25LIBRA		61%	82%	26%	1418	1804	73%	386
BR.FL.1".25LIBRAS		8%	100%	92%	15	23	46%	8
BR.FL.1" - 1 3/4".1050LIBRA		22%	89%	75%	3	4	71%	1
BR.FL.1" - 1 1/2".1050LIBRAS		54%	89%	39%	26	34	72%	8
BR.CU.1" - 1 1/2" 35%HM.30L		42%	56%	24%	2161	1643	76%	-518
BR.FL.1" - 1 5/8".25LIBRAS		12%	85%	86%	29	38	69%	9
BR.CU.1" - 1 5/8" 40% HM.30		41%	57%	28%	1353	1377	98%	23
BR.FL.1" - 2".25LIBRAS		38%	71%	46%	1088	1150	94%	62
BR.CU.1" - 2" 25% HM.30LIB		27%	69%	60%	311	304	98%	-7
BR.CU.1" - 60% HM.30LIBRA		100%	100%	0%	20	27	64%	7
BR.CU.1" - 60% HM.40LIBRA		59%	90%	34%	826	1015	77%	190
BR.CU.1 1/4" - 1 3/4" 35%.115		61%	100%	39%	6	8	68%	2
BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".40LIB		52%	72%	28%	6500	6045	93%	-454
BR.FL.30 - 50MM.1000LIBRA		39%	70%	44%	24	26	90%	2
BR.FL.15 - 30MM.25LIBRAS		88%	88%	0%	3	4	81%	1
BR.FL.2 1/2" - 3 1/2".25LIBRA		61%	61%	0%	63	47	75%	-16
BR.FL.20-38mm .25LIBRAS		61%	71%	13%	2602	2952	87%	350
BR.FL.20-40MM.10KILOGRA		62%	89%	30%	947	1252	68%	305
BR.FL.20-40MM.30LIBRAS		80%	80%	0%	146	172	82%	26
BR.FL.3/4" - 1 1/2".25LIBRAS		53%	89%	40%	398	521	69%	123
BR.FL.3/4" - 1 1/2".35LIBRAS		45%	74%	39%	2645	2866	92%	221
BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".35LIBRA		59%	81%	27%	8202	10962	66%	2760
BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".40LIBRA		66%	92%	28%	951	1436	49%	485
BR.FL.30 - 50MM.10KILOGR		52%	80%	34%	2950	3710	74%	760
BR.FL.30 - 50MM.25LIBRAS		43%	77%	45%	320	388	79%	68
BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".30LIB		76%	76%	0%	141	137	97%	-4
<b>OBJETIVO</b>	<b>55.0%</b>	<b>81.0%</b>	<b>32.4%</b>					
<b>EFEKTIVO</b>	<b>53.6%</b>	<b>77.4%</b>	<b>30.7%</b>					

Producción Total General			
Lanzado	Efectivo	% Cump	Variación.
35069	40397	84.8%	5327.38

TABLA XVI. Reporte de rendimiento octubre

Como se puede ver en los resultados del mes de septiembre y octubre del 2005, no se alcanzaron los objetivos del indicador de Rendimiento las causas y las acciones a tomar se verán en el capítulo 5.

### 4.2.1.3 Tiempo de Paro

Del : 01/09/2005

Ah: 30/09/2005

LINEA	PRODUCTO	% Productividad	% Rend.	% Paro	Producción			
					Lanzada	Efectivo	% Cump	Variación.
<b>IQF</b>								
BR.FL.1"	- 1 5/8" .25LIBRAS	54 %	86 %	37 %	295	393	67 %	98
BR.CU.1 1/4"	- 1 3/4" 35%.23L	5%	89%	95%	11	13	83%	2
BR.CU.1"	- 2" 50%HM.30LIBR	83%	83%	0%	11	13	82%	2
BR.CU.1"	- 2" 30% HM.30LIB	55%	77%	29%	4689	5156	90%	467
BR.CU.1"	- 2" 25% HM.26LIB	81%	81%	0%	5	6	85%	1
BR.FL.1"	- 2" .25LIBRAS	41%	81%	50%	963	1162	79%	199
BR.CU.1"	- 1 5/8" 40% HM.11	44%	68%	36%	30	36	79%	6
BR.CU.1"	- 1 5/8" 35%HM.115	45%	57%	21%	35	35	99%	0
BR.CU.1"	- 50% HM.40LIBRA	70%	92%	24%	1671	1831	90%	160
BR.CU.1"	- 1 5/8" 30%HM.20	35%	60%	42%	327	349	93%	22
BR.CU.1"	- 60% HM.40LIBRA	65%	89%	27%	857	1038	79%	182
BR.CU.1"	- 1 1/2" 40%HM.25L	71%	95%	25%	3133	3693	82%	560
BR.CU.1"	- 1 1/2" 35%HM.40L	60%	88%	32%	869	1040	80%	171
BR.FL.1"	- 1 3/4".1050LIBRA	47%	80%	41%	52	61	83%	9
BR.FL.1"	- 1 3/4".25LIBRAS	89%	89%	0%	60	78	71%	18
BR.FL.1"	.25LIBRAS	41%	83%	50%	167	214	72%	47
BR.FL.1 3/8"	- 2 1/4" .25LIBRA	54%	82%	35%	1353	1718	73%	365
BR.CU.1 1/4"	- 1 3/4" 35%.115	71%	83%	15%	46	50	91%	4
BR.CU.1"	- 1 5/8" 35%HM.20L	61%	78%	22%	6518	9077	61%	2559
BR.FL.20-40MM	.25LIBRAS	81%	81%	0%	156	187	80%	31
BR.FL.30 - 50MM.	.25LIBRAS	87%	87%	0%	23	32	63%	9
BR.FL.30 - 50MM.	10KILOGR	45%	71%	36%	1408	1575	88%	167
BR.ST.3/4"	- 3/4" - 1".40LIBRA	50%	91%	46%	111	167	50%	56
BR.ST.3/4"	- 3/4" - 1".35LIBRA	63%	85%	26%	2475	3460	60%	985
BR.FL.3/4"	- 1 1/2".35LIBRAS	45%	82%	44%	1121	1343	80%	222
BR.FL.3/4"	- 1 1/2".25LIBRAS	77%	77%	0%	59	66	87%	7
BR.FL.20-40mm / 20-50mm.	1	38%	62%	38%	2830	2337	83%	-494
BR.FL.20-40MM	.30LIBRAS	66%	85%	23%	997	1254	74%	257
BR.FL.30 - 50MM.	1000LIBRA	53%	75%	30%	244	291	81%	46
BR.FL.20-38mm .25LIBRAS		57%	70%	19%	4495	5052	88%	557
BR.CU.20-38 50%HM.	12KIL	52%	82%	37%	1419	1789	74%	370
BR.CU.20-38 33%HM.	14KIL	48%	70%	31%	1588	1697	93%	108
BR.FL.15 - 38MM.	.35LIBRAS	99%	99%	0%	107	133	75%	26
BR.CH.1/2"	- 1/2" - 1/2".40LIB	52%	70%	26%	7299	6571	90%	-727
BR.CH.1/2"	- 1/2" - 1/2".35LIB	31%	76%	60%	56	55	98%	-1
BR.CH.1/2"	- 1/2" - 1/2".30LIB	70%	70%	0%	203	182	89%	-21
BR.FL.20-40MM.	1000LIBRAS	62%	82%	24%	30	36	78%	6
<b>OBJETIVO</b>		<b>55.0 %</b>	<b>81.0 %</b>	<b>32.4%</b>				
<b>EFFECTIVO</b>		<b>54.9%</b>	<b>77.1%</b>	<b>28.8%</b>				

Producción Total General			
Lanzado	Efectivo	% Cump	Variación.
45906	52221	86.2%	6315.76

Tabla XVII. Reporte de paro septiembre



		<i>Del :</i> <b>01/10/2005</b>			<i>Ah:</i> <b>31/10/2005</b>				
LINEA	PRODUCTO	%Productividad	%Rend.	%Paro	Producción				
					Lanzada	Efectivo	% Cump	Variación.	
<i>IQF</i>	BR.FL.15 - 30MM.10KILOGR	71%	93%	23%	1885	2385	73%	500	
	BR.FL.1 1/4" - 2".1000LIBRAS	100%	100%	0%	4	7	31%	3	
	BR.FL.1 3/8" - 2 1/4".25LIBRA	61%	82%	26%	1418	1804	73%	386	
	BR.FL.1".25LIBRAS	8%	100%	92%	15	23	46%	8	
	BR.FL.1" - 1 3/4".1050LIBRA	22%	89%	75%	3	4	71%	1	
	BR.FL.1" - 1 1/2".1050LIBRAS	54%	89%	39%	26	34	72%	8	
	BR.CU.1" - 1 1/2" 35%HM.30L	42%	56%	24%	2161	1643	76%	-518	
	BR.FL.1" - 1 5/8".25LIBRAS	12%	85%	86%	29	38	69%	9	
	BR.CU.1" - 1 5/8" 40% HM.30	41%	57%	28%	1353	1377	98%	23	
	BR.FL.1" - 2".25LIBRAS	38%	71%	46%	1088	1150	94%	62	
	BR.CU.1" - 2" 25% HM.30LIB	27%	69%	60%	311	304	98%	-7	
	BR.CU.1" - 60% HM.30LIBRA	100%	100%	0%	20	27	64%	7	
	BR.CU.1" - 60% HM.40LIBRA	59%	90%	34%	826	1015	77%	190	
	BR.CU.1 1/4" - 1 3/4" 35%.115	61%	100%	39%	6	8	68%	2	
	BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".40LIB	52%	72%	28%	6500	6045	93%	-454	
	BR.FL.30 - 50MM.1000LIBRA	39%	70%	44%	24	26	90%	2	
	BR.FL.15 - 30MM.25LIBRAS	88%	88%	0%	3	4	81%	1	
	BR.FL.2 1/2" - 3 1/2".25LIBRA	61%	61%	0%	63	47	75%	-16	
	BR.FL.20-38mm .25LIBRAS	61%	71%	13%	2602	2952	87%	350	
	BR.FL.20-40MM.10KILOGRA	62%	89%	30%	947	1252	68%	305	
	BR.FL.20-40MM.30LIBRAS	80%	80%	0%	146	172	82%	26	
	BR.FL.3/4" - 1 1/2".25LIBRAS	53%	89%	40%	398	521	69%	123	
	BR.FL.3/4" - 1 1/2".35LIBRAS	45%	74%	39%	2645	2866	92%	221	
	BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".35LIBRA	59%	81%	27%	8202	10962	66%	2760	
	BR.ST.3/4" - 3/4" - 1".40LIBRA	66%	92%	28%	951	1436	49%	485	
	BR.FL.30 - 50MM.10KILOGR	52%	80%	34%	2950	3710	74%	760	
	BR.FL.30 - 50MM.25LIBRAS	43%	77%	45%	320	388	79%	68	
	BR.CH.1/2" - 1/2" - 1/2".30LIB	76%	76%	0%	141	137	97%	-4	
<b>OBJETIVO</b>		<b>55.0%</b>	<b>81.0%</b>	<b>32.4%</b>					
<b>EFFECTIVO</b>		<b>53.6%</b>	<b>77.4%</b>	<b>30.7%</b>					

Producción Total General			
Lanzado	Efectivo	% Cump	Variación.
<b>35069</b>	<b>40397</b>	<b>84.8%</b>	<b>5327.38</b>

**Tabla XVIII. Reporte para octubre**

Como se puede ver en los resultados del mes de septiembre y octubre del 2005, se alcanzaron los objetivos del indicador de paro por lo que este paro solo se necesita continuar monitoreando en siguientes meses.

#### **4.2.2 Utilización efectiva de mano de obra y materiales**

Como segunda etapa se realizará la medición de la utilización efectiva de materiales y mano de obra.

La utilización efectiva de materiales es medida de dos formas:

- Utilización en base al estándar.
- Utilización sobre base 0.

La utilización en base al estándar, sirve para establecer el costo del producto y la diferencia que existe entre el estándar y la utilización óptima se le llama utilización sobre base 0 que es la que continuamente no se debe de perder de vista para mejorarla y ser mas competitivos.

El control de producción de la utilización se realizará por medio de los reportes que se generan en la base de datos.

Los reportes son:

- Utilización por componente
- Utilización por producto terminado.
- Utilización por orden de producción.

Para el caso de los reportes de utilización por componente y utilización por producto terminado deberán de ser generados semanal y mensualmente.

***El reporte semanal*** dará una evolución de los resultados y de las principales causas que están afectando el proceso. Por medio de este se tomaran decisiones de mediano plazo que se verán en los resultados del mes.

***El reporte mensual*** mostrará si las acciones que se toman a mediano plazo están contribuyendo en el resultado final y por lo tanto mejorando los costos de operación. De la evolución de los resultados del reporte mensual, se pueden tomar decisiones a largo plazo para mejorar la operación.

El reporte de órdenes de producción, se realizará cada vez que se finalice una orden de producción y su objetivo es ver cual fue la variación total de la orden de producción.

#### **4.2.2.1 Análisis de desviaciones**

Además de los reportes presentados existen métodos estadísticos que nos ayudan a visualizar los resultados en una forma global, por medio de evoluciones de resultados en periodos de tiempos. Esto es lo que se realizará en el análisis por medio de métodos estadísticos.

#### 4.2.2.1.1 Métodos estadísticos para el análisis.

Los métodos estadísticos a utilizar serán gráficos de evolución por semana, medias, promedios, máximos y mínimos.

Para el análisis estadístico se mostrarán los siguientes indicadores:

- Productividad, rendimiento y tiempo de paro.
- Utilización de materiales de empaque, materias primas .
- Utilización efectiva de la mano de obra.

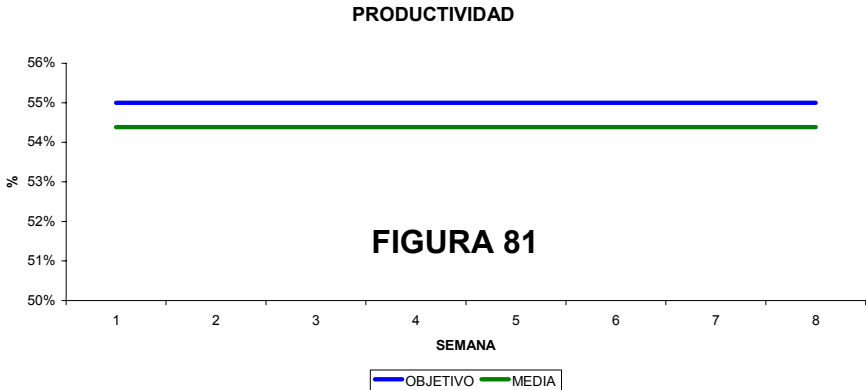
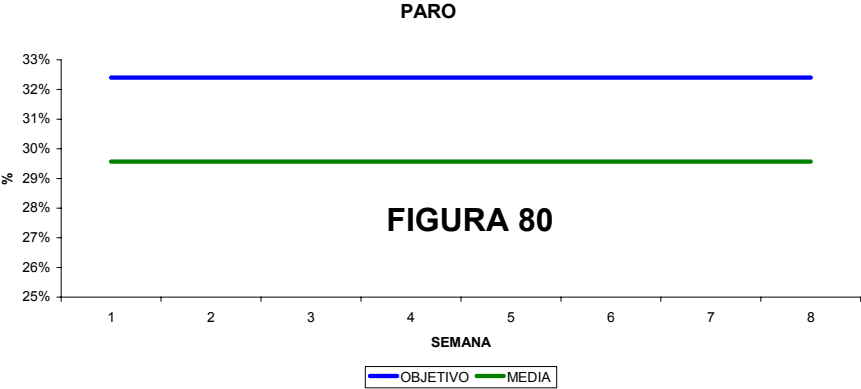
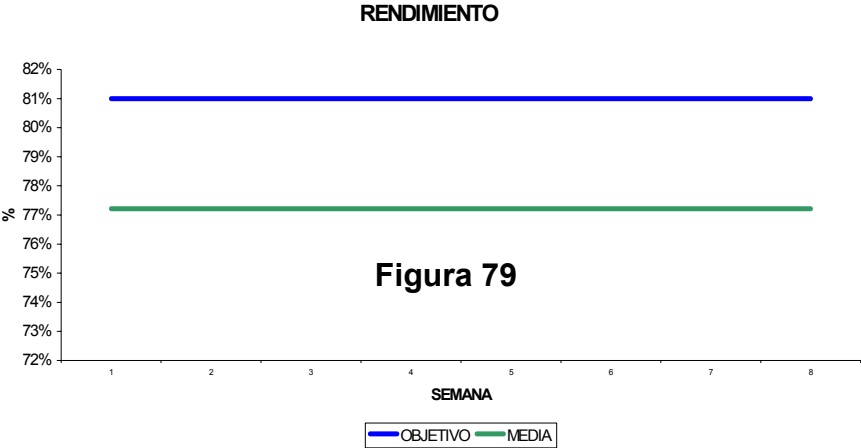
#### 4.2.2.1.1.1 Gráficas de resultados

Las graficas se realizaron para los meses de septiembre y octubre 2005 y se desglosaron cada uno de los periodos de la siguiente forma:

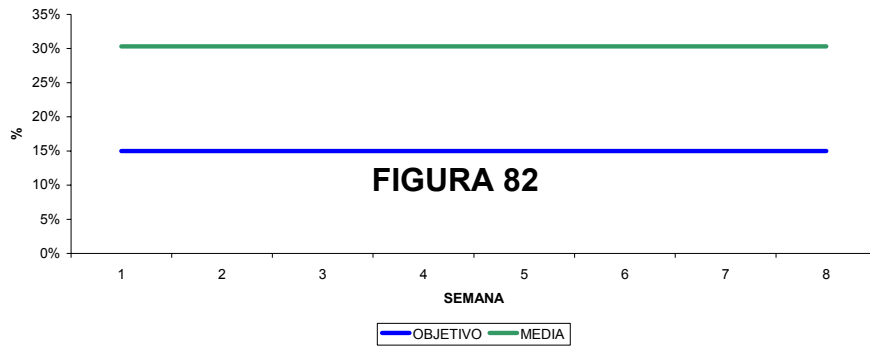
SEMANA	Fecha Inicial	Fecha Final
1	01/09/2005	10/09/2005
2	11/09/2005	17/09/2005
3	18/09/2005	24/09/2005
4	25/09/2005	01/10/2005
5	02/10/2005	08/10/2005
6	09/10/2005	15/10/2005
7	16/10/2005	22/10/2005
8	23/10/2005	31/10/2005

**Tabla XIX. Fecha de grafico de resultados**

4.2.2.1.1.2 Media

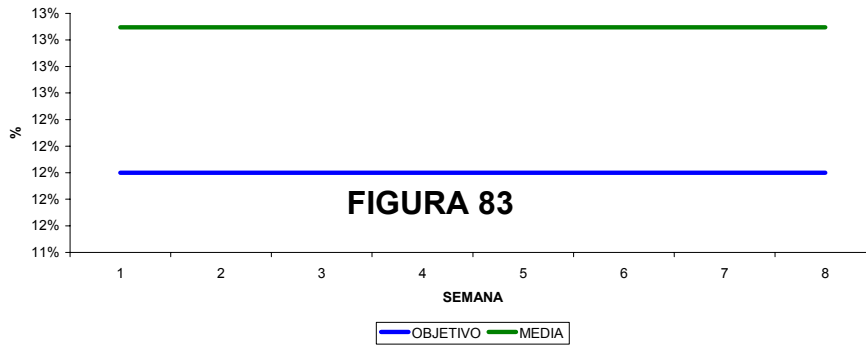


**% VARIACION DE MANO DE OBRA**



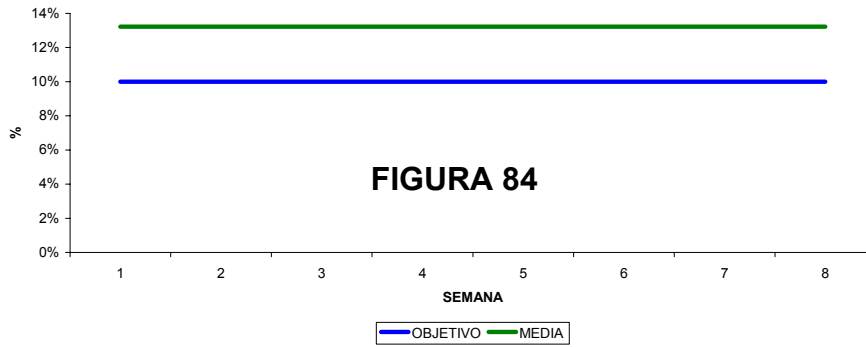
**FIGURA 82**

**% VARIACION DE FLOR**

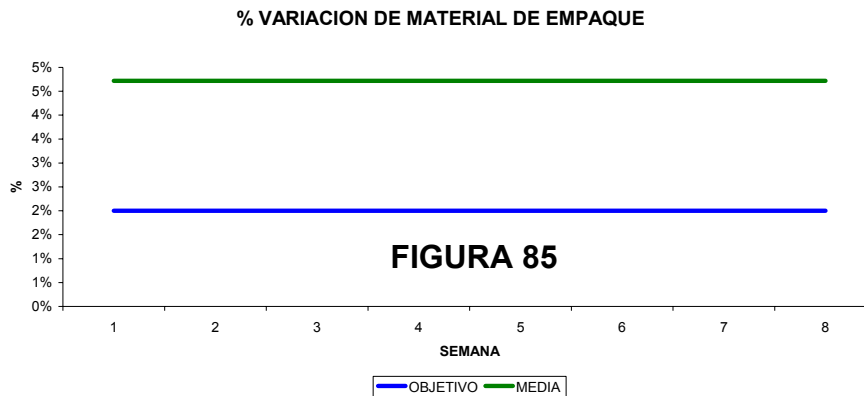


**FIGURA 83**

**% VARIACION DE TALLO**



**FIGURA 84**

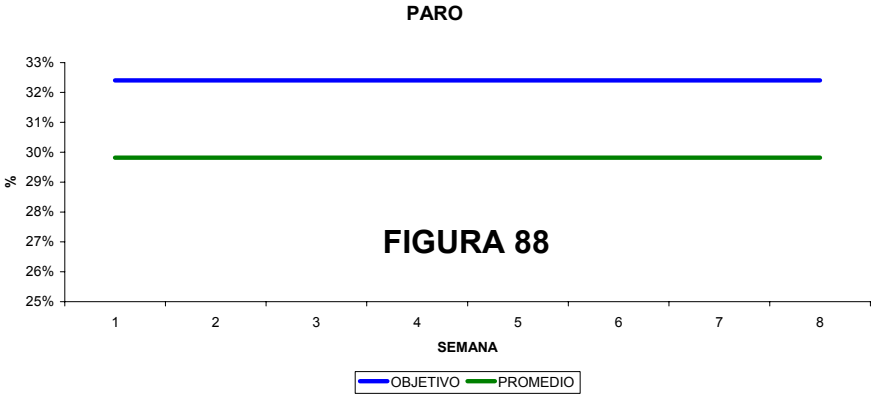
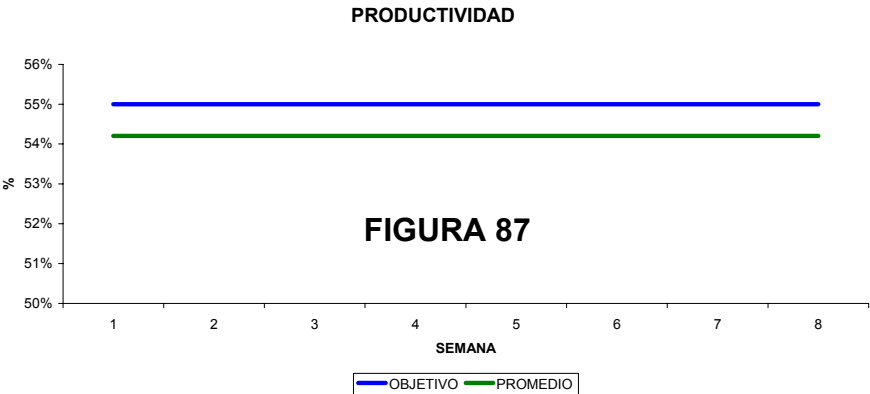
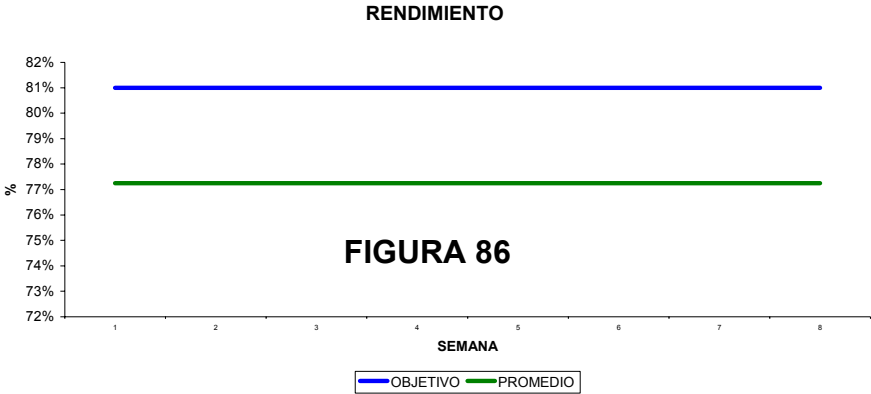


El análisis estadístico de los indicadores por medio de la media da el siguiente resultado:

- En la productividad esta por debajo del objetivo. **(negativo)**.
- En el rendimiento esta por debajo del objetivo. **(negativo)**.
- En el paro esta por debajo del objetivo. **(positivo)**.
- En la mano de obra esta por arriba del objetivo. **(negativo)**.
- En la variación de material de empaque esta por arriba del objetivo. **(negativo)**.
- En la variación de tallo esta por arriba del objetivo. **(negativo)**.
- En la variación de flor esta por arriba del objetivo. **(negativo)**.

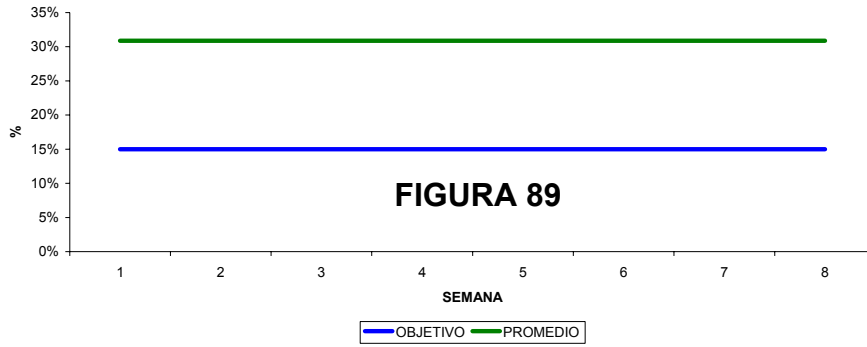
Se puede concluir que los resultados no están alcanzando los objetivos y que las acciones tomadas no son las correctas ya que todo esta por arriba o debajo del objetivo según se interprete para cada tipo de indicador, solamente en el caso del paro la variación es positiva.

4.2.2.1.1.3 Promedio

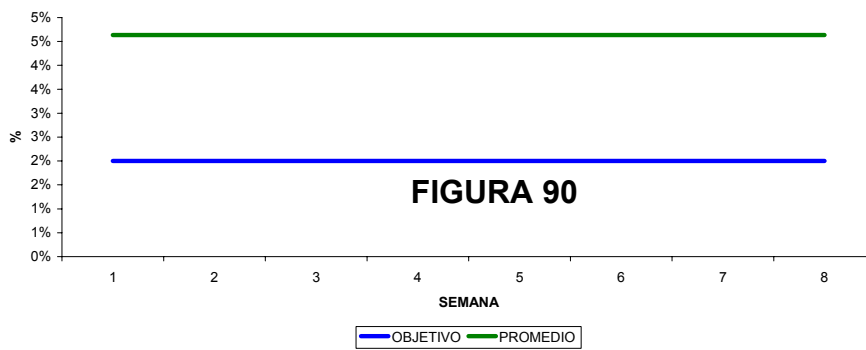




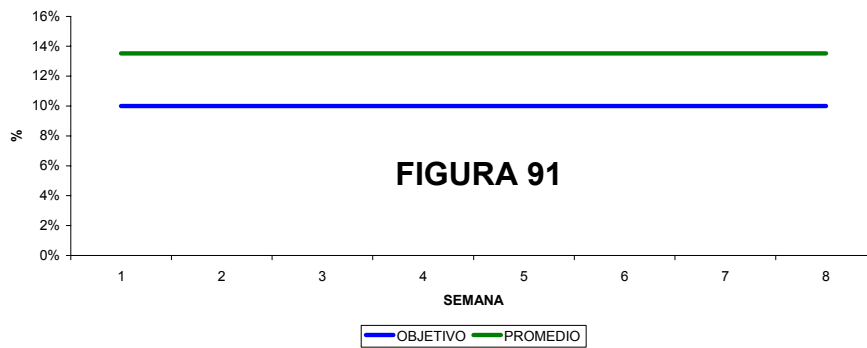
**% VARIACION DE MANO DE OBRA**

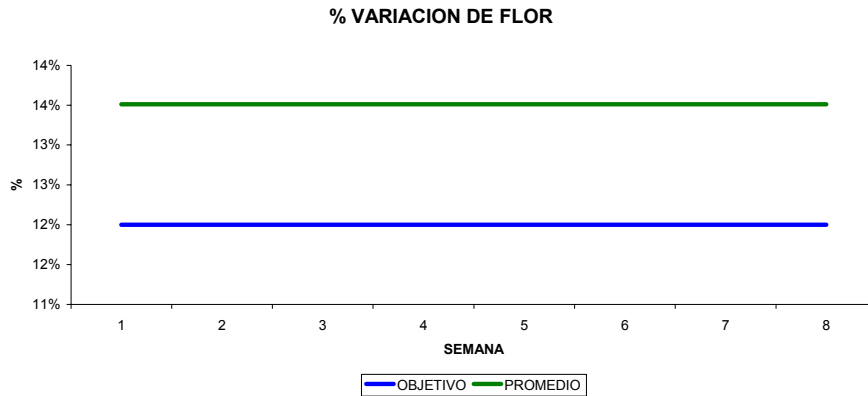


**% VARIACION DE MATERIAL DE EMPAQUE**



**% VARIACION DE TALLO**





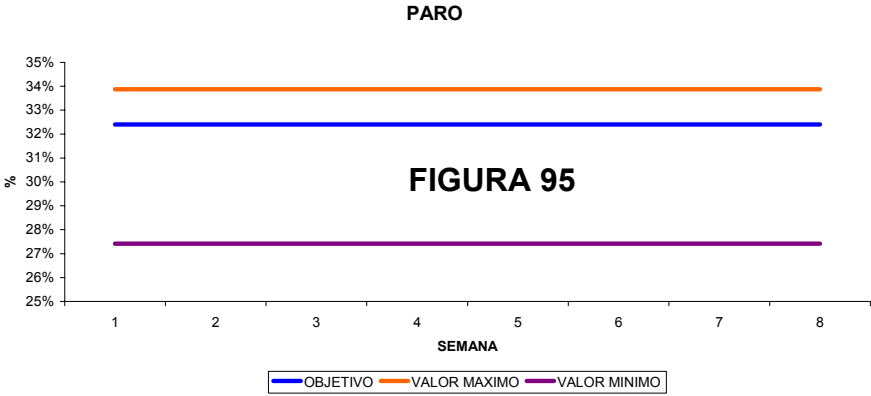
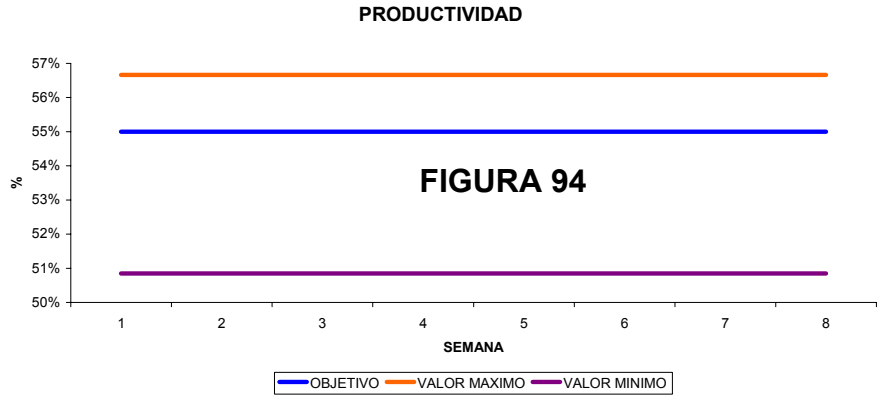
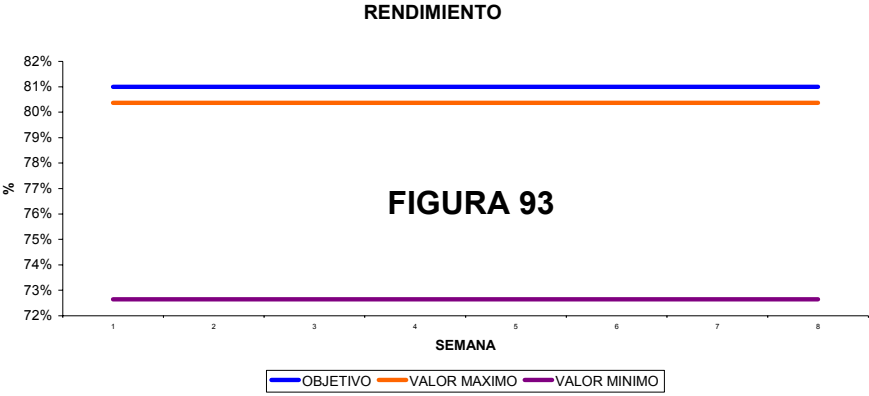
**FIGURA 92**

El análisis estadístico de los indicadores por medio del promedio da el siguiente resultado:

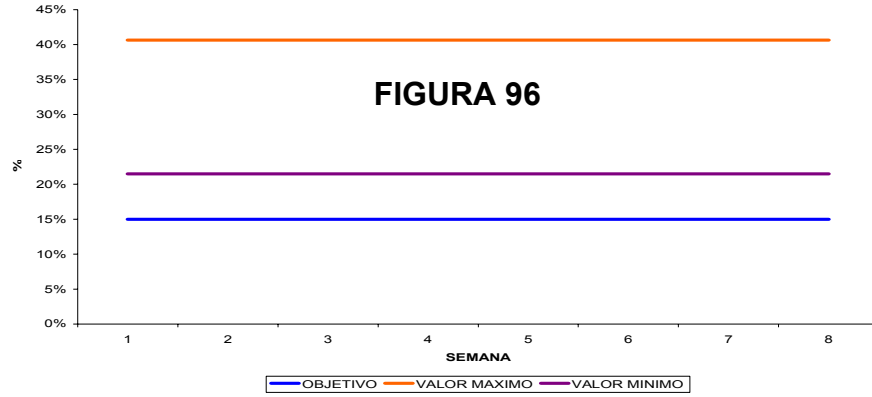
- En la productividad esta por debajo del objetivo. **(negativo)**.
- En el rendimiento esta por debajo del objetivo. **(negativo)**.
- En el paro esta por debajo del objetivo. **(positivo)**.
- En la mano de obra esta por arriba del objetivo. **(negativo)**.
- En la variación de material de empaque esta por arriba del objetivo. **(negativo)**.
- En la variación de tallo esta por arriba del objetivo. **(negativo)**.
- En la variación de flor esta por arriba del objetivo. **(negativo)**.

Se puede concluir que los resultados no están alcanzando los objetivos y que las acciones tomadas no son las correctas ya que todo esta por arriba o debajo del objetivo según se interprete para cada tipo de indicador, solamente en el caso del paro la variación es positiva.

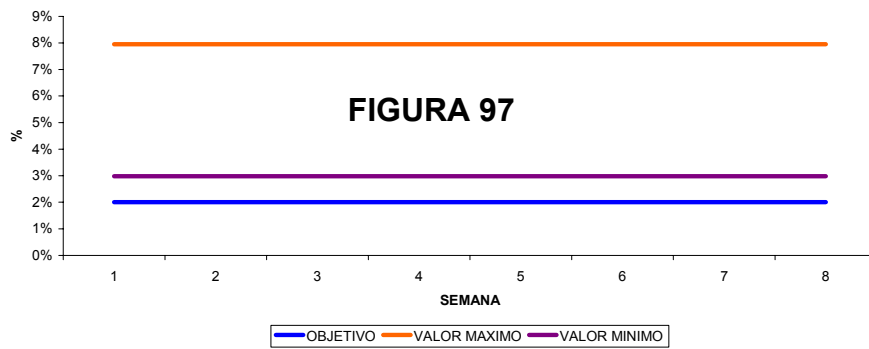
4.2.2.1.1.4 Valor Mínimo y Máximo



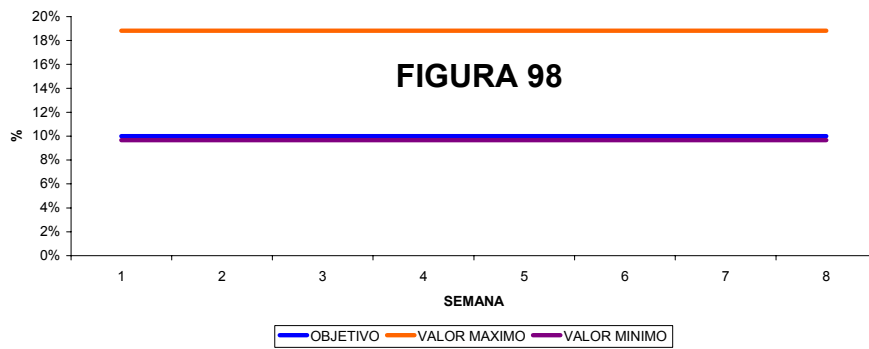
**% VARIACION DE MANO DE OBRA**

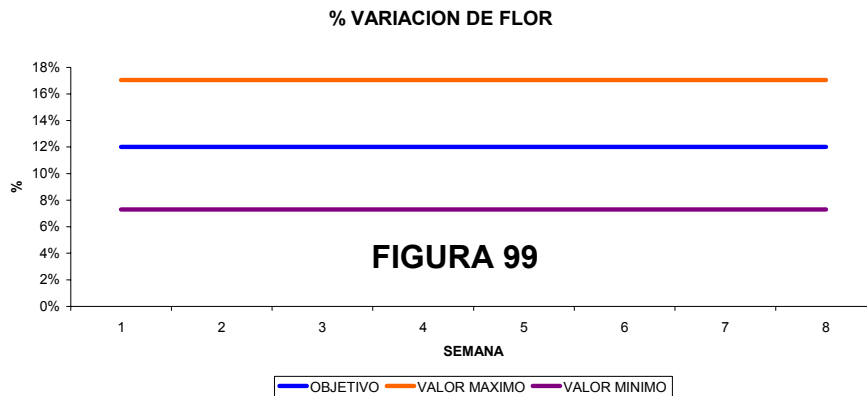


**% VARIACION DE MATERIAL DE EMPAQUE**



**% VARIACION DE TALLO**



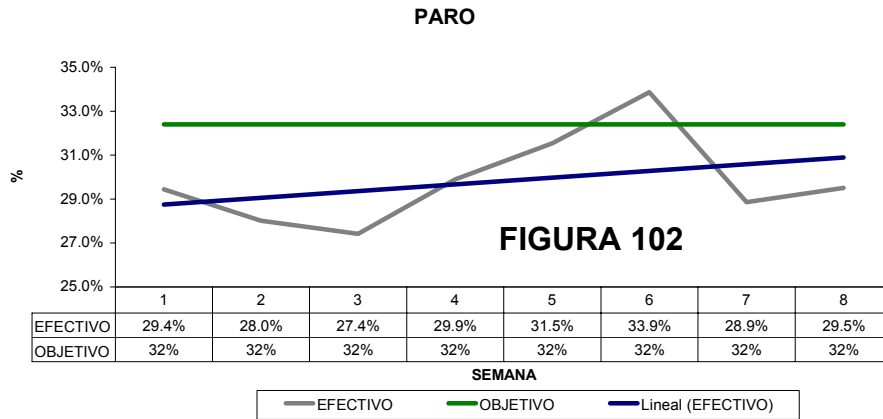
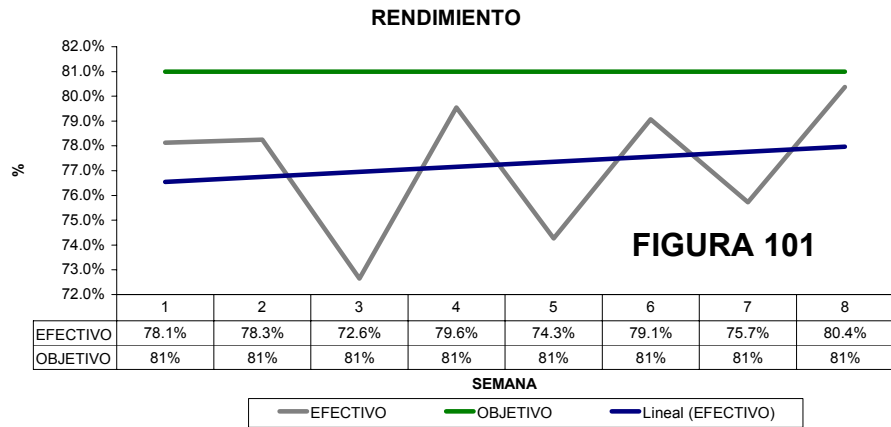
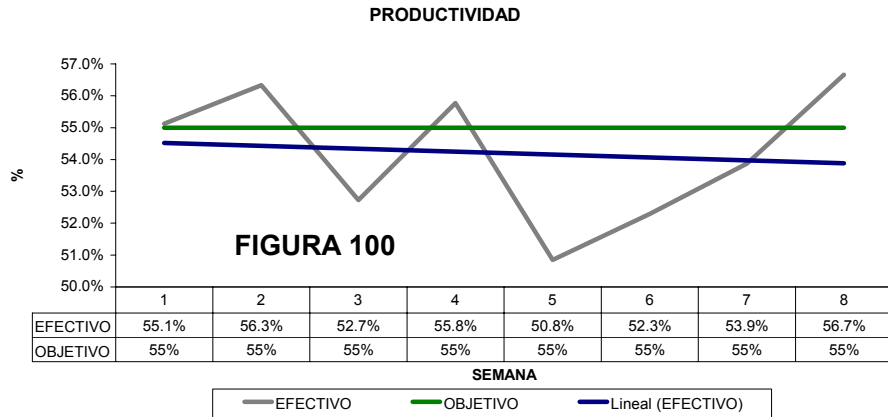


El análisis estadístico de los indicadores por medio del mínimo y el máximo da el siguiente resultado:

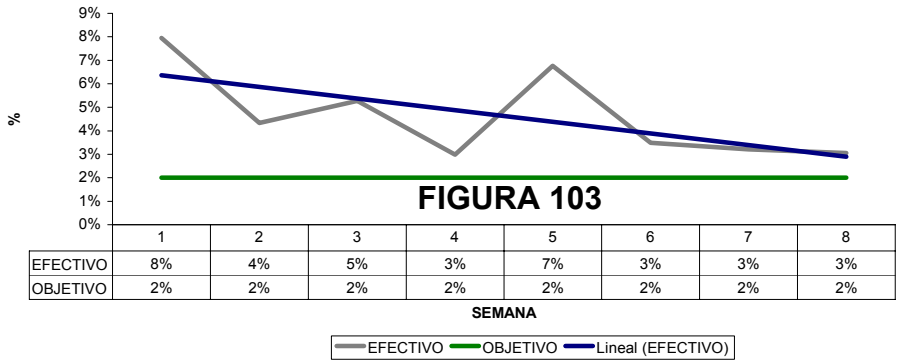
- En ninguno de los indicadores el valor mínimo alcanzo el objetivo **(negativo)**
- En la productividad el valor máximo alcanzo el objetivo. **(positivo)**.
- En el rendimiento el valor máximo no alcanzo del objetivo. **(negativo)**.
- En el paro el valor máximo alcanzo el objetivo. **(positivo)**.
- En la mano de obra el valor máximo no alcanzo el objetivo. **(negativo)**.
- En la variación de material de empaque el valor máximo no alcanzo el objetivo. **(negativo)**.
- En la variación de tallo el valor máximo igualo el objetivo. **(positivo)**.
- En la variación de flor el valor máximo alcanzo el objetivo. **(positivo)**.

Se puede concluir que los valores máximos si están alcanzando los objetivos, sin embargo los valores mínimos no los han alcanzado.

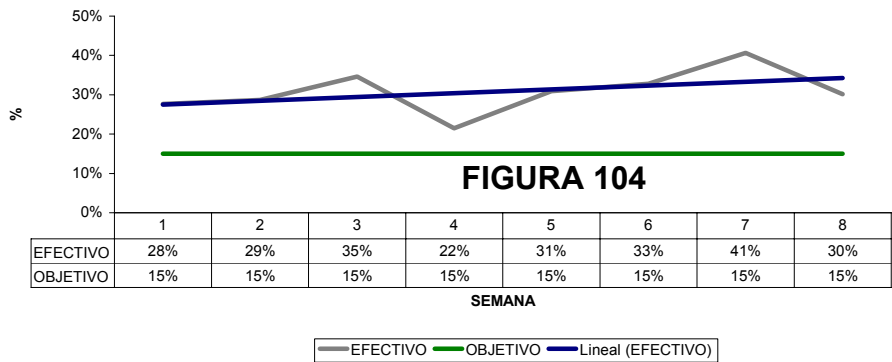
### 4.2.2.1.1.5 Tendencias



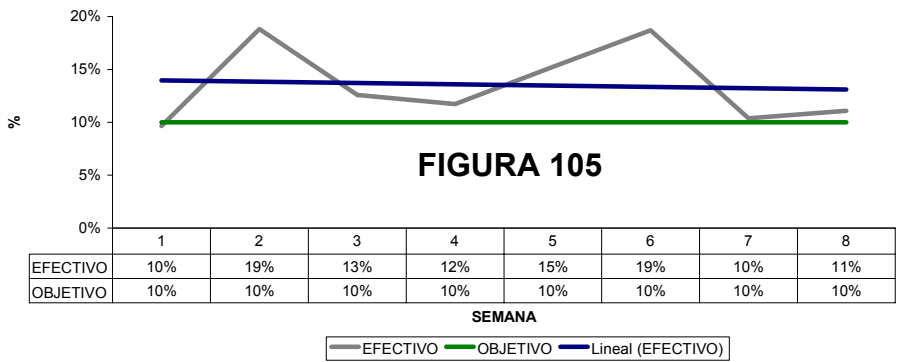
**%VARIACION DE MATERIAL DE EMPAQUE**

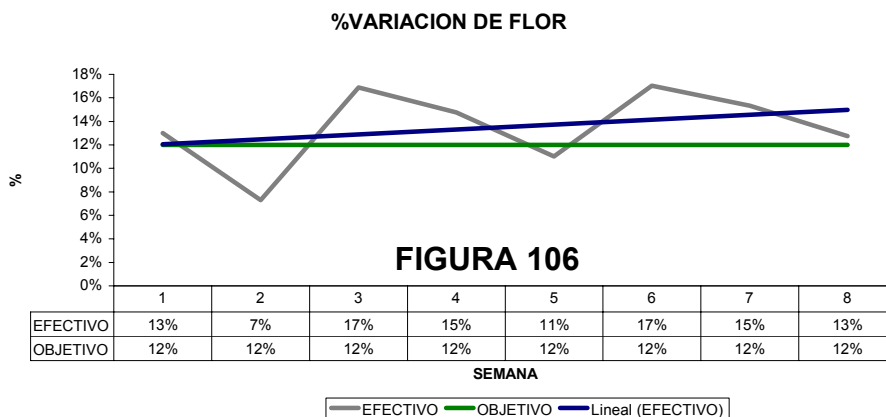


**%VARIACION DE MANO DE OBRA**



**%VARIACION DE TALLO**





El análisis estadístico de los indicadores por medio de la tendencia da el siguiente resultado:

- En la productividad es hacia la baja. **(negativo)**.
- En el rendimiento es hacia arriba. **(positivo)**.
- En el paro es hacia arriba. **(negativo)**
- En la mano de obra es hacia arriba. **(negativo)**.
- En la variación de material de empaque es hacia la baja. **(positivo)**.
- En la variación de tallo es hacia abajo. **(positivo)**.
- En la variación de flor es hacia arriba. **(negativo)**.

Se puede concluir que los resultados de la productividad, paros, mano de obra y flor tienen una tendencia hacia la baja y que es donde se deben de tomar acciones inmediatas ya que de lo contrario aumentarían las pérdidas.

También se puede ver que en los indicadores de rendimiento, material de empaque y tallo la tendencia es hacia arriba, esto indica que se están tomando buenas acciones sin embargo no han sido suficientes para llegar al resultado y por lo tanto se debe continuar analizando las causas.



#### 4.2.2.2 Registro de Paros

El registro de paros es una herramienta adicional que se tiene para encontrar las causas por las cuales no se están alcanzando los objetivos.

##### 4.2.2.2.1 Paros que afectan el rendimiento

Por medio de los paros que afectan el rendimiento se identificarán las principales causas de variación de mano de obra y se podrán realizar nexos para identificar causas de variación de materiales.

El reporte de paros se realiza de la siguiente forma:

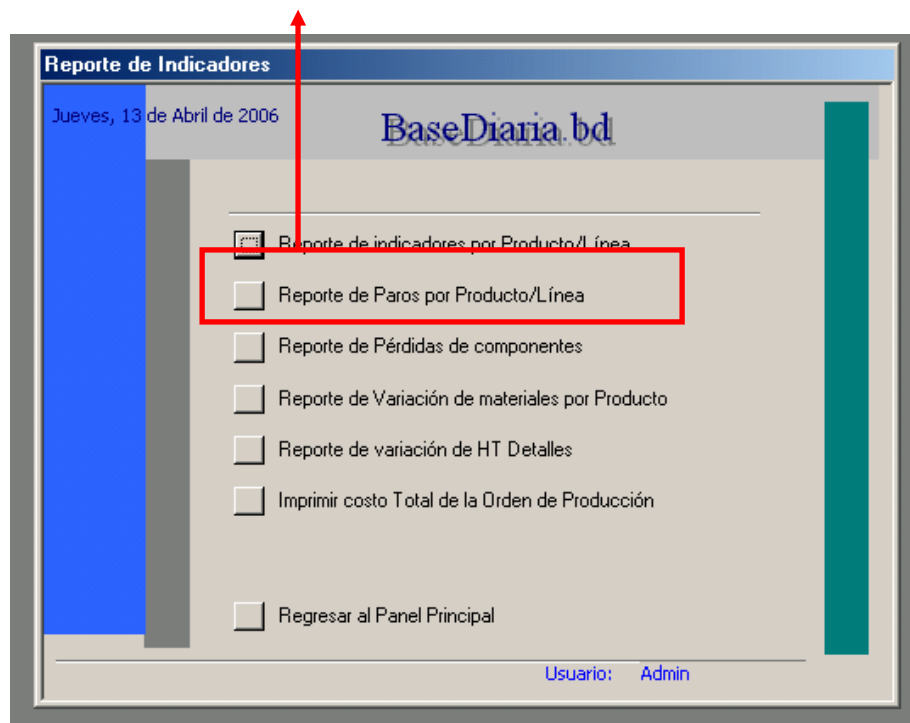


Figura 107. reporte de paros que afectan el rendimiento

### **CARACTERÍSTICAS:**

- 1** Identificación por producto de tiempos de paros no planificados por dispositivo y tipo de paro .
- 2** Total de tiempo de paros para cada articulo.
- 3** Observaciones generales de la causa del paro.

Se realizara el reporte de paros de 2 productos terminados para los meses de septiembre y octubre del 2005.

<b>Reporte de paros (Pérdida de rendimiento)</b>				<b>de 01/09/2005 al 31/10/2005</b>			
ARTICULO LINEA	FECHA	TURNOS	DISPOSITIVO	CODI	CLASE	OBSERVACION	TIEMPO
<b>PT100004</b>	<b>BR. CU1 1/4" - 1 3/4" 35% 1150 LIBRAS</b>						
IQF	01/09/2005	Primer turno	Cámara de Congelamiento	Falta de Material de empaque	Paros	Falta de caja para concluir orden de	22.53
IQF	01/09/2005	Segundo Turno	Cámara de Congelamiento	Falta de Material de empaque	Paros	Falta de caja para empacar	46.36
IQF	24/09/2005	Segundo Turno	Cámara de Congelamiento	Calidad de Brócoli	Paros	Calidad de brócoli	18.75
IQF	26/09/2005	Primer turno	Cámara de Congelamiento	Calidad de Brócoli	Paros	Calidad de brócoli	31.79
<b>Totales por PRODUCTO = PT100004 (4 registros)</b>							<b>119.43</b>
<b>PT100012</b>	<b>BR. EL 1" - 1 3/4" 1050 LIBRAS</b>						
IQF	19/09/2005	Segundo Turno	Cámara de Congelamiento	Calidad de Brócoli	Paros	Calidad de brócoli	60.65
IQF	20/09/2005	Primer turno	Cámara de Congelamiento	Calidad de Brócoli	Paros	Calidad de brócoli	27.59
IQF	21/09/2005	Primer turno	Cámara de Congelamiento	Falla Mecánica	Paros por	Falla de compresor de 400HP	21.26
IQF	01/10/2005	Primer turno	Cámara de Congelamiento	Calidad de Brócoli	Paros	Calidad de brócoli	5.68
<b>Totales por PRODUCTO = PT100012 (6 registros)</b>							<b>153.36</b>

Como se puede observar en el artículo PT100004 las principales causas de paro son falta de materiales de embalaje con el 58% de los paros y calidad del brócoli con el 42% de paros, en base a estos paros se pueden tomar planes de acción los cuales se verán en el capítulo 5.

Mientras que en el artículo PT100012 la principal causa de paro es la calidad de brócoli que representa el 86% de los paros de este producto.

**Figura 108. Detalle de reporte de paros no planificados**

#### 4.2.2.2.2 Paros que afectan el tiempo de paro.

Los paros que afectan el tiempo de paro se miden a través del indicador de operación de % paro y se mide con el total del **Reporte mensual de indicadores por producto**. Si se detecta que no se cumplió con el objetivo se debe de revisar el detalle de los paros planificados realizados y determinar si se están realizando mas cambios de lo previsto o si es que el tiempo que se esta utilizando para cada actividad de paro es mayor que los estándares establecidos en el capítulo 3.

#### 4.2.2.3 Comparación de utilización de materiales en base a un objetivo/ efectivo

##### 1) Utilización por componente:

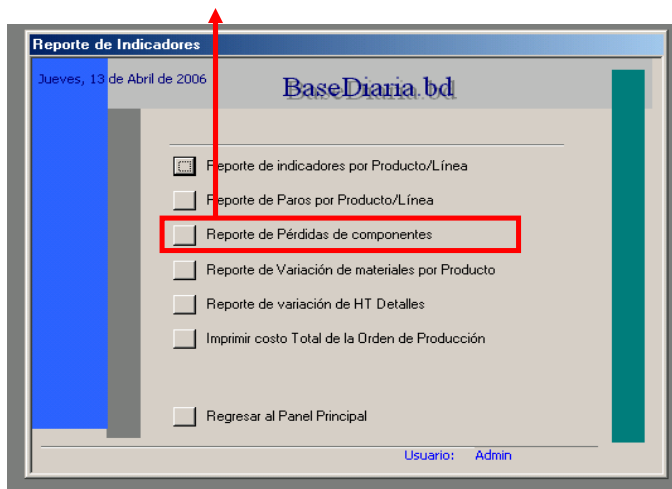


Figura 109. reporte de perdidas por componente estándar

## CARACTERÍSTICAS:

1. Utilización teórica en base al estándar por componente.
2. % Variación de la utilización efectiva vrs la utilización estándar por componente.
3. Variación de costo de la utilización efectiva vrs la utilización estándar por componente.

En este caso se mostraran las variaciones de todos los componentes utilizados durante los meses de septiembre y octubre del 2005.

Variación de Uso de Componentes											
Del: 01/09/2005 Al: 31/10/2005											
Artículo	Descripción	UNIDAD	Uso Teórico	Uso Teórico C/Perdida	Uso Real	Diferencia	Base 0 %Per	Costo	Estándar Diferencia	%Per.	Costo
M0100001	Mano de Obra	Quetal	128633	144069	167623	-3898.94	-30.3%	-38014.6	-2355.3	-16.3%	-22964.5
M0200001	caja	unidad	920298	922138	950520	-3022.22	-3.3%	-15111.1	-2838.2	-3.1%	-14190.8
M0200002	bolsa	unidad	920298	924899	995530	-7523.17	-8.2%	-4513.9	-7063.0	-7.6%	-4237.8
MP100001	Tallo	libras	1653138.1	1818451.9	1871723.9	-218385.81	-13.2%	-218385.8	-53272.0	-2.9%	-53272.0
MP100002	Brocolil 14"- 1 3/4"	libras	23460.2	26275.4	27324.3	-3864.11	-16.5%	-7728.2	-1048.9	-4.0%	-2097.8
MP100003	Brocolil 14"- 2"	libras	6705.0	7309.6	7576.7	-871.65	-13.0%	-1743.3	-67.1	-0.9%	-134.1
MP100004	Brocolil 36"- 2 1/4"	libras	8804.10	9860.59	99754.3	-11713.34	-13.3%	-23426.7	-1148.4	-1.2%	-2296.8
MP100005	Brocolil"	libras	9278.50	103919.2	98128.8	-5343.81	-5.8%	-10687.6	5790.4	5.6%	11580.8
MP100006	Brocolil"- 1 3/4"	libras	70452.5	78906.8	80775.7	-10323.15	-14.7%	-20646.3	-1868.9	-2.4%	-3737.7
MP100007	Brocolil"- 1 1/2"	libras	104439.3	116972.0	125508.4	-21069.08	-20.2%	-42138.2	-8536.4	-7.3%	-17072.7
MP100008	Brocolil"- 1 5/8"	libras	123939.0	138834.1	146663.7	-22704.69	-18.3%	-45409.4	-7829.6	-5.6%	-15639.2
MP100009	Brocolil"- 2"	libras	106713.5	119519.1	127246.4	-20532.94	-19.2%	-41065.9	-7727.3	-6.5%	-15454.7
MP100012	Brocolil5 - 30MM	Kgs.	23952.2	26826.4	24909.2	-957.09	-4.0%	-1914.2	1917.2	7.1%	3834.3
MP100013	Brocolil5 - 38MM	libras	4655.0	5213.6	5120.5	-465.50	-10.0%	-931.0	931.0	1.8%	186.2
MP100014	Brocolil2 1/2"- 3 1/2"	Kgs.	1175.0	1316.0	1282.5	-117.50	-10.0%	-235.0	235.0	1.8%	47.0
MP100015	Brocolil20-38	Kgs.	218662.4	244901.8	241190.8	-22528.47	-10.3%	-45056.9	3711.0	1.5%	7422.0
MP100016	Brocolil20-40MM	Kgs.	97471.9	109168.5	107674.3	-10202.36	-10.5%	-20404.7	1494.3	1.4%	2988.5
MP100017	Brocolil20-40mm / 20-30mm	Kgs.	23368.0	26172.2	26547.9	-3179.92	-13.6%	-6339.8	-375.8	-1.4%	-751.5
MP100018	Brocolil3/4"- 1 1/2"	libras	162004.2	181444.7	186327.9	-24323.68	-15.0%	-48647.4	-4883.2	-2.7%	-9766.4
MP100020	Brocolil30 - 50MM	Kgs.	380008.8	425600.9	421874.7	-41873.92	-11.0%	-83747.8	3726.2	0.9%	7452.4

Como se puede ver la mano de obra tiene una variación de 16.3% en contra del estándar lo que indica que se tiene algún problema, las causas se verán en el capítulo 5.

El otro caso que se puede ver es el Brócoli de 1" el cual tiene 5.6% de variación a favor con respecto al estándar esto significa que nuestros costos están dentro de lo esperado pero aun los podemos mejorar.

**Figura 110. reporte variaciones de uso estándar**

## 2) Utilización por producto.

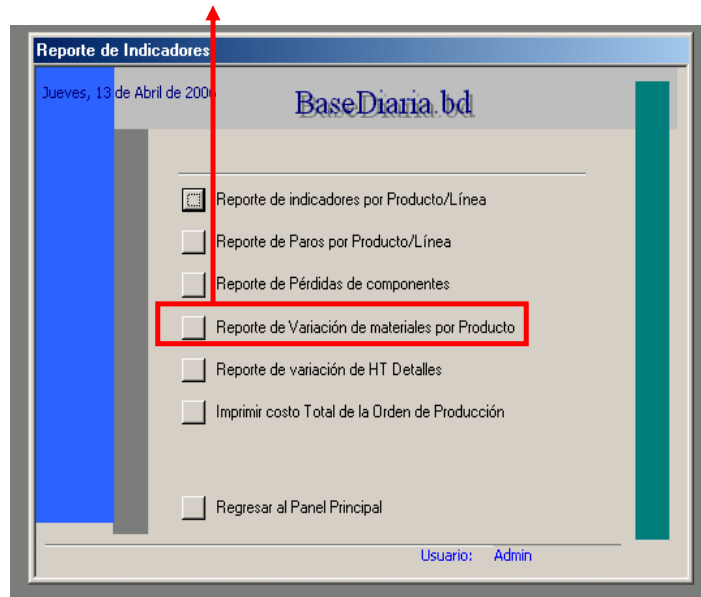


Figura 111. Reporte de perdida por producto estándar

### CARACTERÍSTICAS:

1. Utilización teórica en base al estándar por componente y por producto.
2. % Variación de la utilización efectiva vrs la utilización estándar por componente y por producto.
3. Variación de costo de la utilización efectiva vrs la utilización estándar por componente y por producto.

A diferencia del reporte de utilización por componente, en este se tiene el detalle por producto lo cual ayuda a identificar si la variación de un componente respecto del estándar la esta provocando un articulo en especial.

Se realizara el reporte de utilización por producto para 5 productos.

Variación de componentes por  
Producto

Del: 01/09/2005 Al: 31/10/2005

PRODUCTO		Uso Teórico	Uso Real	Dif. Sobre Base 0	%Per \$Base0	Costo \$Base0	Uso Teórico C/Perdida	Dif. Sobre Uso Std	%Per. \$/Std	Costo \$/Std
<b>PT10000</b>	<b>BR.CU 1 1/4" - 13/4"</b>									
MO100001	Mano de Oba	1.3	1.4	-0.16	-12.69%	-1.53	1.4	-0.01	-0.59%	-0.08
ME100001	caji	13.0	15.0	-2.00	-15.38%	-10.00	13.0	-1.97	-15.15%	-9.87
ME100002	Tape	7.8	7.9	-0.06	-0.80%	-0.03	8.0	0.09	1.18%	0.05
MP100001	Tallo	194.4	219.6	-25.27	-13.02%	-25.27	213.8	-5.83	-2.73%	-5.83
MP100002	Broccoli 1/4" - 13/4"	104.7	108.8	-4.19	-4.00%	-8.37	117.2	8.37	7.14%	16.74
<b>PT100004</b>	<b>BR.CU 1 1/4" - 13/4"</b>									
MO100001	Mano de Oba	281.0	319.1	-38.02	-13.53%	-370.70	314.8	-4.30	-1.34%	-41.88
ME100004	Tote	58.0	60.0	-1.97	-3.40%	-493.48	58.1	-1.86	-3.20%	-464.47
MP100001	Tallo	43374.3	52006.4	-8631.94	-19.90%	-8631.94	47712.0	-4294.99	-9.00%	-4294.99
MP100002	Broccoli 1/4" - 13/4"	23355.3	27215.4	-3859.91	-16.53%	-7719.81	26158.2	-1057.27	-4.04%	-2114.53
<b>PT100005</b>	<b>BR.EI 1 1/4" - 2" 1000LIBRAS</b>									
MO100001	Mano de Oba	23.1	23.1	-0.04	-0.16%	-0.36	23.9	2.73	10.53%	26.63
ME100004	Tote	6.7	7.0	-0.30	-4.40%	-73.75	6.7	-0.28	-4.19%	-70.40
ME100005	Bolsa para Tote	6.7	7.0	-0.30	-4.40%	-3.10	6.7	-0.26	-3.88%	-2.75
ME100006	Tape para Tote	4.0	4.0	-0.01	-0.23%	-0.01	4.1	0.07	1.74%	0.07
MP100002	Broccoli 1/4" - 2"	6705.0	7576.7	-871.63	-13.02%	-1743.30	7509.6	-67.08	-0.89%	-134.10
<b>PT100008</b>	<b>BR.EI 3/8" - 2 1/4" 25LIBRAS</b>									
MO100001	Mano de Oba	320.1	380.1	-59.94	-18.72%	-584.39	358.6	-21.52	-6.00%	-209.82
ME100001	caji	3521.6	3570.0	-48.36	-1.37%	-241.80	3528.7	-41.32	-1.17%	-206.58
ME100002	bolsa	3521.6	3868.6	-347.01	-9.85%	-208.21	3539.2	-329.40	-9.31%	-197.64
ME100003	Tape	2113.0	2140.3	-27.47	-1.30%	-13.73	2155.2	14.79	0.69%	7.40
MP100004	Broccoli 3/8" - 2 1/4"	88041.0	99754.3	-11713.34	-13.30%	-23426.68	98005.9	-1148.42	-1.16%	-2296.84
<b>PT100009</b>	<b>BR.EI 1" 25LIBRAS</b>									
MO100001	Mano de Oba	22.8	27.0	-4.21	-18.88%	-41.29	25.1	-1.50	-5.88%	-14.02
ME100001	caji	237.0	239.0	-2.00	-0.84%	-10.00	237.1	-1.53	-0.64%	-7.63
ME100002	bolsa	237.0	237.0	0.00	0.00%	0.00	238.2	1.18	0.50%	0.71

Analizando la mano de obra para este reporte se puede observar que esta bajo control en el artículo PT100005 y la mayor de esta en los artículos PT 100004 Y PT100008.

**Figura 112. Reporte de variación por componentes estándar**

### 3) Utilización por orden de producción.

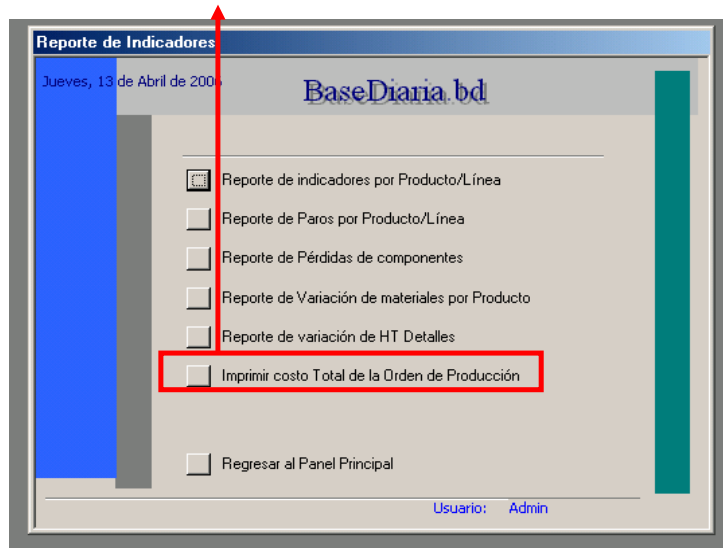


Figura 113. Reporte orden de producción estándar

#### CARACTERÍSTICAS:

1. Utilización teórica en base al estándar por componente y por orden de producción.
2. % Variación de la utilización efectiva vrs la utilización estándar por componente y por orden de producción.
3. Variación de costo de la utilización efectiva vrs la utilización estándar por componente y por orden de producción.
4. % Productividad, % Rendimiento, % Paro y % Cumplimiento por orden de producción.
5. Costo de variación total de la orden de producción.



El análisis de las utilizaciones se debe de realizar por medio de los reportes por componente y por producto. El reporte de utilización por orden de producción, es el que al final concreta si las acciones que se están tomando son las correctas, ya que al final dice cual es el costo de variación de la orden de producción. Esta variación de costo se debe de esperar que sea 0 o mayor a 0, de lo contrario no se está cumpliendo con los objetivos establecidos y se deben de tomar acciones correctivas dentro de un plan de mejora continua el cual se vera en el capítulo 5.

ORDEN	<b>1E255</b>		%Productividad:	<b>53.0%</b>
PRODUCTO	<b>YTI00094</b>	<b>BR.FI.30 - 50MM.1000LIBRAS</b>	%Rendimiento:	<b>78.0%</b>
UNIDADES LANZADAS	<b>92</b>		%Paro:	<b>31.9%</b>
UNIDADES PRODUCIDAS	<b>36</b>		%Cumplimiento:	<b>39.1%</b>

LINEA: IQF		Uso	%	Uso	Dif. Uso	% Per.	Uso	Dif. Uso	% Per.	Costo
LINEA: IQF		Teorico	Objetivo	Real	Base 0	Sob/Def	Sob/Std	Sob/Std	Sob/Std	Total
MO100001	Moto de Cíen	132.67	12.00%	168.66	-35.99	-27.13%	148.58	-20.07	-13.51%	-195.69
ME100004	Tote	36.00	0.20%	36.00	0.00	0.00%	36.07	0.07	0.20%	18.00
ME100006	Tote para Tote	72.00	2.00%	72.64	-0.64	-0.89%	73.44	0.80	1.09%	0.80
MP100020	Banco E30 - 50MM	36000.00	12.00%	42120.00	-6120.00	-17.00%	40320.00	-18000.00	-4.46%	-36000.00

Variación Total de la Orden de Producción Q. **-3775.00**

ORDEN	<b>1E264</b>		%Productividad:	<b>38.0%</b>
PRODUCTO	<b>YTI00026</b>	<b>BR.FI.1" - 2" 25LIBRAS</b>	%Rendimiento:	<b>82.7%</b>
UNIDADES LANZADAS	<b>1032</b>		%Paro:	<b>53.2%</b>
UNIDADES PRODUCIDAS	<b>1032</b>		%Cumplimiento:	<b>100.0%</b>

LINEA: IQF		Uso	%	Uso	Dif. Uso	% Per.	Uso	Dif. Uso	% Per.	Costo
LINEA: IQF		Teorico	Objetivo	Real	Base 0	Sob/Def	Sob/Std	Sob/Std	Sob/Std	Total
MO100001	Moto de Cíen	82.01	12.00%	99.11	-17.10	-20.85%	91.85	-7.26	-7.90%	-70.79
ME100001	cájo	1032.00	0.20%	1034.00	-2.00	-0.19%	1034.06	0.06	0.01%	0.32
MP100009	Banco E1" - 2"	25800.00	12.00%	31992.00	-6192.00	-24.00%	28896.00	-3096.00	-10.71%	-6192.00

Variación Total de la Orden de Producción Q. **-6387.15**

Para las 2 ordenes de producción mostradas se puede observa que la variación es en contra y que la mayor desviación esta en el

**Figura 114. Reporte variaciones por orden estándar**

#### 4.2.2.4 Comparación de utilización de materiales sobre base 0 / efectivo

##### 1) Utilización por componente:

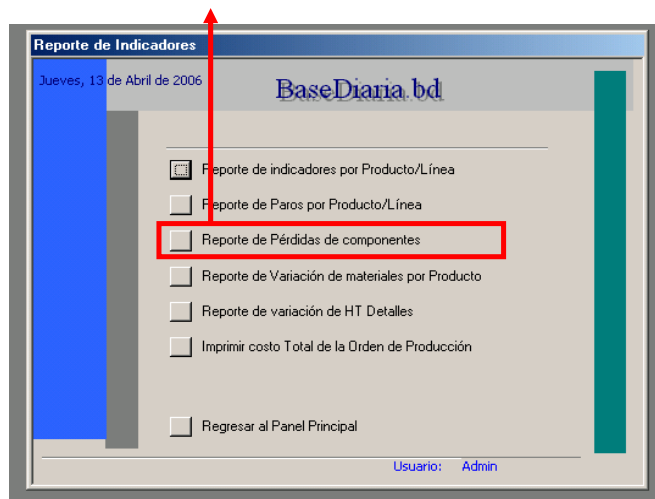


Figura 115. Reporte de perdidas por componente estandar

#### CARACTERÍSTICAS:

1. Utilización teórica sobre base 0 por componente.
2. % Variación de la utilización efectiva vrs la utilización sobre base 0 por componente.
3. Variación de costo de la utilización efectiva vrs la utilización sobre base 0 por componente.

En este caso se mostraran las variaciones de todos los componentes utilizados durante los meses de septiembre y octubre del 2005.

## Variación de Uso de Componentes

Del: 01/09/2005 Al: 31/10/2005

Artículo	Descripción	UNIDAD	Uso	Uso Teórico	Uso	Base 0	Estándar				
			Teórico	C/Perdida	Real	Diferencia	%Per	Costo	Diferencia	%Per.	Costo
MO100001	Mano de Obra	Quetal	12863.3	14406.9	16762.3	-3898.94	-30.3%	-38014.6	-2855.3	-16.3%	-22964.5
ME100001	caja	unidad	930298	922138	930520	-3022.22	-3.3%	-15111.1	-2838.2	-3.1%	-14190.8
ME100002	boba	unidad	930298	924899	995530	-7523.17	-8.2%	-4513.9	-7063.0	-7.6%	-4237.8
MP100001	Talbo	libras	1653138.1	1818451.9	1871723.9	-218385.81	-13.2%	-218385.8	-53272.0	-2.9%	-53272.0
MP100002	Brocolil 14" - 1.34"	libras	23460.2	26275.4	27324.3	-3864.11	-16.5%	-7728.2	-1048.9	-4.0%	-2097.8
MP100003	Brocolil 14" - 2"	libras	6705.0	7309.6	7376.7	-871.65	-13.0%	-1743.3	-87.1	-0.9%	-134.1
MP100004	Brocolil 36" - 2.14"	libras	88041.0	98605.9	99754.3	-11713.34	-13.3%	-23426.7	-1148.4	-1.2%	-2296.8
MP100005	Brocolil"	libras	92785.0	103919.2	98128.8	-5343.81	-5.8%	-10687.6	5790.4	5.6%	11880.8
MP100006	Brocolil" - 1.34"	libras	70452.5	78906.8	80775.7	-10328.15	-14.7%	-20646.3	-1868.9	-2.4%	-3737.7
MP100007	Brocolil" - 1.12"	libras	104439.3	116972.0	125508.4	-21069.08	-20.2%	-42138.2	-8536.4	-7.3%	-17072.7
MP100008	Brocolil" - 1.58"	libras	123939.0	138834.1	146663.7	-22704.69	-18.3%	-45409.4	-7829.6	-5.6%	-15639.2
MP100009	Brocolil" - 2"	libras	106713.5	119519.1	127246.4	-20532.94	-19.2%	-41065.9	-7727.3	-6.5%	-15454.7
MP100012	Brocolil5 - 30MM	Kgs.	23952.2	26826.4	24909.2	-9570.9	-4.0%	-1914.2	1917.2	7.1%	3834.3
MP100013	Brocolil5 - 38MM	libras	4655.0	5213.6	5120.5	-465.50	-10.0%	-931.0	93.1	1.8%	186.2
MP100014	Brocolil2 1/2" - 3 1/2"	Kgs.	1175.0	1316.0	1292.5	-117.50	-10.0%	-235.0	23.5	1.8%	47.0
MP100015	Brocolil20-38	Kgs.	218662.4	244901.8	241190.8	-22528.47	-10.3%	-45066.9	3711.0	1.5%	7422.0
MP100016	Brocolil20-40MM	Kgs.	97471.9	109168.5	107674.3	-10202.36	-10.5%	-20404.7	1494.3	1.4%	2988.5
MP100017	Brocolil20-40mm / 20-30mm	Kgs.	23368.0	26172.2	26547.9	-3179.92	-13.6%	-6339.8	-375.8	-1.4%	-751.5
MP100018	Brocolil34" - 1.12"	libras	162004.2	181444.7	186327.9	-24323.68	-15.0%	-48647.4	-4883.2	-2.7%	-9766.4
MP100020	Brocolil30 - 30MM	Kgs.	380000.8	426000.9	421874.7	-41873.92	-11.0%	-83747.8	3726.2	0.9%	7452.4

Como se puede ver la mano de obra tiene una variación de 30.3% en contra respecto de la base 0 lo que indica que se tiene algún problema, las causas se verán en el capítulo 5.

El otro caso que se puede ver es el Brócoli de 1" el cual tiene 5.8% de variación en contra con respecto a la base 0 esto significa que nuestros costos están dentro de lo esperado pero aun los podemos mejorar.

**Figura 116. Reporte variaciones de uso estándar**

## 2) Utilización por producto.

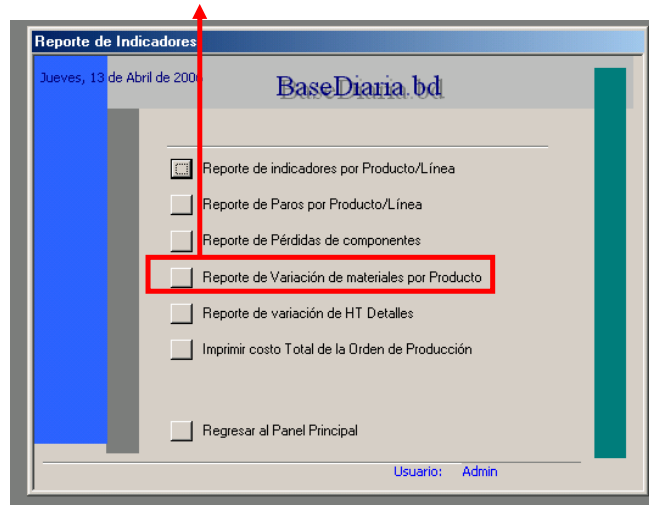


Figura 117. Reporte de perdida por producto estándar

### CARACTERÍSTICAS:

1. Utilización teórica sobre base 0 por componente y por producto.
2. % Variación de la utilización efectiva vrs la utilización sobre base 0 por componente y por producto.
3. Variación de costo de la utilización efectiva vrs la utilización sobre base 0 por componente y por producto.

A diferencia del reporte de utilización por componente, en este se tiene el detalle por producto lo cual ayuda a identificar si la variación de un componente respecto de la base 0 la esta provocando un articulo en especial.

Se realizara el reporte de utilización por producto para 5 productos.

## Variación de Uso de Componentes

Del: 01/09/2005 Al: 31/10/2005

Artículo	Descripción	UNIDAD	Uso Teórico	Uso Teórico C/Perdida	Uso Real	Diferencia	Base 0 %Per	Costo	Estándar		
									Diferencia	%Per.	Costo
M0100001	Mano de Obra	Quetzal	128633	144069	167623	-3898.94	-30.3%	-38014.6	-2355.3	-16.3%	-22964.5
M0100001	caja	unidad	920298	922138	930520	-3022.22	-3.3%	-15111.1	-2838.2	-3.1%	-14190.8
M0100002	bolsa	unidad	920298	924899	995530	-7523.17	-8.2%	-4513.9	-7063.0	-7.6%	-4237.8
MP100001	Talbo	libras	1653138.1	1818451.9	1871723.9	-218385.81	-13.2%	-218385.8	-5272.0	-2.9%	-5272.0
MP100002	Brocolil 14" - 1 3/4"	libras	234602	262754	275243	-3864.11	-16.5%	-7728.2	-1048.9	-4.0%	-2097.8
MP100003	Brocolil 14" - 2"	libras	6705.0	7309.6	7576.7	-871.65	-13.0%	-1743.3	-67.1	-0.9%	-134.1
MP100004	Brocolil 36" - 2 1/4"	libras	880410	986059	997543	-11713.34	-13.3%	-23426.7	-1148.4	-1.2%	-2296.8
MP100005	Brocolil"	libras	927850	1039192	981288	-5343.81	-5.8%	-10687.6	5790.4	5.6%	11580.8
MP100006	Brocolil" - 1 3/4"	libras	70452.5	78906.8	80775.7	-10323.15	-14.7%	-20646.3	-1868.9	-2.4%	-3737.7
MP100007	Brocolil" - 1 1/2"	libras	104439.3	116972.0	125508.4	-21069.08	-20.2%	-42138.2	-8536.4	-7.3%	-17072.7
MP100008	Brocolil" - 1 5/8"	libras	123939.0	138834.1	146663.7	-22704.69	-18.3%	-45409.4	-7829.6	-5.6%	-15639.2
MP100009	Brocolil" - 2"	libras	106713.5	119519.1	127246.4	-20532.94	-19.2%	-41065.9	-7727.3	-6.5%	-15454.7
MP100012	Brocolil5 - 30MM	Kgs.	23952.2	26826.4	24909.2	-957.09	-4.0%	-1914.2	1917.2	7.1%	3834.3
MP100013	Brocolil5 - 38MM	libras	4655.0	5213.6	5120.5	-465.50	-10.0%	-931.0	93.1	1.8%	186.2
MP100014	Brocolil2 1/2" - 3 1/2"	Kgs.	1175.0	1316.0	1292.5	-117.50	-10.0%	-235.0	23.5	1.8%	47.0
MP100015	Brocolil20-38	Kgs.	218662.4	244901.8	241190.8	-22528.47	-10.3%	-45036.9	3711.0	1.5%	7422.0
MP100016	Brocolil20-40MM	Kgs.	97471.9	109168.5	107674.3	-10202.36	-10.5%	-20404.7	1494.3	1.4%	2988.5
MP100017	Brocolil20-40mm / 20-30mm	Kgs.	23368.0	26172.2	26547.9	-3179.92	-13.6%	-6339.8	-375.8	-1.4%	-751.5
MP100018	Brocolil3 1/4" - 1 1/2"	libras	162004.2	181444.7	196327.9	-24323.68	-15.0%	-48647.4	-4883.2	-2.7%	-9766.4
MP100020	Brocolil30 - 30MM	Kgs.	380000.8	425600.9	421874.7	-41873.92	-11.0%	-83747.8	3726.2	0.9%	7432.4

Como se puede ver la mano de obra tiene una variación de 30.3% en contra respecto de la base 0 lo que indica que se tiene algún problema, las causas se verán en el capítulo 5.

El otro caso que se puede ver es el Brócoli de 1" el cual tiene 5.8% de variación en contra con respecto a la base 0 esto significa que nuestros costos están dentro de lo esperado pero aun los podemos mejorar.

**Figura 118. Reporte de variación por componentes estándar**

### 3) Utilización por orden de producción.

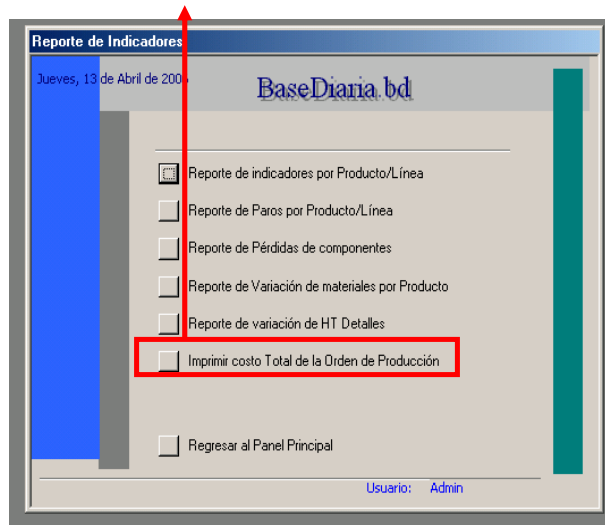


Figura 119. Reporte orden de producción estándar

#### CARACTERÍSTICAS:

1. Utilización teórica sobre base 0 por componente y por orden de producción.
2. % Variación de la utilización efectiva vrs la utilización sobre base 0 por componente y por orden de producción.
3. Variación de costo de la utilización efectiva vrs la utilización sobre base 0 por componente y por orden de producción.
4. % Productividad, % Rendimiento, % Paro y % Cumplimiento por orden de producción.
5. Costo de variación total de la orden de producción.

El análisis de las utilizaciones se debe de realizar por medio de los reportes por componente y por producto. El reporte de utilización por orden de producción, es el que al final concreta si las acciones que se están tomando son las correctas, ya que al final dice cual es el costo de variación de la orden de producción. Esta variación de costo se debe de esperar que sea 0 o mayor a 0, de lo contrario no se está cumpliendo con los objetivos establecidos y se deben de tomar acciones correctivas dentro de un plan de mejora continua el cual se vera en el capítulo 5.

PRODUCTO	PT10004	BR FL 30 - 50MM 1000LIBRAS	%Rendimiento:	78.0%								
UNIDADES LANZADAS	92		%Paso:	31.9%								
UNIDADES PRODUCIDAS	36		%Cumplimiento:	39.1%								
LINEA: IQF												
LINEA: IQF												
			Uso	%	Uso	Dif. Uso	% Per.	Uso	Dif. Uso	% Per.	Costo	
			Teorico	Objetivo	Real	Base 0	Sob/00	Sob/Std.	Sob/Std.	Sob/Std.	Total	
M010001	Mazo de Cien		132.67	12.00%	168.66	-35.99	-27.13%	148.58	-20.07	-13.51%	-195.69	
ME100004	Tote		36.00	0.20%	36.00	0.00	0.00%	36.07	0.07	0.20%	18.00	
ME100006	Tote con Tote		72.00	2.00%	72.64	-0.64	-0.89%	73.44	0.80	1.09%	0.80	
MP100020	Banco 30 - 50MM		36000.00	12.00%	42120.00	-6120.00	-17.00%	40320.00	-1800.00	-4.46%	-3600.00	
Variación Total de la Orden de Producción Q.											-3775.00	
ORDEN	1 E264										%Productividad:	38.0%
PRODUCTO	PT100026	BR FL 1" - 2" 25LIBRAS									%Rendimiento:	82.7%
UNIDADES LANZADAS	1032										%Paso:	53.2%
UNIDADES PRODUCIDAS	1032										%Cumplimiento:	100.0%
COMPONENTES												
LINEA: IQF												
LINEA: IQF												
			Uso	%	Uso	Dif. Uso	% Per.	Uso	Dif. Uso	% Per.	Costo	
			Teorico	Objetivo	Real	Base 0	Sob/00	Sob/Std.	Sob/Std.	Sob/Std.	Total	
M010001	Mazo de Cien		82.01	12.00%	99.11	-17.10	-20.85%	91.85	-7.26	-7.90%	-70.79	
ME100001	caja		1032.00	0.20%	1034.00	-2.00	-0.19%	1034.06	0.06	0.01%	0.32	
MP100000	Banco 1" - 2"		25800.00	12.00%	31992.00	-6192.00	-24.00%	28896.00	-3096.00	-10.71%	-6192.00	
Variación Total de la Orden de Producción Q.											-6387.15	
Para las 2 ordenes de producción mostradas se puede observa que la variación es en contra y que la mayor desviación esta en el brócoli por lo que es aquí en donde se deben de revisar las acciones que se están tomando para mejorar la operación.												

**Figura 120. Reporte variaciones por orden estándar**

## **5. MEJORA CONTINUA Y BENEFICIOS DEL NUEVO SISTEMA**

Como se pudo observar en general en el análisis estadístico realizado en el capítulo 4, los resultados no muestran mejora, lo que indica que no se ha encontrado cual es la principal causa que esta originando el no llegar a los objetivos planteados.

Esto confirma que además de la implementación de un control de producción se necesita de la implementación de una metodología de mejora continua que ayude en el proceso a identificar las principales causas y que al encontrar estas causas se puedan tomar decisiones que impacten directamente en el mejoramiento de los resultados.

La metodología de mejora continua a aplicar, será la de causa / efecto y análisis de decisiones, por medio de la cual se proporcionarán las herramientas necesarias para mantener una cultura de mejora de los indicadores de operación. Es importante mencionar que cuando se realice la metodología, se haga por medio de grupos multidisciplinarios.



## **5.1 Metodología de causa / efecto y metodología de análisis de decisiones**

La metodología de mejora continua se realizara en 5 etapas las cuales son:

1. Identificación del problema
2. Identificación de la verdadera causa
3. Corrección de la causa del problema
4. Plan de acción
5. Retroalimentación

### **5.1.1 Identificación del problema (Diagrama causa / efecto).**

La identificación del problema se realizará por medio del diagrama de causa y efecto.

El diagrama de causa y efecto tiene como objetivo, identificar oportunidades de mejora y mostrar la relación entre el efecto y todas las causas potenciales.

Se realiza por medio de un diagrama que muestra un gran número de causas para un problema, de las cuales posteriormente serán identificadas las causas principales.

Para la aplicación de la metodología se analizará el indicador de productividad, el cual como se vio en el capítulo 1 va ligado con los indicadores de rendimiento y tiempo de paro.

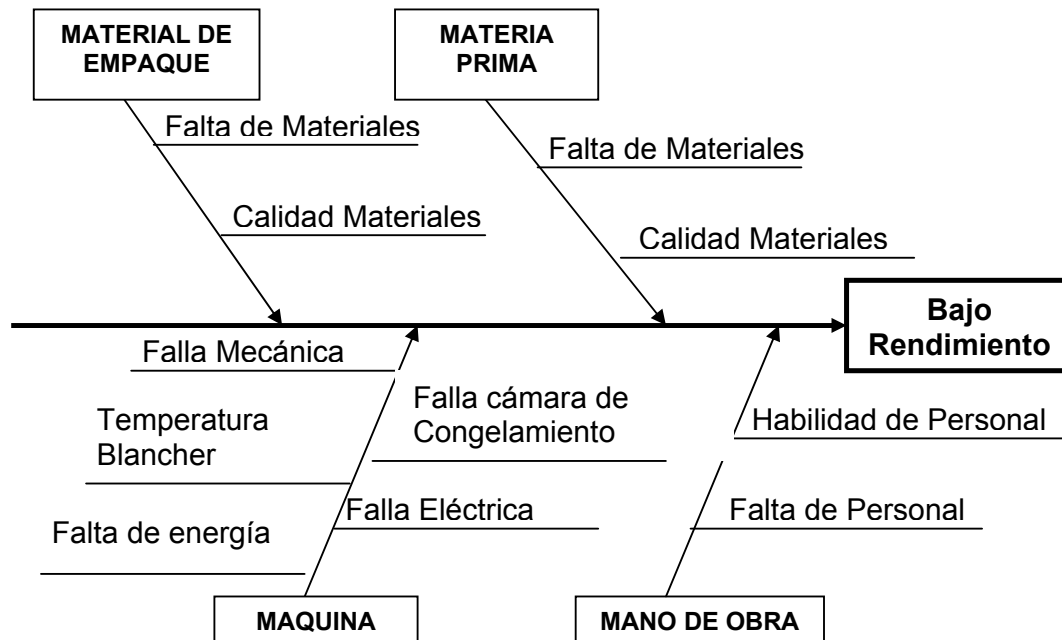
El indicador a analizar es el de productividad debido a que en los meses de septiembre y octubre del año 2005 no se alcanzó el objetivo.

El problema está identificado en el análisis estadístico realizado en el capítulo 4, ya que como se observó, el indicador que está fuera de control es el rendimiento. En lo que respecta al indicador de paros está dentro de objetivo por lo que podemos decir que está bajo control.

Una vez que se sabe que el problema está en el indicador de rendimiento, se procederá a realizar el diagrama de causa / efecto.

Las causas que se identificaron fueron extraídas del reporte de paros que afectan el rendimiento para los meses de septiembre y octubre del 2005.

**DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO**



**Figura 121. Diagrama de causa y efecto**

**5.1.2 Identificación de la verdadera causa (Diagrama de pareto 80/20).**

Una vez identificadas todas las causas, se procede a encontrar la verdadera causa o las causas principales.

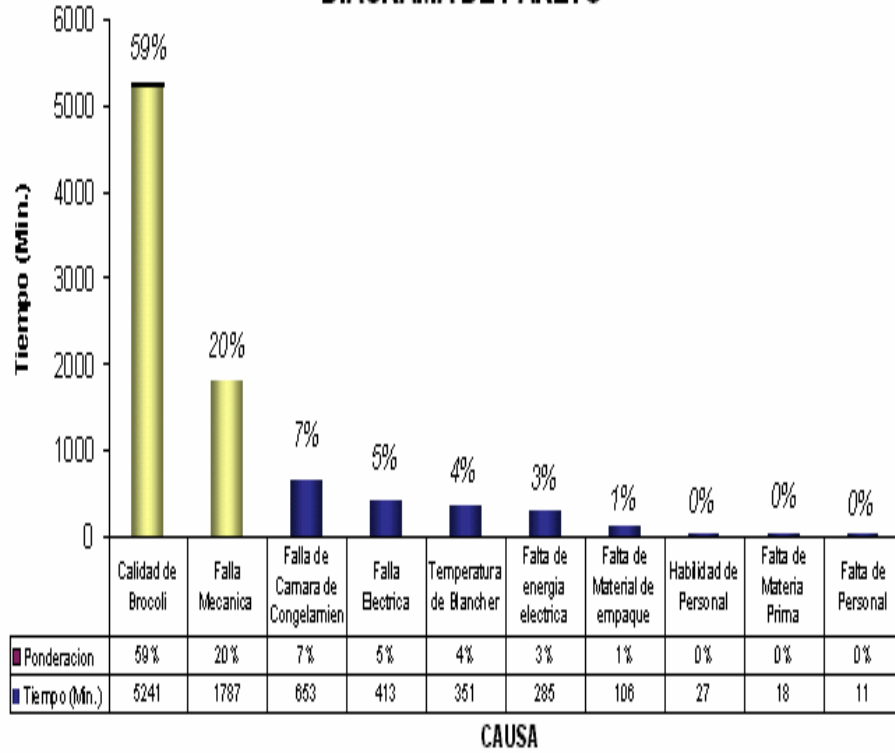
Para identificar las causas principales se realizara a través del diagrama de pareto.

El diagrama de pareto tiene como objetivo enfocar, dar prioridad a lo esencial y visualizar los efectos que tienen las diferentes causas sobre los resultados.

El diagrama de pareto indica que el 80% de los problemas solo son debido a un 20% de las causas. Se procederá entonces a realizar el diagrama de pareto para las causas identificadas.



## DIAGRAMA DE PARETO



Como se puede ver en el diagrama de pareto, el 20% de las causas representan el 80% del tiempo de las fallas lo que da la pauta que las principales causas por las cuales no se esta logrando un buen rendimiento es la calidad del brócoli y las fallas mecánicas en el proceso.

**Figura 122. Diagrama de pareto**

### **5.1.3 Corrección de la causa del problema**

En este momento se tienen identificadas las causas principales que afectan el indicador de rendimiento.

El siguiente paso es proponer planes de acción que permitan que los indicadores de operación lleguen a su objetivo, para esto se utilizará la metodología de análisis de decisiones la cual consta de los siguientes pasos:

1. Aclarar el propósito
2. Evaluar alternativas
3. Determinar riesgos
4. Tomar decisión

#### **5.1.3.1 Aclarar el propósito**

Las causas de bajo rendimiento son calidad de brócoli y fallas mecánicas en el proceso.

El propósito es reducir en un 80% los paros debido a estas fallas.

### 5.1.3.2 Evaluar alternativas

Las alternativas que se tienen para reducir estas fallas son:

- ***Calidad de Brócoli***

1. Evaluar utilización de equipo clasificador de cortes
2. Propuesta de especialista para asesorar a los agricultores en la prevención de plagas de gusano durante la cosecha del brócoli

- ***Fallas Mecánicas***

1. Evaluación del mantenimiento a los motores del túnel de enfriamiento
2. Evaluación del mantenimiento al compresor de 400 HP.
3. Evaluación mantenimiento a la Zaranda de enfriamiento 1 y 2



### **5.1.3.3 Determinar riesgos**

No existen riesgos en la implementación de cada una de estas alternativas.

### **5.1.3.4 Tomar decisión**

La decisión final de la implementación de cada una de las alternativas dependerá de la empresa, mas adelante en este capitulo se presentan los ahorros que se que se podrían obtener por su implementación.

## **5.1.4 Plan de acción**

Para lograr corregir el 80% de las causas enunciadas se deben de realizar el 100% de estas acciones.

- ***Calidad de Brócoli***

1. Implementar equipo clasificador de cortes
2. Asesorar a los agricultores en la prevención de plagas de gusano durante la cosecha del brócoli

- **Fallas Mecánicas**

1. Realizar mantenimiento a los motores del túnel de enfriamiento
2. Realizar mantenimiento al compresor de 400 HP
3. Realizar mantenimiento a la Zaranda de enfriamiento 1 y 2

Es importante mencionar que la ejecución de estos planes tiene una incidencia directa en los siguientes indicadores:

- Productividad
- Rendimiento
- Paros Programados
- Utilización de mano de obra
- Utilización de materiales

### **5.1.5 Retroalimentación**

Se hablo con el Jefe de Producción de la empresa y se le presento el estudio realizado con sus respectivos planes de acción.

La metodología de mejora continua debe de ser realizada cada vez que se detecte una desviación, al menos una vez por mes en el momento que se tengan todos los resultados de la base de datos.

## **5.2 Beneficios en la implementación del proceso y equipo clasificador de cortes**

Los beneficios que la industria de brócoli congelado obtiene a través de la implementación de este proceso es:

1. Poder medir la productividad de la operación por medio de estándares de producción
2. Evaluar los resultados de la operación en base a objetivos propuestos
3. Control de la utilización efectiva de la mano de obra
4. Evolución de las ordenes de producción
5. Conocimiento del aprovechamiento de las líneas de producción durante el tiempo que están trabajando.
6. Control de la utilización efectiva de las materias primas y materiales de empaque
7. Identificación de las principales causas que están afectando el proceso
8. Creación de una cultura de mejora de los resultados
9. Análisis continuo de los resultados obtenidos por medio de la metodología de mejora continua

## **10. Ahorros en costo por la implementación de las mejoras propuestas**

En resumen, con la implementación del sistema de control de producción es posible medir, comparar, analizar, corregir y mejorar la operación continuamente.

### **5.3 Costeo de mejoras en el proceso y en la implementación del equipo clasificador de cortes.**

Dentro de los beneficios que se pueden obtener de la implementación del sistema de control de producción tenemos ahorros en costo los cuales son:

#### ***1) Implementación de equipo clasificador de cortes***

El 30% del tiempo perdido por el paro de calidad de brócoli, corresponde al brócoli que se pierde en toda la línea IQF por no tener el tamaño adecuado al proceso. El equipo clasificador de cortes, elimina desde un inicio del proceso este producto, por lo que el beneficio se ve reflejado en productividad que a su vez tiene incidencia en el rendimiento de la mano de obra, por lo que los ahorros anuales estimados son:

El total de paros por calidad de brócoli suman un total de 87 horas en dos meses. Podemos decir entonces que el total de horas en un año sería de 522 horas.

De estas 522 horas el equipo clasificador de cortes estaría optimizando el 30% del tiempo lo que significa que el total de horas a

optimizar en un año sería de 157 horas. La tasa actual de mano de obra para la industria de brócoli congelado es de Q9.75 la hora y la línea utiliza un total de 25 personas por lo que el **ahorro estimado sería de Q38,171.00.**

## **2) Mejora de la productividad por medio de los mantenimientos recomendados**

Los mantenimientos recomendados fueron: mantenimiento a los motores del túnel de enfriamiento, mantenimiento al compresor de 400 HP, mantenimiento a la Zaranda de enfriamiento 1 y 2.

Este tipo de mantenimientos se le llaman mantenimiento enfocados a la consecuencia, por medio del sistema de control propuesto es posible identificar los mantenimientos dirigidos a la consecuencia y disminuir los paros por fallas técnicas en un 80%. La incidencia de los paros por no tener un plan de este tipo es de 30 horas en 2 meses.

Nuevamente lo que se obtiene de beneficio en esta implementación son horas, el total de paros por calidad de brócoli suman un total de 30 horas en dos meses tal y como se menciono anteriormente. Podemos decir entonces que el total de horas en un año sería de 360 horas.

De estas 360 horas el mantenimiento dirigido a la consecuencia estaría optimizando el 80% del tiempo lo que significa que el total de horas a optimizar en un año sería de 288 horas. La tasa actual de mano de obra para la industria de brócoli congelado es de Q9.75 la hora y la línea utiliza un total de 25 personas por lo que el **ahorro estimado sería de Q70,200.00.**

### **3) Optimización de la utilización de la mano de obra por medio del mejoramiento de la calidad de brócoli**

Como se había explicado anteriormente el 30% de los paros por calidad de brócoli correspondían a brócoli que no estaba acorde a las especificaciones en tamaño. El otro 70% de los paros de calidad corresponden a brócoli que se tiene que seleccionar por estar contaminado con gusanos.

Este paro se podría mejorar en un 80% por medio del asesoramiento continuo a los agricultores en el manejo de plagas.

Por lo tanto el total de paros por calidad de brócoli suman un total de 87 horas en dos meses. Podemos decir entonces que el total de horas en un año sería de 522 horas.

De estas 522 horas el asesoramiento estaría optimizando el 56% del tiempo lo que significa que el total de horas a optimizar en un año sería de 292 horas. La tasa actual de mano de obra para la industria de brócoli congelado es de Q9.75 la hora y la línea utiliza un total de 25 personas por lo que el **ahorro estimado sería de Q71,253.00.**

Además en el actual proceso se utilizan 25 personas pero se ha experimentado que con una buena calidad de brócoli la línea puede trabajar con 23 personas por lo que se pueden optimizar 2 personas en el proceso.

La línea IQF trabaja durante el año un promedio de 40 semanas con 116 horas cada semana lo que da un total de 4640 horas, por lo que el ahorro estimado por optimización de dos personas sería de **Q90,480.00.**

Entonces esto implica que el ahorro estaría desglosado de la siguiente forma Q71,253.00 por optimización de la productividad y Q90,480.00 por optimización de 2 personas en la línea, por lo que el ***ahorro estimado sería de Q161,733.00.***

#### **5.4 Seguimiento y mejora continua del sistema de control de producción.**

Para que el sistema de control de producción propuesto tenga continuidad es necesario que se den los siguientes aspectos:

- Asignar una persona que se encargue de la administración de la base de datos
- Ingresar consistentemente la información a la base de datos acorde a lo indicado en los anteriores capítulos
- Cada vez que se realice un nuevo producto establecer estándares, objetivos e ingresarlo en la base datos
- Generar los reportes de los indicadores de operación y analizar las desviaciones encontradas acorde a las frecuencias establecidas
- Utilizar la herramienta de mejora continua

- Cuando se realice la herramienta de mejora continua asegurar la participación de equipos multidisciplinarios para el análisis

Es importante mencionar que debido a la implementación de la cultura de mejora continua el sistema de control propuesto puede tener cambios en su metodología en el transcurrir del tiempo.





## **CONCLUSIONES**

- 1.** Los procedimientos se reestructuraron de tal forma que el proceso de brócoli congelado se pueda aplicar el sistema de control de producción con base a indicadores de operación.
- 2.** Los estándares de producción por hora, fueron establecidos para cada tipo de corte y la presentación del brócoli, la cual es despachada al cliente.
- 3.** El cumplimiento de los indicadores de operación de productividad, rendimiento, tiempo de paro, utilización efectiva de mano de obra y materiales se evaluó por medio de reportes generados por la base de datos diseñada y análisis estadísticos.
- 4.** Se establecieron objetivos para determinar en el uso efectivo de los materiales y mano de obra si el proceso esta en control o fuera de control.
- 5.** El sistema de control de producción en base a indicadores de operación tiene la capacidad de medir el desempeño de la mano de obra y el rendimiento de los materiales durante el proceso por medio de la base de datos diseñada.

6. La identificación de las causas que contribuyen a la ineficiencia del proceso es posible identificarlas por medio del registro de paros diseñado.
7. Las causas principales que contribuyen a la ineficiencia del proceso son la calidad del brócoli y la falta de mantenimiento de equipos.
8. El equipo clasificador de cortes puede optimizar el uso de la mano de obra y utilización de materiales.
9. Es posible optimizar el uso de la mano de obra y utilización de materiales mejorando la calidad del brócoli desde el campo por medio del asesoramiento continuo del control de plagas al agricultor.
10. La optimización del uso de la mano de obra y materiales se da por medio del análisis de paros y la aplicación de la metodología de mejora continua.

## RECOMENDACIONES

1. Establecer contactos para venta de Brócoli congelado con el mercado Europeo, ofreciendo precios competitivos, esto garantizara el crecimiento a largo plazo en las exportaciones del Brócoli.
2. En el proceso de producción evitar de la mejor manera cambios constantes por diferentes tipos de corte o diferentes formatos, mantener estos cambios de una forma programada para que el costo por mano de obra improductiva se reduzca.
3. El seguimiento al cierre de las órdenes de producción es importante, el cierre de la orden de producción asegura que todos los elementos han sido asignados, es en este momento que se pueden determinar el cumplimiento de los indicadores.
4. Es necesario que cada vez que se introduzca un nuevo formato al proceso se establezcan los estándares de producción, así como los objetivos de productividad, rendimiento, tiempo de paro, mano de obra y pérdida de materiales.
5. El adecuado mantenimiento del sistema en lo que respecta a las actualizaciones de nuevos formatos, nuevos estándares de producción o seguimiento de la información, deberá de ser controlado por un administrador del sistema, esta persona será la única que tendrá acceso a realizar modificaciones.

6. Todos los estándares de producción y objetivos de rendimiento, tiempo de paro, mano de obra y pérdida de materiales deben de ser validados con una frecuencia anual.
  
7. Asegurarse del cumplimiento de los indicadores claves de operación a través de los reportes diarios, semanales y mensuales, el cumplimiento de los mismos asegurara la competitividad del Brócoli.
  
8. Los objetivos y estándares de producción establecidos, deben de ser cuestionados constantemente por medio de métodos de análisis estadístico, así como el mejoramientos de los procesos por introducción de innovaciones, estas actividades son de vital importancia para mantener el proceso de mejora continua.
  
9. El método de mejora continua tendrá sus mejores resultados en el momento en que el análisis y toma de decisiones se realice por medio de equipos multidisciplinarios comprometidos con el cumplimiento de los indicadores.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Chase, Richard B., otros. **Administración de producción y operaciones manufactura y servicios**. 8 edición. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2003.
2. David, Fred R. **Conceptos de Administración Estratégica**. 9 edición. México: Pearson Educación, 2003.
3. Franklin, Enrique Benjamín. **Organización de Empresas. Analisis, diseño y estructura**. México. McGraw-Hill Interamericana, 2000.
4. Agexpront. [www.agexpront.com](http://www.agexpront.com)
5. Gaither, Norman, y Grez Frazier. **Administración de producción y operaciones**. 8 edición. México: Internacional Thomson Editores, 2000.
6. Everett E. Adam, Jr., Ronald J. Ebert. **Administración de la producción y las operaciones**. 4 edición. México: Prentice may Hispanoamericana, S.A., 1991.
7. Gomez Ceja, Guillermo. **Planeación y organización de empresas**. 8 edición. México: McGraw-Hill Interamericana, 1996.

8. Goodstein, Leonard D., y otros. **Planeación estratégica aplicada**. México: McGraw-Hill Interamericana, 2001.
9. Marisol, Estrada Estrada. **Diseño de un programa para aumentar la capacidad de producción de un producto líder en una industria alimenticia**. Facultad de ingeniería USAC 2004.
10. James R. Evans, William M. Lindsay. **Administración y Control de la Calidad**. 2 edición. Nebraska: Grupo Editorial Ibero América, S.A. de C.V., 1995.
11. Hicks, Philip E. **Ingeniería industrial y Administración**. 2 edición. México: Grupo Patria Cultural, S.A., 2001.
12. Kutz, Myer. **Fundamentos de la mecánica, ingeniería y técnica**. México: Grupo Editorial Océano, 1997.
13. Furter R.; Farber Chritoph, **1997 Uster Statistics**. Switzerland: Zelleweger Uster, 1997.