

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS POS-COSECHA DE  
LA UCHUVA, EN LA EMPRESA AGROENLACE LOGÍSTICO SAS Y FLP COLOMBIA  
SAS.**

**CATALINA GALVIS LÓPEZ**

**MARCELA GARZÓN NÚÑEZ**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D. C.  
2013**

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS POS-COSECHA DE  
LA UCHUVA, EN LA EMPRESA AGROENLACE LOGÍSTICO SAS Y FLP COLOMBIA  
SAS.**

**CATALINA GALVIS LOPEZ**

**MARCELA GARZÓN NÚÑEZ**

**TRABAJO DE GRADO**

**Director**

**ING. ELIANA MARÍA GONZALEZ NEIRA, MSc**  
Depto. de ingeniería Industrial

**Co-Director**

**ING. MARTHA RUTH MANRIQUE TORRES, MSc**  
Depto. de ingeniería Industrial

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

## AGRADECIMIENTOS

Esta es una de las partes más difícil de escribir, ya que sabemos que es imposible redactar lo que queremos decir tal y como lo sentimos y pensamos.

Cinco años, cinco años que pasaron rápido, unos años más rápido que otros, pero todos vividos con la misma alegría y esfuerzo que nos caracterizó durante toda nuestra carrera. Sentimos nostalgia de saber que el presente trabajo es la culminación de todo lo aprendido, de una vida universitaria que se acaba, de una nueva etapa que hasta ahora comienza, del resumen de conocimientos adquiridos y la documentación de lo que sabemos hacer.

Inscribir materias cada semestre, hacer amistades, aprender de profesores, conocer de diferentes temas, ampliar nuestro punto de vista, ser conscientes de nuestra realidad, querer y creer en que un cambio es posible, ser un instrumento útil en nuestra sociedad, todo eso y más fueron etapas y creencias que fuimos grabando en nuestras mentes, para nunca olvidarnos de quienes somos y todo lo que en estos cinco años vivimos y aprendimos. Todo lo anterior será siempre nuestra motivación de salir adelante, cada recuerdo, cada experiencia será nuestra inspiración para hacer todo lo que hagamos con perfección.

Es difícil entender la razón del porque el tiempo pasa tan rápido, es imposible descifrar porque los momentos más felices son los que duran menos y es aún más complicado entender porque todo se acaba. Lo único que nos es posible saber, es que cada recuerdo quedará siempre en nuestra memoria y en nuestro corazón, recordándonos los momentos felices que hemos vivido y que gracias a ellos somos lo que somos hoy en día.

Agradecemos a la Pontificia Universidad Javeriana por permitirnos vivir y compartir tantos momentos de alegría y tristeza, de los que siempre aprendimos, nos caímos y nos levantamos. Gracias Dios por habernos permitido tener la sabiduría de haber escogido esta carrera y de haber sido siempre nuestro guía.

Agradecemos profundamente a cada uno de nuestros profesores, nos llevamos un gran recuerdo de cada uno de ustedes. Gracias a Eliana María González, quien siempre nos apoyó incondicionalmente para conseguir el éxito, quien creyó en nosotras y siempre nos enseñó que todo se logra con dedicación. Gracias a Martha Ruth Manrique por la ayuda brindada durante la elaboración de este trabajo.

Gracias a cada una de las personas que conocimos a lo largo de estos 5 años, a nuestros amigos, los cuales siempre estuvieron a nuestro lado y compartiendo tantos momentos que serán inolvidables.

Finalmente, queremos agradecer a cada una de nuestras familias, a la Familia Galvis López y a la Familia Garzón Núñez. No hay palabras para poder expresar nuestra inmensa gratitud hacia ustedes. Gracias por el amor que nos han dado, y por ser la inspiración de todo lo que hacemos.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>17</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 ESTÁNDARES DE CALIDAD NACIONALES E INTERNACIONALES DE LA UCHUVA.....</b>	<b>19</b>
3.1.1 <i>Requisitos generales</i> .....	19
3.1.2. <i>Requisitos de madurez</i> .....	20
3.1.3. <i>Categorías</i> .....	20
3.1.4. <i>Tolerancias</i> .....	21
3.1.5. <i>Criterios de aceptación o rechazo de lote</i> .....	21
3.1.6. <i>Empaque</i> .....	21
3.1.7. <i>Rotulado</i> .....	22
<b>3.2 PROCESOS .....</b>	<b>22</b>
3.2.1 <i>Ingeniería de métodos</i> .....	22
3.2.1.1 <i>Procedimiento sistemático de métodos y medición del trabajo</i> .....	23
<b>3.3. GESTIÓN VISUAL.....</b>	<b>24</b>
3.3.1. <i>Beneficios</i> .....	24
<b>3.4. DISEÑO DE EXPERIMENTOS .....</b>	<b>25</b>
3.4.1 <i>Utilidad</i> .....	26
3.4.2 <i>Aplicaciones</i> .....	26
3.4.3 <i>Metodología</i> .....	26
<b>PARTE I. AGROENLACE LOGISTICO SAS.....</b>	<b>27</b>
<b>4. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>27</b>
4.1 Proceso Pos-cosecha de la uchuva: Agroenlace Logístico SAS .....	27
<b>5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>29</b>
<b>6. METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
<b>7. ANTECEDENTES.....</b>	<b>33</b>
<b>7.1 Descripción del proceso pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS</b>	<b>34</b>
7.1.1 <i>Diagrama de bloques del proceso pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS</i> .....	37
7.1.2 <i>Diagrama de operaciones</i> .....	38
7.1.3 <i>Diagrama de flujo</i> .....	39
<b>8 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PLANTEADAS.....</b>	<b>40</b>
8.1. Proceso de clasificación .....	40
8.1.1. <i>Puntos críticos y oportunidades de mejora para el proceso de clasificación</i> .....	40

8.1.2.	<i>Inferencia estadística: efectividad de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación.....</i>	42
8.1.3.	<i>Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación .....</i>	47
8.1.3.1	<i>Diagramas del proceso con la alternativa propuesta .....</i>	49
8.2.	<i>Aprovechamiento de los desperdicios de uchuva.....</i>	51
8.2.1.	<i>Uso de desperdicios de uchuva.....</i>	51
9.	<b>ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO DE LA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS POS-COSECHA/UCHUVA EN AGROENLACE LOGÍSTICO SAS ...</b>	52
10.	<b>CONCLUSIONES .....</b>	53
	<b>PARTE II. FLP COLOMBIA SAS .....</b>	54
11.	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	54
11.1.	<b>Problemáticas identificadas en FLP Colombia SAS .....</b>	54
12.	<b>JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....</b>	57
13.	<b>METODOLOGÍA .....</b>	58
14.	<b>ANTECEDENTES .....</b>	60
14.1.	<b>Descripción del proceso pos-cosecha/uchuva en FLP Colombia SAS .....</b>	61
14.1.1	<i>Diagrama de bloques de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg en promedio. ....</i>	65
14.1.2.	<i>Diagrama de operaciones de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg en promedio.....</i>	66
14.1.3.	<i>Diagrama de flujo de FLP Colombia SAS SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg .....</i>	67
14.1.4	<i>Diagrama de recorrido de FLP Colombia SAS.....</i>	68
15.	<b>ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PROPUESTAS .....</b>	69
15.1.	<b>PROCESO DE CLASIFICACIÓN .....</b>	70
15.1.1	<i>Puntos críticos y oportunidades de mejora para el proceso de clasificación .....</i>	70
15.1.2	<i>Formulación del diseño de experimentos .....</i>	70
15.1.3	<i>Objetivos de los Diseños Experimentales.....</i>	71
15.1.4	<i>Materiales y métodos.....</i>	71
15.1.5	<i>Diseño de experimentos: efectividad de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación.....</i>	73
15.1.5.1	<i>Diseño experimental/productividad.....</i>	74
15.1.5.2	<i>Diseño experimental/porcentaje de calidad .....</i>	83
15.1.6	<i>Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación .....</i>	96
15.2	<b>PROCESO DE SECADO .....</b>	96
15.2.1.	<i>Puntos críticos y oportunidades de mejora para el proceso de secado....</i>	96
15.2.2.	<i>Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el proceso de secado .</i>	97
15.3.	<b>PROCESO DE EMPAQUE .....</b>	98

15.3.1	<i>Puntos críticos y oportunidades de mejora para el proceso de empaque..</i>	98
15.3.2	<i>Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el proceso de empaque</i>	98
15.3.3	<i>Inferencia estadística: efectividad de la alternativa de mejoramiento para el proceso de empaque .....</i>	100
15.4	<b>DISEÑO DE PLANTA .....</b>	102
15.4.1	<i>Puntos críticos y oportunidades de mejora .....</i>	102
15.4.2	<i>Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el diseño de planta .</i>	105
15.4.2.1.	<i>Mejoras propuestas en el diseño .....</i>	106
15.5	<b>GESTIÓN VISUAL .....</b>	109
15.5.1	<i>Política de gestión visual FLP Colombia SAS.....</i>	110
15.6	<b>USO DE LOS DESPERDICIOS .....</b>	111
15.6.1	<i>Puntos críticos y oportunidades de mejora .....</i>	111
15.6.2	<i>Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el aprovechamiento de los desperdicios.....</i>	112
16.	<b>DIAGRAMAS DEL PROCESO CON LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS .....</b>	113
17.	<b>ANÁLISIS COSTO/ BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PROPUESTAS PARA FLP COLOMBIA SAS .....</b>	115
17.1	<b>Flujo de caja: Cuarto de secado y mesas propuestas .....</b>	118
17.2	<b>Flujo de caja: Segunda puerta en el cuarto de secado actual y mesas propuestas .....</b>	120
18.	<b>CONCLUSIONES .....</b>	121
19.	<b>GLOSARIO.....</b>	124
20.	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	126

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Información general de las empresas Agroenlace Logístico SAS y FLP Colombia SAS .....	17
Tabla 2 Color de la uchuva .....	20
Tabla 3 Categorías de la uchuva según la norma NTC 4580 de 1990.....	21
Tabla 4 Principales etapas de un programa de ingeniería de métodos .....	23
Tabla 5 Metodología para el desarrollo de un experimento .....	26
Tabla 6 Metodología Agroenlace Logístico SAS .....	31
Tabla 7 Servicio de maquila por producto año 2012 .....	33
Tabla 8 Cantidades/mes y porcentaje de las frutas de exportación/ 2012 .....	33
Tabla 9 Causas de rechazo por defectos superficiales .....	36
Tabla 10 Tabla resumen de las Alternativas de solución .....	40
Tabla 11 Datos obtenidos en el proceso de clasificación .....	43
Tabla 12 <i>Datos obtenidos</i> .....	44
Tabla 13 Datos obtenidos. Calidad .....	45
Tabla 14 Diagrama de procesos bimanual .....	47
Tabla 15 Descripción/costo y análisis del proceso de secado.....	52
Tabla 16. Pareto del recurso humano .....	56
Tabla 17 Metodología FLP Colombia SAS .....	58
Tabla 18 Alternativas de mejoramiento propuestas a FLP Colombia SAS .....	69
Tabla 19 Sitio de trabajo actual vs Sitio de trabajo propuesto .....	71
Tabla 20 Supuestos.....	74
Tabla 21 Tabla resumen del experimento.....	75
Tabla 22 Niveles por factor.....	75
Tabla 23 Tratamientos.....	76
Tabla 24 Resultados.....	79
Tabla 25 ANOVA .....	79
Tabla 26 ANOVA por componentes.....	80
Tabla 27 Mejor ANOVA.....	81
Tabla 28 Supuestos.....	84
Tabla 29 Resumen del diseño de experimentos. Calidad .....	85
Tabla 30 Niveles por Factor .....	85
Tabla 31 Tratamientos. Calidad .....	86
Tabla 32 Resultados. Calidad .....	89
Tabla 33 ANOVA .....	90
Tabla 34 ANOVA por componentes.....	90
Tabla 35 Mejor ANOVA.....	91
Tabla 36 Mejor ANOVA.....	91
Tabla 37 Prueba de Duncan.....	92
Tabla 38 Resultados prueba de Duncan .....	92
Tabla 39 Media de los 8 combinaciones entre A y B.....	93
Tabla 40 Tratamientos a aplicar .....	94
Tabla 41 Cuarto de secado propuesto .....	97

Tabla 42 Datos usados para el intervalo de confianza .....	101
Tabla 43 modelo actual vs Alternativa de mejoramiento .....	98
Tabla 44 Oportunidades de mejora en el diseño de planta de FLP Colombia .....	104
Tabla 45 Distancia entre procesos.....	109
Tabla 46 Especificaciones .....	110
Tabla 47 Agrícola Cardenal: Persona Contacto .....	112
Tabla 48 Costos discriminados por actividades.....	115
Tabla 49 Costos: Escenario 1 .....	116
Tabla 50 Costos: Escenario 2 .....	117
Tabla 51 Capacidad Instalada .....	117
Tabla 52 Depreciación .....	118
Tabla 53 Flujo de caja: Situación actual .....	118
Tabla 54 Flujo de caja: Escenario 1.....	119
Tabla 55 Flujo de caja: Escenario 2.....	120



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Uchuva .....	19
Figura 2 Uchuva en sus distintos estados de madurez .....	20
Figura 4 Canastilla usada para el mercado nacional (sin capacho) .....	22
Figura 3 Empaque para exportación .....	22
Figura 5 Adquisición de Conocimiento .....	25
Figura 6 Destinos de las exportaciones colombianas de uchuvas en el año 2007.....	29
Figura 7 <i>Diagrama pos—cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS</i> .....	34
Figura 8 <i>Ventiladores construidos por Agroenlace Logístico</i> .....	34
Figura 9 Clasificación de uchuvas según estándar de calidad y color de capacho.....	35
Figura 10 Codificación de las cajas de uchuva.....	36
Figura 11 Diagrama de bloques del proceso pos-cosecha/uchuva de Agroenlace Logístico SAS .....	37
Figura 12 Diagrama de operaciones del proceso pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS .....	38
Figura 13 Diagrama de flujo de los procesos pos-cosecha/uchuva de Agroenlace Logístico SAS .....	39
Figura 14 Diagrama operativo propuesto/ Agroenlace SAS.....	41
Figura 15 Formato proceso de clasificación de uchuvas - Agroenlace Logístico SAS .....	42
Figura 16 Rendimiento de la secuencia clasificación-secado.....	48
Figura 17 Compost.....	51
Figura 18 Ventas en dólares Grupo FLP. Año 2010 .....	60
Figura 19. Diagramación del proceso .....	61
Figura 20 Pesaje.....	61
Figura 21 Proceso de clasificación .....	62
Figura 22 Uchuvas clasificadas según color.....	62
Figura 23 Cuarto de secado .....	63
Figura 24 Proceso de empaque .....	63
Figura 25 Pallet FLP.....	64
Figura 26 Diagrama de bloques de FLP Colombia SAS .....	65
Figura 27 Diagrama de operaciones de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg .....	66
Figura 28 Diagrama de flujo de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg .....	67
Figura 29 Diagrama de recorrido de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla 8,15 kg .....	68
Figura 30 Pareto de costos por proceso.....	69
Figura 31 <i>Pareto de recurso humano</i> .....	70
Figura 32 Entorno del diseño de experimentos .....	73
Figura 33 Cuarto de secado y colas generadas por el mismo .....	97
Figura 34 Método actual de empaque .....	99
Figura 35 Método propuesto de empaque .....	100
Figura 36 Flujo de canastas .....	100

Figura 37 Situación actual de FLP Colombia SAS.....	103
Figura 38 Diseño de planta propuesto .....	105
Figura 39 Sitio de trabajo propuesto.....	106
Figura 40 Flujo propuesto para el cuarto de secado .....	107
Figura 41 Diagrama de recorrido propuesto vs diagrama de recorrido actual.....	108
Figura 42 Necesidad de Gestión visual en la planta .....	109
Figura 43 Plantilla: Gestión visual.....	110
Figura 44 Borde color verde. Grosor 6 pto.....	111
Figura 45. Logo de la empresa 3,3 * 12,3 cm ubicado en la parte inferior derecha.....	111
Figura 46 Desperdicios .....	111
Figura 47 Desperdicios en kg.....	112

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Norma de calidad general en la uchuva. Autor - Agroenlace –
- Anexo 2. Propuesta gestión visual
- Anexo 3. Therbligs

## 1. INTRODUCCION

Este trabajo tiene como objetivo de estudio el proceso pos-cosecha de la uchuva, en dos empresas del sector agroindustrial: Agroenlace Logístico SAS y FLP Colombia SAS. A este proceso se le realiza una propuesta de mejoramiento para cada una de las empresas, buscando reducir costos y aumentar la productividad de los procesos productivos (manteniendo la calidad) con respecto a la situación actual, sin afectar negativamente su rentabilidad.

Tanto Agroenlace Logístico SAS como FLP Colombia SAS formaba/forma parte del mismo sector económico y la uchuva representaba/representa para estas dos empresas el mayor porcentaje de producción anual. El proceso pos-cosecha uchuva se estudió inicialmente en la empresa Agroenlace Logístico SAS, en donde se identificaron y documentaron los procesos pos-cosecha/uchuva y se realizó una propuesta de mejoramiento a éstos. Sin embargo, el alcance del proyecto no pudo ser completado, dado que la empresa finalizó sus operaciones (liquidó) durante el periodo en el que se realizaba el presente trabajo. Debido a esto, fue necesario recurrir a FLP Colombia SAS para realizar el mismo estudio del proceso pos-cosecha/uchuva y lograr el alcance del proyecto que se planteó desde el inicio.

Por lo anterior el trabajo de grado está estructurado de la siguiente manera: en primera instancia se presentan los objetivos aprobados y el marco teórico; y luego se divide en dos partes, la **PARTE I** que corresponde a la empresa Agroenlace Logístico SAS, y la **PARTE II** a FLP Colombia SAS. Esta división, permite ver claramente los objetivos, alcance y resultados obtenidos en cada una de las empresas. En la *tabla 1. Información general de las empresas Agroenlace Logístico SAS y FLP Colombia SAS*, se presenta la información general de las empresas estudiadas, la cual permite comparar las características individuales de cada una de las dos empresas:

**Tabla 1 Información general de las empresas Agroenlace Logístico SAS y FLP Colombia SAS**

	<b>AGROENLACE LOGISTICO SAS</b>	<b>FLP COLOMBIA SAS</b>
		
<b>Forma jurídica</b>	Sociedad por acciones simplificadas	Sociedad por acciones simplificadas
<b>Sector</b>	Agropecuario	Agropecuario
<b>Ubicación</b>	Cundinamarca Cota, vereda Rozo	Bogotá. Barrio Prado Veraniego
<b>Dirección</b>	Vía Siberia Cota km 5,	Calle 128 #50-52
<b>Proceso pos-cosecho/uchuva</b>	SI	SI

Fuente: Información Empresas. Recuperado el 3 de marzo de 2013, de <http://www.informacion-empresas.co>

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha uchuva en la empresa Agroenlace Logístico SAS y en FLP Colombia SAS, reduciendo costos, aumentando la productividad de los procesos productivos (manteniendo la calidad del proceso) con respecto a la situación actual de cada una de las empresas, sin afectar negativamente su rentabilidad

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y documentar los estándares de los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS y en FLP Colombia SAS.
- Estudiar, analizar y realizar una propuesta de los procesos pos-cosecha/uchuva para lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos actuales y propuestos a la empresa en Agroenlace Logístico SAS y en FLP Colombia SAS.
- Evaluar, a través de la Inferencia estadística, la efectividad de la alternativa de mejoramiento encontrada en Agroenlace Logístico SAS
- Realizar un diseño experimental y/o un estudio a través de la inferencia estadística, para evaluar la efectividad de algunas de las propuestas de mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa FLP Colombia SAS.
- Elaborar un análisis costo/beneficio de la propuesta para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS y FLP Colombia SAS

### 3. MARCO TEÓRICO

Como lo menciona el Ministerio de Agricultura y desarrollo rural (2001), la uchuva es una fruta que crece como planta silvestre y semi-silvestre en zonas altas entre los 1.500 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, cuyos frutos están encerrados dentro del capacho, como se puede ver en la **figura 1 Uchuva**. Este fruto es uno de los productos agrícolas más importantes de exportación en Colombia, como lo menciona Proexport Colombia (2011).

Figura 1. Uchuva



Fuente: Unipymes. (22 de febrero de 2012). *La uchuva colombiana, protagonista la feria de Emiratos árabes*. Recuperado el 02 de noviembre de 2012, de <http://www.unipymes.com/la-uchuva-colombiana-protagonista-la-feria-de-emiratos-arabes/>

#### 3.1 ESTÁNDARES DE CALIDAD NACIONALES E INTERNACIONALES DE LA UCHUVA.

La norma técnica colombiana (NTC) 4580 de 1999 establece los requisitos de la uchuva destinada para el consumo fresco o como materia prima para el procesamiento. Existen tres (3) categorías, las cuales se explican más adelante, sin embargo los requisitos generales del **numeral 3.1.1. Requisitos generales**, se aplican a las tres (3) categorías. Lo que se presenta a continuación es un resumen de esta norma, escrito por el ICONTEC (ES.SCRIBD, 1999):

##### 3.1.1 Requisitos generales

El fruto y el capacho en todas las categorías deben estar sujetos a los requisitos y tolerancias permitidas. Además, deben tener las siguientes características físicas:

- Los frutos deben estar enteros.
- Deben tener la forma esférica característica de la uchuva.
- La coloración de los frutos debe ser homogénea dependiendo del estado de madurez definido en la tabla de color (**numeral 3.1.2. Requisitos de madurez**).
- Deben presentar aspecto fresco y consistencia firme, su corteza debe ser lisa y brillante.
- Deben estar sanos (libres de ataques de insectos y/o enfermedades, que desmeriten la calidad interna del fruto)
- Deben estar libres de humedad externa anormal producida por mal manejo en las etapas pos-cosecha (recolección, acopio, selección, clasificación, adecuación, empaque, almacenamiento y transporte).

- Deben estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraño (provenientes de otros productos, empaques o recipientes y/o agroquímicos con los cuales hayan estado en contacto).
- Deben estar exentos de materiales extraños (tierra, polvo, agroquímicos y cuerpos extraños), visibles en el producto o en su empaque.
- La longitud del pedúnculo (tallo del fruto) no debe exceder de 25mm.

### 3.1.2. Requisitos de madurez

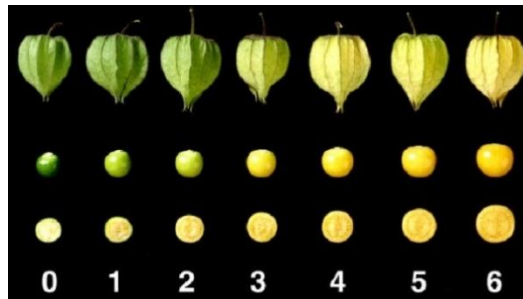
La madurez de la uchuva se aprecia visualmente por el cambio del color externo. Su estado se puede confirmar por medio de la determinación de sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de madurez. La **tabla 2. Color de la uchuva** y **figura 2. Uchuva en sus distintos estados de madurez** relacionan los cambios de color con los diferentes estados de madurez.

Tabla 2 Color de la uchuva

Color 0	Fruto fisiológicamente desarrollado de color verde oscuro
Color 1	Fruto de color verde un poco más claro.
Color 2	El color verde se mantiene en la zona cercana al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas
Color 3	Fruto de color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz
Color 4	Fruto de color anaranjado claro
Color 5	Fruto de color anaranjado
Color 6	Fruto de color anaranjado intenso

Fuente: Información Empresas. Recuperado el 3 de marzo de 2013, de <http://www.informacion-empresas.co>

Figura 2 Uchuva en sus distintos estados de madurez



Fuente: ES.SCRIBD. (17 de febrero de 1999). *Norma Técnica Colombiana (NTC) 4580*. Recuperado el noviembre de 05 de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/50170800/NTC4580>

### 3.1.3. Categorías

Las tres categorías de las que se hizo mención anteriormente, son:

Tabla 3 Categorías de la uchuva según la norma NTC 4580 de 1990

Categoría extra	Categoría I	Categoría II
La uchuva debe cumplir los requisitos generales definidos en el <b>numeral 3.1.1. Requisitos generales</b> y estar exenta de todo defecto que desmerite la calidad del fruto. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 5 % del área total.	La uchuva debe cumplir los requisitos generales definidos en el <b>numeral 3.1.1 Requisitos generales</b> y estar exenta de todo defecto que demerite la calidad del fruto. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 10 % del área total.	Comprende la uchuva que no puede clasificarse en las categorías anteriores, pero cumple los requisitos generales definidos en el <b>numeral 3.1.1. Requisitos generales</b> Se admiten frutos rajados que no excedan el 5% del área. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 20 % del área total.

Fuente: Información Empresas. Recuperado el 3 de marzo de 2013, de <http://www.informacion-empresas.co>

### 3.1.4. Tolerancias

Se admiten tolerancias de calidad, color y calibre, en cada unidad de empaque para los productos que no cumplan los requisitos de la categoría indicada. Como se expuso en *la tabla 3. Categorías de la uchuva según NTC 4580 de 1990*. Para la categoría extra en los frutos con o sin capacho se admite hasta el 5 % en número o en peso de uchuvas, que no correspondan a los requisitos de esta categoría. Para la categoría I los frutos con o sin capacho se admite hasta el 10 % en número o en peso de uchuvas, que no correspondan a los requisitos de esta categoría. Y para la categoría II los frutos con o sin capacho se admite hasta el 20% en número o en peso de uchuvas.

### 3.1.5. Criterios de aceptación o rechazo de lote

Si la muestra evaluada no cumple los requisitos especificados en la norma NTC 4580 de 1999, se debe rechazar el lote. En caso de discrepancia, se deben repetir los ensayos sobre la muestra reservada para tal fin. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso debe ser motivo para rechazar el lote.

### 3.1.6. Empaque

Según la norma técnica colombiana NTC 4580 El contenido de cada unidad de empaque debe ser homogéneo y estar compuesto únicamente por frutos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre. La parte visible del contenido del empaque debe ser representativa del conjunto. Los empaques deben estar limpios y compuestos por materiales que no causen alteraciones al producto. Se acepta el uso de etiquetas con indicaciones comerciales siempre que se utilicen materiales no tóxicos y que permitan ser reciclados. *La figura 4 canastilla usada para el mercado nacional (sin capacho) y figura 3 Empaque para exportación (con capacho)*



**Figura 4 Canastilla usada para el mercado nacional (sin capacho)**



**Figura 3 Empaque para exportación**



Fuente: ES.SCRIBD. (17 de febrero de 1999). *Norma Técnica Colombiana (NTC) 4580*. Recuperado el noviembre de 05 de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/50170800/NTC4580>

Para el mercado nacional se debe utilizar una canastilla plástica de fondo liso. Las medidas externas deben ser de 600 mm x 400 mm x 130 mm o 500 mm x 300 mm x 150 mm. Si se empaqueta a granel se debe llenar la canastilla hasta 80 mm de altura como máximo y con una capacidad máxima de 6,5 Kg de fruta. Si se requiere dosificar el producto en la canastilla plástica, éste se debe empaquetar en unidades de 250 g a 450 g.

Para el mercado de exportación el producto se debe presentar dosificado en envases plásticos perforados en unidades de 250 g a 450 g. Las dimensiones externas de la base de los empaques deben ser 400 mm x 300 mm o 500 mm x 300 mm.

### 3.1.7. Rotulado

El rótulo debe llevar la siguiente información tanto para el mercado interno como para el externo:

- Identificación del productor
- Exportador o empaquetador (marca comercial, nombre, dirección o código)
- Nombre del producto: UCHUVA. País de origen y región productora
- Características comerciales: categoría, calibre, peso neto y coloración en el momento del empaque
- Fecha de empaque
- Impresión con la simbología que indique el manejo adecuado del producto

## 3.2 PROCESOS

### 3.2.1 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto. Una vez que se ha establecido el método en su totalidad, se debe determinar un

tiempo estándar de fabricación. Además, existe la responsabilidad de observar que 1) los estándares predeterminados sean cumplidos; 2) los trabajadores sean compensados de manera adecuada de acuerdo con su producción, habilidades, responsabilidades y experiencia; y 3) que los trabajadores experimenten un sentimiento de satisfacción por el trabajo que realizan. (Niebel, 2009)

El estudio de métodos es una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción, es decir mejorar la productividad. En muchas ocasiones, la ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. Por lo tanto, la investigación y desarrollo que lleva a una nueva tecnología es fundamental en la ingeniería de métodos. (Niebel, 2009)

### 3.2.1.1 Procedimiento sistemático de métodos y medición del trabajo

Las principales etapas de un programa de ingeniería de métodos se encuentran a continuación (ver *tabla 4. Principales etapas de un programa de ingeniería de métodos*):

Tabla 4 Principales etapas de un programa de ingeniería de métodos

Etapa	Actividades
<b>1. Selección del proyecto</b>	Nuevas plantas y expansión de las existentes Nuevos productos, nuevos métodos Productos de alto costo/baja ganancia Productos incapaces de competir Dificultades en la fabricación Operaciones con cuello de botella/herramientas exploratorias
<b>2. Obtención y presentación de datos</b>	Obtención de las necesidades de producción Obtención de los datos de ingeniería Obtención de los datos de fabricación y costos Construcción de gráficas de operación de los procesos
<b>3. Análisis de datos</b>	Se utiliza: Por qué, dónde, qué, quién y como
<b>4. Desarrollo del método ideal</b>	Técnicas matemáticas Etapas de eliminación, combinación, simplificación y arreglo Principios del diseño del trabajo respecto a: Economía de movimientos, trabajo manual, equipo del lugar de trabajo, herramientas, medio ambientes de trabajo y seguridad.
<b>5. Presente e instale el método</b>	Utilice herramientas para la toma de decisiones Supere la resistencia Venda el método al operador, al supervisor y a la administración. Ponga el método en operación.
<b>6. Desarrollo del análisis del trabajo</b>	Análisis del trabajo Descripciones del trabajo Acomodo de trabajadores con habilidades diferentes
<b>7. Establecer estándares de tiempo</b>	Estudio cronometrado de tiempo Muestreo del trabajo Datos estándar

	Fórmulas Sistemas de tiempos predeterminados
<b>8. Seguimiento</b>	Verificación de los ahorros Asegúrese que la instalación sea la correcta Repita el procedimiento de los métodos.

Fuente:(Niebel, 2009)

### 3.3. GESTIÓN VISUAL

Como lo menciona Brady Worldwide Inc (2012) Lugar de Trabajo Visual es un concepto de manufactura esbelta que muestra la necesidad de colocar información crítica e importante en el punto de uso. También conocido como Fábrica Visual o Gestión Visual, el concepto del lugar de trabajo visual es insertar la información crítica en el físico lugar de trabajo mediante el uso de signos, etiquetas, carteles, displays y otras marcas. Estas imágenes crean un entorno de trabajo más seguro y más eficiente al eliminar la necesidad de una formación repetitiva y constante supervisión.

Los sistemas visuales y dispositivos juegan un papel crítico en las herramientas de Lean Manufacturing más populares, como 5S, Trabajo Estándar, Mantenimiento Predictivo Total (TPM), cambio rápido de referencia (SMED) y Kanban (Pull Production). De hecho, lugar de Trabajo Visual sirve como la fuerza clave para el sostenimiento de estas iniciativas, ya que asegura que las mejoras siguen siendo visibles, durante y/o después que el proceso de mejora haya sido implementado. (Brady Worldwide Inc, 2012)

#### 3.3.1. Beneficios

Las herramientas de comunicación visual ofrecen una serie de beneficios sustanciales en cuanto a seguridad en el trabajo y la productividad. A continuación se presentan algunos de los principales beneficios

- *Elimina los residuos e información deficiente*

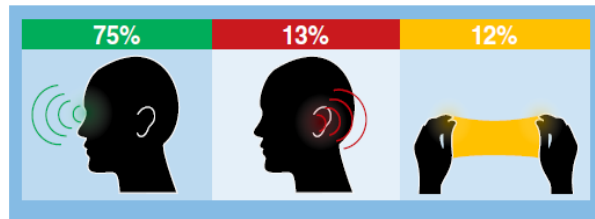
Las empresas a menudo se sorprenden al saber que sólo una fracción de sus actividades realmente agrega valor a sus clientes.

No es raro saber que 50% o más de las actividades de un proceso se consideran residuos. Una causa principal de los residuos es el déficit de información - los empleados simplemente carecen del conocimiento que necesitan para hacer su trabajo de manera eficiente y eficaz. Para encontrar la información que necesitan, los empleados a menudo pierden tiempo valioso en movimientos innecesarios, búsquedas y esperas.

- *Adquisición de conocimientos de mejora*

Una de las razones principales por las que plantas de todo el mundo tienen implementado un lugar de trabajo visual se debe a los beneficios que ofrece la adquisición de conocimientos entre los empleados.

Figura 5 Adquisición de Conocimiento



Fuente: (Brady Worldwide Inc, 2012)

Las investigaciones muestran que las personas ganan 75% de lo que saben visualmente, el 13% a través del oído, y el 12% a través del olfato, tacto y el gusto (*Ver figura 5 Adquisición de conocimiento*). Las señales visuales hacen que sea más fácil para los empleados ubicarse en sus puestos de trabajo y lograr realizar sus tareas en el tiempo requerido, con menos errores y menos estrés. Una buena gestión visual se caracteriza cuando se les dice a los empleados exactamente lo que necesitan saber y cuando necesitan saberlo.

- *Aumento en la productividad*

El impacto que puede tener la gestión visual en la productividad, costos, calidad, la entrega a tiempo, el inventario y confiabilidad del equipo es realmente enorme. Estas mejoras no sólo aumentan la productividad en la línea de producción, sino que también ayuda a construir una ventaja competitiva sostenible en el mercado.

### 3.4. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

“La experimentación juega un papel fundamental en todos los campos de la investigación y el desarrollo. El objetivo de la experimentación es obtener información de calidad. Información que permita desarrollar nuevos productos y procesos, comprender mejor un sistema (un proceso industrial, un procedimiento analítico,...) y tomar decisiones sobre como optimizarlo y mejorar su calidad, comprobar hipótesis científicas, etc.” (Ferré & Xavier, 2010).

El diseño de experimentos es una herramienta fundamental para planear y ejecutar pruebas, para así obtener resultados, sacar conclusiones y tomar decisiones. También es denominado diseño experimental y es definido como una metodología basada en útiles matemáticos y estadísticos cuyo objetivo es ayudar al experimentador a:

- Seleccionar la estrategia experimental óptima que permita obtener la información buscada con el mínimo coste.
- Evaluar los resultados experimentales obtenidos, garantizando la máxima fiabilidad en las conclusiones que se obtengan. (Ferré & Xavier, 2010)

Con el diseño de experimentos se busca encontrar información relevante para la propuesta de mejoramiento para los procesos pos-cosecha/uchuva.

### 3.4.1 Utilidad

Con el diseño de experimentos se consigue obtener un conocimiento inicial sobre un nuevo sistema en estudio. Así mismo se logra determinar la influencia de los factores sobre la variable de respuesta observada, y así establecer cuál de todos los factores que afectan al proceso tienen un efecto significativo sobre la variable dependiente, cómo interactúan entre ellos, como la optimizan y contestar preguntas como ¿Qué valores de los factores proporcionan las respuestas de mayor calidad? De igual manera con un diseño experimental se logra comprobar la robustez del sistema, ¿Cómo afectan a la variable de respuesta variaciones no controladas en el valor de los factores?

(Ferré & Xavier, 2010)

### 3.4.2 Aplicaciones

“Las situaciones en las que se puede aplicar diseño de experimentos son muy numerosas. De forma general, se aplica a sistemas en los cuales se observan una o más variables experimentales dependientes o respuestas (y) cuyo valor depende de los valores de una o más variables independientes (x) controlables llamadas factores. Las respuestas además pueden estar influidas por otras variables que no son controladas por el experimentador. La relación entre x e y no tiene porqué ser conocida.”

(Ferré & Xavier, 2010)

### 3.4.3 Metodología

La **tabla5 Metodología para el desarrollo de un experimento** que se encuentra a continuación, es la metodología que se emplea generalmente para realizar el experimento, y la cual se usó en este documento para algunas de las alternativas de mejoramiento encontradas para el proceso pos-cosecha/uchuva en FLP Colombia SAS

**Tabla 5 Metodología para el desarrollo de un experimento**

N°	Actividad
1	Definición de la unidad experimental
2	Definición de la variable de respuesta de las alternativas de mejoramiento encontradas para el proceso pos-cosecha de la uchuva en la empresa estudio.
3	Definición identificación de los factores controlables y no controlables.
4	Planteamiento de las pruebas de hipótesis
5	Realización del ANOVA.
6	Toma de decisiones
7	Conclusión
8	Uso de pruebas para mayores conclusiones.

**FUENTE:** Realizado el 6 de noviembre de 2012, modificado el 7 de noviembre de 2012. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón.

## PARTE I. AGROENLACE LOGISTICO SAS

### 4. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

Agroenlace Logístico SAS era una empresa colombiana que ofrecía el servicio de maquila a empresas que deseaban exportar frutas, hortalizas, aromáticas y flores a países como Alemania, Brasil, Canadá, España y Holanda entre otros. Las frutas representaban el 82,78% de la producción anual de la empresa, y la mayor demanda era la uchuva y la gulupa, siendo la uchuva la de mayor participación, con el 51,10% <sup>1</sup> de las ventas. Es por esto que el proceso pos-cosecha uchuva fue el objeto de estudio del presente trabajo. Es necesario aclarar que se establecieron requerimientos y/o restricciones por parte de la empresa para definir y llevar a cabo las propuestas de mejoramiento, sin embargo no se establecieron cuantitativamente. La situación de la empresa en ese momento se encuentra descrita a continuación:

En Agroenlace Logístico SAS la uchuva se exportaba con capacho, por lo que durante todo el proceso pos-cosecha/uchuva el fruto lo conservaba. El proceso productivo constaba de siete (7) procesos: recepción, pre-secado, secado, clasificación, empaque, embalaje y codificación, y en todos ellos se realizaba trabajo manual. Por lo cual, los costos del recurso humano representaban alrededor del 80% del costo total del proceso pos-cosecha/uchuva, que fue el problema que permitió plantear las alternativas de mejoramiento. A continuación se enlistan las problemáticas encontradas, con su respectiva situación actual, síntomas y resultados:

#### 4.1 Proceso Pos-cosecha de la uchuva: Agroenlace Logístico SAS

Las problemáticas identificadas en el proceso pos-cosecha/uchuva y que se pretendieron abordar fueron:

- Al 35% del fruto que se clasificaba como nacional y desperdicio (que no cumple con los parámetros para su exportación) se le realizaba el proceso de pre-secado y secado antes del proceso de clasificación, lo cual implicaba incurrir en un costo innecesario, dado que estos dos grupos no requerían estar secos.
- El desaprovechamiento de las uchuvas desecho o desperdicio, los cuales no cumplían con los estándares de calidad para su exportación o para el mercado nacional y representaban el 5% de uchuvas en kilogramos
- Inexistencia de los registros que permitía tener el control y la trazabilidad del proceso, con información que se requiera para hacer análisis del proceso.

De los problemas enlistados las acciones que tomó Agroenlace fueron las siguientes:

---

<sup>1</sup>. Los datos numéricos que se mencionan en el proceso fueron proporcionados por la empresa, y se sustentan en registros de producción del año 2012.

- **Proceso de clasificación:** En esta problemática la empresa no tomó acciones.
- **Desaprovechamiento de los desperdicios:** La única acción que realizaba la empresa era esporádicamente regalar los desechos a los trabajadores de la empresa. Sin embargo generalmente todo se destinaba a la basura.
- **Inexistencia de registros:** Llevar un control en Microsoft Office Excel y registros a mano en todo lo referente a información del proceso. Sin embargo no se establecieron formatos que permitieran llevar la información de una manera clara, lo que dio como resultado alrededor de 15 documentos diferentes, los cuales no permitieron tener la información clara y concisa del proceso.

A partir de lo descrito anteriormente se planteó la propuesta para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva, que permitiera aprovechar los recursos de la empresa, permitiendo así reducir costos del proceso y aumentar significativamente su productividad, sin afectar la calidad del mismo, con respecto a la situación actual. La pregunta de investigación a responder fue: *¿La propuesta para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva que se plantee permitirá reducir costos del proceso y aumentar, con respecto a la situación actual de la empresa, la productividad de los procesos pos-cosecha/uchuva, manteniendo la calidad del mismo, sin afectar negativamente la rentabilidad?*



## 5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Por sus características geográficas, Colombia tiene un gran potencial en el sector agropecuario sustentado en ventajas competitivas y comparativas. Como es mencionado en el reporte de 2011 por Proexport Colombia, este sector aporta el 9% del PIB nacional, contribuye el 21% en las exportaciones y genera el 19% del empleo total del país. Colombia es el mayor exportador de uchuva a nivel mundial, generando así divisas por varios millones de dólares al año. En el 2007 Legiscomex reportó que la participación colombiana en el mercado mundial de la uchuva fue de 75,2%, que equivale a 8'024.679 kilogramos. Como lo menciona el Ministerio de Agricultura y desarrollo rural (2010) Holanda fue el principal comprador de uchuva colombiana con exportaciones en 2009 superiores a 2.557 toneladas, seguido de Alemania con 1.937; Bélgica con 965; Suecia con 309; Inglaterra con 63; y Suiza con 54. La participación descrita se ha mantenido entre el 2007 y el 2009, pues Legiscomex expuso cifras similares en el 2007, como se puede ver en la **figura 6. Destinos de las exportaciones colombianas de uchuvas en el año 2007.**

A pesar de las cifras descritas, el auge que tuvo

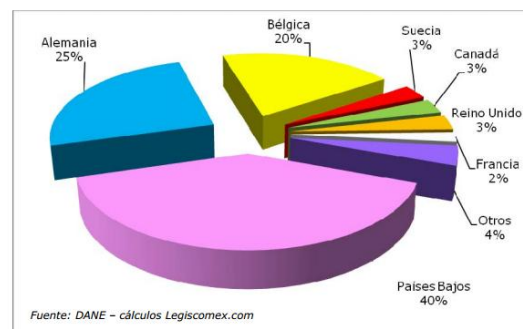
la exportación de este fruto en 2005, como lo menciona el Ministerio de Agricultura y desarrollo rural (2010), no logró cumplir con la expectativa que se tenía en ese entonces. A pesar de que la uchuva colombiana tiene actualmente el 75.2% del mercado mundial (como se mencionó anteriormente), ocupa el tercer puesto después del banano y plátano en

las exportaciones colombianas, y no el primero como se pensó en 2005. Para lograr la expansión de este fruto en Europa, según el Ministerio de Agricultura y desarrollo rural (2010), es necesario condicionar el

desempeño a la inversión en promoción y en desarrollo de tecnologías, a través de políticas claras por parte del gobierno. La expansión no debe tener como único objetivo Europa, pues la posibilidad de producir para Estados Unidos durante todo el año también representa un gran mercado para Colombia.

Un problema reconocido por todos los agentes vinculados al cultivo, comercialización y exportación de uchuva consiste según Ministerio de Agricultura y desarrollo rural (2010), es la necesidad de elevar el nivel tecnológico, para disminuir los costos de producción actuales y optimizar el uso de los insumos, todo esto encaminado a posibilitar el cumplimiento de los estándares internacionales. Lo cual permitiría incrementar la competitividad de Colombia frente a nuevos competidores como lo es Brasil y Ecuador.

**Figura 6 Destinos de las exportaciones colombianas de uchuvas en el año 2007**



Fuente: LEGISCOMEX. (03 de diciembre de 2008). *Inteligencia de mercados- Frutas exóticas en Colombia*. Recuperado el 27 de agosto de 2012, de [http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos/frutas\\_exot\\_6.pdf](http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos/frutas_exot_6.pdf)



Alineado a esta necesidad se planteó el mejoramiento al proceso pos-cosecha/uchuva, buscando la reducción de costos del proceso y aumento de productividad, manteniendo la calidad y rentabilidad del mismo.

Con el resultado de la propuesta de mejoramiento se obtuvieron alternativas significativamente diferentes para el proceso de Agroenlace Logístico sustentadas en su respectiva documentación, definición de las alternativas de mejoramiento, la evaluación de su efectividad (por medio de inferencia estadística) y su respectiva evaluación financiera.

## 6. METODOLOGIA

La metodología con la que se alcanzó cada objetivo específico planteado, se encuentra a continuación (ver la **Tabla 6 Metodología Agroenlace Logístico SAS**)

Tabla 6 Metodología Agroenlace Logístico SAS

Objetivos específicos	Herramientas/ Fuentes de información	Tareas	Asignaturas relacionadas	Resultados esperados
<b>Identificación y documentación estándares de los procesos pos-cosecha/uchuva.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Libros académicos de ingeniería de procesos: métodos, estándares y diseño del trabajo.</li> <li>- Artículos científicos de bases de datos, documentos y libros que traten el tema de pos-cosecha de la uchuva.</li> <li>- Estudios de organismos públicos y privados del sector agroindustrial.</li> </ul> <p><i>Asesoría por parte de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Oscar Consuegra, director de Operaciones de Agroenlace Logístico SAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a)</b> Investigación de los estándares de calidad nacionales e internacionales de la uchuva y los requerimientos del mercado.</li> <li><b>b)</b> Identificación y documentación del proceso pos-cosecha/uchuva con base en experiencias y resultados en la Agroenlace Logístico SAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos industriales</li> <li>Ingeniería de procesos</li> <li>Gestión de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a)</b> Estándares de calidad del mercado.</li> <li><b>b)</b> Estándares operativos documentados de la empresa en estudio.</li> </ul>
<b>Estudio, análisis y Realización de la propuesta para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva, para lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos actuales y propuestos a la empresa Agroenlace Logístico SAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estándares de calidad del mercado.</li> <li>-Documentación de los procesos pos-cosecha/uchuva.</li> <li>-Estándares operativos documentados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a)</b> Realización y análisis del diagnóstico de los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS</li> <li><b>b)</b> Identificar los puntos críticos y las oportunidades de mejora en los procesos en la empresa estudio.</li> <li><b>c)</b> Elaboración de alternativas para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos industriales</li> <li>Ingeniería de procesos</li> <li>Gestión de calidad</li> <li>Innovación y desarrollo del producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a)</b> Documentación de los puntos críticos y las oportunidades de mejoramiento identificadas para los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS</li> <li><b>b)</b> Documentación de alternativas de mejoramiento para los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa estudio (que cumplan con los objetivos, requisitos y</li> </ul>

	<p>- Artículos de investigación sobre mejora continua en empresas agrícolas.</p> <p><i>Asesoría por parte de:</i></p> <p>-Oscar Consuegra, director de Operaciones de Agroenlace Logístico SAS.</p> <p>-Jorge Jaramillo, gerente general Agroenlace Logístico SAS</p>	SAS.	<p>Máquinas y equipos.</p> <p>Sistemas de información.</p> <p>Simulación.</p>	<p>restricciones previamente identificados).</p>
<p><b>Evaluar, a través de la Inferencia estadística, la efectividad de la alternativa de mejoramiento encontrada en Agroenlace Logístico SAS</b></p>	<p>- Documentación de los puntos críticos y las oportunidades de mejoramiento identificadas para los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS.</p> <p>- Documentación de alternativas de mejoramiento para los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS.</p>	<p><b>a)</b> Planeación de estudio, utilizando inferencia estadística para evaluar las alternativas de mejora encontradas.</p> <p>- Definir el tamaño de la muestra.</p> <p>- Definir el nivel de confianza con el que se va a trabajar</p> <p><b>b)</b> Desarrollo del estudio, utilizando inferencia estadística, de las alternativas de mejoramiento encontradas para los procesos pos-cosecha de la uchuva en la empresa Agroenlace Logístico SAS.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervalos de Confianza</li> <li>- Pruebas de hipótesis</li> <li>- Distribuciones de probabilidad</li> </ul>	<p>Inferencia estadística.</p> <p>Probabilidad.</p>	<p><b>a)</b> Determinación de la efectividad de la alternativa de mejoramiento encontrada para los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa Agroenlace Logístico SAS.</p> <p><b>b)</b> Documento propuesta de mejoramiento de los procesos pos-cosecha de la uchuva, en Agroenlace logístico SAS</p>
<p><b>Elaborar un análisis costo/beneficio de la(s) propuesta(s) de mejoramiento para los procesos pos-cosecha de la uchuva en la empresa estudio.</b></p>	<p>-Documento propuesta de mejoramiento de los procesos pos-cosecha de la uchuva, en la empresa Agroenlace logístico SAS</p>	<p><b>a)</b> Realizar la evaluación financiera de cada una de las propuestas para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha de la uchuva en Agroenlace Logístico SAS.</p>	<p>Preparación y evaluación de proyectos Ingeniería económica y financiera Sistemas de Costeo</p>	<p>Evaluación financiera de cada una de las propuestas para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS.</p>

## 7. ANTECEDENTES

Agroenlace Logístico SAS comenzó sus actividades en octubre de 2011. Su negocio consistía en maquilar fruta tipo exportación a empresas comercializadoras. A comienzos del 2012 incursionó en el mercado de flores y posteriormente inició en el mercado de productos agrícolas como hierbas aromáticas, vegetales y hortalizas. La misión de la empresa era prestar servicios logísticos al sector agrícola con el fin de darle valor agregado a los productos, y de esta forma aportar con el seguimiento de eficiencia y rentabilidad de toda la cadena productiva de sus diferentes negocios adquiridos. Como visión, Agroenlace planteaba para el año 2015, ser reconocida como la empresa líder en el apoyo productivo y logístico en el sector agrícola, basándose en principios claros y concisos.

Desafortunadamente Agroenlace cerró sus operaciones el día 18 de febrero de 2013, momento en el cual contaba con 35 empleados de nómina, y realizaba contratación adicional en el momento que la temporada lo requería. Dentro de sus clientes se encontraban: SantanFruits, SAS, Hotacol SA, Cargo Master SA, Wolf & Wolf LatinAmerica S.A., C.I. GargenHerbs S.A. y Makro S.A.

Dentro de sus servicios de maquila, las frutas representaban 82,78% de las cajas/mes producidas (*tabla 7. Servicio de maquila por producto año 2012*), de las cuales la uchuva representaba el 51,10% de los kilos procesados. Las frutas de exportación se pueden ver en la *tabla 8 Cantidades/mes y porcentaje de las frutas exportación año 2012*.

Tabla 7 Servicio de maquila por producto año 2012

Servicio de maquila por producto		
Producto	Cajas/mes	Porcentaje
Frutas	57700	82,78%
Hortalizas	5000	7,17%
Aromáticas	4000	5,74%
Flores	3000	4,30%
<b>TOTAL</b>	<b>69700</b>	

Fuente: Consuegra, O. (02 de noviembre de 2012). Entrevista del proceso pos-cosecha/uchuva, y generalidades en el empresa Agroenlace Logístico SAS. (Entrevista realizada por C. Galvis López, & M. Garzón Núñez)

Fuente: Consuegra, O. (14 de noviembre de 2012). Reunión para la revisión del proyecto y aprobación (C. Galvis López, & M. Garzón Núñez)

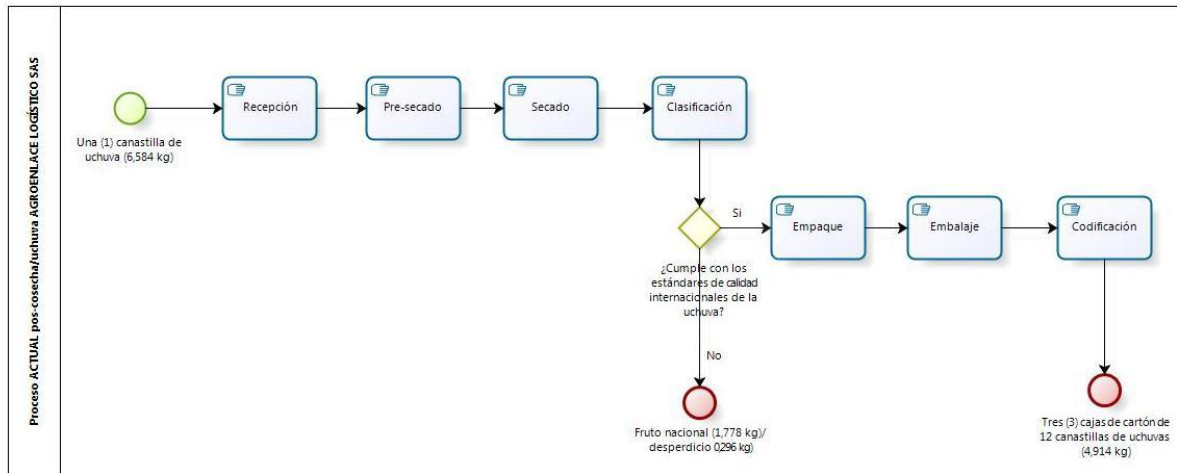
Tabla 8 Cantidades/mes y porcentaje de las frutas de exportación/ 2012

Frutas de exportación en la empresa Agroenlace Logístico SAS			
Frutas	Cajas/mes	Peso (kg) / mes	Porcentaje (peso)
Uchuva	30000	91442	51,10%
Gulupa	15000	40000	22,35%
Bananito	10000	40000	22,35%
Granadilla	1000	2600	1,45%
Pitaya	1000	2200	1,23%
Lulo	500	1400	0,78%
Guanábana	100	1000	0,56%
Tamarillo	50	200	0,11%
Curuba	50	105	0,06%
<b>TOTAL</b>		<b>178947</b>	

## 7.1 Descripción del proceso pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS

El proceso pos-cosecha de la uchuva en la empresa Agroenlace Logístico SAS (*ver figura 7 Diagrama pos—cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS*) constaba de siete (7) operaciones: recepción, pre-secado, secado, clasificación, empaque, embalaje y codificación. Es importante aclarar que durante todo el proceso la uchuva conservaba su capacho.

Figura 7 Diagrama pos—cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS



Powered by  
**bizagi**  
 Modeler

**Fuente:** Realizado el 10 de diciembre de 2013 en Bizagi Process Modeler. Por: Marcela Garzón y Catalina Galvis

El proceso empezaba con la recepción de la materia prima: la uchuva en canastillas de fruta, llegaba en camiones provenientes de los agricultores locales, quienes debían entregar la fruta en el horario establecido por la empresa, entre las 7 am y 5 pm de lunes a sábado. Luego se realizaba el descargue de las canastillas de fruta del camión, la cuales tenían entre 6 y 7 kilogramos (kg) de fruta neta. Al descargarse, se tomaba el peso de todas las canastillas, y se registraba en el computador, finalmente se entrega al agricultor un comprobante de lo recibido. El objetivo de esta operación era pesar las canastas de uchuvas para verificar la cantidad recibida de cada uno de los agricultores.

**Figura 8 Ventiladores  
 contruidos por Agroenlace  
 Logístico.**



**Fuente:** Galvis, C. (2012) Agroenlace Logístico SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

Luego de la recepción, el fruto era almacenado en el primer piso de la planta en las canastillas en las que llegaba. Durante su almacenamiento se realizaba la segunda operación: el pre-secado, el cual se hacía a temperatura ambiente (14°) mientras se esperaba el turno del cuarto de secado (El pre-secado se realizaba con ventiladores contruidos por la empresa y no

representaba disminución significativa del peso. Ver **figura 8. Ventiladores contruidos por Agroenlace Logístico**). Terminada la operación de pre-secado, la fruta en canastillas se transportaba al cuarto de secado (se contaban con dos cuartos de la misma capacidad cada uno: uno de alimentación eléctrica y el otro por quemador de ACPM), en donde la fruta era dispuesta en bandejas metálicas, para este modo empezar con el proceso secado a 30°C, el cual duraba diez (10) horas en el primer cuarto, y ocho horas (8) en el segundo. Como consecuencia de la operación, la fruta se deshidratava perdiendo peso, por lo que era necesario pesarla de nuevo, en promedio se perdía el 10% del peso del fruto.

**Figura 9 Clasificación de uchuvas según estándar de calidad y color de capacho**



**Fuente:** Galvis, C. (2012) Agroenlace Logístico [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

Posteriormente, los operarios transportaban las uchuvas en canastas al área de clasificado . Ver **figura 9 Clasificación de uchuvas según estándar de calidad y color de capacho**. De esta clasificación se obtenían (4) grupos, dispuestos en tres (3) canastillas y una (1) bolsa, las canastas correspondían a las uchuvas de capacho verde de exportación, uchuvas de capacho amarillo de exportación (uchuvas de exportación 65%) y uchuvas para el mercado nacional (30%); mientras que la bolsa correspondía a las uchuvas rechazadas debido a sus defectos superficiales (5% por no cumplir con los estándares de calidad requeridos por el mercado nacional ni internacional). La uchuva para mercado nacional va dirigida a diferentes sitios locales para ser vendida.

Para clasificar las uchuvas, el operario debía abrir el capacho de cada fruta (usando las dos manos) y revisar el estado en el que se encontraba el fruto, para así decidir si sus características permitían su exportación o no, dados los estándares establecidos en la norma técnica colombiana (NTC) 4580 de 1999 y en la norma de calidad general en la uchuva de Agroenlace (Ver **Anexo 1. Norma de calidad general en la uchuva. Autor - Agroenlace -**)

En esta operación el 5% del fruto rechazado o desecho, era en un 60% a causa de magulladura. En la **tabla 9 Causas de rechazo por defectos superficiales** se pueden ver las causas con sus respectivos porcentajes, el cual expresa el peso del producto rechazado según su causa de rechazo.

Con las canastas de frutas clasificadas, el siguiente paso era la operación de empaque: En donde el operario recibía las canastas de uchuvas clasificadas y procedía a empacarlas, para ello utilizaba: canastos plásticos, láminas plásticas que identifican el producto del cliente y bandas elásticas, las cuales sujetaban el plástico con la canastilla. En esta etapa del proceso, el operario hacía una segunda clasificación del fruto, para verificar y corregir lo previamente clasificado en el proceso de clasificación.

**Tabla 9 Causas de rechazo por defectos superficiales**

<b>Uchuvas rechazadas por defectos superficiales</b>	
<b>Causa del rechazo</b>	<b>Porcentaje</b>
Fruta Magullada (Maltratada)	60%
Fruta Rajada	15%
Fruta con Capacho Manchado	5%
Fruta con Fruto Verde	4%
Fruta con Moho en el Capacho o fruto	4%
Fruta con Hongo en el fruto	4%
Fruto pequeño	3%
Fruto contaminado o sucio	3%
Otros problemas	2%
	<b>100%</b>

**Fuente:** Consuegra, O. (14 de noviembre de 2012). Reunión para la revisión del proyecto y aprobación (C. Galvis López, & M. Garzón Núñez)

Finalmente, se realizaba el embalaje en cajas de cartón por 12 canastos de uchuv, en el mismo lugar se codificaba cada una de las cajas, para ser transportadas a la zona de despacho. La codificación contenía el nombre del proveedor, la finca y el lote. Como se puede ver en la **figura 10. Codificación de las cajas de uchuva.**

**Figura 10 Codificación de las cajas de uchuva**



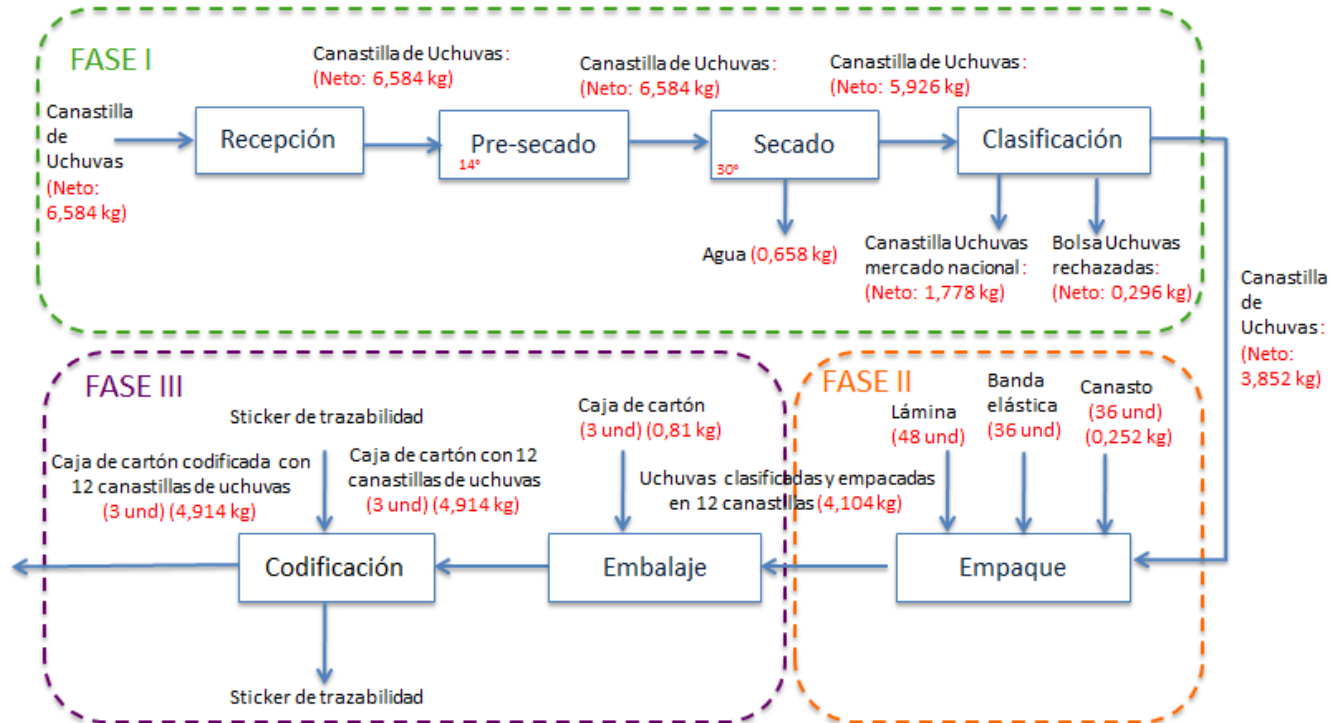
**Fuente:** Galvis, C. (2012) Agroenlace Logístico [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.



### 7.1.1 Diagrama de bloques del proceso pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS

El diagrama de bloques presentado a continuación en la *figura 11. Diagrama de bloques del proceso pos-cosecha/uchuva de Agroenlace Logístico SAS* permite tener una visualización clara del proceso pos-cosecha/uchuva, el cual se describió anteriormente. Con este diagrama se muestran las entradas y salidas de cada proceso. La unidad de medida que se tomó fue la de una canastilla de fruta proveniente del agricultor con un peso promedio de 6,6 kg, que como producto terminado eran 3 cajas de cartón, cada una con 12 canastos de uchuvas, es decir 36 canastos de fruta.

Figura 11 Diagrama de bloques del proceso pos-cosecha/uchuva de Agroenlace Logístico SAS



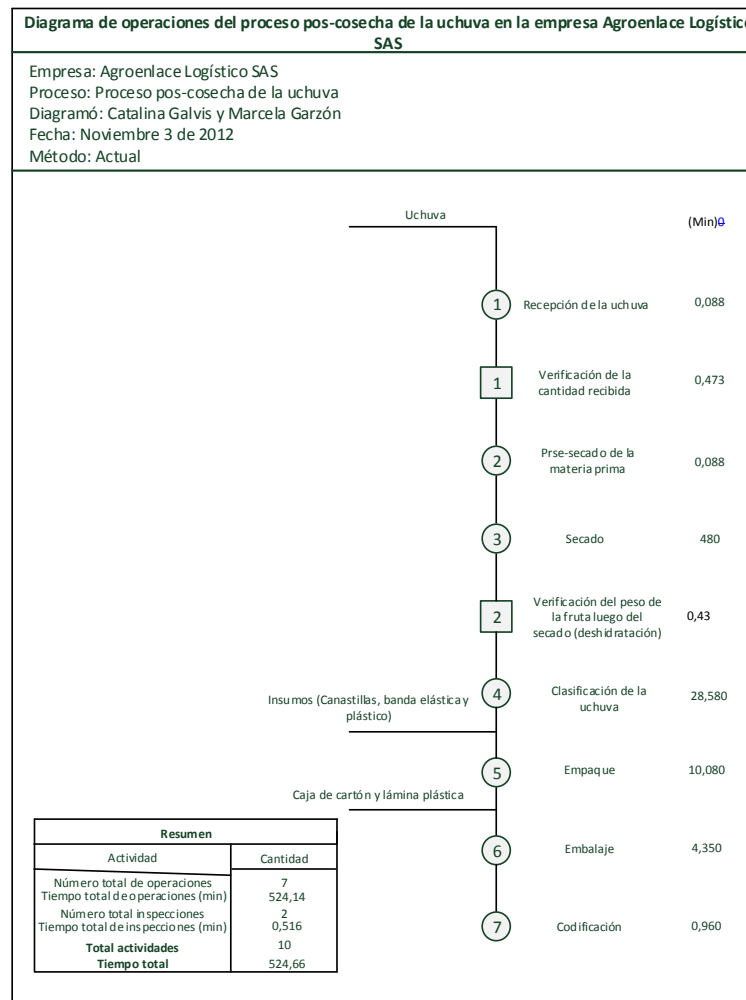
Fuente: Realizado el 3 de noviembre de 2012 en Microsoft Powerpoint, modificado el 5 de noviembre de 2012. Por: Marcela Garzón y Catalina Galvis



## 7.1.2 Diagrama de operaciones

La figura 12. *Diagrama de operaciones del proceso pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS*, muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones e inspecciones que integran el proceso pos-cosecha/uchuva en la empresa estudio. Este diagrama muestra detalles de manufactura como materiales y tiempos. La unidad de medida es la misma definida en el diagrama de bloques, es decir una canastilla de fruta proveniente del agricultor con un peso de 6,584 kg, que como producto terminado son 3 cajas de cartón, cada una con 12 canastos de uchuvas, es decir, 36 canastos de fruto en total. En el cuadro resumen se enumeran las siete (7) operaciones dentro del proceso y dos (2) inspecciones (cantidad recibida, verificación del peso después del secado). El tiempo total, respectivamente es de 524,14 y 0,516 minutos. Dando un tiempo total 524,65 minutos (8,74 horas)

**Figura 12 Diagrama de operaciones del proceso pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS**

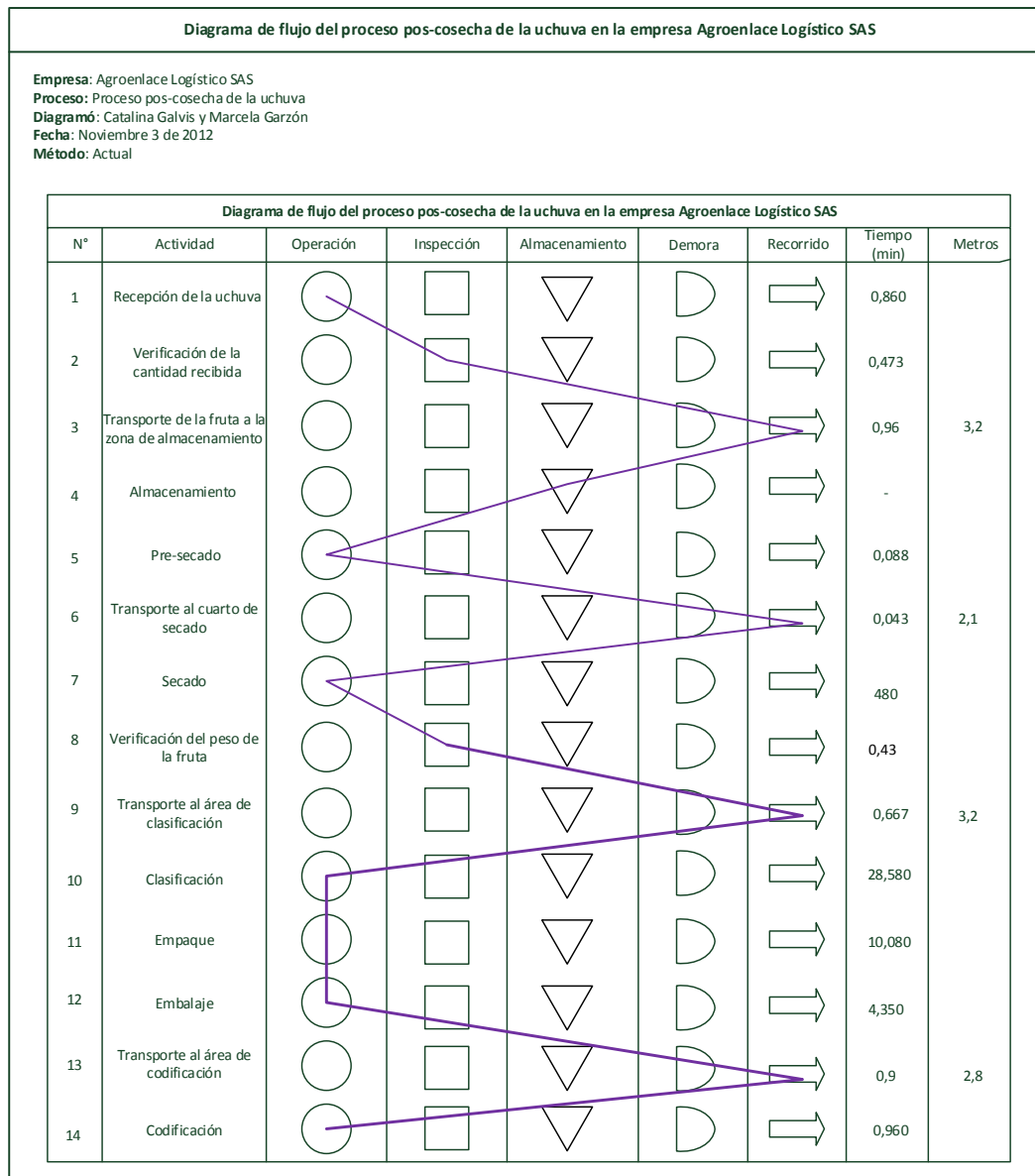


**Fuente:** Realizado el 3 de noviembre de 2012. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Modificado el 1 de Abril de 2013 en Visio Professional, Microsoft Office 2013.

### 7.1.3 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo del proceso es una herramienta más detallada que el diagrama de operaciones de la **figura 13 Diagrama de flujo de los procesos pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS**. Éste analiza todo el proceso incluyendo los “costos ocultos” que allí se encuentran, tales como almacenamientos, demoras y recorridos. La unidad de medida es la misma definida en los dos (2) diagramas anteriores.

**Figura 13 Diagrama de flujo de los procesos pos-cosecha/uchuva de Agroenlace Logístico SAS**



**Fuente:** Realizado el 3 de noviembre de 2012. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Modificado el 1 de Abril de 2013 en Visio Professional, Microsoft Office 2013.

En el diagrama de flujo del proceso se evidencian 7 operaciones, 2 inspecciones, 1 almacenamiento y 4 recorridos, a lo que da un total de 14 actividades.

## 8 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PLANTEADAS

En la *tabla 10. Tabla resumen de las alternativas de solución*, se presentan las alternativas de mejoramiento propuestas a cada uno de los problemas encontrados, las cuales se explicaran con mayor detalle en los siguientes numerales.

Tabla 10 Tabla resumen de las Alternativas de solución

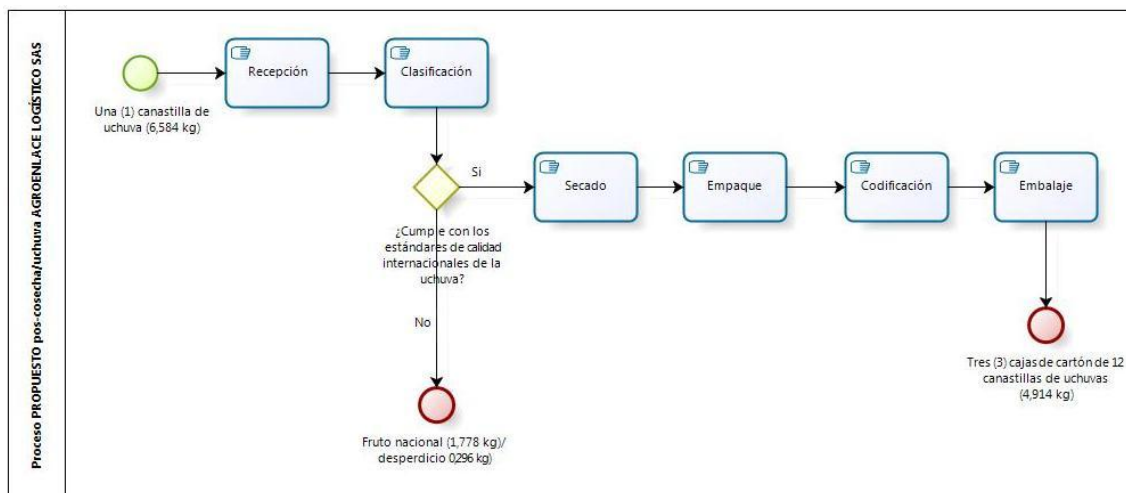
<p><b>Se secaba el 35% del fruto, el cual correspondía al fruto nacional y desperdicio, los cuales no requieren estar secos.</b></p>	<p>Cambio en la secuencia del proceso de secado – clasificación a clasificación – secado.</p>
<p><b>Desaprovechamiento de los desperdicios del proceso</b></p>	<p>Venta de los desperdicios a empresas que los utilicen para sus procesos productivos.</p>

### 8.1. Proceso de clasificación

#### 8.1.1. Puntos críticos y oportunidades de mejora para el proceso de clasificación

De acuerdo al modelo operativo que manejaba Agroenlace (ver *figura 7. Diagrama pos-cosecha/uchuva en Agroenlace Logístico SAS*), las salidas del proceso de clasificación eran tres (3): las uchuvas tipo exportación (amarillas y verdes), las uchuvas mercado nacional y el desperdicio. Las últimas dos mencionadas, representaban el 35% de los kilogramos de uchuva que entraba al proceso y no seguían el flujo del proceso, debido a sus defectos superficiales. La oportunidad de mejora inicialmente se encontró en revisar si era posible reducir ese porcentaje del 35%. Sin embargo, dado que las características de la uchuva tienen origen en el proceso de cosecha, y no en el de pos-cosecha, lo que se planteó como alternativa de mejoramiento, fue invertir el orden de los procesos de secado y clasificación, con el fin de no secar fruto que no cumpla con las características para su exportación, lo cual incurre un costo al proceso. El modelo propuesto es el siguiente (Ver *Figura 14. Diagrama operativo propuesto/ Agroenlace Logístico SAS*):

Figura 14 Diagrama operativo propuesto/ Agroenlace SAS



Powered by  
 bizagi  
 Modeler

**Fuente:** Realizado el 10 de diciembre de 2013 en Bizagi Process Modeler. Por: Marcela Garzón y Catalina Galvis


Adicionalmente se verificó con la empresa, si existía la necesidad de secar el 35% del fruto que no es de exportación, con lo que se ratificó que la uchuva del mercado nacional no requería esta especificación, y mucho menos el desperdicio. Con el resultado de esta modificación se generó una mejora inmediata gracias al ahorro que se dio en el proceso de secado, el cual era necesario exclusivamente para la uchuva de exportación. (En el capítulo 9 se encuentra el ahorro económico generado). Adicionalmente dado que el transporte del fruto nacional es de unas horas y no días, no tiene impacto el hecho de no secar este fruto, es decir, es admisible que salga con un nivel alto de humedad.

Como consecuencia del cambio en la secuencia propuesta se pudo eliminar el proceso de pre-secado dado que la capacidad con la que contaba el proceso de clasificación eliminó la necesidad de almacenar y pre-secar, situación que se presentaba con el proceso de secado, basado en la capacidad máxima de los dos (2) cuartos de secado. Por otro lado, por la secuencia con la que contaba el proceso, en donde primero se secaba y luego se clasificaba, un operario tardaba en seleccionar y clasificar la uchuva en promedio 40 minutos por canastilla (6,584 kilogramos). La manera operativa en la que se realizaba el proceso implicaba el uso de las dos (2) manos del operario por fruto, porque la textura del capacho seco hacía que esto fuera necesario (ver **Tabla 14. Diagrama de procesos bimanual**).

Para evaluar la efectividad de la alternativa de mejoramiento, se realizó una prueba en producción del modelo operativo con el que contaba Agroenlace vs el propuesto, en el que se compararon los tiempos y con ello el desarrollo apropiado del proceso de clasificación. Para ello se diseñó un formato que tuviera los campos necesarios para hacer comparaciones del modelo operativo vs el propuesto (con la modificación en la

secuencia del proceso de secado y clasificación). Como se puede ver en la **figura 15. Formato proceso de clasificación de uchuvas – Agroenlace Logístico SAS**, el formato contenía los siguientes campos: modelo operativo (secuencia de los procesos), la finca, el lote, la fecha, el recurso humano y los resultados de la clasificación.

**Figura 15 Formato proceso de clasificación de uchuvas - Agroenlace Logístico SAS**

 PROCESO CLASIFICACIÓN DE UCHUVAS AGROENLACE LOGÍSTICO SAS	
<b>SECUENCIA DE LOS PROCESOS (Método)</b>	
Recepción - Secado - Clasificación	Recepción - Clasificación -Secado
<b>ESTADO DEL FRUTO</b>	
Finca:	Lote:
Fecha:	Recurso humano:
Hora inicio:	Hora fin:
<b>RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN</b>	
Peso de uchuva tipo EXPORTACIÓN COLOR AMARILLO (kg)	
Peso de uchuva tipo EXPORTACIÓN COLOR VERDE (kg)	
Peso de uchuva mercado NACIONAL (kg)	
Peso de uchuva DESPERDICIOS (kg)	
<b>TOTAL</b>	


**Fuente:** Realizado el 28 de enero de 2013 en Microsoft Office Excel. Por: Marcela Garzón y Catalina Galvis

La manera de evaluar la efectividad de la prueba en producción fue por medio de la inferencia estadística, realizando una diferencia de medias que permitiera sacar conclusiones sustentadas estadísticamente, lo cual se encuentra en el siguiente numeral:

### 8.1.2. Inferencia estadística: efectividad de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación

Con el fin de evaluar la efectividad de la alternativa de mejoramiento propuesta, correspondiente a la modificación de la secuencia secado – Clasificación, se realizó un estudio para evaluar el rendimiento (kg/min) y la calidad de los veinte (20) operarios de Agroenlace Logístico (los cuales para los dos estudios fueron los mismos operarios) en el proceso de clasificación con los kilogramos de uchuvas recibidos durante los días 6,11, 13 y 15 de febrero del proveedor Frutexpo. Se realizó el proceso de clasificación con dos secuencias distintas: secado-clasificación (actual en ese momento) y clasificación-secado (propuesta). Se tomaron 2 muestras en cada uno de los cuatro días, una correspondiente a cada secuencia, para un total de 8 muestras (dados los recursos disponibles de la empresa en ese momento para realizar el estudio: tiempo, recurso humano, demanda, etc). Los datos obtenidos fueron los siguientes:

**Tabla 11 Datos obtenidos en el proceso de clasificación**

 DATOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE CLASIFICACIÓN - MODIFICACIÓN DE LA SECUENCIA DE LOS PROCESOS DE SECADO Y CLASIFICACIÓN										
Secuencia de los procesos (método)	Finca	Lote	Fecha	Recurso humano (cantidad de operarios)	Hora inicio	Hora fin	Tiempo (min)	Kilogramos de uchuva	Rendimiento (kg/min)	Calidad del proceso
ACTUAL-Recepción-secado-clasificación	Frutexpo	1	06/02/2013	20	13:00	17:18	258	1.060	4,1085	97%
PROPUESTO-Recepción-clasificación-secado	Frutexpo	2	06/02/2013	20	07:00	10:22	202	874	4,3267	98%
ACTUAL-Recepción-secado-clasificación	Frutexpo	3	11/02/2013	20	07:28	11:50	268	1.100	4,1045	97%
PROPUESTO-Recepción-clasificación-secado	Frutexpo	4	11/02/2013	20	13:00	16:35	215	935	4,3488	97%
ACTUAL-Recepción-secado-clasificación	Frutexpo	5	13/02/2013	20	13:15	16:42	207	850	4,1063	98%
PROPUESTO-Recepción-clasificación-secado	Frutexpo	6	13/02/2013	20	07:15	11:55	280	1.250	4,4643	97%
ACTUAL-Recepción-secado-clasificación	Frutexpo	7	15/02/2013	20	07:00	11:30	266	1.090	4,0977	98%
PROPUESTO-Recepción-clasificación-secado	Frutexpo	8	15/02/2013	20	13:00	16:35	215	950	4,4186	97%

**Fuente:** Realizado el 30 de febrero de 2013 en Microsoft Office Excel. Por: Marcela Garzón y Catalina Galvis

De la **tabla 11. Datos obtenidos en el proceso de clasificación** se tomaron los datos del rendimiento y calidad, y se resumieron en la siguiente **tabla 12. Datos obtenidos** con el fin de construir un intervalo de confianza, construir la prueba de hipótesis y concluir sobre la efectividad de la alternativa propuesta. Es necesario aclarar que con la prueba los operarios usaron las dos manos simultáneamente para la clasificación, debido a la textura del capacho y a la capacitación brindada para la prueba. Por otro lado, la calidad se midió revisando al azar 100 de los frutos clasificados en los frutos tipo exportación: amarillo y verde (esto por medio de los operarios de calidad que revisaban esto al azar).

## PRODUCTIVIDAD

Tabla 12 Datos obtenidos

SECUENCIA 1 (actual): Secado – Clasificación <b>Rendimiento (kg/min)</b>	SECUENCIA 2 (propuesta): Clasificación – Secado <b>Rendimiento (kg/min)</b>
4,1085	4,3267
4,1045	4,3488
4,1063	4,4643
4,0977	4,4186
<i>Muestra, media y desviación muestral</i>	<i>Muestra, media y desviación muestral</i>
$n_1 = 4$	$n_2 = 4$
$\bar{x}_1 = 4,1043$	$\bar{x}_2 = 4,3896$
$s_1 = 0,005$	$s_2 = 0,063$

Realizado el 10 de febrero de 2013. Microsoft Office Excel.

Dado que los datos corresponden a una diferencia de medias independientes, lo primero que se estableció fue un nivel de significancia de 0,05. Luego fue necesario determinar si las varianzas poblacionales eran iguales:  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , para ello se realizó la prueba Fisher que se encuentra a continuación:

$$\left[ f_{\frac{\alpha}{2}, n_1-1, n_2-1} * \frac{s_2^2}{s_1^2}, f_{1-\frac{\alpha}{2}, n_1-1, n_2-1} * \frac{s_2^2}{s_1^2} \right]$$

$$= \left[ f_{0,025,3,3} * \frac{0,063^2}{0,005^2}, f_{0,975,3,3} * \frac{0,063^2}{0,005^2} \right]$$

$$= [12,03, \quad 2867,42]$$

Dado que el intervalo no contenía el 1, la conclusión fue:  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ . Con esto se procedió a construir el intervalo de confianza para la diferencia de medias teniendo en cuenta que las varianzas son diferentes:

$$(x_1^2 - x_2^2) \mp t_{\frac{\alpha}{2}, v} * \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}, \quad \text{donde} \quad v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

$$= (4,1043^2 - 4,3896^2) \mp 4,177 * 0,032 \quad \text{donde} \quad v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}} = 3,032$$

$$I.C. = [-2,5564, \quad -2,2912]$$

La prueba de hipótesis que se planteó para ver si existía una diferencia de medias entre la dos secuencias del proceso fue la siguiente:

$$H_o = \mu_2 - \mu_1 \leq 0$$

$$H_A = \mu_2 - \mu_1 > 0$$

$$t_{\text{Calculado}} = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_2 - \mu_1)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}}$$

$$t_{\text{Calculado}} = \frac{(4,3896 - 4,1043) - (0 - 0)}{\sqrt{\frac{0,005^2}{4} + \frac{0,063^2}{4}}} = 8,987$$

$$t_{\text{Teórico}} = t_{\alpha;v} = t_{0,05;3,032} = 3,18245$$

Dado que  $t_{\text{Calculado}} > t_{\text{Teórico}}$ :

R/ Se rechaza  $H_o$  por lo cual con una significancia del 5% se puede concluir que la operación de Agroenlace tiene mejor rendimiento (kg/min) en clasificación con la secuencia clasificación-secado (propuesta).

## CALIDAD

Por otro lado, también de la **tabla 11 Datos obtenidos en el proceso de clasificación** se tomaron los datos de la calidad, y se resumieron en la **tabla 13. Datos obtenidos. Calidad** con el fin de construir un intervalo de confianza, construir la prueba de hipótesis y concluir sobre la calidad de la alternativa propuesta:

Tabla 13 Datos obtenidos. Calidad

SECUENCIA 1 (actual): Secado – Clasificación <b>Porcentaje de calidad</b>	SECUENCIA 2 (propuesta): Clasificación – Secado <b>Porcentaje de calidad</b>
97%	98%
97%	97%
98%	97%
98%	97%
<i>Muestra, media y desviación muestral</i>	<i>Muestra, media y desviación muestral</i>
<b><math>n_1 = 4</math></b>	<b><math>n_2 = 4</math></b>
<b><math>\bar{x}_1 = 97,5\%</math></b>	<b><math>\bar{x}_2 = 97,25\%</math></b>
<b><math>s_1 = 0,0057</math></b>	<b><math>s_2 = 0,0050</math></b>

Fuente: Realizado el 10 de febrero de 2013. Microsoft Office Excel.

Dado que los datos corresponden a una diferencia de medias independientes, lo primero que se estableció fue un nivel de significancia de 0,05. Luego fue necesario determinar si



las varianzas poblacionales eran iguales:  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , para ello se realizó la prueba Fisher que se encuentra a continuación:

$$\left[ f_{\frac{\alpha}{2}, n_1-1, n_2-1} * \frac{s_2^2}{s_1^2}, f_{1-\frac{\alpha}{2}, n_1-1, n_2-1} * \frac{s_2^2}{s_1^2} \right]$$

$$= \left[ f_{0,025,3,3} * \frac{0,0050^2}{0,0057^2}, f_{0,975,3,3} * \frac{0,0050^2}{0,0057^2} \right]$$

$$= [12,03, \quad 2867,42]$$

Dado que el intervalo no contenía el 1, la conclusión fue:  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ . Con esto se procedió a construir el intervalo de confianza para la diferencia de medias teniendo en cuenta que las varianzas son diferentes:

$$(x_1^2 - x_2^2) \mp t_{\frac{\alpha}{2}, v} * \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}, \quad \text{donde} \quad v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

$$= (97,5^2 - 97,25^2) \mp 4,177 * 0,032 \quad \text{donde} \quad v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}} = 3,032$$

$$I.C. = [48,5549, \quad 48,8201]$$

La prueba de hipótesis que se planteó para ver si existía una diferencia de medias entre la dos secuencias del proceso fue la siguiente:

$$H_0 = \mu_2 - \mu_1 \leq 0$$

$$H_A = \mu_2 - \mu_1 > 0$$

$$t_{\text{calculado}} = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_2 - \mu_1)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}}$$

$$t_{\text{calculado}} = \frac{(97,25 - 97,5) - (0 - 0)}{\sqrt{\frac{0,0050^2}{4} + \frac{0,0057^2}{4}}} = -7,8736$$

$$t_{\text{teórico}} = t_{\alpha, v} = t_{0,05; 3,032} = 3,18245$$

Dado que  $t_{\text{calculado}} < t_{\text{teórico}}$ :

R/ No se rechaza  $H_0$  por lo cual con una significancia del 5% se puede concluir que la operación de Agroenlace no tiene diferencia significativa en el porcentaje de calidad con el proceso de clasificación propuesto que corresponde a la secuencia clasificación-secado.

### 8.1.3. Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación

Como conclusión la propuesta para este proceso es realizar la modificación en la secuencia del proceso, realizando primero el proceso de clasificación y luego el de secado. Se sustenta lo anterior por medio de la inferencia estadística, como se pudo ver en el numeral anterior **8.1.2. Inferencia estadística: efectividad de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación** y por medio de un diagrama de procesos bimanual, el cual es una herramienta para el estudio del movimiento, donde se muestran todos los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derecha e izquierda. El propósito que tiene este diagrama es identificar los patrones de movimiento ineficientes. Así mismo facilita la modificación de un método, de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada entre las dos manos. (Niebel, 2009). La **Tabla 14. Diagrama de procesos bimanual** muestra cómo, con la modificación en la secuencia del proceso, se puede equilibrar el trabajo de la mano izquierda y derecha, ya que las dos manos operarían de la misma manera.

**Tabla 14 Diagrama de procesos bimanual**

Operación: Clasificación de uchuva		Resumen		Mano Izquierda	Mano derecha
Nombre y Número del operario: M.Z #1753		Tiempo efectivo:	1,51	1,51	
Analista: C. Galvis y M. Garzón		Tiempo no efectivo:	0,06	0,06	
Método (ponga un círculo en su elección) Presente <b>Propuesto</b>		Tiempo del ciclo =	1,57 s		
<p>Bosquejo:</p>					
Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo (s)	Tiempo	Símbolo	Descripción de la mano derecha
Coger una uchuva de la canastilla	RE G	0,34	0,34	RE G	Coger una uchuva de la canastilla
Revisión del estado del fruto	M I	0,83	0,83	M I	Revisión del estado del fruto
Colocar el fruto en la canastilla correspondiente	M RL	0,4	0,4	M RL	Colocar el fruto en la canastilla correspondiente

**Fuente:** Realizado el 15 de enero de 2012. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

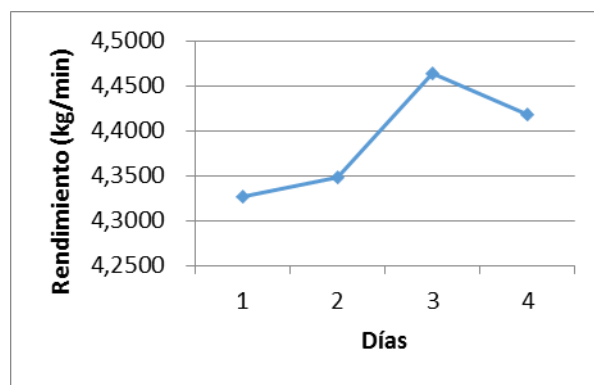
Los símbolos del diagrama bimanual de procesos hacen referencia a los Therbligs (Ver Anexo 3. Therbligs), los cuales son combinaciones de movimientos productivos y no productivos. Son el resultado de combinaciones de 17 movimientos básicos. (Niebel, 2009)

Como resultado de esta alternativa de mejoramiento a continuación se enlistan las mejoras con la propuesta de la modificación de la secuencia:

- Aumento en el rendimiento del proceso de clasificación (kg/hora) de los operarios, permitiendo así aumentar la productividad del proceso. El rendimiento promedio de la secuencia secado-clasificación fue de 4,1043 kg/hora de los 20 operarios, mientras que la de clasificación secado fue de 4,3896 kg/hora de los 20 operarios.
- El desarrollo adecuado del proceso de clasificación, manteniéndose la calidad con el 97,25%, como se puede por medio del estudio estadístico, el cual con una significancia del 5% se puede concluir que no tiene diferencia significativa en el porcentaje de calidad la secuencia clasificación-secado (propuesta).
- La clasificación se pudo realizar bajando el capacho y no abriéndolo, dada la textura del capacho, lo que permitió que los operarios no tengan que usar las dos manos en un fruto, sino por lo contrario, pueden tener un fruto en cada mano y así inspeccionar dos frutos al tiempo
- Disminución de costos en el proceso de secado, dado que no se seca el futo nacional ni el desperdicio, lo que corresponde en promedio al 35% de la fruta neta recibida de los proveedores.

Como se puede observar en la **figura 16. Rendimiento de la secuencia clasificación-secado** con la secuencia propuesta: clasificación-secado, se presentó un aumento en el rendimiento con el paso de los días. Dado que nunca antes los operarios habían clasificado con el fruto húmedo, en el día uno y dos comentaron que les fue difícil desarrollar el proceso, sin embargo en el día tres, afirmaron que se fueron acostumbrando al estado húmedo del fruto y que sentían que les era más fácil clasificar. Es necesario aclarar, que como objetivo se tenía revisar la efectividad de la propuesta una vez los operarios se hubieran familiarizado con la secuencia del proceso propuesta, sin embargo dada la situación del cierre de operaciones de la empresa sólo se pudo obtener los datos en etapa de aprendizaje. Se estima que los resultados pueden variar de manera positiva, sin embargo se decidió presentar los resultados obtenidos durante la etapa de aprendizaje (mientras los operarios se familiarizaban con el cambio).

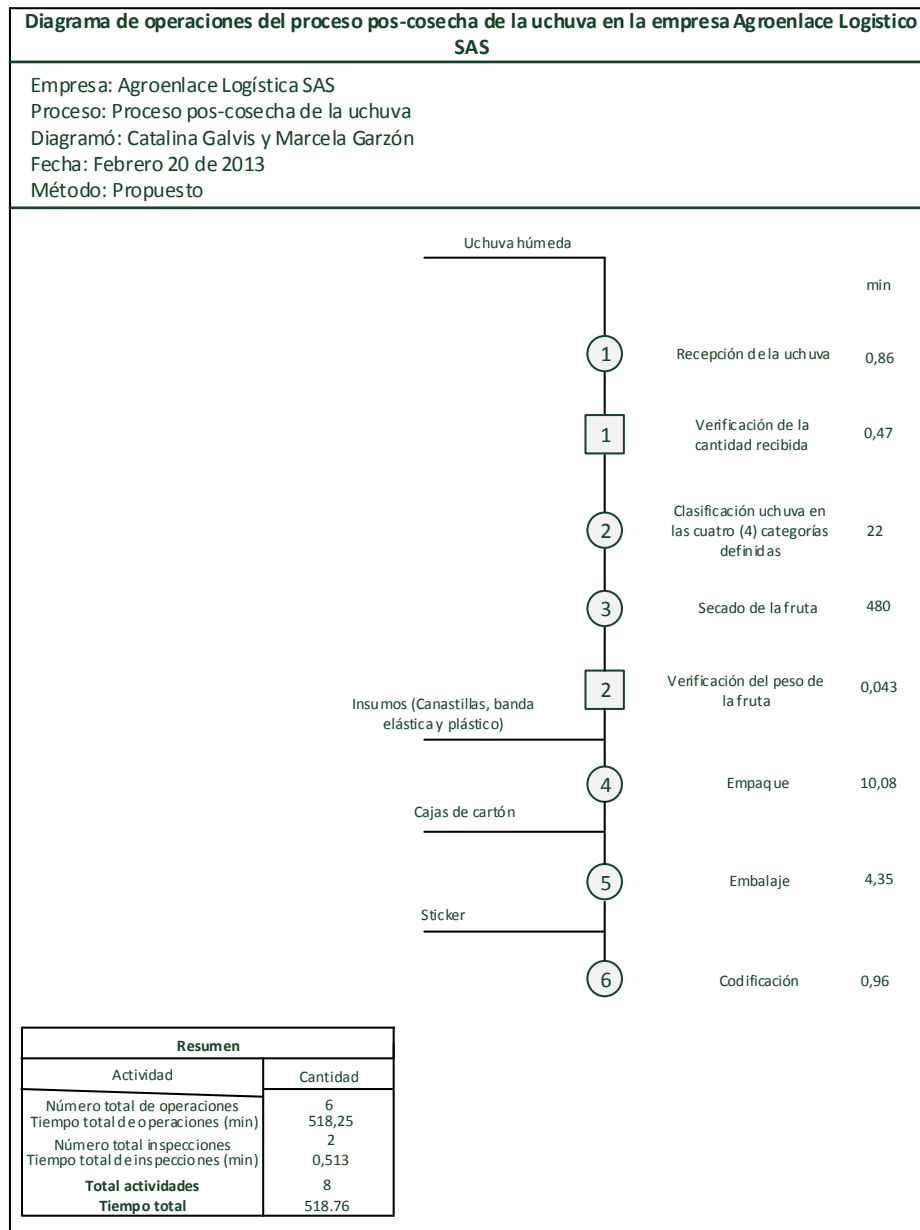
**Figura 16 Rendimiento de la secuencia clasificación-secado**



### 8.1.3.1 Diagramas del proceso con la alternativa propuesta

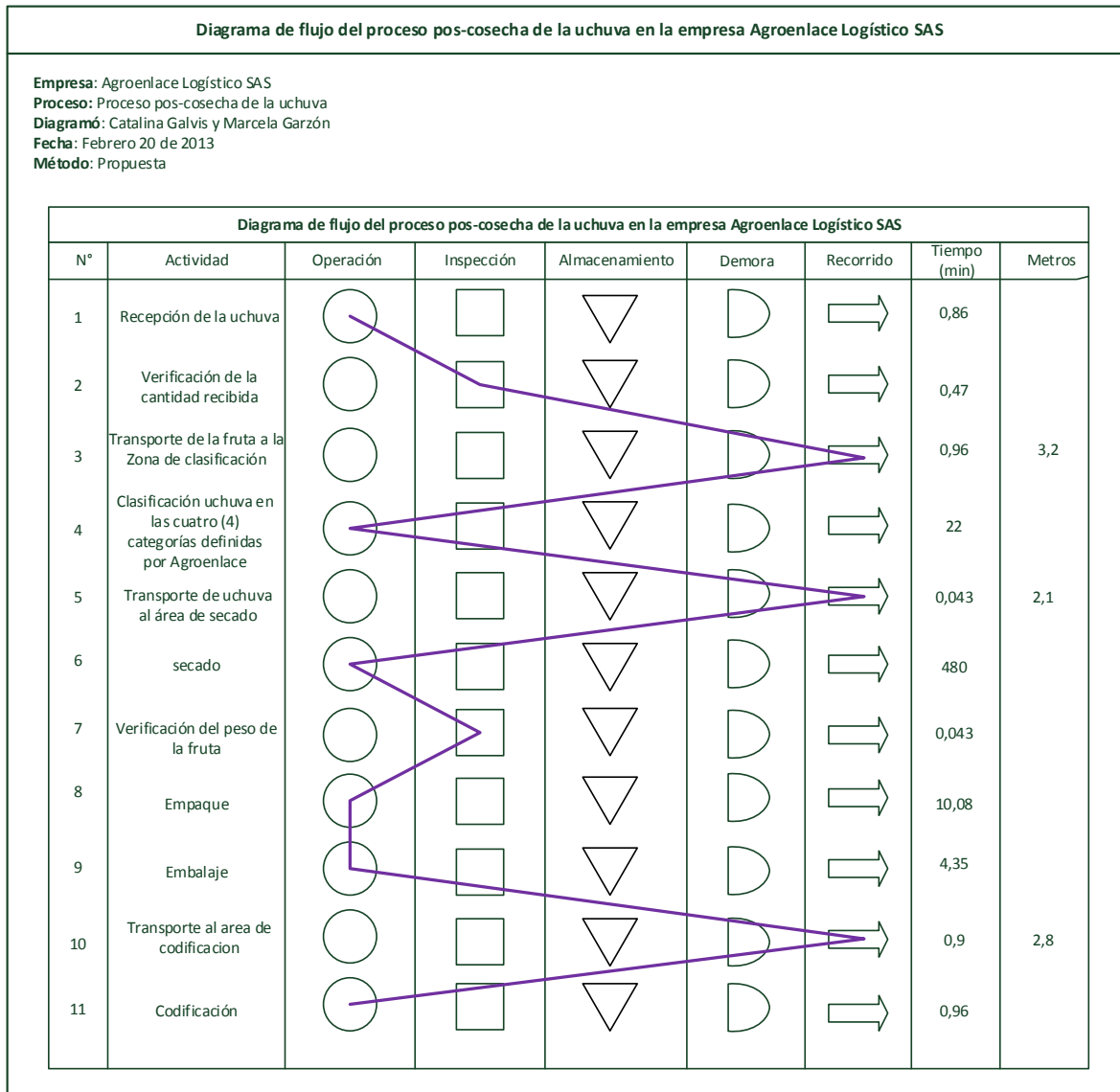
Con la alternativa de mejora se estima una reducción en el tiempo de clasificación, debido al uso de las dos manos para realizar esta operación. Se presenta a continuación el diagrama en donde se evidencia la mejora en los tiempos para el proceso pos-cosecha/uchuva

**Diagrama de operaciones propuesto**



**Fuente:** Realizado el 20 de febrero de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Modificado el 1 de Abril de 2013 en Visio Professional, Microsoft Office 2013.

### Diagrama de flujo propuesto



**Fuente:** Realizado el 20 de febrero de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Modificado el 1 de Abril de 2013 en Visio Professional, Microsoft Office 2013.

## 8.2. Aprovechamiento de los desperdicios de uchuva

### 8.2.1. Uso de desperdicios de uchuva

Actualmente el uso de materia orgánica es beneficioso para muchas empresas de diferentes sectores, especialmente el sector agrícola, ya que la basura o desperdicios de algunas compañías, en este caso uchuva, pueden ser un material importante para la operación de otras empresas. Ver *figura 17. Compost*.

Una gran parte de los materiales presentes en los residuos sólidos urbanos pueden ser considerados para compostaje. Aquellos materiales que se escapan de esta cualidad son los plásticos, metales, vidrios y cueros. Pero respecto a su representación en peso, los materiales compostables (restos de alimentos, papeles y cartones y restos de jardinería) son fuertemente considerables.<sup>2</sup>

Los fertilizantes orgánicos o compostaje tiene las siguientes ventajas:

- Permiten aprovechar residuos orgánicos
- Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como la mejoran la capacidad de absorber agua.
- Suelen necesitar menos energía. No la necesitan para su fabricación y suelen utilizarse cerca de su lugar de origen. Sin embargo, algunos orgánicos pueden necesitar un transporte energéticamente costoso, como guano de murciélago de Tailandia o el de aves marinas de islas sudamericanas.<sup>3</sup>

Los desperdicios de uchuva podrían ser utilizados como compost, el cual es usado para cultivos de flores o huertas, césped, árboles y arbustos. Esto hubiera beneficiado a Agroenlace Logístico SAS, ya que le estaría dando un uso a lo que arrojaba a la basura.

La empresa Agrícola Cardenal SA se especializa en la producción de flores de corte bajo cubierta y al aire libre. Este proceso requiere de una alta cantidad de abono o compost para enriquecer el suelo con los suficientes nutrientes y así lograr mantener el PH requerido para un cultivo de flores.

Figura 17 Compost



Fuente Blogspot. (11 de noviembre de 2010). *La uchuva*. Obtenido de <http://uchuvapasquilla.blogspot.com/2010/11/el-compost.html>

<sup>2</sup> Cempre Uruguay: Tchobanoglous, Theisen, Vigil. (2012). Gestión Integral de Residuos Sólidos. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Uruguay.

<sup>3</sup> Blogspot. (11 de noviembre de 2010). *La uchuva*. Obtenido de <http://uchuvapasquilla.blogspot.com/2010/11/el-compost.html>

## 9. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO DE LA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS POS-COSECHA/UCHUVA EN AGROENLACE LOGÍSTICO SAS

Con base en la **tabla 8. Cantidades/mes y porcentaje de las frutas de exportación/ 2012** del capítulo 7. **Antecedentes**, la cual muestra la cantidad de uchucas exportadas durante el año 2012 (91442 kg), se calculó el ahorro que se podría obtener en un año, si se decidiera no secar el 35% del fruto que corresponde al nacional y a los desechos. En la **tabla 15..Descripción/costo y análisis del proceso de secado**, se muestra la descripción y costo del proceso de secado, detallado para los dos cuartos con los que contaba Agroenlace Logístico SAS.

**Tabla 15 Descripción/costo y análisis del proceso de secado**

Cuarto	Descripción	Costo	Análisis
Cuarto de secado 1 (alimentación eléctrica)	Cámara semi-industrial de secado, con flujo de aire caliente (30°C). El costo de utilización de 12 horas (tiempo necesario para llevar a cabo el proceso) es de \$88,800. Su capacidad es de dos (2) toneladas de uchuva.  Temperatura: 30° Capacidad: dos (2) toneladas. Costo/proceso:\$88,800 Costo=kw/hora*costo kw/hora* hora Costo=(20 kw)/hora*\$370 kw/hora* 12 horas=\$88,800	\$ 88.800,00	De las dos (2) toneladas ingresadas al cuarto (dada la capacidad máxima), en promedio el 65% corresponde a fruto de exportación, mientras que el 35% a fruto nacional y desecho, el cual cómo se explicó no debe ser secado. Con la mejora, se ahorró en este proceso: $(\$88,800 * 0,35) = \$31080/\text{uso del cuarto}$ $(\$88,800 / 2000) = \$44,4/\text{kg}$
Cuarto de secado 2 (por quemador por ACPM)	Cuarto por quemador con ACPM. Con sistema de circulación forzada que hace recircular el aire en sentido horizontal, garantizando una distribución homogénea de la temperatura en el cuarto (30°). El costo de utilización de 10 horas (tiempo necesario para llevar a cabo el proceso) es de  Temperatura: 30° Capacidad: dos (2) toneladas Costo/proceso:\$81,361 Costo=costo galon ACPM*10 galones de ACPM Costo=8136,18* 10=\$81,361	\$ 81.361,00	De las dos (2) toneladas ingresadas al cuarto (dada la capacidad máxima), en promedio el 65% corresponde a fruto de exportación, mientras que el 35% a fruto nacional y desecho, el cual cómo se explicó no debe ser secado. Con la mejora, se ahorró en este proceso: $(\$81,361 * 0,35) = \$28476/\text{uso del cuarto}$ $(\$88,800 / 2000) = \$40,68/\text{kg}$

Fuente: Realizado el 20 de febrero de 2013 en Microsoft Office Excel.

Como se puede observar, el costo por kilogramo en el cuarto de secado 1 es de \$44,4, mientras que el del cuarto 2 es de \$40,68. Dado que no se llevaron registros del uso de los cuartos, se promediaron los dos costos descritos, obteniendo así un valor de \$42,54/kg. Como en el año 2012 se exportó 91442 kg de uchuva, esto representó la entrada de 140680 kg de uchuva (teniendo en cuenta los porcentajes mencionados en la clasificación, en donde en promedio sólo el 65% del fruto correspondió al de exportación). Lo cual lleva a que 49238 kg de uchuva se secó sin necesidad, que expresado en dinero representó \$2.094.596 (\$42,54/kg \* 49238). Este valor presenta el beneficio anual, sin ninguna inversión inicial.

## 10. CONCLUSIONES

Con base a los problemas identificados y oportunidades de mejora del proceso pos-cosecha de la uchuva en Agroenlace Logístico SAS, en primer lugar se identificaron y documentaron los estándares de los procesos productivos, para luego estudiar, analizar y realizar la propuesta de mejoramiento, la cual buscó reducir costos y aumentar la productividad de los procesos productivos (manteniendo la calidad del proceso) con respecto a la situación actual de la empresa, sin afectar negativamente su rentabilidad.

Las alternativas de mejoramiento que comprende la propuesta son las siguientes:

- El cambio en la secuencia de los procesos secado – clasificación a la secuencia clasificación – secado, lo cual permite reducir los costos en los procesos de
- Aprovechamiento de 7034 kg de uchuvas/año como fuente para hacer compostaje para la empresa Agrícola Cardenal, proveniente de los desperdicios del proceso pos-cosecha/uchuvas. No se realizó un análisis costo beneficio de esta propuesta, debido a que no se sabía con certeza el precio al que compraría la empresa Agrícola Cardenal el kg de desperdicios de uchuvas. No se tenía el contacto de la persona en ese momento.

Con estas alternativas se dio solución a los puntos críticos y a las oportunidades de mejora identificadas las cuales se enlistan a continuación:

- Incurrir en un costo innecesario en el 35% del fruto que se clasifica como nacional y desperdicio, los cuales no requieren estar secos.
- Desaprovechamiento de 7034 kg/año de uchuvas que no cumplen con los estándares de calidad para su exportación o para el mercado nacional.
- El uso bimanual de los operarios (uso de las dos manos) en el desarrollo del proceso de clasificación

De las tres alternativas de mejoramiento planteadas, las cuales dan solución a los puntos críticos y oportunidades de mejoramiento, se pudo evaluar la efectividad de la alternativa correspondiente al cambio de la secuencia de los procesos de secado y clasificación, a través de la inferencia estadística. El resultado obtenido con la evaluación de la efectividad de esta alternativa fue que la operación de Agroenlace tiene mejor rendimiento con el proceso de clasificación propuesto que corresponde a la secuencia clasificación-secado (con un 95% de confianza).

Finalmente se elaboró un análisis costo/beneficio de la propuesta descrita para el cambio de la secuencia de los procesos clasificación-secado, el cual permite generar un ahorro de \$2.094.596/ año, dado que no se seca fruto que no es de exportación, cuyo costo tiene un valor de \$42,54/kg. Cifra importante debido a la situación económica en la que se encontraba Agroenlace antes de su liquidación.



## PARTE II. FLP COLOMBIA SAS

### 11. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El grupo FLP (FRUTIERREZ LATINAMERICAN PERISHABLES INC) es un corporativo multinacional de mercadeo y distribución de frutas exóticas, frutas tropicales y vegetales, con presencia en Colombia, Ecuador y Perú. A este grupo pertenece FLP Colombia SAS, la cual es una empresa líder en el desarrollo de productos perecibles exóticos, en donde el año pasado la uchuva tuvo la mayor participación con el 80% de las ventas.<sup>4</sup>

En FLP Colombia la uchuva (exportada con capacho) representa el mayor porcentaje de producción anual. Por lo cual, al igual de cómo se mencionó en Agroenlace Logístico SAS, el proceso pos/cosecha uchuva fue el objeto de estudio del presente trabajo. Es necesario aclarar que se establecieron requerimientos y/o restricciones por parte de la empresa para definir y llevar a cabo las propuestas de mejoramiento, sin embargo no se establecieron cuantitativamente.

Actualmente el proceso en FLP Colombia SAS implica trabajo manual en el 100% de sus seis (6) procesos: recepción, clasificación, secado, empaque, embalaje y codificación. Dado el impacto que tiene el trabajo manual en el proceso, los costos del recurso humano representan el 75% de los costos directos de fabricación del proceso pos-cosecha/uchuvas, correspondientes a los materiales directos, la mano de obra directa y el costo por espacio. Fue con base en esto que inicialmente se identificaron las problemáticas, las cuales se describen a continuación, con su respectiva situación actual, síntomas y resultados:

#### 11.1. Problemáticas identificadas en FLP Colombia SAS

Los problemas identificados y oportunidades de mejora, que se abordaron en el proceso pos-cosecha/uchuvas luego del levantamiento, modelado y análisis del proceso y la entrevista con el gerente de la empresa y con el director de calidad y producción fueron:

- la oportunidad de mejora que existe en la productividad del proceso de clasificación
- el tiempo requerido por el proceso de secado (el secado de 1,5 toneladas de uchuvas tarda 24 horas).
- la posibilidad de plantear un nuevo método de trabajo en el proceso de empaque y la modificación del sitio de trabajo (que permita incrementar la productividad del mismo),

---

<sup>4</sup> . La información fue suministrada por el coordinador de producción, basado en los registros de producción del año 2012

- el espacio insuficiente con el que cuenta actualmente la planta y la distribución de la misma (el área de la bodega es de 544  $m^2$  para 42 empleados por nómina, pero que en días de alto volumen alcanza a ser de 60 empleados).
- la inexistencia de gestión visual (ningún área está identificada), y el desaprovechamiento de las uchuvas que no cumplen con los estándares de calidad para su exportación o para el mercado nacional (Todos los desechos de fruto son arrojados a la basura: el promedio mensual son 900 kg).

Para solucionar el tercer problema enlistado, FLP Colombia se encuentra buscando actualmente una bodega en otro lugar de Bogotá, que le permita llevar a cabo sus procesos en el espacio que demanda la operación. Debido a que no conocen el espacio actual usado por cada uno de los procesos pos-cosecha/uchuvas, ni la necesidad real de los mismos, no han podido definir las especificaciones que demanda el negocio para buscar de este modo el sitio adecuado.

Debido a la falta de espacio de la planta, FLP Colombia ha almacenado sus insumos (cartones, plástico, canastas, entre otros) en distintos lugares dentro de la planta, generando así desorden en el ambiente, recorridos y áreas no definidas de operación. Dificultando así el flujo de proceso.

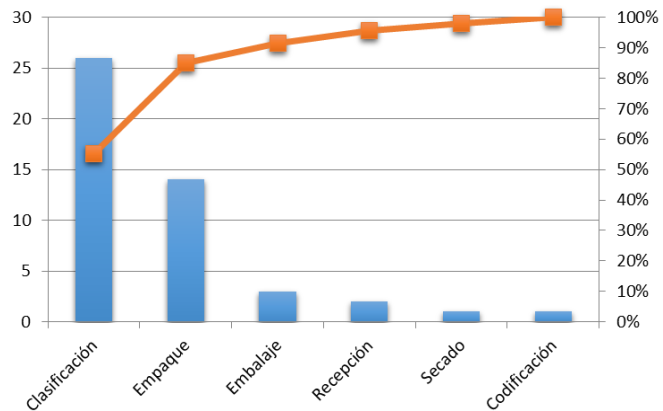
En lo que respecta a la gestión visual, no hay identificación de los espacios de operación ni de los insumos, lo que sumado a la inexistencia de una distribución de planta adecuada, no permite identificar claramente el flujo del proceso. FLP Colombia no ha tomado medidas en el asunto, porque no lo tenía identificado como un problema.

Sin embargo FLP Colombia sí tenía identificado uno de los problemas enlistados anteriormente, el cual hace referencia al proceso de secado. Actualmente se genera cola de veinticuatro (24) horas a la entrada del cuarto de secado, haciendo de éste un cuello de botella dentro del proceso pos-cosecha\uchuvas de la empresa. Con respecto a esto, la empresa no ha tomado acciones, dado que no ha planteado otras alternativas para llevar a cabo este proceso. Como se explicó el problema radica en las 24 horas necesarias que se requiere para secar una canastilla de fruta o la tonelada y media (capacidad máxima) por medio de aire generado por los ventiladores ubicados dentro del cuarto, que agregado a su problema de espacio, genera desorden en el área y espacio mal utilizado debido a las canastillas en cola esperando turno para iniciar el proceso de secado. Es necesario aclarar que el tiempo que demanda secar una canastilla o más (hasta la capacidad máxima del cuarto; tonelada y medio) es el mismo.

En lo que respecta al proceso de clasificación y empaque, la empresa solicitó la revisión del proceso a nivel operativo, dado que el porcentaje de recurso humano que se destina para estos dos procesos es del 85%, como se puede ver discriminado en la **Tabla 16. Pareto del recurso humano**.

**Tabla 16. Pareto del recurso humano**

Proceso	Cantidad de recurso humano	Frec. Acumulada
Clasificación	26	55%
Empaque	14	85%
Embalaje	3	91%
Recepción	2	96%
Secado	1	98%
Codificación	1	100%
	<b>47</b>	



**Fuente:** Realizado el 1 de marzo de 2013 en Microsoft Office Excel

De los 47 operarios que se observan en la tabla anterior, estos corresponden a 47 empleados diferentes (por nómina), los cuales realizan estas tareas durante toda la jornada de trabajo.

Finalmente, el desaprovechamiento de las uchuvas que no cumplen con los estándares de calidad, al igual que la falta de gestión visual como se mencionó, no habían sido identificados por la empresa como problemas, lo que da como consecuencia que no se hayan tomado acciones correctivas al respecto.

Los problemas enlistados anteriormente, permiten plantear alternativas de mejoramiento para el proceso pos-cosecha/uchuva, que busquen incrementar los indicadores de productividad y calidad, sin afectar la rentabilidad. Es por lo anterior que la pregunta problema es: *¿La propuesta para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva que se plantee permitirá reducir costos del proceso y aumentar, con respecto a la situación actual de la empresa, la productividad de los procesos pos-cosecha/uchuva, manteniendo la calidad del mismo, sin afectar negativamente la rentabilidad?*

## 12. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Como se mencionó en la **PORTE I. AGROENLACE LOGÍSTICO SAS** del presente trabajo (en la justificación), dentro de las necesidades del sector es necesario disminuir los costos de producción actuales y optimizar el uso de los insumos. Por lo cual alineado a las necesidades mencionadas, se planteó llevar a cabo el mejoramiento al proceso pos-cosecha/uchuva, buscando la reducción de costos del proceso y aumento de productividad, manteniendo la calidad y rentabilidad del mismo.

La productividad en los procesos de clasificación y empaque, la falta de un diseño adecuado de planta, la ausencia de gestión visual en la planta de producción, el tiempo que tarda el proceso de secado (24 horas) y el no aprovechamiento de los desperdicios, son problemas con los que cuenta el proceso actualmente, los cuales afectan directamente la productividad del mismo.

### 13. METODOLOGÍA

La metodología con la que se alcanzó cada objetivo específico planteado, se encuentra a continuación (ver la **Tabla 17. Metodología FLP Colombia SAS**)

Tabla 17 Metodología FLP Colombia SAS

Objetivos específicos	Herramientas/ Fuentes de información	Tareas	Asignaturas relacionadas	Resultados esperados
<b>Identificación y documentación estándares de los procesos pos-cosecha/uchuva en y en FLP Colombia SAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Libros académicos de ingeniería de procesos: métodos, estándares y diseño del trabajo.</li> <li>- Artículos científicos de bases de datos, documentos y libros que traten el tema de pos-cosecha de la uchuva.</li> <li>- Estudios de organismos públicos y privados del sector agroindustrial.</li> </ul> <p><i>Asesoría por parte de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Nicolás Gutiérrez, Gerente de FLP Colombia SAS.</li> <li>- Rubiela Moreno Páez, directora de calidad y producción</li> </ul>	<p><b>a)</b> Investigación de los estándares de calidad nacionales e internacionales de la uchuva y los requerimientos del mercado.</p> <p><b>b)</b> Identificación y documentación del proceso pos-cosecha/uchuva con base en experiencias y resultados en FLP Colombia SAS</p>	<p>Procesos industriales</p> <p>Ingeniería de procesos</p> <p>Gestión de calidad</p>	<p><b>a)</b> Estándares de calidad del mercado.</p> <p><b>b)</b> Estándares operativos documentados de FLP Colombia SAS</p>
<b>Estudio, análisis y realización de la propuesta para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva, para lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos actuales y propuestos a la empresa FLP Colombia SAS.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estándares de calidad del mercado.</li> <li>-Documentación de los procesos pos-cosecha/uchuva.</li> <li>-Estándares operativos documentados.</li> <li>- Artículos de investigación sobre mejora continua en empresas agrícolas.</li> </ul>	<p><b>a)</b> Realización y análisis del diagnóstico de los procesos pos-cosecha/uchuva en FLP Colombia SAS</p> <p><b>b)</b> Identificar los puntos críticos y las oportunidades de mejora en los procesos en FLP Colombia SAS</p> <p><b>c)</b> Elaboración de un diagrama de Pareto a las operaciones del proceso pos-cosecha uchuva, para identificar cuáles de estas son las que mayor impacto tienen en el proceso.</p>	<p>Procesos industriales</p> <p>Ingeniería de procesos</p> <p>Gestión de calidad</p> <p>Innovación y desarrollo del producto.</p> <p>Máquinas y</p>	<p><b>a)</b> Diagrama de Pareto a las operaciones del proceso pos-cosecha uchuva, para identificar cuáles de estas son las que mayor impacto tienen en el proceso.</p> <p><b>b)</b> Documentación de los puntos críticos y las oportunidades de mejoramiento identificadas para los procesos pos-cosecha/uchuva en FLP Colombia SAS.</p> <p><b>c)</b> Documentación de alternativas de mejoramiento para los procesos pos-</p>

	<p><i>Asesoría por parte de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nicolás Gutiérrez, gerente de FLP Colombia SAS</li> <li>- Rubiela Moreno Páez, directora de calidad y producción</li> </ul>	<p><b>d)</b> Elaboración de alternativas para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en FLP Colombia SAS.</p>	<p>equipos.</p> <p>Sistemas de información.</p> <p>Simulación.</p>	<p>cosecha/uchuva en las empresas estudio (que cumplan con los objetivos, requisitos y restricciones previamente identificados).</p>
<p><b>Realizar un diseño experimental y/o un estudio a través de la inferencia estadística para evaluar la efectividad de algunas de las propuestas de mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa FLP Colombia SAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagrama de Pareto de las operaciones del proceso pos-cosecha uchuva. (Identificar cuáles de estas son las que mayor impacto tienen en el proceso.)</li> <li>- Documentación de los puntos críticos y las oportunidades de mejoramiento identificadas para los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa FLP Colombia SAS</li> <li>- Documentación de alternativas de mejoramiento para los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa FLP Colombia SAS</li> </ul>	<p><b>a)</b> Planeación del diseño experimental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de la unidad experimental.</li> <li>- Definición de la variable de respuesta de las alternativas de mejoramiento encontradas para los procesos pos-cosecha de la uchuva en la empresa estudio.</li> </ul> <p><b>b)</b> Desarrollo experimental a las alternativas de mejoramiento encontradas para los procesos pos-cosecha/uchuva en FLP Colombia SAS</p> <p><b>c)</b> Planeación de estudio, utilizando inferencia estadística para evaluar las alternativas de mejora encontradas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir el tamaño de la muestra.</li> <li>- Definir el nivel de confianza con el que se va a trabajar</li> </ul> <p><b>d)</b> Desarrollo del estudio, utilizando inferencia estadística, de las alternativas de mejoramiento encontradas para los procesos pos-cosecha de la uchuva en FLP Colombia SAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervalos de Confianza</li> <li>- Pruebas de hipótesis</li> <li>- Distribuciones de probabilidad</li> </ul>	<p>Diseño de experimentos.</p> <p>Inferencia estadística.</p> <p>Probabilidad.</p>	<p><b>a)</b> Determinación de las alternativas significativamente diferentes para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa FLP Colombia SAS</p> <p><b>b).</b> Determinación de la efectividad de la alternativa de mejoramiento encontrada para los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa FLP Colombia SAS.</p> <p><b>c)</b> Documento propuesta de mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva, en la empresa FLP Colombia SAS.</p>
<p><b>Elaborar un análisis costo/beneficio de la(s) propuesta(s) de mejoramiento para los procesos pos-cosecha/uchuva en FLP Colombia SAS.</b></p>	<p>-Documento propuesta de mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva, en la empresa FLP Colombia SAS.</p>	<p><b>a)</b> Realizar la evaluación financiera de cada una de las propuestas para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa FLP Colombia SAS</p>	<p>Preparación y evaluación de proyectos</p> <p>Ingeniería económica y financiera</p> <p>Sistemas de Costeo</p>	<p>Evaluación financiera de cada una de las propuestas para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva en la empresa FLP Colombia SAS.</p>

## 14. ANTECEDENTES

En Octubre de 1987, fue fundada la compañía C.I. Frutierrez S.A. con su primer envío de 10 cajas de uchuva a Europa, específicamente a la compañía Trofi, localizada en Hamburgo. Durante los primeros 6 años de operaciones, Frutierrez actuó como una empresa familiar con gran crecimiento hasta el año 1992, posteriormente se convirtió en una estructura comercial corporativa con operaciones ampliadas en varios países, participación de inversión extranjera y alianzas estratégicas con clientes. Finalmente fue fundada FRUTIERREZ LATINAMERICAN PERISHABLES INC., (FLP Inc.) como estrategia para conducir al grupo.

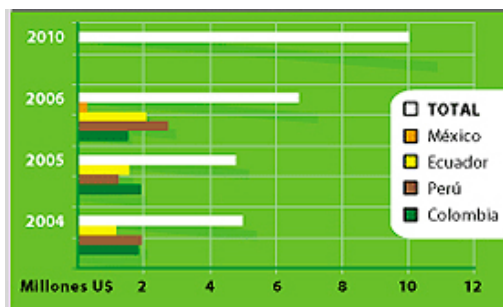
Su misión es actuar coordinadamente, aprovechando las ventajas de su presencia multinacional, con productos que soporten el liderazgo que debe mantener en especialidades agrícolas, promoviendo nuevos productos y desarrollando nuevas formas de comercialización, que les permita a los cultivadores que los proveen concentrarse en una producción rentable para ellos y amable con el medio ambiente.

El grupo FLP opera actualmente en Colombia (1987), Ecuador (1994) y Perú (2000) y cuenta con más de veinte años de experiencia en el mercado y tiene más de veinte clientes, principalmente europeos, incluyendo compañías con manejo de "Gerencia de Categorías" enfocadas en programas de abastecimiento continuo con grandes cadenas de supermercados, e importadores especializados.

En los últimos tres años, el grupo FLP ha logrado un crecimiento anual significativo mediante la aplicación de varios programas de desarrollo de nuevos productos y la inversión óptima de la tecnología en nuestras cadenas de suministro peruanos, ecuatorianos y colombianos. *Ver figura 18. Ventas en dólares Grupo FLP. Año 2010*

Las alianzas estratégicas con proveedores, clientes y otros actores internacionales han contribuido fuertemente a este desarrollo y aseguran un crecimiento sostenible para los próximos años. (FLP Fresh fruits and vegetables, s.f.)

Figura 18 Ventas en dólares Grupo FLP. Año 2010

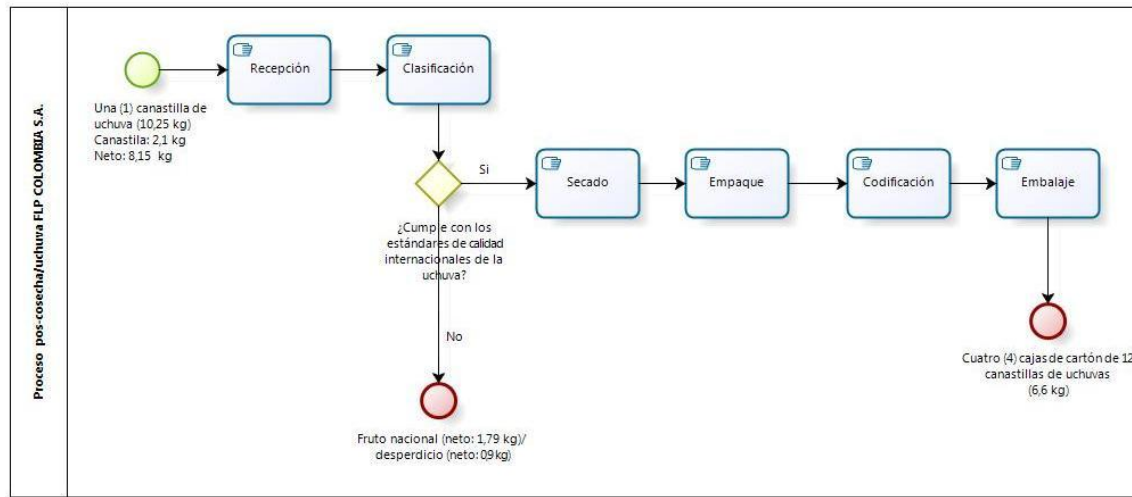


Fuente: FLP Int Generalidades Grupo FLP. Recuperado el 17 de febrero de 2013 de [http://www.flp-int.com/spanish/company\\_grupo.html](http://www.flp-int.com/spanish/company_grupo.html)

### 14.1. Descripción del proceso pos-cosecha/uchuwa en FLP Colombia SAS

Como se mencionó en el planteamiento del problema, el proceso pos-cosecha/uchuwa en la empresa FLP Colombia consta de seis (6) operaciones: recepción, clasificación, secado, empaque, codificación y embalaje, y durante todo el proceso el capacho se conserva con el fruto. La diagramación del proceso se encuentra a continuación en la **figura 19. Diagrama del proceso**

Figura 19. Diagramación del proceso



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

**Fuente:** Realizado el 1 de abril de 2013 en Bizagi Process Modeler. Por: Marcela Garzón y Catalina Galvis.

El proceso empieza con la recepción de la materia prima, se recibe la uchuwa en canastillas de fruta (con capacidad de 9 kg, dimensiones: 60\*40\*24 cm) por los camiones de los proveedores, quienes entregan la fruta en horario laboral entre las 7:00 am y 4:30 pm de lunes a sábado. Luego se realiza el descargue de las canastas de frutas del camión. Las canastillas de uchuwa tienen un peso promedio de 8,15 kilogramos (kg) de fruta neta. Al descargarse, se toma el peso de todas las canastillas en la báscula como se puede ver en la **figura 20. Pesaje**, y se registran en un cuaderno a mano, para luego registrarlo en el 'reporte de producción', el cual contiene varios desprendibles, uno de ellos es para el agricultor y los demás para distintas áreas de la empresa: calidad-producción, agrícola y contabilidad.



**Figura 20 Pesaje**  
**Fuente:** Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.



Luego de la recepción, el fruto se almacena mientras se inicia con el proceso de clasificación, en dónde los operarios clasifican las uchuva en (6) grupos, dispuestos en cuatro (4) canastas ubicadas en la mesa de clasificación y dos (2) canastillas ubicadas debajo de esta. (Ver **figura 21. Proceso de clasificación**). Las cuatro (4) canastillas de la mesa corresponden a las cuatro (4) categorías de uchuva definidas por FLP Colombia: verde, pintona, amarilla y mona. Mientras que las dos (2) canastillas corresponden a la uchuva nacional y a la uchuva desperdicio, las cuales son rechazadas debido a sus defectos superficiales. Los estándares de calidad nacionales e internacionales de la uchuva, en los que se basa el proceso de clasificación se encuentra descrito en el **capítulo 3.1**.

**Figura 21 Proceso de clasificación**



Fuente: Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

Para clasificar las uchuvas, el operario abre el capacho de cada fruta con una mano (revisando dos uchuvas simultáneamente) y revisa el estado en el que se encuentra el fruto, para así decidir si sus características permiten su exportación o no, dados los estándares establecidos mencionados anteriormente (ver **figura 22 Uchuvas clasificadas según color**). En esta operación en promedio (según registros del 2012) el 67% del fruto es de exportación, 11% desperdicio y 22% es del mercado nacional.

**Figura 22 Uchuvas clasificadas según color**



Fuente: Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

La fruta correspondiente a la uchuva verde, pintona, amarilla y mona se transporta en las canastillas (dimensiones: 50\*30\*15 cm) al cuarto de secado (el cual cuenta con ventiladores con una capacidad de 1,5 toneladas), en donde la fruta está dispuesta en las

canastillas de clasificación y empieza su secado con aire a 22°C durante veinticuatro (24) horas. Ver **figura 23. Cuarto de secado**

**Figura 23 Cuarto de secado**



Fuente: Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

Con las canastas de frutas secas, el siguiente paso es la operación de empaque: En donde el operario recibe las canastillas de uchuvas y procede a empacarlas con la ayuda de una canaleta de cartón, para ello utiliza canastas plásticas, láminas plásticas que identifican el producto y bandas elásticas, las cuales sujetan el plástico con la canastilla. La manera en la que lleva a cabo el empaque es el siguiente; primero se arma la base en el canasto (uchuvas sin peinar) y luego se peina la última capa de uchuvas de ese canasto (acomodar las uchuvas hacia un mismo lado). Ver **figura 24 Proceso de empaque**. A continuación se pesan los canastos, garantizando un peso de 115 g, para luego colocar la lámina (con su sticker de trazabilidad) y la banda elástica (laminado). Finalmente se empacan 12 canastos de futo en una caja de cartón.

**Figura 24 Proceso de empaque**



Base y fruta peinada

Pesaje del canasto

Laminado

12 canastos por cada caja de cartón

Fuente: Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

Con el producto ya empacado, se realiza la codificación y el embalaje de las cajas de cartón de 12 canastas de fruto en el pallet. La codificación contiene finca, lote, proveedor y fecha. En la **figura 25. Pallet FLP** se puede observar un pallet de FLP Colombia, el cual contiene 320 kg de uchuva dispuestos en 252 cajas.

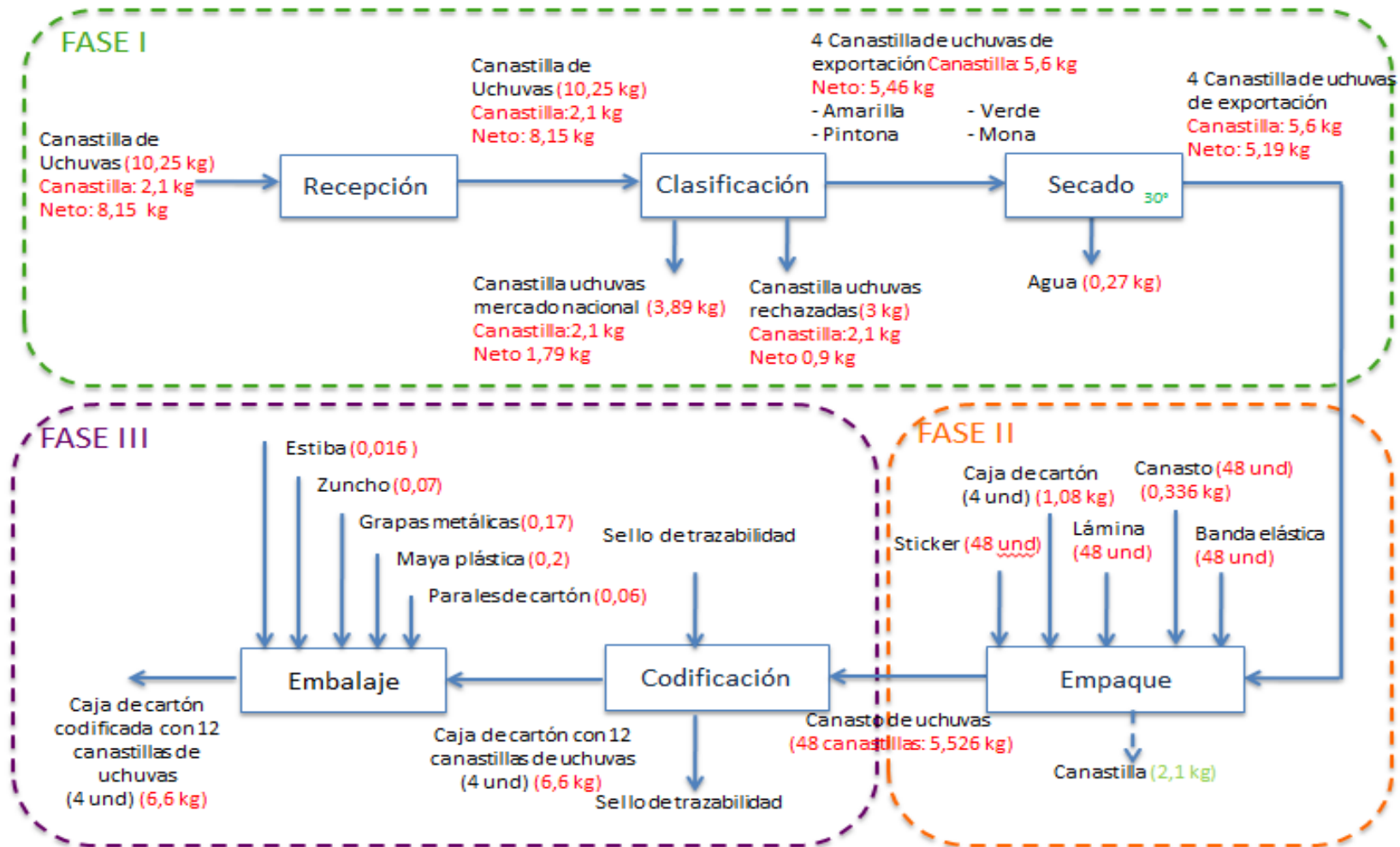
**Figura 25 Pallet FLP**



**Fuente:** Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

### 14.1.1 Diagrama de bloques de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg en promedio.

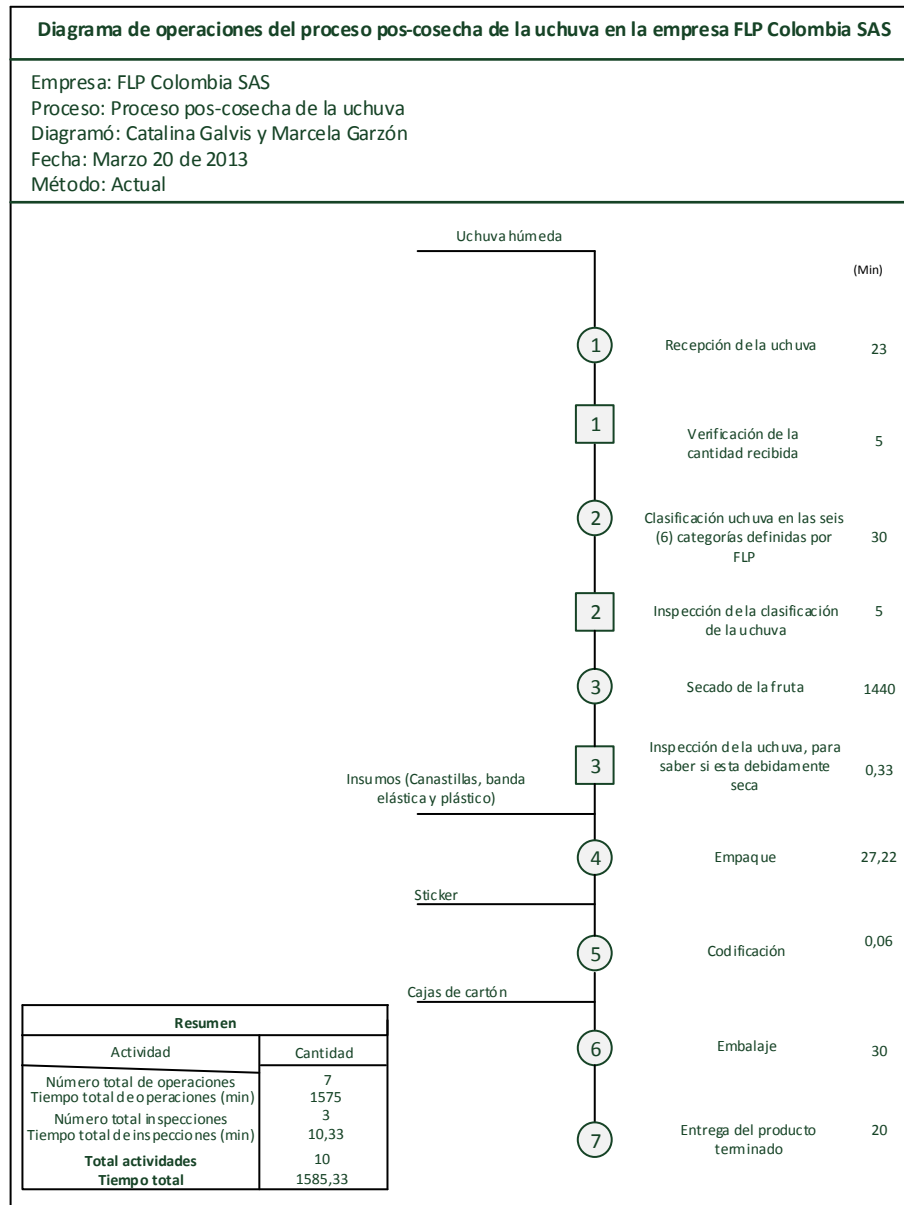
Figura 26 Diagrama de bloques de FLP Colombia SAS



Fuente: Realizado el 20 de marzo de 2013. Por: Marcela Garzón y Catalina Galvis

### 14.1.2. Diagrama de operaciones de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg en promedio

Figura 27 Diagrama de operaciones de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg

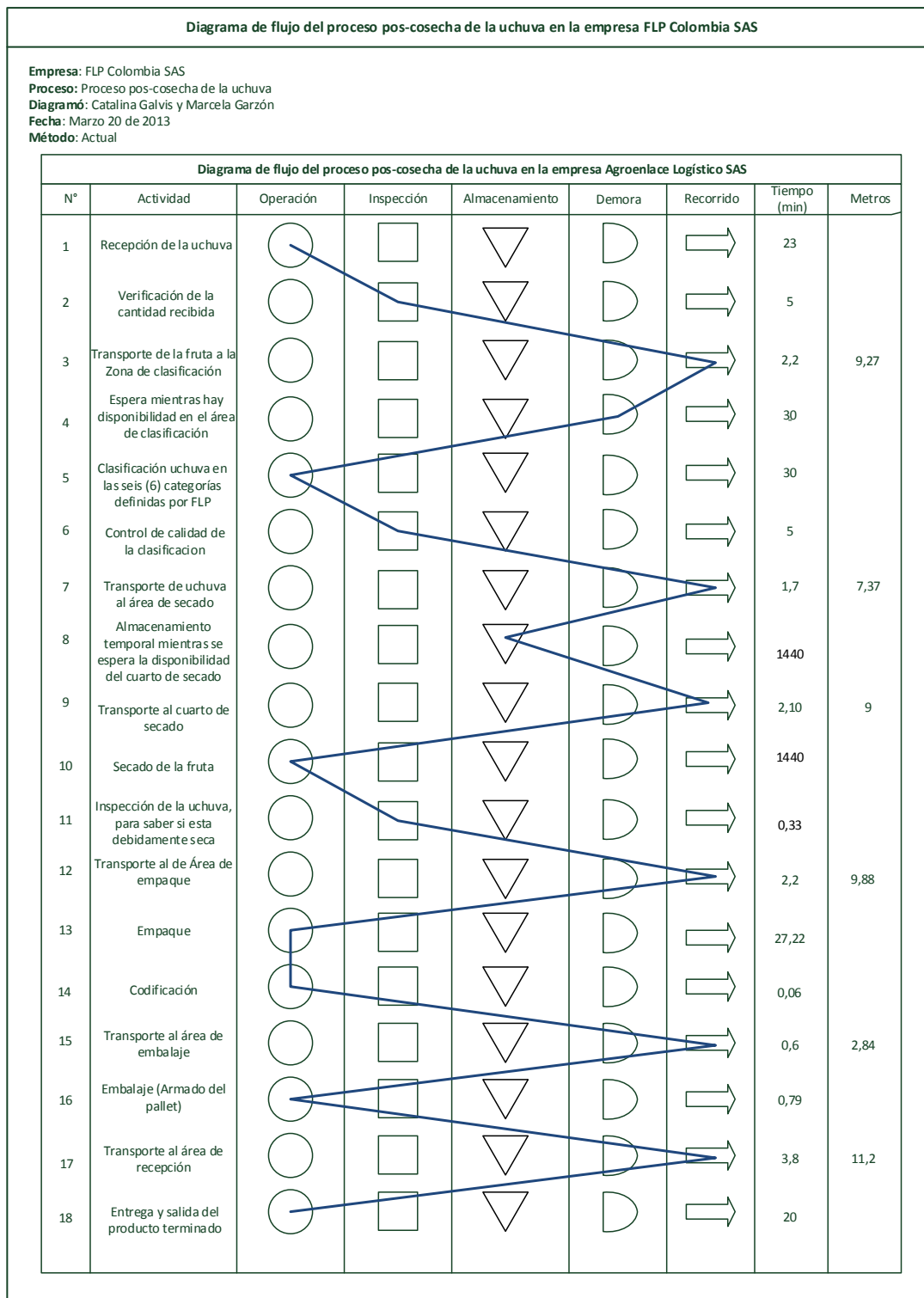


Fuente: Realizado el 20 de marzo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.



### 14.1.3. Diagrama de flujo de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg

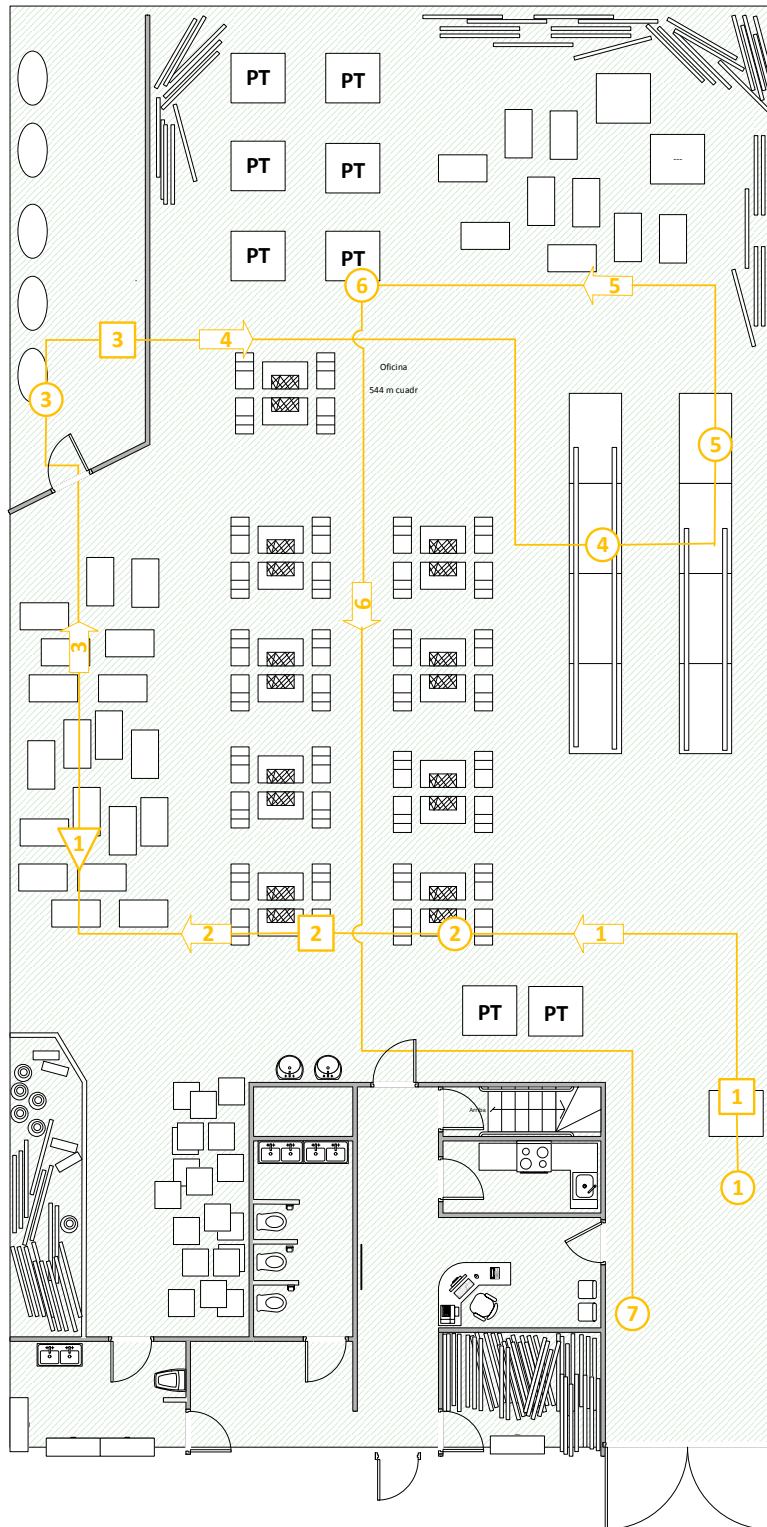
Figura 28 Diagrama de flujo de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla de 8,15 kg



Fuente: Realizado el 20 de marzo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013. Modificado el 1 de mayo de 2013

### 14.1.4 Diagrama de recorrido de FLP Colombia SAS

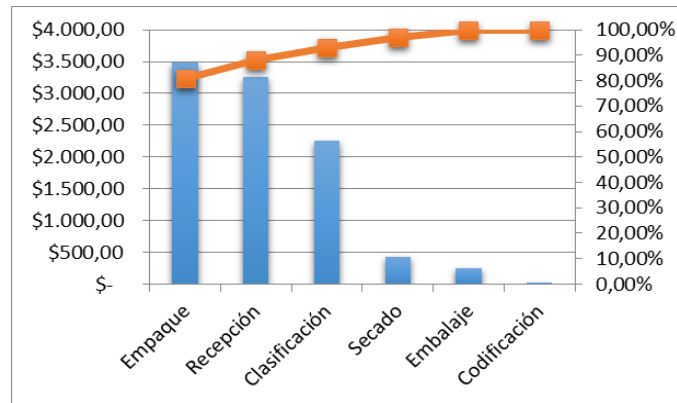
Figura 29 Diagrama de recorrido de FLP Colombia SAS para la producción de una canastilla 8,15 kg



Fuente: Realizado el 20 de marzo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

## 15. ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PROPUESTAS

Figura 30 Pareto de costos por proceso para el proceso pos-cosecha /uchuva (4 cajas de 12 canastos c/u)



Fuente: Realizado el 4 de marzo de 2013 en Microsoft Office Excel.

Con base en la *figura. 30. Pareto de costos por proceso para el proceso pos-cosecha/uchuva (4 cajas de 12 canastos c/u)*, se puede observar que los procesos más costosos del proceso pos-cosecha/uchuva son empaque, recepción y clasificación. A pesar que el proceso de recepción se presente como el segundo proceso más costoso, se descartó trabajar en él por decisión de la empresa, esto justificado a que su costo es alto debido al área que este ocupa, no por algún otro causante.

La *tabla 17. Alternativas de mejoramiento propuestas a FLP Colombia SAS*, resume el impacto de las alternativas de mejora sobre los puntos críticos encontrados en el proceso. Alternativas que fueron analizadas en conjunto con el gerente de la empresa y se originaron como resultado de: levantamiento de la información, análisis de la información /generación del diagnóstico, ejecución operativa (para algunas), puesta en producción y estabilización (proceso de empaque) y seguimiento.

Tabla 18 Alternativas de mejoramiento propuestas a FLP Colombia SAS

<b>Productividad en el proceso de clasificación</b>	Cambio en el sitio de trabajo actual
<b>Duración del proceso de secado: 24 horas</b>	Propuesta de un nuevo cuarto de secado
<b>Productividad en el proceso de empaque</b>	Propuesta de un nuevo método de trabajo
<b>Inexistencia de un diseño de planta</b>	Cambio en el flujo del proceso
<b>No hay ninguna zona demarcada ni ningún área de trabajo señalizada.</b>	Gestión visual
<b>No aprovechamiento de los desperdicios</b>	Aprovechamiento de los desperdicios

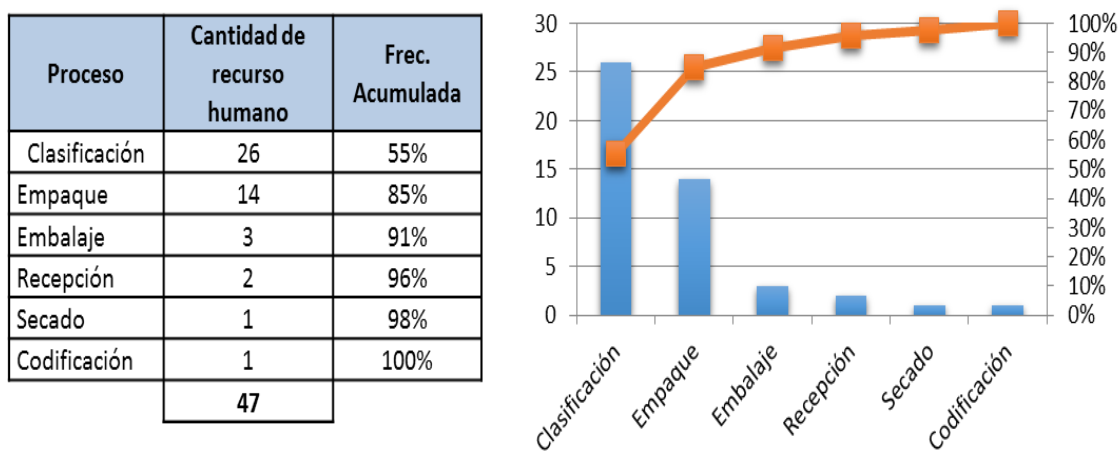


## 15.1. PROCESO DE CLASIFICACIÓN

### 15.1.1 Puntos críticos y oportunidades de mejora para el proceso de clasificación

La clasificación es el proceso al cual se le destina el 55% del recurso humano (Ver *figura 31 Pareto de recurso humano*). Dado este porcentaje y su impacto en los costos del proceso, se decidió revisarlo a nivel operativo, para encontrar la manera de incrementar la productividad, manteniendo la calidad del mismo, la cual está en el 97%. Para ello se planteó un diseño de experimentos (numeral 15.1.5) como herramienta para evaluar la efectividad de la alternativa de mejoramiento para este proceso.

Figura 31 Pareto de recurso humano





Fuente: Realizado el 6 de marzo de 2013. Por: Marcela Garzón y Catalina Galvis. Microsoft Office Excel 2013.

### 15.1.2 Formulación del diseño de experimentos

La unidad experimental es la canastilla de uchuva de 8,15 kg, para la cual se decidió estudiar el efecto de tres (3) factores en el tiempo y en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg (la cual para este estudio, siempre se aseguró que tuviera este peso) de uchuva en FLP Colombia SAS. Para ello se realizaron dos (2) diseños de experimentos. Los factores fueron operario, sitio de trabajo y estado del fruto (estos factores fueron escogidos por los experimentadores debido a la relevancia que se pensó que tenían en la variable de respuesta). Se vio pertinente escoger el factor “Secuencia del proceso” con el fin de ratificar que tenía un efecto significativo en la variable de respuesta como se vio en Agroenlace Logístico SAS. Cada uno con los siguientes niveles: Operarios con cuatro (4) niveles, sitio de trabajo y estado del fruto con dos (2) niveles cada uno. Los niveles correspondieron a los cuatro operarios que realizaron el proceso de clasificación, los sitios de trabajo al lugar donde se clasificó con condiciones físicas distintas (Ver *tabla 19. Sitio de trabajo actual vs Sitio de trabajo propuesto*) y el estado del fruto al entrar al proceso de clasificación (fruto seco- fruto

húmedo), determinado por el hecho que se haya realizado anteriormente el proceso de secado.

**Tabla 19 Sitio de trabajo actual vs Sitio de trabajo propuesto**

<b>SITIO DE TRABAJO 1</b>		<b>SITIO DE TRABAJO 2</b>	
			
<b>Dimensiones:</b>	1,77 * 1,90 m	<b>Dimensiones:</b>	1,16 * 2 m
<b>Área:</b>	3,36 m <sup>2</sup>	<b>Área:</b>	1,02 m <sup>2</sup>
<b>No de Canastillas:</b>	6	<b>No de Canastillas:</b>	6
<b>Luz:</b>	Blanca	<b>Luz:</b>	Blanca
<b>Cantidad de operarias:</b>	2	<b>Cantidad de operarias:</b>	2
<b>Distancia entre operarias:</b>	2,9 m	<b>Distancia entre operarias:</b>	1,16 m

Fuente: Realizado el 10 de marzo de 2013 en Microsoft Office Excel 2013

Entre los dos sitios de trabajo las diferencias principales son: Menor dimensión para el sitio de trabajo 2 comparado con el sitio 1 (implicando así menor área) y la distancia entre operarias: menor para el sitio de trabajo 1 que para 2.

### 15.1.3 Objetivos de los Diseños Experimentales

Los objetivos planteados para los dos diseños de experimentos fueron respectivamente:  
DISEÑO PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN

- Determinar qué factores y las interacciones entre los factores influyen en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS
- Determinar qué tratamiento minimiza el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

DISEÑO CALIDAD DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN

- Determinar qué factores y las interacciones entre los factores influyen en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS
- Determinar que tratamiento maximiza el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

### 15.1.4 Materiales y métodos

Con este experimento se estudió de manera independiente el tiempo y el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva, durante 1

día teniendo en cuenta el efecto de los tres (3) factores mencionados en la formulación: operarios, sitio de trabajo y estado del fruto, y el efecto de las interacciones entre los factores. Con base en lo anterior el lugar donde se realizó el experimento fue la empresa FLP Colombia, en donde estuvieron presente los factores durante el proceso de clasificación, por lo que se planteó un diseño mixto  $2^2 * 4$ , con dos niveles para dos de los tres factores: sitio de trabajo y estado del fruto, y cuatro niveles para el otro factor (factor fijo): operarios. Aun así no se tuvieron en cuenta factores como temperatura, hora del día y el nivel de luminosidad, los cuales pudieron afectar el tiempo y el porcentaje de calidad del proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva.

### 15.1.5 Diseño de experimentos: efectividad de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación

Para la realización del experimento se necesitaron 32 canastillas de 8,15 kg de uchuvas (16 canastillas de uchuvas que primero se clasificaron y luego se secaron y 16 canastillas de uchuva que primero se secaron y luego se clasificaron), 8 sitios de trabajo tipo 1 (destinados al proceso de clasificación) y ochos sitios de trabajo tipo 2 (sitio usado esporádicamente debido a la utilización de la capacidad máxima instala para el proceso de clasificación), y cuatro (4) operarias escogidas al azar (dos de ellos habían trabajado en Agroenlace anteriormente, por lo que contaban con un conocimiento previo de clasificar fruto seco) y que trabajaban los días sábado (disponibilidad de los experimentadores). Como se puede observar en la **figura 32. Entorno del diseño de experimentos**.

Figura 32 Entorno del diseño de experimentos



Fuente: Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

La forma como se procedió con el experimento fue la siguiente: se tomó el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg (en promedio) cada uno de los operarios con la secuencia de los procesos: secado-clasificación en un sitio de trabajo (tipo 1 o 2). Con respecto a las calidad se revisaron 100 frutos de la canastilla, para revisar cuántos de ellos se clasificaron de manera incorrecta para un operario en un sitio de trabajo (tipo 1-2) con una canastilla de fruto (húmedo o seco), y de este modo determinar el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación. Las observaciones fueron tomadas aleatoriamente con ayuda de Microsoft Excel. De igual manera, el diseño de experimentos se realizó a lo largo de la jornada laboral, garantizando así que el operario experimentara la curva normal de agotamiento en su labor.

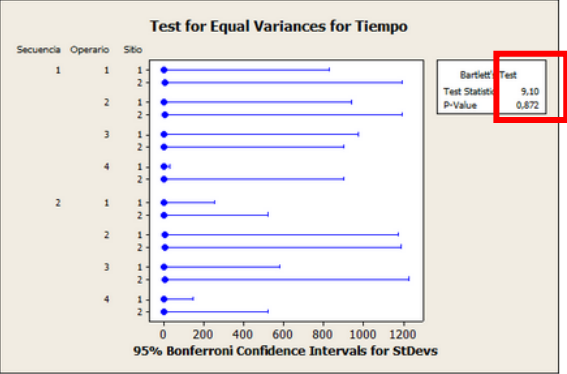
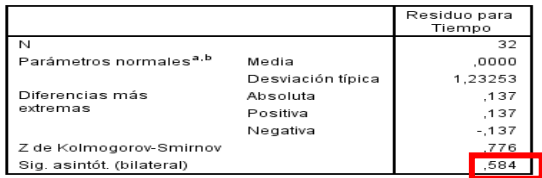
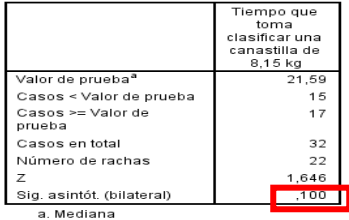
- **Supuestos**

Para la realización de un diseño experimental fue necesario verificar el cumplimiento de tres supuestos que son la independencia de las observaciones, la homogeneidad de varianzas y la normalidad de los residuos del error.

### 15.1.5.1 Diseño experimental/productividad

El cumplimiento de los supuestos se encuentra a continuación en la **tabla 20. Supuestos**:

Tabla 20 Supuestos

SUPUESTO y PRUEBA	SPSS y ANÁLISIS
<p><b><u>Homogeneidad de varianzas: LEVELE</u></b></p> <p>Con ayuda del software Minitab se realizó la prueba de Barlett, para así comprobar el supuesto de homogeneidad de varianzas. Luego de analizar los resultados obtenidos se concluyó que las varianzas eran homogéneas. Los resultados obtenidos con el software se muestran a continuación, partiendo de las siguientes pruebas de hipótesis:</p> <p>Ho: No existe diferencia significativa entre las varianzas            Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas</p>	 <p>Como el valor Sig. (valor p) es 0,872 y este valor es mayor a 0,05 (nivel de significancia), no se rechaza Ho: se cumple la homogeneidad de varianzas.</p>
<p><b><u>Normalidad: KOLMOGOROV</u></b></p> <p>Para comprobar si los residuos del error seguían una distribución normal se empleó el software SPSS, para así comprobar su normalidad con la prueba de Kolmogorov – Smirnov.</p> <p>Ho: Los residuos del error siguen una distribución normal            Ha: Los residuos del error no siguen una distribución normal.</p>	 <p>Como Sig. Asintót. (bilateral) es 0,584 y este valor es mayor a 0,05 (nivel de significancia) no se rechaza Ho: se cumple el supuesto de normalidad</p>
<p><b><u>Independencia: RACHAS</u></b></p> <p>Para comprobar si los datos constituyen una muestra aleatoria se empleó el software SPSS, para así comprobar la independencia con la prueba de rachas, donde:</p> <p>Ho: Los datos son independientes            Ha: Los datos no son independientes</p>	 <p>Como el Sig. Asintót. (Bilateral) es 0,1 y este valor es mayor a 0,05 (nivel de significancia), no se rechaza Ho: se cumple el supuesto de independencia.</p>

## Planteamiento, definición y tipo de diseño

El diseño de experimentos correspondiente al tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS se realizó durante un día sábado en horario laboral de la planta. Durante la obtención de los datos experimentales, cada uno de los dos experimentadores contó con cronómetro, lo cual permitió exactitud en los datos obtenidos. A continuación (ver **tabla 21. Tabla resumen del experimento**) se encuentra la tabla resumen del experimento, la cual contiene el planteamiento del experimento, su definición y el tipo de diseño.

**Tabla 21 Tabla resumen del experimento**

1. Planteamiento	Objetivos	Determinar qué factores y las interacciones entre los factores influyen en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS
		Determinar que tratamiento minimiza el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS
2. Definición	2.1. Variables de respuesta	Tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS
	2.2. Factores en estudio	[A] Operario (factor fijo)
		[B] Sitio de trabajo
		[C] Secuencia de los procesos: secado-clasificación
3. Tipo de diseño	3.1. Tipo	Diseño mixto $2^2 * 4$
	3.2. No de factores y no de niveles	Operario (factor fijo): 4 niveles
		Sitio de trabajo: 2 niveles
		Secuencia de los procesos: secado-clasificación: 2 niveles

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel

A continuación se encuentra el detalle del número de niveles por factor para el diseño mixto  $2^2 * 4$ . (Ver **tabla 22. Niveles por factor**)

**Tabla 22 Niveles por factor**

FACTORES	NIVELES
Operario [A]	1. Operario 1
	2. Operario 2
	3. Operario 3
	4. Operario 4
	Total: 4 niveles en el factor fijo Operario
Sitio de trabajo [B]	1. Sitio de trabajo 1
	2. Sitio de trabajo 2
	Total: 2 niveles en el factor Sitio de trabajo
Secuencia de los procesos: secado-clasificación [C]	1. Clasificación - Secado
	2. Secado - Clasificación
	Total: 2 niveles en el factor Secuencia de los procesos: secado-clasificación

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel

Los tratamientos correspondientes al experimento se encuentran descritos en la **tabla 23. Tratamientos** en donde se puede observar que se tomaron dos (2) réplicas de cada uno de los tratamientos, las cuales fueron tomadas bajo las mismas condiciones. Se considera que el número de réplicas fue significativo, sin embargo para un futuro estudio se recomienda aumentar en número de réplicas para tener mayor certeza de la muestra.

**Tabla 23 Tratamientos**

Secuencia [C]	Operario [A]	Sitio de trabajo [B]			
		Sitio de W1		Sitio de W2	
Clasificación - Secado	Operario 1	$Y_{111}$		$Y_{121}$	
	Operario 2	$Y_{211}$		$Y_{221}$	
	Operario 3	$Y_{311}$		$Y_{321}$	
	Operario 4	$Y_{411}$		$Y_{421}$	
Secado - Clasificación	Operario 1	$Y_{112}$		$Y_{122}$	
	Operario 2	$Y_{212}$		$Y_{222}$	
	Operario 3	$Y_{312}$		$Y_{322}$	
	Operario 4	$Y_{412}$		$Y_{422}$	

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel

### Modelo estadístico

El modelo estadístico del diseño descrito se encuentra a continuación:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ : l-ésima observación del tiempo que toma el operario i en clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS con la secuencia de los procesos: secado-clasificación k en el sitio de trabajo j.

$\mu$ : Media poblacional del tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$\alpha_i$ : Efecto del operario i en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$\beta_j$ : Efecto del sitio de trabajo j en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$\gamma_k$ : Efecto de la secuencia de los procesos: secado-clasificación k en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el operario i y el sitio de trabajo j en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$(\alpha\gamma)_{ik}$ : Efecto de la interacción entre el operario i y la secuencia de los procesos: secado-clasificación k en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$(\beta\gamma)_{jk}$ : Efecto de la interacción el sitio de trabajo j y la secuencia de los procesos: secado-clasificación k en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS



$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ : Efecto de la interacción el operario  $i$ , el sitio de trabajo  $j$  y la secuencia de los procesos: secado-clasificación  $k$  en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$\varepsilon_{ijk}$ : Error aleatorio de la  $l$ -ésima observación del tiempo que toma el operario  $i$  en clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS con la secuencia de los procesos: secado-clasificación  $k$  en el sitio de trabajo  $j$

### Pruebas de Hipótesis Planteadas

Las hipótesis planteadas para el diseño de experimentos del tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS fueron:

- **Factor operario [A]**

Ho: El operario no tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$$\alpha_i = 0; \forall i = 1,2,3,4$$

Ha: Al menos un operario tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0; \forall i = 1,2,3,4$$

- **Factor sitio de trabajo [B]**

Ho: El sitio de trabajo no tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\beta_j = 0; \forall j = 1,2$$

Ha: Al menos un sitio de trabajo tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0; \forall j = 1,2$$

- **Factor secuencia de los procesos: secado-clasificación [C]**

Ho: La secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\gamma_k = 0; \forall k = 1,2$$

Ha: Al menos una secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\text{Al menos un } \gamma_k \neq 0; \forall k = 1,2$$



- **Interacción doble entre el operario y el sitio de trabajo [AB]**

Ho: la interacción entre el operario y el sitio de trabajo no tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$(\alpha\beta)_{ij} = 0; \forall i = 1,2,3,4; \forall j = 1,2$$

Ha: Al menos una combinación entre el operario y el sitio de trabajo tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0; \forall i = 1,2,3,4; \forall j = 1,2$$

- **Interacción doble entre el operario y la secuencia de los procesos: secado-clasificación [AC]**

Ho: la interacción entre el operario y la secuencia de los procesos: secado-clasificación no tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$(\alpha\gamma)_{ik} = 0; \forall i = 1,2,3,4; \forall k = 1,2$$

Ha: Al menos una combinación entre el operario y la secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\text{Al menos un } (\alpha\gamma)_{ik} \neq 0; \forall i = 1,2,3,4; \forall k = 1,2$$

- **Interacción doble entre el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación [BC]**

Ho: la interacción entre el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación no tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$(\beta\gamma)_{jk} = 0; \forall j = 1,2; \forall k = 1,2$$

Ha: Al menos una combinación entre el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\text{Al menos un } (\beta\gamma)_{jk} \neq 0; \forall j = 1,2; \forall k = 1,2$$

- **Interacción triple entre el operario, el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación [ABC]**

Ho: la interacción entre el operario, el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación no tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$(\alpha\beta\gamma)_{ijk} = 0; \forall i = 1,2,3,4; \forall j = 1,2; \forall k = 1,2$$

Ha: Al menos una combinación entre el operario, el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

*Al menos un  $(\alpha\beta\gamma)_{ijk} \neq 0$ ;  $\forall i = 1,2,3,4$ ;  $\forall j = 1,2$ ;  $\forall k = 1,2$*

## Resultados

Después de llevar a cabo el diseño de experimentos correspondiente al tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,25 kg de uchuva en FLP Colombia SAS se obtuvieron los siguientes datos: **Tabla 24. Resultados**

Tabla 24 Resultados

Secuencia [C]	Operario [A]	Sitio de trabajo [B]			
		Sitio de W1		Sitio de W2	
Clasificación - Secado	Operario 1: Adelfa	27,3	25	18,28	21,59
	Operario 2: Mery Padilla	23,9	21,3	18,28	21,59
	Operario 3: Luz Ramirez	28,5	31,2	13,50	16,00
	Operario 4: Jasmin	26,18	26,26	13,50	16,00
Secado - Clasificación	Operario 1: Adelfa	33,8	34,5	18,25	19,7
	Operario 2: Mery Padilla	30,15	26,9	16,7	20,1
	Operario 3: Luz Ramirez	39,7	38,1	16,7	20,1
	Operario 4: Jasmin	34,6	35	18,25	19,7

Fuente: Realizado en Microsoft Excel 2013

Luego se realizó el ANOVA con un nivel de significancia de 0,05 ( $\alpha = 0,05$ ) para determinar de este modo qué factores y sus interacciones tuvieron un efecto significativo en el tiempo que toma clasificar la canastilla de 8,25 kg.

## ANOVA $\alpha = 0,05$ :

Tabla 25 ANOVA

ANOVA							$\alpha = 0,05$
FV	SC	gl	CM	Fcal	Fteórico	Decisión Ho	
A	81.68	3	27.227778	0.1855351	3.2388715	No rechazo	
B	745.46	1	745.46258	5.07972	4.4939985	Rechazo	
C	36.49	1	36.487153	0.2486302	4.4939985	No rechazo	
AB	61.64	3	20.545095	0.1399981	3.2388715	No rechazo	
AC	105.47	3	35.15832	0.2395753	3.2388715	No rechazo	
BC	5.00	1	5.0007031	0.0340757	4.4939985	No rechazo	
ABC	176.85	3	58.950053	0.4016966	3.2388715	No rechazo	
Error	2348.04	16	146.75269				
Total	3560.64	31					

Fuente: Realizado en Microsoft Excel 2013

Conclusión: Con  $\alpha=0.05$  se puede concluir que el sitio de trabajo tiene un efecto significativo sobre el tiempo que toma clasificar la canastilla de 8,25 kg en FLP Colombia SAS.

### ANOVA por componentes $\alpha = 0,05$ :

Para observar más detalladamente el componente que causaba la significancia del factor, se realizó un ANOVA por componentes, teniendo en cuenta que el factor operativo [A] tenía 4 niveles y por ello estaba constituido por tres componentes: lineal, cuadrático y cúbico. Los demás factores tenían dos niveles cada uno, por lo cual cada factor estaba conformado por un componente lineal. Con base en lo anterior se realizó el ANOVA por componentes con un nivel de significancia de 0,05. Ver **tabla 26. ANOVA por componentes**

Tabla 26 ANOVA por componentes

ANOVA							$\alpha = 0,05$
FV	SC	gl	CM	Fcal	Fteórico	Decisión Ho	
Al	10.82	1	10.821201	0.0737377	7.4227963	No rechazo	
Aq	62.97	1	62.972253	0.4291046	4.4939985	No rechazo	
Ac	7.89	1	7.8898806	0.0537631	4.4939985	No rechazo	
B	745.46	1	745.46258	5.07972	4.4939985	Rechazo	
C	36.49	1	36.487153	0.2486302	4.4939985	No rechazo	
AIB	10.69	1	10.686391	0.072819	4.4939985	No rechazo	
AIC	0.83	1	0.8280006	0.0056421	4.4939985	No rechazo	
AqB	50.73	1	50.727628	0.3456674	4.4939985	No rechazo	
AqC	63.87	1	63.873253	0.4352442	4.4939985	No rechazo	
AcB	0.22	1	0.2212656	0.0015077	4.4939985	No rechazo	
AcC	40.77	1	40.773706	0.2778396	4.4939985	No rechazo	
BC	5.00	1	5.0007031	0.0340757	4.4939985	No rechazo	
AIBC	31.9069	1	31.906891	0.2174195	4.4939985	No rechazo	
AqBC	51.5366	1	51.536628	0.3511801	4.4939985	No rechazo	
AcBC	93.4066	1	93.406641	0.6364901	4.4939985	No rechazo	
Error	2348.04	16	146.75269				
Total	3560.64	31					

Fuente: Realizado en Microsoft Excel 2013

**Conclusión:** con  $\alpha=0.05$  se puede concluir que el componente lineal del factor sitio de trabajo [B] tiene un efecto significativo sobre el tiempo que toma clasificar la canastilla de 8,25 kg en FLP Colombia SAS.

### Mejor ANOVA

Con base en el ANOVA obtenido por componentes se realizó el mejor ANOVA (partiendo del valor p), para de esta manera determinar cuáles factores tenían realmente un efecto significativo sobre la variable de respuesta.

Se realizó el mejor ANOVA con una significancia de 0.05, para determinar qué componentes tenían un efecto significativo sobre el tiempo que toma clasificar la canastilla de 8,25 kg, obteniendo los siguientes resultados. Ver **tabla 27 Mejor ANOVA**

Tabla 27 Mejor ANOVA

ANOVA							$\alpha = 0,05$
FV	SC	gl	CM	Fcal	Fteórico	Decisión	Valor P
B	745,46	1	745,46258	7,9440462	4,1708768	Rechazo	0,0084606
Error	2815,17	30	93,839155				
Total	3560,64	31	114,85927				

Sitios de trabajo	29,513	18,015
[B]	$\mu_{\text{Sitio de W1}}$	$\mu_{\text{Sitio de W2}}$

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

El  $R^2$  ajustado es de 0,183, lo cual quiere decir que la variable dependiente (sitio de trabajo [B]) afecta el tiempo que toma clasificar la canastilla de uchuvas, pero no es la única

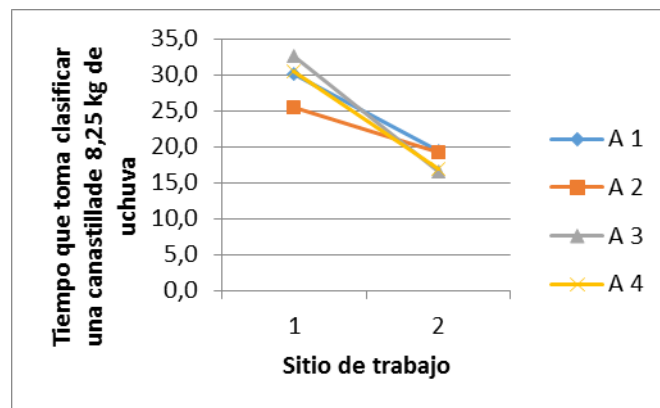
Conclusión: con  $\alpha=0.05$  se puede concluir que el componente lineal del factor B (Sitio de trabajo) tiene un efecto significativo sobre el tiempo que toma clasificar la canastilla de 8,25 kg en FLP Colombia SAS.

### GRÁFICOS DE PERFIL:

Con base en los gráficos de perfil se pueden evidenciar los efectos del factor sitio de trabajo [B] y sus interacciones con los distintos niveles del factor operador [A] y los niveles del factor secuencia del proceso [C], para representar de manera gráfica información cuantitativa importante para el análisis y fácil entendimiento de los resultados:

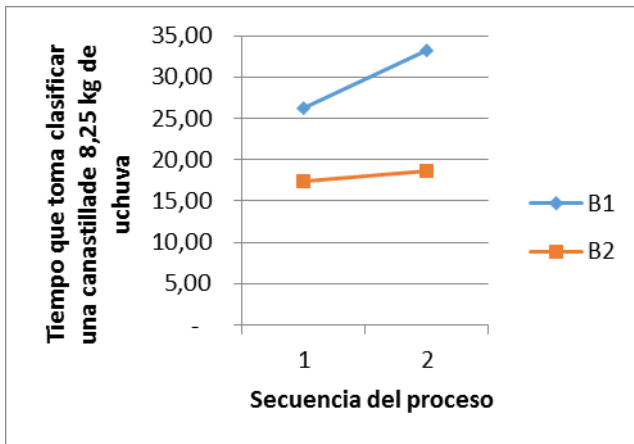
#### Niveles del factor operador [A] – sitio de trabajo [B]

NIVEL A	AB		
	A 1	30,2	19,5
	A 2	25,6	19,2
	A 3	32,6	16,6
	A 4	30,5	16,9



En este gráfico de perfil se representa que el sitio de trabajo 2 es más favorable que el sitio de trabajo 1 para los cuatro operarios (4) (dado que es menor el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,25 kg de uchuva).

#### Niveles del sitio de trabajo [B] – secuencia del proceso [C]



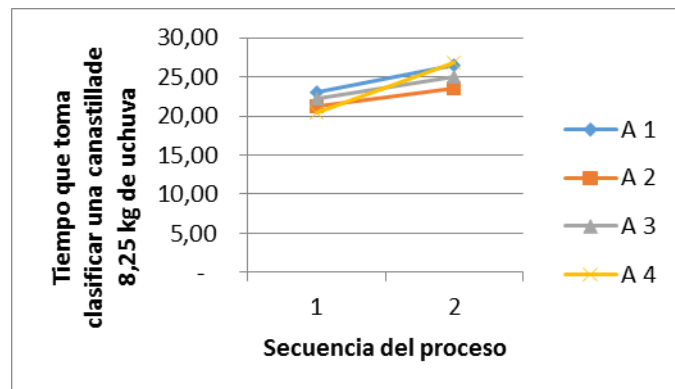
		BC	
NIVEL B	B1	26,21	33,29
	B2	17,34	18,69

En este gráfico de perfil se representa que la secuencia del proceso 1: Clasificación-secado presenta menor tiempo en clasificar una canastilla de 8,25 kg de uchuva en el sitio de trabajo dos, y que la secuencia del proceso 2: secado-clasificación también presenta menor tiempo en el sitio de trabajo dos.

A pesar que el factor de la secuencia del proceso no tiene un efecto significativo, como lo muestra el ANOVA, se decidió realizar el gráfico de perfil correspondiente a los niveles del factor operario [A] con el factor secuencia del proceso [C] y el gráfico de perfil correspondiente a los niveles de la secuencia del proceso [C] con el factor operario [A]. Lo anterior con el fin de revisar en qué combinación de operario con secuencia de proceso se presentan los menores tiempos promedio de clasificación:

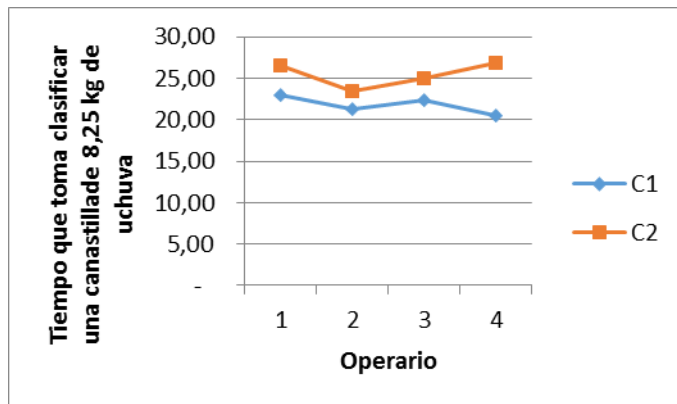
Niveles del factor operario [A] – secuencia del proceso [C]

		AC	
NIVEL A	A 1	23,04	26,56
	A 2	21,27	23,46
	A 3	22,30	24,97
	A 4	20,49	26,89



En este gráfico de perfil se representa que con la secuencia uno (1): clasificación- secado los tiempos que tomó clasificar una canastilla de 8,25 kg de uchuva fueron menores para los cuatro (4) operarios, a los tiempos presentados con la secuencia dos (2): secado-clasificación.

Niveles de la secuencia del proceso [C] - operario [A]



		CA			
NIVEL C	C1	23,04	21,27	22,30	20,49
	C2	26,56	23,46	24,97	26,89

En este gráfico de perfil se representa que el operario dos (2) fue el que menos diferencia presentó en los tiempo que tomó en clasificar una canastilla de 8,25 kg de uchuva dada la secuencia del proceso, mientras que el operario cuatro (4) fue el que mayor

diferencia.

**Conclusiones**

Como se evidencia a lo largo del presente capítulo es significativamente diferente el sitio de trabajo según el ANOVA, por lo cual se recomienda usar el sitio de trabajo 2, ya que el tiempo que toma clasificar la canastilla de 8,25 kg en FLP Colombia SAS es menor y es significativamente diferente del sitio de trabajo 1 (Actual) con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ). Se recomienda verificar por parte de la empresa esta propuesta para ratificar su vigencia.

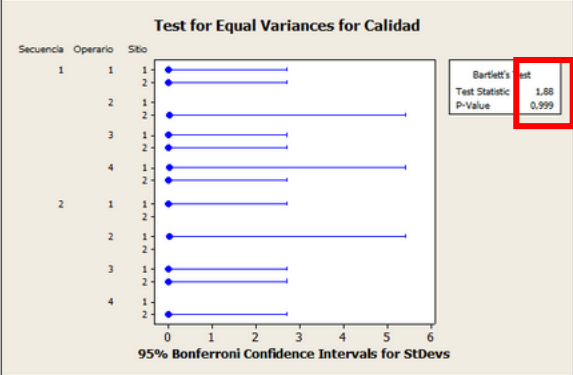
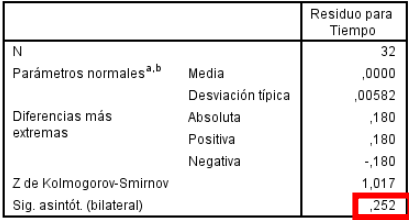
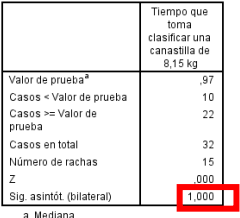
Adicionalmente, por medio de los gráficos de perfil, se pudo concluir lo siguiente:

- Tanto para los cuatro operarios como para las dos secuencias de proceso, el sitio de trabajo dos (propuesto) permite disminuir el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,25 kg de uchuva en FLP Colombia SAS. Es decir que el sitio de trabajo 2 (propuesto) es mejor que el 1 independientemente de los demás factores, por lo que la empresa debe adecuar los sitios de trabajo de acuerdo con el sitio de trabajo propuesto en este documento.
- Aunque el ANOVA no evidenció que la secuencia del proceso es significativa, en cuanto a tiempos se refiere, la secuencia propuesta sí tiene otras ventajas sobre la secuencia actual en que se hace el proceso, tales como la disminución en el tiempo de clasificación, debido al uso de las dos manos por uchuva, gracias a la textura húmeda del capacho.

**15.1.5.2 Diseño experimental/porcentaje de calidad**

El cumplimiento de los supuestos se encuentra a continuación en la *tabla 28. Supuestos*:

Tabla 28 Supuestos

SUPUESTO y PRUEBA	SPSS y ANÁLISIS
<p><b><u>Homogeneidad de varianzas: LEVELE</u></b></p> <p>Con ayuda del software Minitab se realizó la prueba de Barlett, para así comprobar el supuesto de homogeneidad de varianzas. Luego de analizar los resultados obtenidos se concluyó que las varianzas eran homogéneas. Los resultados obtenidos con el software se muestran a continuación, partiendo de las siguientes pruebas de hipótesis:</p> <p>Ho: No existe diferencia significativa entre las varianzas Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas</p>	 <p>Como el valor Sig. (valor p) es 0,999 y este valor es mayor a 0,05 (nivel de significancia), no se rechaza Ho: se cumple la homogeneidad de varianzas.</p>
<p><b><u>Normalidad: KOLMOGOROV</u></b></p> <p>Para comprobar si los residuos del error seguían una distribución normal se empleó el software SPSS, para así comprobar su normalidad con la prueba de Kolmogorov – Smirnov.</p> <p>Ho: Los residuos del error siguen una distribución normal Ha: Los residuos del error no siguen una distribución normal.</p>	 <p>Como Sig. Asintót. (bilateral) es 0,252 y este valor es mayor a 0,05 (nivel de significancia) no se rechaza Ho: se cumple el supuesto de normalidad</p>
<p><b><u>Independencia: RACHAS</u></b></p> <p>Para comprobar si los datos constituyen una muestra aleatoria se empleó el software SPSS, para así comprobar la independencia con la prueba de rachas, donde:</p> <p>Ho: Los datos son independientes Ha: Los datos no son independientes</p>	 <p>Como Sig. Asintót. (bilateral) es 1,000 y este valor es mayor a 0,05 (nivel de significancia) no se rechaza Ho: se cumple el supuesto de independencia</p>

**Planteamiento, definición y tipo de diseño**

El diseño de experimentos correspondiente al porcentaje calidad del proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS se realizó

durante un día sábado en horario laboral de la planta. Durante la obtención de los datos experimentales, cada uno de los dos experimentadores inspeccionó 100 uchuvas clasificadas de la canastilla de 8,15 kg dispuestos en las cuatro (4) canastillas correspondientes al fruto de exportación (Amarilla, verde, mona y pintona) para determinar el porcentaje de calidad con la ayuda de los inspectores de calidad para el proceso de clasificación. A continuación (ver **tabla 29**) se encuentra la tabla resumen del experimento, la cual contiene el planteamiento del experimento, su definición y el tipo de diseño.

**Tabla 29 Resumen del diseño de experimentos. Calidad**

1. Planteamiento	Objetivos	Determinar qué factores y las interacciones entre los factores influyen en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS
		Determinar que tratamiento maximiza el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS
2. Definición	2.1. Variables de respuesta	Porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS
	2.2. Factores en estudio	[A] Operario (factor fijo)
		[B] Sitio de trabajo
		[C] Secuencia de los procesos: secado-clasificación
3. Tipo de diseño	3.1. Tipo	Diseño mixto $2^2 * 4$
	3.2. No de factores y no de niveles	Operario (factor fijo): 4 niveles
		Sitio de trabajo: 2 niveles
		Secuencia de los procesos: secado-clasificación: 2 niveles

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

A continuación se encuentra (**tabla 30**) el detalle del número de niveles por factor para el diseño mixto  $2^2 * 4$ .

**Tabla 30 Niveles por Factor**

FACTORES	NIVELES
Operario [A]	1. Operario 1
	2. Operario 2
	3. Operario 3
	4. Operario 4
	<b>Total: 4 niveles en el factor fijo Operario</b>
Sitio de trabajo [B]	1. Sitio de trabajo 1
	2. Sitio de trabajo 2
	<b>Total: 2 niveles en el factor Sitio de trabajo</b>
Secuencia de los procesos: secado-clasificación [C]	1. Clasificación - Secado
	2. Secado - Clasificación
	<b>Total: 2 niveles en el factor Secuencia de los procesos: secado-clasificación</b>

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

Los tratamientos correspondientes al experimento se encuentran descritos en la **tabla 31** en donde se puede observar que se tomaron dos (2) réplicas de cada uno de los tratamientos, las cuales fueron tomadas bajo las mismas condiciones.



Tabla 31 Tratamientos. Calidad

		Sitio de trabajo [B]			
Secuencia [C]	Operario [A]	Sitio de W1		Sitio de W2	
Clasificación - Secado	Operario 1	Y <sub>111</sub>		Y <sub>121</sub>	
	Operario 2	Y <sub>211</sub>		Y <sub>221</sub>	
	Operario 3	Y <sub>311</sub>		Y <sub>321</sub>	
	Operario 4	Y <sub>411</sub>		Y <sub>421</sub>	
Secado - Clasificación	Operario 1	Y <sub>112</sub>		Y <sub>122</sub>	
	Operario 2	Y <sub>212</sub>		Y <sub>222</sub>	
	Operario 3	Y <sub>312</sub>		Y <sub>322</sub>	
	Operario 4	Y <sub>412</sub>		Y <sub>422</sub>	

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

### Modelo estadístico

El modelo estadístico del diseño descrito se encuentra a continuación:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijklm}$ : l-ésima observación del porcentaje de calidad del operario i en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS con la secuencia de los procesos: secado-clasificación k en el sitio de trabajo j

$\mu$ : Media poblacional del porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$\alpha_i$ : Efecto del operario i en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$\beta_j$ : Efecto del sitio de trabajo j en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$\gamma_k$ : Efecto de la secuencia de los procesos: secado-clasificación k en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el operario i y el sitio de trabajo j en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$(\alpha\gamma)_{ik}$ : Efecto de la interacción entre el operario i y la secuencia de los procesos: secado-clasificación k en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$(\beta\gamma)_{jk}$ : Efecto de la interacción el sitio de trabajo  $j$  y la secuencia de los procesos: secado-clasificación  $k$  en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ : Efecto de la interacción el operario  $i$ , el sitio de trabajo  $j$  y la secuencia de los procesos: secado-clasificación  $k$  en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$\varepsilon_{ijk}$ : Error aleatorio de la  $l$ -ésima observación del porcentaje de calidad del operario  $i$  en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS con la secuencia de los procesos: secado-clasificación  $k$  en el sitio de trabajo  $j$

### Pruebas de Hipótesis Planteadas

Las hipótesis planteadas para el diseño de experimentos del porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva fueron:

- **Factor operario [A]**

Ho: El operario no tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\alpha_i = 0; \forall i = 1,2,3,4$$

Ha: Al menos un operario tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0; \forall i = 1,2,3,4$$

- **Factor sitio de trabajo [B]**

Ho: El sitio de trabajo no tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\beta_j = 0; \forall j = 1,2$$

Ha: Al menos un sitio de trabajo tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0; \forall j = 1,2$$

- **Factor secuencia de los procesos: secado-clasificación [C]**

Ho: la secuencia de los procesos: secado-clasificación no tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\gamma_k = 0; \forall k = 1,2$$

Ha: Al menos una secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

*Al menos un  $\gamma_k \neq 0$ ;  $\forall k = 1,2$*

- **Interacción doble entre el operario y el sitio de trabajo [AB]**

Ho: la interacción entre el operario y el sitio de trabajo no tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

*$(\alpha\beta)_{ij} = 0$ ;  $\forall i = 1,2,3,4$ ;  $\forall j = 1,2$*

Ha: Al menos una combinación entre el operario y el sitio de trabajo tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

*Al menos un  $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ ;  $\forall i = 1,2,3,4$ ;  $\forall j = 1,2$*

- **Interacción doble entre el operario y la secuencia de los procesos: secado-clasificación [AC]**

Ho: la interacción entre el operario y la secuencia de los procesos: secado-clasificación no tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS..

*$(\alpha\gamma)_{ik} = 0$ ;  $\forall i = 1,2,3,4$ ;  $\forall k = 1,2$*

Ha: Al menos una combinación entre el operario y la secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

*Al menos un  $(\alpha\gamma)_{ik} \neq 0$ ;  $\forall i = 1,2,3,4$ ;  $\forall k = 1,2$*

- **Interacción doble entre el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación [BC]**

Ho: la interacción entre el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación no tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

*$(\beta\gamma)_{jk} = 0$ ;  $\forall j = 1,2$ ;  $\forall k = 1,2$*

Ha: Al menos una combinación entre el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

*Al menos un  $(\beta\gamma)_{jk} \neq 0$ ;  $\forall j = 1,2$ ;  $\forall k = 1,2$*

- **Interacción triple entre el operario, el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación [ABC]**

Ho: la interacción entre el operario, el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación no tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$(\alpha\beta\gamma)_{ijk} = 0; \forall i = 1,2,3,4; \forall j = 1,2; \forall k = 1,2$$

Ha: Al menos una combinación entre el operario, el sitio de trabajo y la secuencia de los procesos: secado-clasificación tiene un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta\gamma)_{ijk} \neq 0; \forall i = 1,2,3,4; \forall j = 1,2; \forall k = 1,2$$

### Resultados

Después de llevar a cabo el diseño de experimentos correspondiente al porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 32 Resultados. Calidad

Secuencia [C]	Operario [A]	Sitio de trabajo [B]			
		Sitio de W1		Sitio de W2	
Clasificación - Secado	Operario 1: Adelfa	0,98	0,97	0,97	0,96
	Operario 2: Mery Padilla	0,95	0,95	0,96	0,94
	Operario 3: Luz Ramirez	0,99	0,98	0,99	0,98
	Operario 4: Jasmin	0,98	0,96	0,97	0,98
Secado - Clasificación	Operario 1: Adelfa	0,98	0,99	0,97	0,97
	Operario 2: Mery Padilla	0,96	0,94	0,95	0,95
	Operario 3: Luz Ramirez	0,98	0,97	0,98	0,99
	Operario 4: Jasmin	0,97	0,97	0,98	0,97

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

Luego se realizó el ANOVA con un nivel de significancia de 0,05 ( $\alpha = 0,05$ ) para determinar de este modo qué factores y sus interacciones tuvieron un efecto significativo en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva.

**ANOVA  $\alpha = 0,05$  :**

Tabla 33 ANOVA

ANOVA						$\alpha = 0,05$
FV	SC	gl	CM	Fcal	Fteórico	Decisión Ho
A	0.004609	3	0.0015365	23.412698	3.238872	Rechazo
B	0.000003	1	0.0000031	0.047619	4.493998	No rechazo
C	0.000003	1	0.0000031	0.047619	4.493998	No rechazo
AB	0.000409	3	0.0001365	2.079365	3.238872	No rechazo
AC	0.000159	3	0.0000531	0.809524	3.238872	No rechazo
BC	0.000003	1	0.0000031	0.047619	4.493998	No rechazo
ABC	0.000059	3	0.0000198	0.301587	3.238872	No rechazo
Error	0.0010500	16	0.0000656			
Total	0.00629688	31				

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

**Conclusión:** Con  $\alpha=0.05$  se puede concluir que el operario tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

**ANOVA por componentes  $\alpha = 0,05$  :**

Para observar más detalladamente el componente que causaba la significancia del factor, se realizó un ANOVA por componentes, teniendo en cuenta que el factor operario [A] tenía 4 niveles y por ello estaba constituido por tres componentes: lineal, cuadrático y cúbico. Los demás factores tenían dos niveles cada uno, por lo cual cada factor estaba conformado por un componente lineal. Con base en lo anterior se realizó el ANOVA por componentes con nivel de significancia de 0,05.

Tabla 34 ANOVA por componentes

ANOVA						$\alpha = 0,05$
FV	SC	gl	CM	Fcal	Fteórico	Decisión Ho
Al	0,0003306	1	0,0003306	5,038095	7,422796	No rechazo
Aq	0,0003781	1	0,0003781	5,761905	4,493998	Rechazo
Ac	0,0039006	1	0,0039006	59,438095	4,493998	Rechazo
B	0,0000031	1	0,0000031	0,047619	4,493998	No rechazo
C	0,0000031	1	0,0000031	0,047619	4,493998	No rechazo
AlB	0,0003306	1	0,0003306	5,038095	4,493998	Rechazo
AlC	0,0000756	1	0,0000756	1,152381	4,493998	No rechazo
AqB	0,0000781	1	0,0000781	1,190476	4,493998	No rechazo
AqC	0,0000781	1	0,0000781	1,190476	4,493998	No rechazo
AcB	0,0000006	1	0,0000006	0,009524	4,493998	No rechazo
AcC	0,0000056	1	0,0000056	0,085714	4,493998	No rechazo
BC	0,0000031	1	0,0000031	0,047619	4,493998	No rechazo
AlBC	0,0000156	1	0,0000156	0,238095	4,493998	No rechazo
AqBC	0,0000281	1	0,0000281	0,428571	4,493998	No rechazo
AcBC	0,0000156	1	0,0000156	0,238095	4,493998	No rechazo
Error	0,0010500	16	0,0000656			
Total	0,0062969	31				

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

**Conclusión:** con  $\alpha=0.05$  se puede concluir que el componente cuadrático y cubico del factor operario [A] y la interacción entre el componente lineal del factor operario [A] y con el factor sitio de trabajo [B] tienen un efecto significativo sobre el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva

### Mejor ANOVA

Con base en el ANOVA obtenido por componentes se realizó el mejor ANOVA (partiendo del valor p), para de esta manera determinar cuáles factores tenían realmente un efecto significativo sobre la variable de respuesta.

Tabla 35 Mejor ANOVA

ANOVA							$\alpha = 0,05$	
FV	SC	gl	CM	Fcal	Fteórico	Decisión Ho	Valor P	
Al	0,0003306	1	0,0003306	5,038095	7,422796	No rechazo	0,0392878	
Aq	0,0003781	1	0,0003781	5,761905	4,493998	Rechazo	0,0288965	
Ac	0,0039006	1	0,0039006	59,438095	4,493998	Rechazo	0,0000009	
B	0,0000031	1	0,0000031	0,047619	4,493998	No rechazo	0,8300182	
C	0,0000031	1	0,0000031	0,047619	4,493998	No rechazo	0,8300182	
AlB	0,0003306	1	0,0003306	5,038095	4,493998	Rechazo	0,0392878	
AlC	0,0000756	1	0,0000756	1,152381	4,493998	No rechazo	0,2989754	
AqB	0,0000781	1	0,0000781	1,190476	4,493998	No rechazo	0,2913924	
AqC	0,0000781	1	0,0000781	1,190476	4,493998	No rechazo	0,2913924	
AcB	0,0000006	1	0,0000006	0,009524	4,493998	No rechazo	0,9234699	
AcC	0,0000056	1	0,0000056	0,085714	4,493998	No rechazo	0,7734607	
BC	0,0000031	1	0,0000031	0,047619	4,493998	No rechazo	0,8300182	
AlBC	0,0000156	1	0,0000156	0,238095	4,493998	No rechazo	0,6322044	
AqBC	0,0000281	1	0,0000281	0,428571	4,493998	No rechazo	0,5219912	
AcBC	0,0000156	1	0,0000156	0,238095	4,493998	No rechazo	0,6322044	
Error	0,0010500	16	0,0000656					
Total	0,0062969	31						

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

Con base a lo que nos muestra la **tabla 35** se eliminaron las filas subrayadas con naranja, dado que eran mayores a 0,1, pues el alpha es de 0,05. De este modo se pudo determinar qué componentes tenían un efecto significativo sobre el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg, obteniendo los siguientes resultados.

### Mejor ANOVA

Tabla 36 Mejor ANOVA

ANOVA							$\alpha = 0,05$	
FV	SC	gl	CM	Fcal	Fteórico	Decisión	Valor P	
Al	0,00033062	1	0,0003306	6,578996	4,210008	Rechazo	0,0161939	
Aq	0,00037813	1	0,0003781	7,524182	4,210008	Rechazo	0,0106789	
Ac	0,00390063	1	0,0039006	77,617227	4,210008	Rechazo	0,0000000	
AlB	0,00033062	1	0,0003306	6,578996	4,210008	Rechazo	0,0161939	
Error	0,00135688	27	0,0000503					
Total	0,00629688	31	0,0002031					

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

El  $R^2$  ajustado es de 0,752, lo cual quiere decir que el componente lineal, cuadrático y cúbico del factor operario [A] y la interacción entre el componente lineal del factor operario [A] con el factor sitio de trabajo [B]: son las únicas que afectan el porcentaje de calidad en la clasificación.

Conclusión: con  $\alpha=0.05$  se puede concluir que el componente lineal, cuadrático y cúbico del factor operario [A] y la interacción entre el componente lineal del factor operario [A] y con el factor sitio de trabajo [B] tienen un efecto significativo sobre el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS.

### Prueba Duncan

Tabla 37 Prueba de Duncan

Secuencia [C]	Operario [A]	Sitio de trabajo [B]			
		Sitio de W1		Sitio de W2	
Clasificación - Secado	Operario 1: Adelfa	0,98	0,97	0,97	0,96
	Operario 2: Mery Padilla	0,95	0,95	0,96	0,94
	Operario 3: Luz Ramirez	0,99	0,98	0,99	0,98
	Operario 4: Jasmin	0,98	0,96	0,97	0,98
Secado - Clasificación	Operario 1: Adelfa	0,98	0,99	0,97	0,97
	Operario 2: Mery Padilla	0,96	0,94	0,95	0,95
	Operario 3: Luz Ramirez	0,98	0,97	0,98	0,99
	Operario 4: Jasmin	0,97	0,97	0,98	0,97

$\mu_{operario 2}$	0,95
$\mu_{operario 1}$	0,97
$\mu_{operario 4}$	0,97
$\mu_{operario 3}$	0,98

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

Para evaluar qué nivel del factor operario [A] y qué tratamiento es el mejor se empleó la prueba de Duncan, la cual es también conocida como prueba de rangos múltiples y es la prueba que tiene mayor potencia  $(1-\beta)$  estadística.

#### A. Prueba de Duncan para factor operario [A]

Basados en el mejor ANOVA, se realizó la prueba de Duncan. La fórmula para realizar esta prueba, se encuentra a continuación y sus resultados en la **tabla 38. Resultados prueba Duncan**, en donde se resaltaron con naranja los que son significativos:

$$R_p = r_{\alpha, p, g, \epsilon} \sqrt{\frac{CME}{n_h}}$$

Tabla 38 Resultados prueba de Duncan

OPERARIOS	Operario 1	Operario 2	Operario 3
Operario 2	$ 0,95 - 0,97  = 0,02$ $R_2 = 0,00727$	-	-
Operario 3	$ 0,97 - 0,98  = 0,01$ $R_3 = 0,00764$	$ 0,95 - 0,98  = 0,03$ $R_4 = 0,00788$	-
Operario 4	$ 0,97 - 0,97  = 0,00$ $R_2 = 0,00727$	$ 0,95 - 0,97  = 0,02$ $R_3 = 0,00764$	$ 0,97 - 0,98  = 0,01$ $R_2 = 0,00727$

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

**Conclusión:** Después de haber realizado la prueba de Duncan se recomienda revisar el método utilizado por el operario 3 en el proceso de clasificación, para así evidenciar sus técnicas o habilidades, ya que el porcentaje de calidad es mayor y es significativamente diferente de los demás operarios con un nivel de significancia del 0,05 ( $\alpha = 0.05$ )

### B. Prueba de Duncan para las interacciones

A continuación se presentan de forma ascendente la media de las 8 combinaciones entre A y B dado que el mejor ANOVA demostró que es significativa la interacción entre A y B en los tratamientos aplicados.

Tabla 39 Media de los 8 combinaciones entre A y B

$\mu_{21}$	0,95	$\mu_{11}$	0,98
$\mu_{22}$	0,95	$\mu_{31}$	0,98
$\mu_{41}$	0,97	$\mu_{42}$	0,98
$\mu_{12}$	0,97	$\mu_{32}$	0,99

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

La prueba Duncan que se realiza a continuación toma los grados de libertad y el CME provenientes del mejor ANOVA:

- Cuando  $p = 2$

$$R_2 = r_{0,05,227} \sqrt{\frac{0,0000503}{2}}$$

$$R_2 = 2,902 \sqrt{\frac{0,0000503}{2}} = 0,01455$$

$$|\mu_{32} - \mu_{42}| = 0,01 < 0,01455 \text{ No se rechaza } H_0$$

- Cuando  $p = 3$

$$R_3 = r_{0,05,327} \sqrt{\frac{0,0000503}{2}}$$

$$R_3 = 3,049 \sqrt{\frac{0,0000503}{2}} = 0,01529$$

$$|\mu_{21} - \mu_{41}| = 0,01 < 0,01529 \text{ No se rechaza } H_0$$

- Cuando  $p = 4$

$$R_4 = r_{0,05,427} \sqrt{\frac{0,0000503}{2}}$$

$$R_4 = 3,144 \sqrt{\frac{0,0000503}{2}} = 0,01576$$

$$|\mu_{21} - \mu_{12}| = 0,01 < 0,01576 \text{ No se rechaza } H_0$$



- Cuando  $p = 5$

$$R_5 = r_{0,05,5,27} \sqrt{\frac{0,0000503}{2}}$$

$$R_5 = 3,211 \sqrt{\frac{0,0000503}{2}} = 0,01610$$

$$|\mu_{21} - \mu_{11}| = 0,02 > 0,01610 \text{ No se rechaza } H_0$$

Partiendo de los resultados obtenidos con la prueba de Duncan, se puede concluir que para obtener el mejor porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva, se debe aplicar a las unidades experimentales los siguientes tratamientos (ver **tabla 40**), ya que tienen un efecto significativo sobre la variable de respuesta, pero entre ellos no existe una diferencia relevante.

Tabla 40 Tratamientos a aplicar

$\mu_{11}$	0,99	Operario 1: Adelfa, Sitio de W1
$\mu_{31}$	0,99	Operario 3: Luz Ramirez, Sitio de W1
$\mu_{42}$	0,99	Operario 4: Jasmin, Sitio de W2
$\mu_{32}$	0,99	Operario 3: Luz Ramirez, Sitio de W2

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

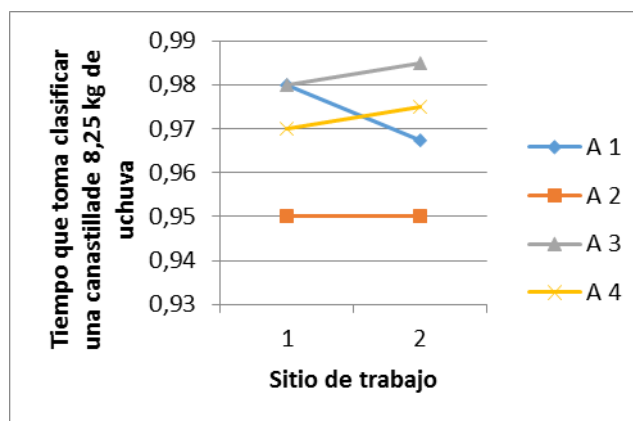
Con base a la **tabla 40. Tratamientos a aplicar** se recomienda revisar el método y condiciones de trabajo de los tratamientos enlistados con el fin de conocer qué los hace significativos.

### GRÁFICOS DE PERFIL:

Con base en los gráficos de perfil se pueden evidenciar los efectos de los factores y las interacciones entre ellos, para representar de manera gráfica información cuantitativa importante para el análisis y fácil entendimiento de los resultados:

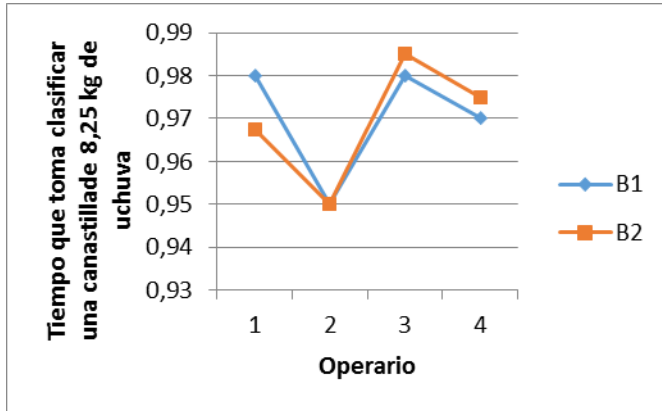
#### Niveles del factor operario [A] – sitio de trabajo [B]

NIVEL A	AB		
	A 1	0,98	0,97
	A 2	0,95	0,95
	A 3	0,98	0,99
	A 4	0,97	0,98



En este gráfico de perfil se representa que el sitio de trabajo 2 es más favorable que el sitio de trabajo 1 para dos de los cuatro operarios: operario 3 y 4. Mientras que para el operario 2, es indiferente, y para el operario 1 es más favorable el sitio de trabajo 1 que el 2.

Niveles del sitio de trabajo [B] - operario [A]



En este gráfico de perfil se representa que el operario 1 fue el que mayor diferencia presentó en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva, indicando que es más favorable el sitio de trabajo 1; mientras que el operario 2 no presentó diferencia. Por otro lado los operarios 3 y 4 presentaron diferencia, indicando que es más favorable el sitio de trabajo 1 que el 2.

		BA			
NIVEL B	B1	0,98	0,95	0,98	0,97
	B2	0,97	0,95	0,99	0,98

**Conclusiones**

Como se evidencia a lo largo del documento, es significativo el factor operario [A] en FLP Colombia SAS según el ANOVA con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ). Luego de realizar el ANOVA por componentes se pudo concluir con  $\alpha=0.05$  que el componente lineal, cuadrático y cúbico del factor operario [A] y la interacción entre el componente lineal del factor operario [A] y con el factor sitio de trabajo [B] tienen un efecto significativo sobre el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva en FLP Colombia SAS

Adicionalmente, por medio de los gráficos de perfil, se pudo concluir lo siguiente:

- Para los operarios no se pudo concluir que alguno de los sitios de trabajos fuera más favorable en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,25 kg.
- Ni el sitio de trabajo 1 ni el 2 representaron ser más favorables en el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,25 kg, dado que un operario presentó incremento en el porcentaje de calidad con el sitio de trabajo 1 mientras que dos incrementaron el porcentaje de calidad con el sitio de trabajo 2, y finalmente el otro operario no presentó diferencia.

## Conclusión diseño de experimentos/productividad y calidad

Con base en los resultados obtenidos en el diseño de experimentos de la productividad (tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg de uchuva) y al diseño de experimentos de la calidad (el porcentaje de calidad en el proceso de clasificación de una canastilla de 8,15 kg de uchuva) se recomienda utilizar el sitio de trabajo 2 (propuesto) para el proceso de clasificación, dado que para los cuatro operarios fue posible disminuir el tiempo que toma clasificar una canastilla de uchuvras. Con el fin de verificar el impacto que tiene utilizar este sitio de trabajo, el diseño de experimentos/calidad permite garantizar que el sitio de trabajo no es significativo en el porcentaje de calidad, por lo cual es posible afirmar que el sitio de trabajo 2 permite reducir el tiempo que toma clasificar una canastilla de 8,15 kg, manteniéndose el porcentaje de calidad en el proceso.

Por otro lado si bien en ninguno de los experimentos, calidad y rendimiento, la secuencia del proceso no tiene un efecto significativo como factor individual, se ratifica hacer esta secuencia, a pesar de no ser significativa, el incremento en la productividad es notable, puesto que se clasifican dos uchuvras al tiempo, debido a la textura húmeda del capacho y se ahorra el costo de secar la uchuva que no es de tipo exportación.

### 15.1.6 Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el proceso de clasificación

La propuesta se basa en el cambio de sitio de trabajo actual por el propuesto, el cual no sólo permite incrementar la productividad del proceso (manteniendo la calidad actual) sino, que permite realizar una propuesta para el diseño de planta, el cual se encuentra descrito en el *numeral 15.4. Diseño de planta*. Adicionalmente, el uso de las mesas propuestas, representa de manera integral una mejora al diseño, dado que los puestos de clasificación no son adecuados para el proceso pos-cosecha de la gulupa, el cual es el otro fruto que procesa FLP Colombia. Mientras que las mesas propuestas, si permiten el correcto desarrollo del proceso de este fruto.

## 15.2 PROCESO DE SECADO

### 15.2.1. Puntos críticos y oportunidades de mejora para el proceso de secado

El proceso de secado en FLP Colombia SAS se realiza en un cuarto de secado, el cual contiene en su interior 8 ventiladores (110V) de 56 cm diámetro y 4 ventiladores (220V) de 102 cm de diámetro que operan las 24 horas del día para realizar el secado de la fruta. Este cuarto de secado tiene una capacidad de 1,5 toneladas, y su operación es continua.

$$\begin{aligned} \text{Costo de secado} &= \left( \$ \frac{\text{kW}}{\text{h}} * \text{kW ventilador} * \#\text{ventiladores} \right) + \left( \$ \frac{\text{kW}}{\text{h}} * \text{kW ventilador} * \#\text{ventiladores} \right) \\ \text{Costo de secado} &= \left( \$345,03 \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 0,22 \text{ kW} * 4 \right) + \left( \$345,03 \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 0,11 \text{ kW} * 8 \right) \\ \text{Costo de secado} &= \$ 607,22 \text{ h} \text{ (Costo de la energía del proceso de secado)} \end{aligned}$$

Es decir, que el proceso de secado tiene un costo de \$14.573,28 para secar 1,5 toneladas, por 24 horas. Con base en los recibos de energía eléctrica analizados los últimos meses, en promedio, el valor de estos fue de \$1'545.880, por lo que se pudo concluir que el proceso de secado representa el 23% de la energía utilizada por toda la empresa. Ver **figura 33**.

**Figura 33** Cuarto de secado y colas generadas por el mismo



Fuente: Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

El secado de la tonelada y media de fruta tarda 24 horas, lo que genera colas en el proceso y espacio mal utilizado debido a las canastillas ubicadas en la entrada del área de secado. Estas canastillas dificultan el paso de los operarios y obstruyen el flujo del proceso. Debido a que el secado tarda 24 horas, la cola de canastillas que genera esta espera siempre está ahí (las mismas 24 horas), dificultando el flujo del mismo. Por otro lado, la inexistencia de otra puerta en el cuarto de secado dificulta sacar las primeras canastillas ingresadas, ubicadas en el fondo del mismo y las cuales generalmente son las que están secas en primer lugar.

### 15.2.2. Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el proceso de secado

- **Empleo de un nuevo cuarto de secado por quemador de ACPM**

En la empresa Agroenlace Logístico SAS, el proceso de secado se realizaba en dos cuartos, el que mejor rendimiento y costo-beneficio tenía era el cuarto por quemador de ACPM. La capacidad de este cuarto es de dos (2) toneladas, y el secado toma un tiempo de 8 a 10 horas. A continuación se encuentra la ficha técnica de este cuarto (**tabla 41. Cuarto de secado propuesto**), el cual se propone a FLP Colombia SAS, dado que actualmente su cuarto es de 1,5 toneladas y requiere un tiempo de 24 horas para realizar el secado de la uchuva:

**Tabla 41** Cuarto de secado propuesto

<b>CUARTO DE SECADO POR QUEMADOR DE ACPM</b>	
Descripción	Sistema de circulación forzada que hace recircular el aire en sentido horizontal, garantizando una distribución homogénea de la temperatura en el cuarto (30°).
Capacidad	Dos (2) toneladas
Temperatura	30°C
Tiempo/ proceso	8 a 10 horas
Alimentación	Quemador ACPM
Costo/ cuarto	Costo: \$25'000.0000
Costo/ proceso	Costo/proceso:\$81,361 (costo=costo galón ACPM*10 galones de ACPM) (costo=8136,18* 10=\$81,361

Fuente: Hernández, C. (29 de abril de 2013). Revisión de las especificaciones del cuarto de secado por quemador de ACPM (Reunión realizada realizada por C. Galvis López, & M. Garzón Núñez)

### 15.3. PROCESO DE EMPAQUE

#### 15.3.1 Puntos críticos y oportunidades de mejora para el proceso de empaque

Como se mencionó en la descripción del proceso pos-cosecha/uchuva (*capítulo 14.1*) el proceso de empaque implica armar en los canastos la base y peinar las uchucas. La productividad actual de este proceso es de 7,12 canastos/min en una línea de trabajo de cuatro operarios. El lugar donde se lleva cabo el empaque es en mesas metálicas de 1,16 \* 2 m, a las cuales se les coloca en la superficie una canaleta de cartón de dimensiones 5 \* 0,11 m. Estas canaletas tienen como fin ayudar a desplazar los canastos de uchuca hacia la mesa donde estos son pesados.

Luego de analizar el proceso, se observaron las colas de canastas que se formaban en las canaletas, afectando toda la línea de empaque. Estas colas ocasionaban esperas y tiempos ociosos en el proceso (en promedio, en un minuto de los 7 canastos, 3 impedían el flujo de los canastos dentro de la canaleta)

#### 15.3.2 Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el proceso de empaque

Se planteó como oportunidad de mejora modificar el método y sitio de trabajo, con el fin de incrementar la productividad de este proceso, ya que el proceso de empaque representa el 80,66% de los costos directos de fabricación (Como se puede ver en el Pareto al inicio del capítulo 15)

El modelo actual vs la alternativa de mejoramiento se compara en la siguiente tabla:

Tabla 42 modelo actual vs Alternativa de mejoramiento

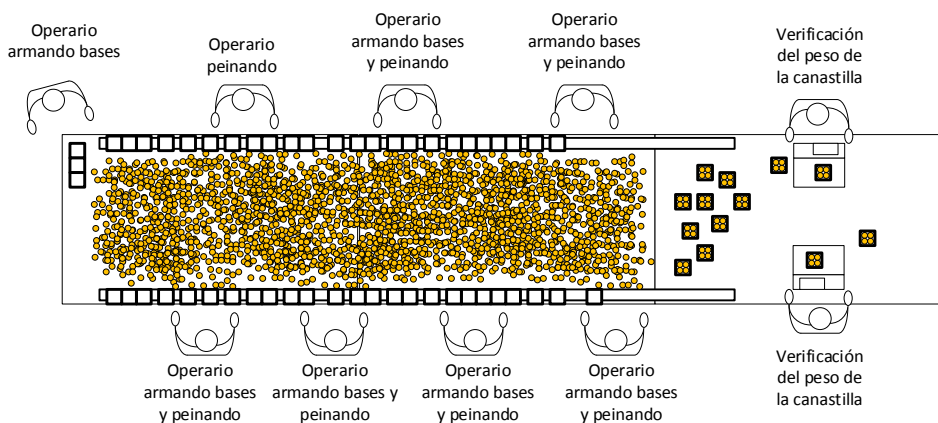
ACTUAL	PROPUESTO
 <p><b>SITIO DE TRABAJO:</b> Mesa metálica de 1,16*2 m con 2 canaletas para dos líneas de proceso, una en frente</p>	 <p><b>SITIO DE TRABAJO:</b> Mesa metálica de 1,16*2 m con 4 canaletas para dos líneas de proceso, una</p>

<p>de la otra. Es decir, una canaleta para cada línea.</p>	<p>en frente de la otra. Es decir, dos canaletas para cada línea.</p>
<p><b>MÉTODO:</b></p> <p>Los cuatro operarios ubican los canastos en la canaleta, arman la base y peinan la última capa de uchuvas.</p>	<p><b>MÉTODO:</b></p> <p>En un primer momento, los cuatro operarios de la línea ubican los canastos en la canaleta A y todos arman las bases, luego tres de los operarios pasan los canastos de la canaleta A a la B, y en la B peinan los canastos. De ahí en adelante los tres operarios sólo se encargan pasar los canastos de la canaleta A a la B y peinar, mientras el primer operario de la mesa se encarga de realizar exclusivamente las bases en la canaleta A y de este modo mantener abastecido todo el tiempo esta canaleta.</p>

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

La **figura 34. Método actual de empaque** ilustra el método actual en el que se realiza el proceso de empaque en FLP Colombia SAS.

Figura 34 Método actual de empaque

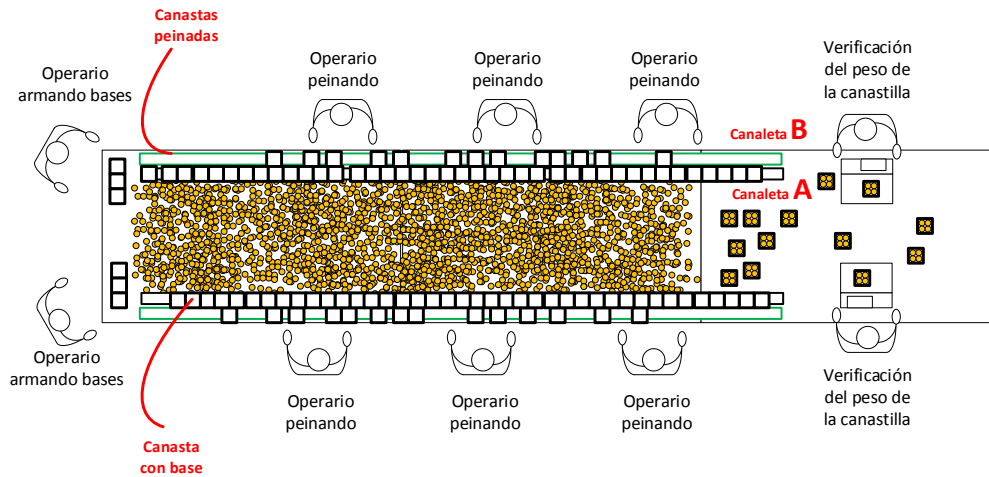


Fuente: Realizado el 20 de marzo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

La **figura 35. Método propuesto de empaque** muestra el método propuesto, en donde se evidencian el uso de dos canaletas, tal como se mencionó en la **figura 35: Método propuesto de empaque**.



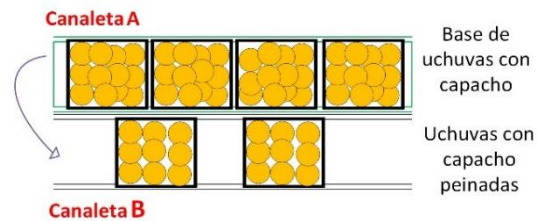
Figura 35 Método propuesto de empaque



Fuente: Realizado el 1 de abril del 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

La **figura 36 Flujo de canastas** ilustra el flujo que deben tener las canastas en las dos canaletas propuestas, las base de uchuvras debe estar ubicada en la canaleta A, para que el operario la peine en la canaleta B y no se armen colas en el proceso, facilitando el flujo del mismo.

Figura 36 Flujo de canastas



Fuente: Realizado el 1 de abril del 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

### 15.3.3 Inferencia estadística: efectividad de la alternativa de mejoramiento para el proceso de empaque

Con el fin de evaluar la efectividad de la alternativa de mejoramiento correspondiente a la modificación en el método y el sitio de trabajo del proceso de empaque, se realizó un estudio estadístico para evaluar la productividad de este proceso. En éste se comparó el tiempo de empaque con el método y sitio de trabajo actuales vs el método y sitio de trabajo propuestos para este proceso (de manera independiente). Para ello se trabajó en una línea de trabajo compuesta por cuatro operarios escogidos al azar (los mismos para ambos casos), en donde tres (3) peinaban los canastos, mientras uno (1) armaba todas las bases. La unidad de medida de la productividad fue canastos/min para la línea descrita.

En la **tabla 42** se encuentran los datos tomados de la productividad, los cuales se usaron para construir el intervalo de confianza correspondiente, construir la prueba de hipótesis y concluir sobre la efectividad de la alternativa propuesta. El número de observaciones fue

determinado por la empresa y es correspondiente a los recursos destinados por ella para el estudio.

Tabla 43 Datos usados para el intervalo de confianza

Método y sitio de trabajo actual (canastos/min)	Método y sitio de trabajo propuesto (canastos/min)
6,95	11,73
6,4	11,08
8	12,00
<i>Muestra, media y desviación muestral</i>	<i>Muestra, media y desviación muestral</i>
$n_1 = 3$	$n_2 = 3$
$\bar{x}_1 = 7,1167$	$\bar{x}_2 = 11,6033$
$s_1 = 0,813$	$s_2 = 0,473$

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel

Dado que los datos corresponden a una diferencia de medias independientes, lo primero que se estableció fue el nivel de significancia de 0,05. Luego fue necesario determinar si las varianzas poblacionales eran iguales:  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , para ello se realizó la prueba Fisher que se encuentra a continuación:

$$\left[ f_{\frac{\alpha}{2}, n_1-1, n_2-1} * \frac{s_2^2}{s_1^2}, f_{1-\frac{\alpha}{2}, n_1-1, n_2-1} * \frac{s_2^2}{s_1^2} \right]$$

$$= \left[ f_{0,025, 2, 2} * \frac{0,473^2}{0,813^2}, f_{0,975, 2, 2} * \frac{0,473^2}{0,813^2} \right]$$

$$= [4,762; 13,198]$$

Dado que el intervalo no contenía el 1, la conclusión fue:  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ . Con esto se procedió a construir el intervalo de confianza:

$$(x_1^2 - x_2^2) \mp t_{\frac{\alpha}{2}, v} * \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}, \quad \text{donde} \quad v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

$$= (7,1167^2 - 11,6033^2) \mp 4,177 * 0,543 \quad \text{donde} \quad v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}} = 3,215$$

$$I.C. = [-86,2582, -81,7226]$$

La prueba de hipótesis que se planteó para ver si existía una diferencia de medias entre el modelo actual y el propuesto para el proceso de empaque fue la siguiente:

$$H_o = \mu_2 - \mu_1 \leq 0$$



$$H_A = \mu_2 - \mu_1 > 0$$

$$t_{\text{calculado}} = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_2 - \mu_1)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$t_{\text{calculado}} = \frac{(11,6033 - 7,1167) - (0 - 0)}{\sqrt{\frac{0,813^2}{3} + \frac{0,473^2}{2}}} = 8,2631$$

$$t_{\text{Teórico}} = t_{\alpha;v} = t_{0,05;3,215} = 3,18245$$

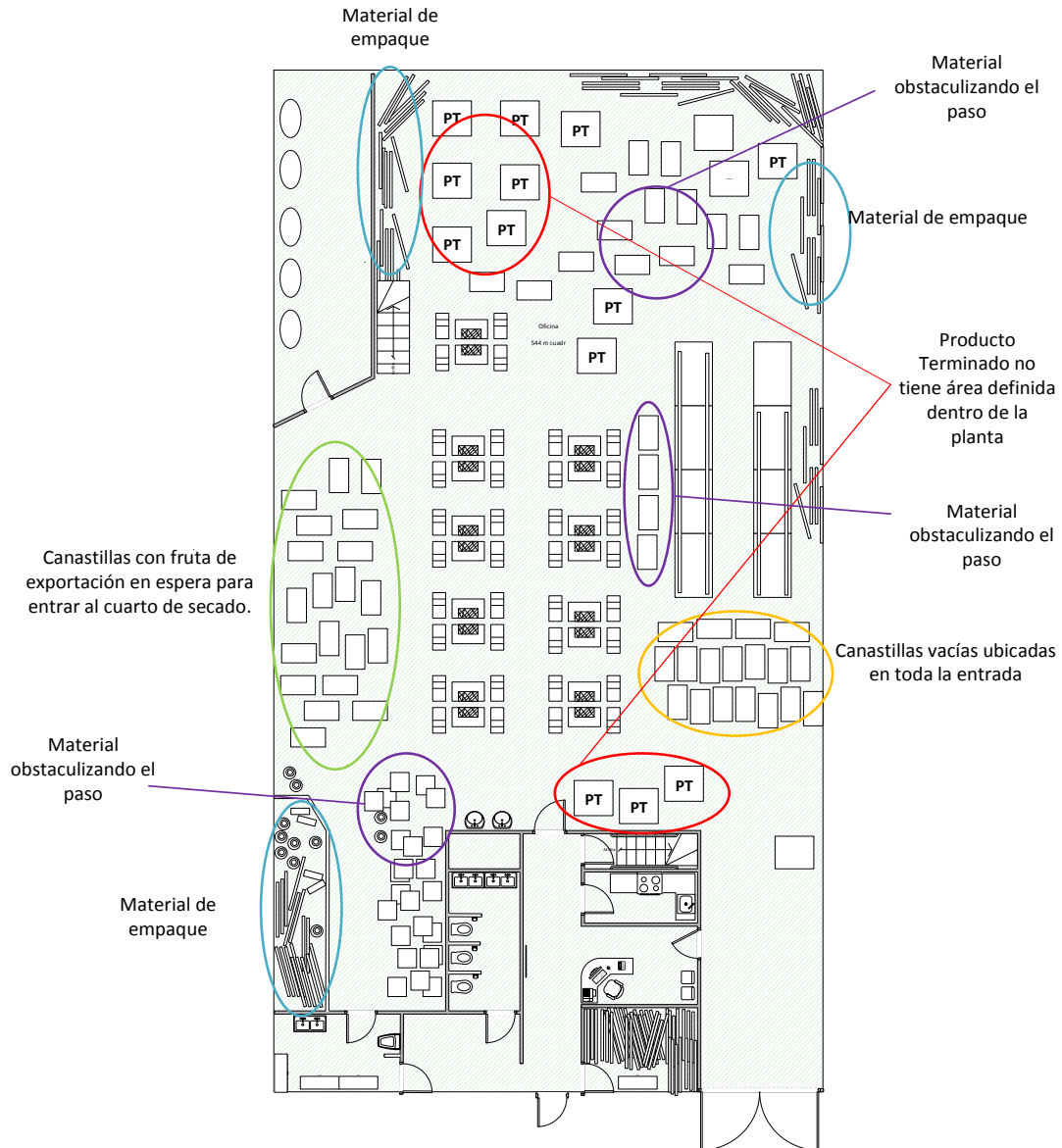
R/ Con una confianza del 95% se rechaza  $H_0$  por lo cual se puede concluir que con el método y la modificación del sitio de trabajo propuesto en el proceso de secado la productividad mejora.

## 15.4 DISEÑO DE PLANTA

### 15.4.1 Puntos críticos y oportunidades de mejora

FLP Colombia SAS cuenta con una planta de producción de 544  $m^2$ , la cual está ubicada en Prado Veraniego. Actualmente el espacio de la planta no es suficiente para poder realizar, como se quisiera, las operaciones de la empresa, debido al poco espacio que se tiene, y la falta de un diseño de planta definido. La **figura 37 Situación actual de FLP Colombia SAS**, muestra los diversos inconvenientes causados por la insuficiencia de espacio en la planta.

**Figura 37 Situación actual de FLP Colombia SAS**



Fuente: Realizado el 20 de marzo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

La **tabla 44 Oportunidades de mejora en el diseño de planta** enumera los problemas e inconvenientes encontrados en las visitas realizadas a FLP Colombia SAS, los cuales dificultan el flujo adecuado del proceso, afectando la productividad de la empresa.

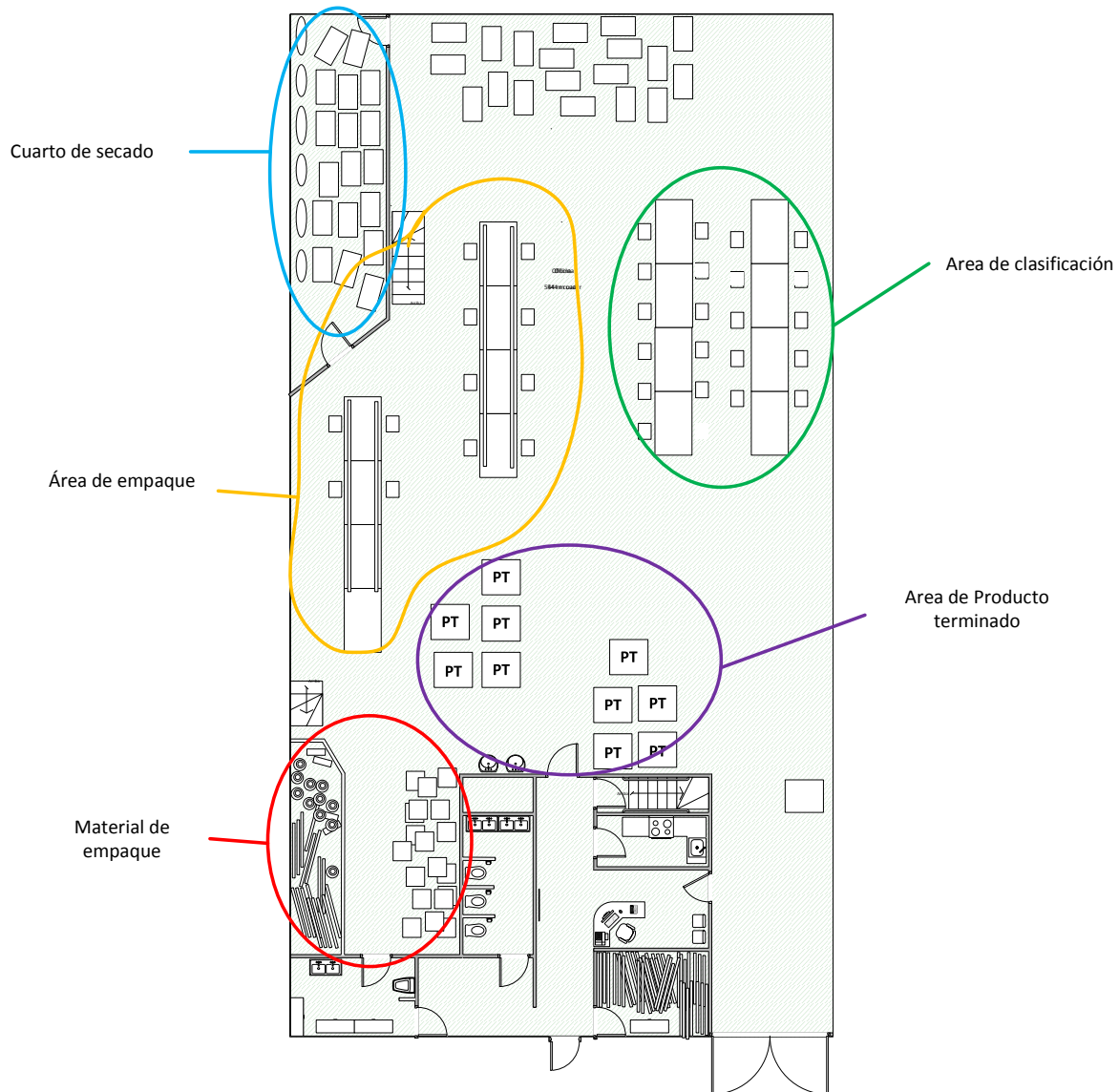
Tabla 44 Oportunidades de mejora en el diseño de planta de FLP Colombia

<p><b>Producto terminado ubicado en el área de materia prima.</b></p>	
<p><b>El material de empaque no tiene una zona definida para su disposición.</b></p>	
<p><b>Gran parte del área de la planta está siendo utilizada por canastillas vacías, bloqueando la visibilidad y quitando espacio que podría ser utilizado de otra forma.</b></p>	
<p><b>Corredores y pasillos bloqueados por canastillas.</b></p>	
<p><b>Recorridos que podrían ser eliminados ubicando las áreas de trabajo de otra manera.</b></p>	

### 15.4.2 Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el diseño de planta

Con base en los resultados obtenidos en los dos diseños de experimentos realizados, se concluyó que el sitio de trabajo es un factor significativo para el tiempo (según cálculos presentados) que toma clasificar la canastilla de 8,15 kg y para la calidad del proceso. Partiendo de lo anterior se plantea la siguiente propuesta del diseño de planta: **Figura 38. Diseño de planta propuesto.**

Figura 38 Diseño de planta propuesto



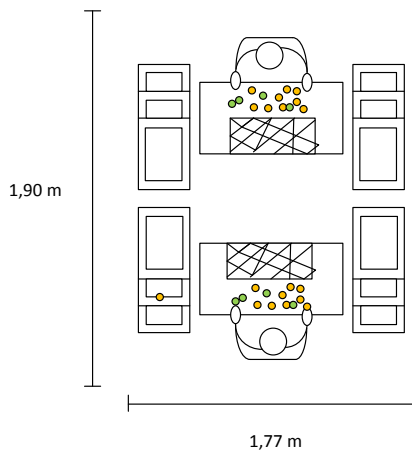
Fuente: Realizado el 1 de mayo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

### 15.4.2.1. Mejoras propuestas en el diseño

- **Cambio en el sitio de trabajo**

Como se mencionó, el diseño propuesto es realizado con base a los resultados del diseño experimental, por tal razón el presente diseño no cuenta con las mesas de clasificación que suele usar FLP Colombia para realizar este proceso, dado que la productividad en las mesas actuales es menor a la productividad del sitio de trabajo propuesto, sin embargo la calidad de proceso con la propuesta no se afecta.

**Figura 39 Mesas de clasificación actual**



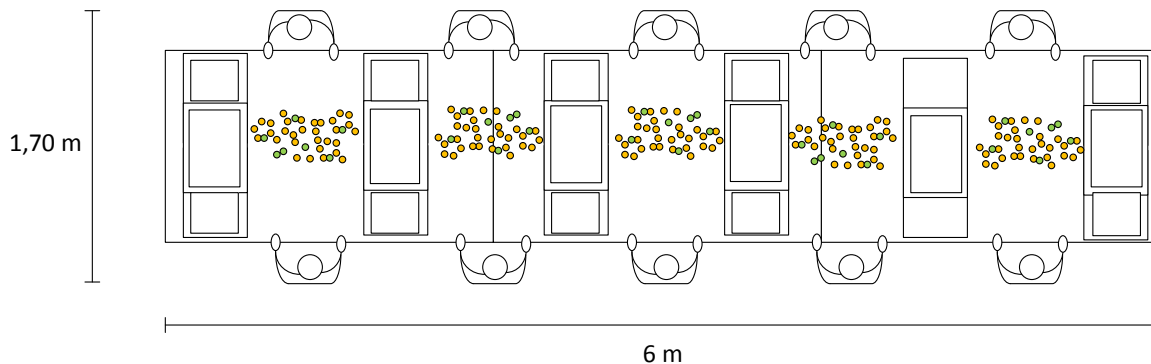
Las mesas que actualmente son usadas para realizar el proceso de clasificación ocupan un área aproximada de  $3,36 \text{ m}^2$ , área en la cual trabajan 2 operarios al tiempo, ubicados uno frente al otro. La planta cuenta con 9 espacios para clasificar, lo que representa una capacidad para este proceso de 18 mesas de clasificación, (Ver figura 39. Mesas de clasificación actual).

El área total utilizada por este proceso es de aproximadamente  $30,24 \text{ m}^2$ , área que se puede reducir gracias a la propuesta que se está realizando.

**Fuente:** Realizado el 1 de mayo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

La **figura 40 Sitio de trabajo propuesto**, muestra el diseño del sitio de trabajo que debería tener el proceso de clasificación. Las mesas propuestas, miden  $1,16 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}^2$ . Por cada 3 mesas se pueden ubicar 10 operarios, por lo que para 26 operarios serían necesarias 8 mesas, las cuales ocuparían un área aproximada de  $27,2 \text{ m}^2$ .

**Figura 40 Sitio de trabajo propuesto**



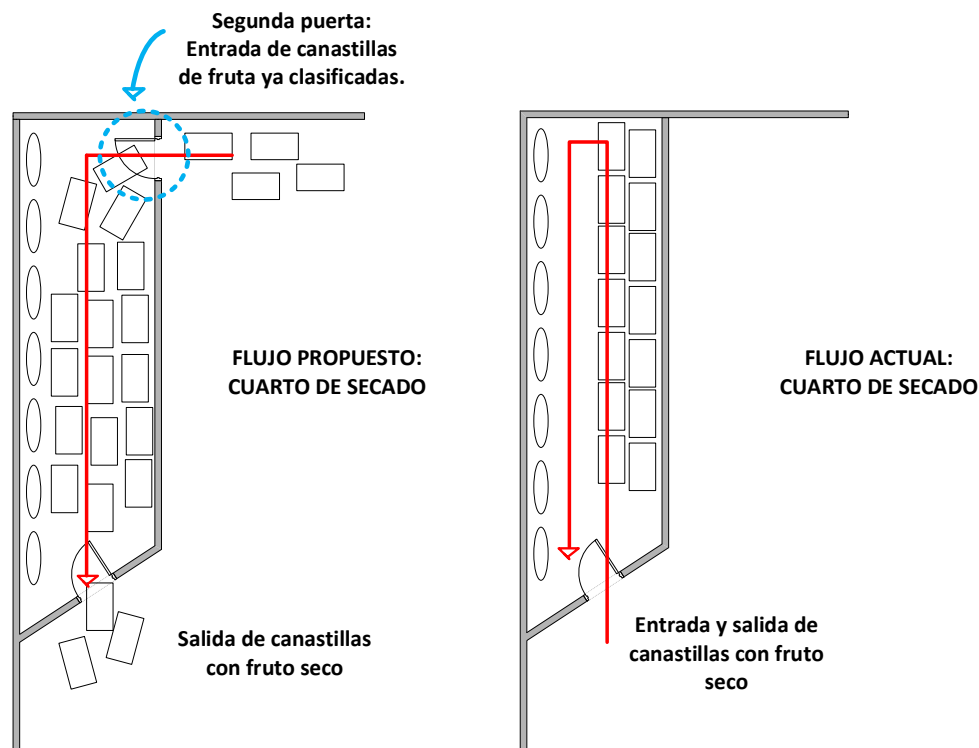
**Fuente:** Realizado el 1 de mayo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

El sitio de trabajo 1, ocupa un área de  $30,24 \text{ m}^2$  para 18 operarios, mientras que el sitio de trabajo 2, ocuparía un área de  $27,2 \text{ m}^2$  para 26 operarios. Esto indica que la opción propuesta, optimiza el espacio ocupado por el proceso de clasificación, ya que en un espacio menor, pueden trabajar mayor cantidad de operarios (es decir aumenta la capacidad del proceso), sin aparentemente afectar el desarrollo adecuado del mismo. Esta optimización del espacio representa una reducción del 10,05% del área, con un aumento de capacidad del 44%.

- **Construcción de una segunda puerta en el cuarto de secado**

Para el nuevo diseño de planta se propone construir una segunda puerta en el cuarto de secado. Esta segunda puerta facilitará el flujo del proceso en el interior del cuarto, tal como se puede ver en la *figura 41. Flujo propuesto para el cuarto de secado.*

Figura 41 Flujo propuesto para el cuarto de secado

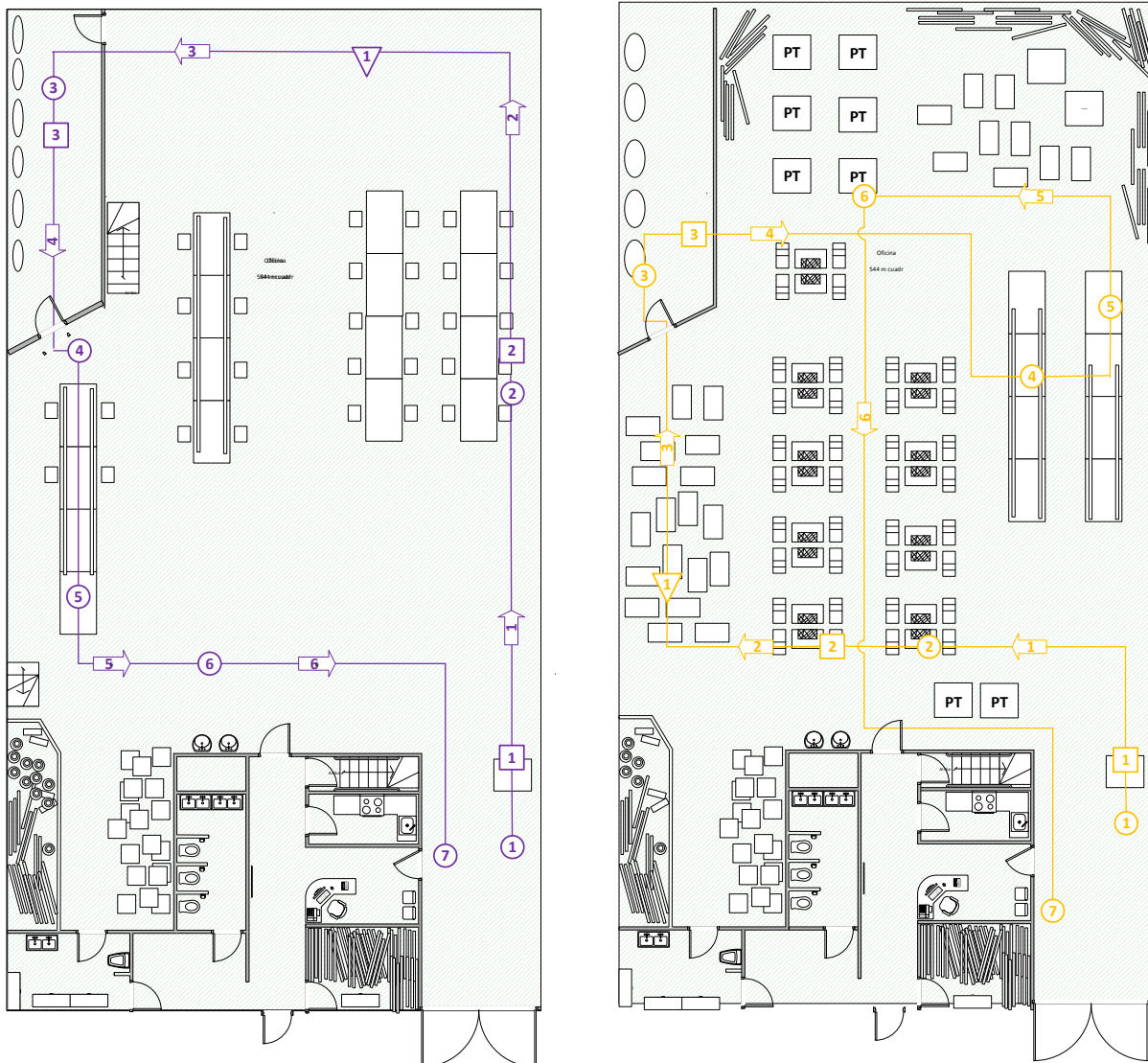


Fuente: Realizado el 1 de mayo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Professional, Microsoft Office 2013.

- **Cambio en el flujo del proceso**

Con el diseño de planta propuesto se redujeron significativamente las distancias de los recorridos del proceso. Aunque el número de recorridos sigue siendo el mismo, la reorganización de las áreas dentro de la planta de producción, permite reducir las distancias entre los procesos. La **tabla 45 Distancia entre procesos**, muestra el cambio que se produciría si se empleara el diseño de planta propuesto, De los 52,56 metros actuales se pasó a 38,42 metros. Ver **figura 42. Diagrama de recorrido propuesto vs diagrama de recorrido actual**

Figura 42 Diagrama de recorrido propuesto vs diagrama de recorrido actual



Fuente: Realizado el 1 de mayo de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Visio Profesional, Microsoft Office 2013.



Tabla 45 Distancia entre procesos

	<i>Situación Actual</i>	<i>Situación Propuesta</i>
<i>Pesaje – Área de Clasificación</i>	9,27 m	10 m
<i>Área de clasificación.- Área de secado</i>	7,37 m	5,59 m
<i>Área de secado – Cuarto de secado</i>	9 m	11 m
<i>Cuarto de secado.-Área de empaque</i>	9,88 m	2 m
<i>Área de codificación- Área de embalaje</i>	2,84 m	2,52 m
<i>Área de embalaje – Área de producto terminado</i>	11,2 m	4,31 m
<b>Metros recorridos (total)</b>	<b>49,56 m</b>	<b>35,42 m</b>

## 15.5 GESTIÓN VISUAL

Figura 43 Necesidad de Gestión visual en la planta



Fuente: Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

Durante los recorridos realizados por la planta, se percibió la necesidad de una política de gestión visual, ya que actualmente FLP Colombia SAS no cuenta con ninguna zona demarcada ni ningún área de trabajo señalizada.

La ausencia de esta herramienta dificulta la claridad en el flujo del proceso y genera un ambiente de trabajo desordenado y confuso para quienes trabajan ahí, lo cual puede llegar a afectar la productividad del proceso pos-cosecha/uchuva.

FLP Colombia tiene la necesidad de una política de gestión visual, la cual hace parte fundamental del proceso de implementación de modelos de mejora en toda industria que elija un modelo de gestión. FLP Colombia SAS no cuenta con un modelo de gestión, pero necesita la implementación de gestión visual para certificarse en Global Gap (Certificación en productos agrícolas)

La implementación de esta herramienta no solo ayudará a su certificación sino también logrará un impacto positivo en el flujo del proceso actual.

Actualmente la planta evidencia ausencia total de esta herramienta. No hay áreas o zonas con sus respectivas etiquetas, no hay elementos de trabajo marcados y no hay señalización alguna en la zona de trabajo. Surgiendo como necesidad la elaboración de presente propuesta.



### 15.5.1 Política de gestión visual FLP Colombia SAS

Todo diseño, compra y aprobación de elementos de gestión visual, tales como stickers, letreros, avisos y carteles estará bajo la administración de una persona exclusiva. De esta manera se evitará la realización innecesaria de elementos que no valga la pena elaborar.

- ¿Cómo debe ser la gestión visual en FLP Colombia SAS?

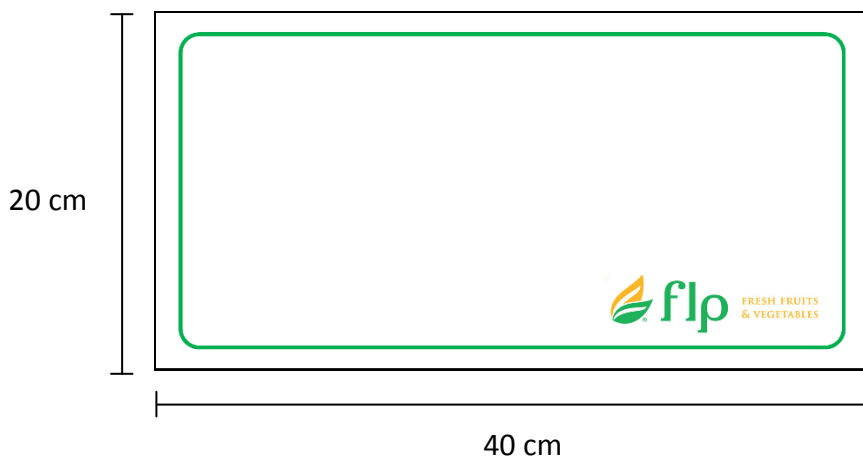
A continuación se muestran las características (Ver *tabla 46. Especificaciones*) con las que debe cumplir un letrero, sticker o etiqueta en FLP Colombia para así estandarizar el uso de esta herramienta.

**Tabla 46 Especificaciones**

<b>Tipografía</b>	Arial en Negrilla
<b>Color tipografía</b>	Negro
<b>Tamaño tipografía</b>	96 pto
<b>Características del texto</b>	Primera letra en mayúscula y lo que queda del texto debe ir en minúscula.
<b>Dimensiones</b>	20 cm * 40 cm
<b>Color del borde</b>	Verde FLP
<b>Material</b>	Lamina poliestireno
<b>Idioma</b>	Español

A continuación, en la *figura 44. Plantilla: Gestión visual*, se muestra la plantilla en la que debe ir el nombre del área o zona, elementos de trabajo o flujo de proceso que se desea indicar.

**Figura 44 Plantilla: Gestión visual**



Fuente: Realizado en Microsoft Office Power Point 2013

La plantilla debe tener el logo de la empresa en la lado inferior derecho y un borde curvo color verde para caracterizar a FLP dentro de la gestión visual de la planta. Ver *figuras 45 y 46.*)

Figura 45 Borde color verde. Grosor 6 pto.



Figura 46. Logo de la empresa 3,3 \* 12,3 cm ubicado en la parte inferior derecha



Fuente: Realizado en Microsoft Office Power Point 2013

Las características de la plantilla propuesta son importantes debido a la necesidad de estandarizar la implementación de esta herramienta, evitando exceso de la misma y unificando toda la información allí expresada.

Solo tendrán gestión visual aquellas herramientas, zonas o áreas, flujos o elementos que verdaderamente necesiten de ella, esto evitará información repetida y contaminación visual en la planta de producción. En el anexo 2 se encuentra la propuesta de esta alternativa de mejoramientos para cada una de las áreas.

## 15.6 USO DE LOS DESPERDICIOS

### 15.6.1 Puntos críticos y oportunidades de mejora

Luego de analizar la producción (en toneladas) de uchuva que tiene FLP Colombia SAS se pudo apreciar que parte de lo que no procesan es la fruta que tiene defectos de calidad, ya sea por magulladura, moho, cercospora, entre otros, por lo que no se puede utilizar en el mercado internacional ni nacional.

Figura 47 Desperdicios

Esta fruta es desechada y ubicada en la entrada de la empresa para ser arrojada a la basura, como se puede ver en la *figura 46 Desperdicios*.

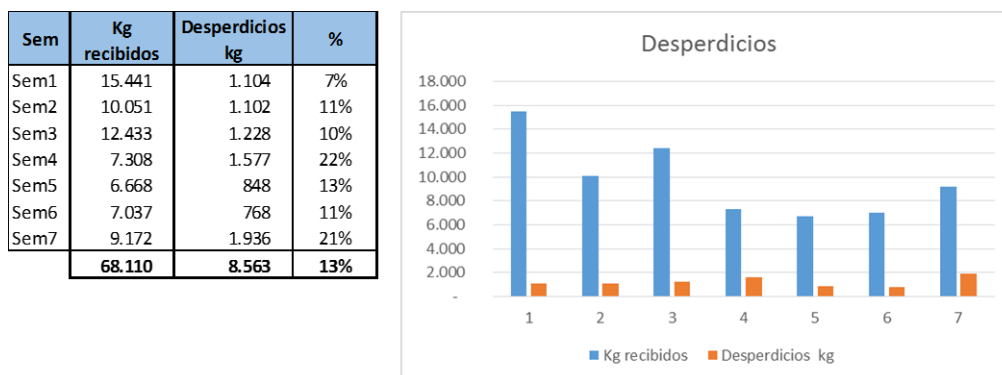


Fuente: Garzón, M. (2013) FLP Colombia SAS [Fotografía]. Recuperado de galería de imágenes.

Al ingresar la uchuva a la planta, gran parte del recurso humano es utilizado para clasificarla en los seis (6) grupos mencionados anteriormente. Siendo uno de ellos el denominado “desperdicios”. La fruta proveniente del agricultor viene mezclada, lo que significa que los operarios deben clasificarla y esto requiere de tiempo y recurso humano para hacerlo. A pesar de esto, no se le está obteniendo ningún provecho a este grupo “desperdicios”, lo que significa que se invierte tiempo y recurso humano en él, pero

no se tiene ninguna ganancia por ello. Es claro que estos desperdicios no se venderán ni se exportarán a otros mercados, ya que su calidad no permite que sean para el consumo humano. Por tal razón se buscaron otras alternativas para poder obtener el mayor provecho de este grupo que representa el 13% de la producción de uchuva de FLP Colombia SAS.

Figura 48 Desperdicios en kg



Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

La **figura 48 Desperdicios en kg** ilustra la cantidad de desperdicios de uchuva en las últimas 7 semanas en la empresa FLP Colombia SAS con respecto a la cantidad total de kilogramos recibidos, representando en promedio el 13% del total.

### 15.6.2 Propuesta de la alternativa de mejoramiento para el aprovechamiento de los desperdicios

Como se mencionó en la **PARTE I AGLOENLACE LOGISTICO SAS**, en el numeral **8.2.1 Uso de los desperdicios de uchuva**, los desperdicios de uchuva podrían ser utilizados como compost, lo cual beneficiaría directamente a FLP Colombia SAS, ya que aprovecharía lo que actualmente es tomado como basura.

La empresa Agrícola Cardenal SA, como se mencionó en el numeral **8.2.1 Uso de los desperdicios de uchuva**, hace uso de materia orgánica para abonar el suelo de su cultivo de flores, por lo que FLP Colombia SAS podría ofrecer la uchuva que no es aceptada en el mercado nacional ni internacional como material para hacer compost y poder llegar a tener una relación gana/gana con Agrícola Cardenal SA. A continuación, la **tabla 47 Agrícola Cardenal: Persona Contacto** presenta el contacto directo de Agrícola Cardenal para que FLP Colombia SAS ofrezca sus desperdicios de uchuva como fuente para hacer compostaje.

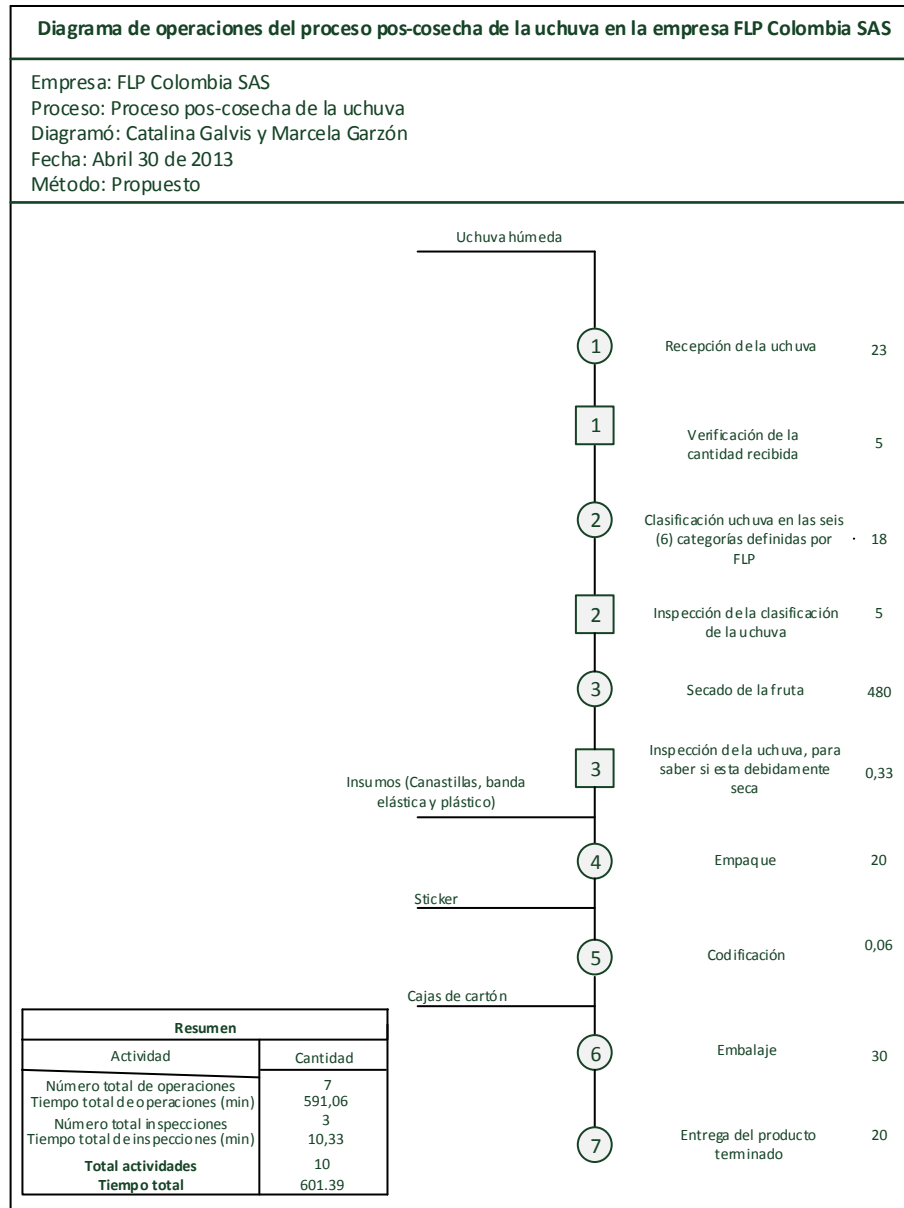
Tabla 47 Agrícola Cardenal: Persona Contacto

Luz Dary Barrios	ibarríos@agricolacardenal.com.co
------------------	----------------------------------

## 16. DIAGRAMAS DEL PROCESO CON LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

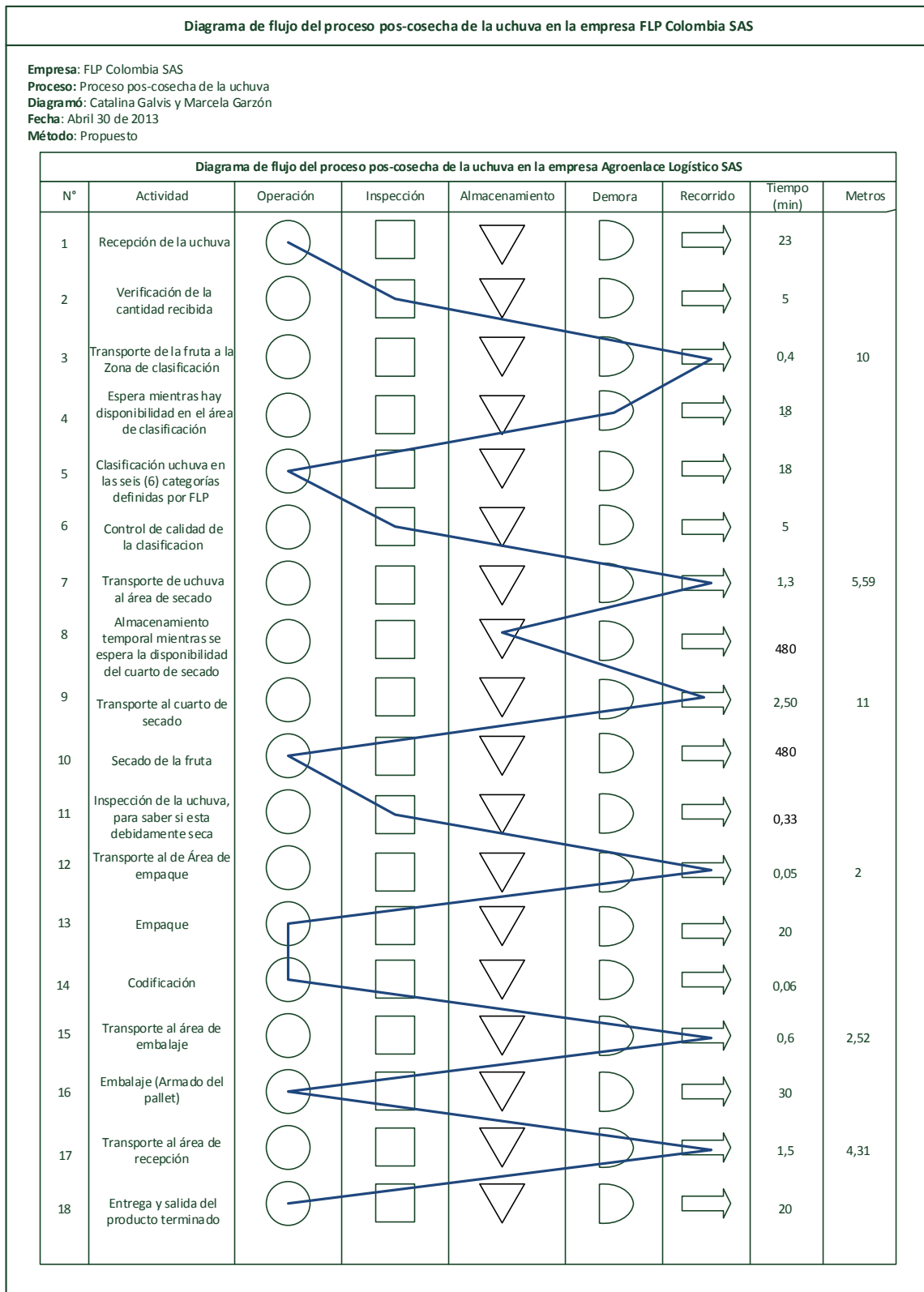
Con las alternativas de mejoramiento se estima una reducción en el tiempo de clasificación, un incremento del rendimiento en el proceso de empaque debido al uso de una canaleta adicional y un cambio en el método de trabajo y una reducción en el tiempo del proceso de secado. Se presenta a continuación el diagrama en donde se evidencia la mejora en los tiempos para el proceso pos-cosecha/uchuva de FLP Colombia SAS si se llegara a adquirir el cuarto de secado propuesto

**Diagrama de operación propuesto**



**Fuente:** Realizado el 20 de febrero de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Modificado el 1 de Abril de 2013 en Visio Professional, Microsoft Office 2013.

### Diagrama de flujo propuesto



**Fuente:** Realizado el 20 de febrero de 2013. Por: Catalina Galvis y Marcela Garzón. Modificado el 1 de Abril de 2013 en Visio Professional, Microsoft Office 2013.

## 17. ANÁLISIS COSTO/ BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PROPUESTAS PARA FLP COLOMBIA SAS

Los costos actuales de fabricación (costos materiales directos, costos por espacios y costos de mano de obra directa) de una caja con 12 canastos de uchuva es de \$3.597,30 pesos colombianos, sin tomar en cuenta el costo de la materia prima (uchuvas provenientes de los proveedores), dado que este varía dependiendo de la oferta y demanda que exista en el momento de la compra<sup>5</sup>. La **tabla 48**. Muestra el costo discriminado por actividad categorizado en: costos materiales directos, costo por espacios y costo de mano de obra directa.

**Tabla 48 Costos discriminados por actividades**

		Costo materiales directos	Costo por espacios			Costo de mano de obra directa		COSTO TOTAL
			Área (m 2)	Tiempo (min)	Costo	Tiempo (min)	Costo	
Actividad 1	Piecepcción	-	19,26	23,00	\$ 745,74	23,00	\$ 2.505,44	\$ 3.251,18
Actividad 2	Verificación de la cantidad recibida	-	1,00	5,00	\$ 8,42	5,00	\$ 544,66	\$ 553,08
Actividad 3	Transporte de la uchuva a la zona de clasificación	-	-	-	-	2,20	\$ 159,68	\$ 159,68
Actividad 4	Espera mientras hay disponibilidad en el área de clasificación	-	0,24	30,00	\$ 12,12	30,00	-	\$ 12,12
Actividad 5	Clasificación uchuva	-	1,68	30,00	\$ 84,85	30,00	\$ 2.177,42	\$ 2.262,27
Actividad 6	Control de calidad en la clasificación	-	1,00	5,00	\$ 8,42	5,00	\$ 362,90	\$ 371,32
Actividad 7	Transporte de uchuva al área de secado	-	-	-	-	1,70	\$ 123,39	\$ 123,39
Actividad 8	Almacenamiento temporal	-	0,24	1440,00	\$ 2,98	1440,00	-	\$ 2,98
Actividad 9	Transporte al cuarto de secado	-	-	2,10	-	2,10	\$ 152,42	\$ 152,42
Actividad 10	Secado de la fruta	\$ 79,19	28,20	1440,00	\$ 350,57	1440,00	-	\$ 429,76
Actividad 11	Inspección de la uchuva	-	0,49	0,33	\$ 0,27	0,33	\$ 23,95	\$ 24,22
Actividad 12	Transporte al área de empaque	-	-	-	-	2,20	\$ 159,68	\$ 159,68
Actividad 13	Empaque	\$ 1.401,50	2,19	27,22	\$ 100,17	27,22	\$ 1.975,36	\$ 3.477,03
Actividad 14	Codificación	-	2,25	0,06	\$ 0,23	0,06	\$ 4,35	\$ 4,58
Actividad 15	Transporte al área de embalaje	-	-	-	-	0,65	\$ 47,18	\$ 47,18
Actividad 16	Embalaje	\$ 197,53	0,43	0,79	\$ 0,58	0,79	\$ 57,30	\$ 255,40
Actividad 17	Transporte al área de recepción	-	-	-	-	3,80	\$ 275,81	\$ 275,81
Actividad 18	Entrega y salida del producto terminado	-	19,26	20,00	\$ 648,47	20,00	\$ 2.178,65	\$ 2.827,11
		\$ 1.678,21			\$ 1.962,80		\$ 10.748,19	\$ 14.389,21
								\$ 3.597,30

Costo 4 cajas  
Costo/caja

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

Con el fin de comparar las propuestas de mejoramiento se definieron dos escenarios: escenario 1 y escenario 2, los cuales son excluyentes, ya que la propuesta para el proceso de secado cuenta con dos opciones: La adquisición de un nuevo cuarto de secado o la modificación del cuarto actual, (por medio de la construcción de una segunda puerta). El cuarto propuesto no requiere de la construcción de la puerta mencionada.

Para el análisis financiero no se tuvo en cuenta (con el visto bueno de la empresa) el costo de implementación del nuevo diseño de planta, costo de adecuación del sitio de trabajo en el proceso de empaque (dado que esto ya se implementó y no generó costo alguno, dado que se hizo uso de los recursos actuales de la empresa) y valor de salvamento de los ventiladores del cuarto de secado.

### ESCENARIO 1

<sup>5</sup> El valor promedio es de \$6000 pesos colombianos por kilogramos de uchuva de exportación

Con base en las alternativas de mejoramiento propuestas: Cambio en el sitio de trabajo actual del proceso de clasificación, la propuesta de un nuevo cuarto de secado, la propuesta de un nuevo método de trabajo en el proceso de empaque y el cambio en el flujo de proceso (por medio del diseño de planta propuesto). El costo de fabricación (costos materiales directos, costos por espacios y costos de mano de obra directa) de una caja con 12 canastos de uchuva es de \$3.250,39 pesos colombianos. Los valores resaltados en naranja corresponden a los valores que se pretenden disminuir con las alternativas de mejoramiento enlistadas anteriormente, mientras que los valores en rojo corresponden a los valores que se incrementaron con las alternativas de mejoramiento. Ver **tabla 49. Costos Escenario 1**

**Tabla 49 Costos: Escenario 1**

		Costo materiales directos	Costo por espacios		Costo de mano de obra directa		COSTO TOTAL
			Área (m 2)	Costo	Tiempo (min)	Costo	
<b>Actividad 1</b>	Recepción	-	19,26	\$ 745,74	23,00	\$ 2.505,44	\$ 3.251,18
<b>Actividad 2</b>	Verificación de la cantidad recibida	-	1,00	\$ 8,42	5,00	\$ 544,66	\$ 553,08
<b>Actividad 3</b>	Transporte de la uchuva a la zona de clasificación	-	-	-	2,38	\$ 172,81	\$ 172,81
<b>Actividad 4</b>	Espera mientras hay disponibilidad en el área de clasificación	-	0,24	\$ 7,27	18,00	-	\$ 7,27
<b>Actividad 5</b>	Clasificación uchuva	-	1,02	\$ 30,91	18,00	\$ 1.306,45	\$ 1.337,36
<b>Actividad 6</b>	Control de calidad en la clasificación	-	1,00	\$ 8,42	5,00	\$ 362,90	\$ 371,32
<b>Actividad 7</b>	Transporte de uchuva al área de secado	-	-	-	1,30	\$ 94,35	\$ 94,35
<b>Actividad 8</b>	Almacenamiento temporal	-	0,24	\$ 0,99	480,00	-	\$ 0,99
<b>Actividad 9</b>	Transporte al cuarto de secado	-	-	-	2,55	\$ 185,08	\$ 185,08
<b>Actividad 10</b>	Secado de la fruta	\$ 317,71	28,20	\$ 116,86	480,00	-	\$ 434,57
<b>Actividad 11</b>	Inspección de la uchuva	-	0,49	\$ 0,27	0,33	\$ 23,95	\$ 24,22
<b>Actividad 12</b>	Transporte al área de empaque	-	-	-	0,45	\$ 32,66	\$ 32,66
<b>Actividad 13</b>	Empaque	\$ 1.401,50	2,19	\$ 91,38	24,83	\$ 1.802,08	\$ 3.294,96
<b>Actividad 14</b>	Codificación	-	2,25	\$ 0,23	0,06	\$ 4,35	\$ 4,58
<b>Actividad 15</b>	Transporte al área de embalaje	-	-	-	0,62	\$ 45,00	\$ 45,00
<b>Actividad 16</b>	Embalaje	\$ 197,53	0,43	\$ 0,58	0,79	\$ 57,30	\$ 255,40
<b>Actividad 17</b>	Transporte al área de recepción	-	-	-	1,51	\$ 109,60	\$ 109,60
<b>Actividad 18</b>	Entrega y salida del producto terminado	-	19,26	\$ 648,47	20,00	\$ 2.178,65	\$ 2.827,11
		\$ 1.916,74		\$ 1.659,53		\$ 9.425,30	\$ 13.001,56
							\$ 3.250,39

Costo 4 cajas  
Costo/caja

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

## **ESCENARIO 2**

Con base en las alternativas de mejoramiento propuestas: Cambio en el sitio de trabajo actual del proceso de clasificación, construcción de una nueva puerta en el cuarto de secado, la propuesta de un nuevo método de trabajo en el proceso de empaque y el cambio en el flujo de proceso (por medio del diseño de planta propuesto). El costo actual de fabricación (costos materiales directos, costos por espacios y costos de mano de obra directa) de una caja con 12 canastos de uchuva es de \$3.190,79 pesos colombianos. Los valores resaltados en naranja corresponden a los valores que se pretenden disminuir con las alternativas de mejoramiento enlistadas anteriormente, mientras que los valores en rojo corresponden a los valores que se incrementaron con las alternativas de mejoramiento. Ver **tabla 50**

**Tabla 50 Costos: Escenario 2**

	Costo materiales directos	Costo por espacios		Costo de mano de obra directa		COSTO TOTAL	
		Área (m 2)	Costo	Tiempo (min)	Costo		
<b>Actividad 1</b>	Recepción	-	19,26	\$ 745,74	23,00	\$ 2.505,44	\$ 3.251,18
<b>Actividad 2</b>	Verificación de la cantidad recibida	-	1,00	\$ 8,42	5,00	\$ 544,66	\$ 553,08
<b>Actividad 3</b>	Transporte de la uchuva a la zona de clasificación	-	-	-	2,38	\$ 172,81	\$ 172,81
<b>Actividad 4</b>	Espera mientras hay disponibilidad en el área de clasificación	-	0,24	\$ 7,27	18,00	-	\$ 7,27
<b>Actividad 5</b>	Clasificación uchuva	-	1,02	\$ 30,91	18,00	\$ 1.306,45	\$ 1.337,36
<b>Actividad 6</b>	Control de calidad en la clasificación	-	1,00	\$ 8,42	5,00	\$ 362,90	\$ 371,32
<b>Actividad 7</b>	Transporte de uchuva al área de secado	-	-	-	1,30	\$ 94,35	\$ 94,35
<b>Actividad 8</b>	Almacenamiento temporal	-	0,24	\$ 0,99	480,00	-	\$ 0,99
<b>Actividad 9</b>	Transporte al cuarto de secado	-	-	-	2,55	\$ 185,08	\$ 185,08
<b>Actividad 10</b>	Secado de la fruta	\$ 79,19	28,20	\$ 116,86	480,00	-	\$ 196,04
<b>Actividad 11</b>	Inspección de la uchuva	-	0,49	\$ 0,27	0,33	\$ 23,95	\$ 24,22
<b>Actividad 12</b>	Transporte al área de empaque	-	-	-	0,45	\$ 32,66	\$ 32,66
<b>Actividad 13</b>	Empaque	\$ 1.401,50	2,19	\$ 91,38	24,83	\$ 1.802,08	\$ 3.294,96
<b>Actividad 14</b>	Codificación	-	2,25	\$ 0,23	0,06	\$ 4,35	\$ 4,58
<b>Actividad 15</b>	Transporte al área de embalaje	-	-	-	0,62	\$ 45,00	\$ 45,00
<b>Actividad 16</b>	Embalaje	\$ 197,53	0,43	\$ 0,58	0,79	\$ 57,30	\$ 255,40
<b>Actividad 17</b>	Transporte al área de recepción	-	-	-	1,51	\$ 109,60	\$ 109,60
<b>Actividad 18</b>	Entrega y salida del producto terminado	-	19,26	\$ 648,47	20,00	\$ 2.178,65	\$ 2.827,11
		\$ 1.678,21		\$ 1.659,53		\$ 9.425,30	\$ 12.763,04
							\$ 3.190,76

**Fuente:** Realizado en Microsoft Office Excel 2013

Con base a los registros de producción del año 2012 se calculó la cantidad de cajas de uchuva vendidas, las cuales fueron 352.620 unidades. Sin embargo la capacidad del cuarto actual de la planta es de 268.712 cajas/año, lo cual corresponde al uso del cuarto los 6 días a la semana (jornada laboral) durante las 24 horas (tiempo de secado para 1,5 toneladas).

Como se puede ver en la **tabla 51** la capacidad instalada no corresponde a la capacidad demandada en el 2012, razón por la cual FLP Colombia SAS tuvo que recurrir a empresas de maquila, las cuales le realizaron el procesamiento total de 122.927 cajas en el año.

**Tabla 51 Capacidad Instalada**

CUARTO DE SECADO	Cajas	Kilogramos	Toneladas
Capacidad demandada 2012	352620	718463	718
Capacidad instalada	229693	468000	468
<b>Diferencia</b>	<b>122927</b>	<b>250463</b>	<b>250</b>
Capacidad propuesta	918773	1872000	1872

**Fuente:** Realizado en Microsoft Office Excel 2013

Con el cuarto de secado propuesto, la capacidad instalada sería de 918773 cajas/año por lo cual la capacidad demandada del año pasado se supliría (eliminando la necesidad de recurrir a empresas de maquila), y ésta no sólo se supliría, sino que permite tener el triple de capacidad con respecto a la actual.



### 17.1 Flujo de caja: Cuarto de secado y mesas propuestas

Activo	Valor	Vida Util	Valor de salvamento
Mesas de acero	\$ 9.600.000,00	7	\$ -
Horno de secado	\$ 25.000.000,00	9	\$ -
Mesas de clasificación (Actuales)	\$ -	\$ -	\$ 3.600.000,00

	Días Mes	Inflación	Impuestos	Gasto Administrativo
Supuestos	30	3%	33%	25%

Variables	Actual	Nuevo
Unidades anuales	229.693	229.693
Costo caja	\$ 3.597,30	\$ 3.250,39

0%  
-10%

Tabla 53 Flujo de caja: Situación actual

ACTUAL

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Precio Uchuva	\$ -	\$ 14,559.00	\$ 14,995.77	\$ 15,445.64	\$ 15,909.01	\$ 16,386.28	\$ 16,877.87	\$ 17,384.21	\$ 17,905.73	\$ 18,442.91
Unidades	0.00	229693.00	241177.65	253236.53	265898.36	279193.28	293152.94	307810.59	323201.12	339361.17
Ventas Total	\$ -	\$ 3,344,100,387.00	\$ 3,616,644,568.54	\$ 3,911,401,100.88	\$ 4,230,180,290.60	\$ 4,574,939,984.28	\$ 4,947,797,593.00	\$ 5,351,043,096.83	\$ 5,787,153,109.22	\$ 6,258,806,087.62
Costo de venta	\$ -	\$ 3,597.30	\$ 3,705.22	\$ 3,816.38	\$ 3,930.87	\$ 4,048.79	\$ 4,170.26	\$ 4,295.36	\$ 4,424.23	\$ 4,556.95
Costo de venta total	\$ -	\$ 826,274,628.90	\$ 893,616,011.16	\$ 966,445,716.06	\$ 1,045,211,041.92	\$ 1,130,395,741.84	\$ 1,222,522,994.80	\$ 1,322,158,618.88	\$ 1,429,914,546.32	\$ 1,546,452,581.84
Gastos Administrativos	\$ -	\$ 836,025,096.75	\$ 861,105,849.65	\$ 886,939,025.14	\$ 913,547,195.90	\$ 940,953,611.77	\$ 969,182,220.13	\$ 998,257,686.73	\$ 1,028,205,417.33	\$ 1,059,051,579.85
EBITDA	\$ -	\$ 1,681,800,661.35	\$ 1,861,922,707.73	\$ 2,058,016,359.67	\$ 2,271,422,052.78	\$ 2,503,590,630.67	\$ 2,756,092,378.07	\$ 3,030,626,791.22	\$ 3,329,033,145.57	\$ 3,653,301,925.93
CAPEX	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciaciones y Amortizaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EBIT	\$ -	\$ 1,681,800,661.35	\$ 1,861,922,707.73	\$ 2,058,016,359.67	\$ 2,271,422,052.78	\$ 2,503,590,630.67	\$ 2,756,092,378.07	\$ 3,030,626,791.22	\$ 3,329,033,145.57	\$ 3,653,301,925.93
Impuestos	\$ -	\$ (554,994,218.25)	\$ (614,434,493.55)	\$ (679,145,398.69)	\$ (749,569,277.42)	\$ (826,184,908.12)	\$ (909,510,484.76)	\$ (1,000,106,841.10)	\$ (1,098,580,938.04)	\$ (1,205,589,635.56)
FCL	\$ -	\$ 1,126,806,443.10	\$ 1,247,488,214.18	\$ 1,378,870,960.98	\$ 1,521,852,775.36	\$ 1,677,405,722.55	\$ 1,846,581,893.31	\$ 2,030,519,950.12	\$ 2,230,452,207.53	\$ 2,447,712,290.37
VPN	\$ -	\$ 11,065,281,643.20								

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

En este flujo de caja libre (Ver **Tabla 53. Flujo de caja: Situación actual**) se plantea a modo de control la situación actual de FLP Colombia SAS para comparar los resultados con los flujos de caja propuestos, donde se utilizan los mismos valores de unidades producidas y costo por caja debido a las mejoras implementadas.

Para el análisis se tomaron los siguientes supuestos: La inflación del 3% (Cámara de comercio de Bogotá, 2013), impuestos de 33% (Ministerio de hacienda) y que el número de unidades vendidas aumentaba el 5% anual. Se tomó como costo de oportunidad el 8%, ya que FLP Colombia SAS definió que toda inversión interna debe tener un mínimo de rentabilidad con este valor.

En nueve (9) años, manteniendo los supuestos y sin modificar las variables (unidades producidas y costo por caja) el valor presente neto (VPN) de las utilidades de FLP Colombia SAS es de \$11'065. 281.643.

El siguiente flujo de caja (**Tabla 54. Flujo de caja: Escenario 1**) muestra el resultado de implementar un cambio en las mesas de clasificación y de adquirir un nuevo cuarto de secado por ACPM. Las alternativas de mejoramiento propuestas impactan directamente las unidades producidas anuales y el costo por caja de uchuva, aunque en el análisis no se tomó en cuenta este aumento en la capacidad del proceso de secado debido al cuarto propuesto.

**Tabla 54 Flujo de caja: Escenario 1**

PROPUESTO										
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Precio Uchuva	\$ -	\$ 14,559.00	\$ 14,995.77	\$ 15,445.64	\$ 15,909.01	\$ 16,386.28	\$ 16,877.87	\$ 17,384.21	\$ 17,905.73	\$ 18,442.91
Unidades	0.00	229693.00	241177.65	253236.53	265898.36	279193.28	293152.94	307810.59	323201.12	339361.17
Ventas Total	\$ -	\$ 3,344,100,387.00	\$ 3,616,644,568.54	\$ 3,911,401,100.88	\$ 4,230,180,290.60	\$ 4,574,939,984.28	\$ 4,947,797,593.00	\$ 5,351,043,096.83	\$ 5,787,153,109.22	\$ 6,258,806,087.62
Costo de venta	\$ -	\$ 3,250.39	\$ 3,347.90	\$ 3,448.34	\$ 3,551.79	\$ 3,658.34	\$ 3,768.09	\$ 3,881.14	\$ 3,997.57	\$ 4,117.50
Costo de venta total	\$ -	\$ 746,591,830.27	\$ 807,439,064.44	\$ 873,245,348.19	\$ 944,414,844.07	\$ 1,021,384,653.86	\$ 1,104,627,503.15	\$ 1,194,654,644.65	\$ 1,292,018,998.19	\$ 1,397,318,546.55
Gastos Administrativos	\$ -	\$ 836,025,096.75	\$ 861,105,849.65	\$ 886,939,025.14	\$ 913,547,195.90	\$ 940,953,611.77	\$ 969,182,220.13	\$ 998,257,686.73	\$ 1,028,205,417.33	\$ 1,059,051,579.85
EBITDA	\$ -	\$ 1,761,483,459.98	\$ 1,948,099,654.45	\$ 2,151,216,727.55	\$ 2,372,218,250.64	\$ 2,612,601,718.65	\$ 2,873,987,869.73	\$ 3,158,130,765.45	\$ 3,466,928,693.70	\$ 3,802,435,961.23
CAPEX	\$ (31,000,000.00)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciaciones y Amortizaciones	\$ -	\$ 4,149,206.35	\$ 4,149,206.35	\$ 4,149,206.35	\$ 4,149,206.35	\$ 4,149,206.35	\$ 4,149,206.35	\$ 4,149,206.35	\$ 2,777,777.78	\$ 2,777,777.78
EBIT	\$ (31,000,000.00)	\$ 1,757,334,253.63	\$ 1,943,950,448.10	\$ 2,147,067,521.20	\$ 2,368,069,044.29	\$ 2,608,452,512.30	\$ 2,869,838,663.38	\$ 3,153,981,559.10	\$ 3,464,150,915.92	\$ 3,799,658,183.45
Impuestos	\$ -	\$ (579,920,303.70)	\$ (641,503,647.87)	\$ (708,532,281.99)	\$ (781,462,784.61)	\$ (860,789,329.06)	\$ (947,046,758.91)	\$ (1,040,813,914.50)	\$ (1,143,169,802.25)	\$ (1,253,887,200.54)
<b>FCL</b>	<b>\$ (31,000,000.00)</b>	<b>\$ 1,181,563,156.28</b>	<b>\$ 1,306,596,006.58</b>	<b>\$ 1,442,684,445.55</b>	<b>\$ 1,590,755,466.02</b>	<b>\$ 1,751,812,389.59</b>	<b>\$ 1,926,941,110.81</b>	<b>\$ 2,117,316,850.94</b>	<b>\$ 2,323,758,891.44</b>	<b>\$ 2,548,548,760.69</b>
<b>VPN</b>	<b>\$ 11,526,176,135.20</b>									

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

En este flujo de caja se mantuvieron las unidades producidas anuales de 229.693 (para efectos comparativos vs. Situación actual) y se redujo el costo por caja de \$3.597,30 a \$3.250,39 (cambio porcentual de 10%), a pesar del aumento en la capacidad en el cuarto de secado (de 1,5 a 2,5 toneladas) y la reducción del tiempo de este proceso de 24 horas a 8 horas diarias. Así mismo el cambio en el sitio de trabajo de clasificación contribuyó a la reducción del costo por caja y al aumento de unidades producidas anuales, debido al aumento de la productividad en este proceso. Con la implementación de estas alternativas, se percibe un cambio sustancial en el VPN de \$ 11'065. 281.643 a \$11'526.176.135.

El flujo de caja se realizó a (9) nueve años, ya que se quiso tener en cuenta dentro el flujo el periodo de depreciación del cuarto de secado. Para el caso de las mesas de acero la depreciación es de 7 años, por lo cual a partir del siguiente periodo solo contempla la depreciación del cuarto.

Nota: Para conocer la rentabilidad del proyecto (ROA o ROI por sus siglas en inglés) es necesario conocer el valor de los activos de la empresa, dato que la empresa no suministró para el análisis, por lo que no fue posible determinar este valor. ROA = Utilidad neta / Activo total.

## 17.2 Flujo de caja: Segunda puerta en el cuarto de secado actual y mesas propuestas

Activo	Valor	Vida Util	Valor de salvamento
Mesas de acero	\$ 9.600.000,00	7	\$ -
Segunda puerta	\$ 1.000.000,00	0	\$ -
Mesas de clasificación (Actuales)	\$ -	\$ -	\$ 3.600.000,00

	Días Mes	Inflación	Impuestos	Gasto Administrativo
Supuestos	30	3%	33%	25%

Variables	Actual	Nuevo	
Unidades anuales	229.693	229.693	0%
Costo caja	\$ 3.597,00	\$ 3.190,79	-11%

Mesa Acero			
Periodo	Depreciación	Dep. Acumulada	Valor en libros
0	\$ -	0	\$ 9.600.000,00
1	\$ 1.371.428,57	\$ 1.371.428,57	\$ 8.228.571,43
2	\$ 1.371.428,57	\$ 2.742.857,14	\$ 6.857.142,86
3	\$ 1.371.428,57	\$ 4.114.285,71	\$ 5.485.714,29
4	\$ 1.371.428,57	\$ 5.485.714,29	\$ 4.114.285,71
5	\$ 1.371.428,57	\$ 6.857.142,86	\$ 2.742.857,14
6	\$ 1.371.428,57	\$ 8.228.571,43	\$ 1.371.428,57
7	\$ 1.371.428,57	\$ 9.600.000,00	\$ 0,00

Cuarto de secado			
Periodo	Depreciación	Dep. Acumulada	Valor en libros
0	\$ -	0	\$ 1.000.000,00
1	\$ 111.111,11	\$ 111.111,11	\$ 888.888,89
2	\$ 111.111,11	\$ 222.222,22	\$ 777.777,78
3	\$ 111.111,11	\$ 333.333,33	\$ 666.666,67
4	\$ 111.111,11	\$ 444.444,44	\$ 555.555,56
5	\$ 111.111,11	\$ 555.555,56	\$ 444.444,44
6	\$ 111.111,11	\$ 666.666,67	\$ 333.333,33
7	\$ 111.111,11	\$ 777.777,78	\$ 222.222,22
8	\$ 111.111,11	\$ 888.888,89	\$ 111.111,11
9	\$ 111.111,11	\$ 1.000.000,00	\$ -

El siguiente flujo de caja (**Tabla 55. Flujo de caja: Escenario 2**) muestra el efecto que tiene invertir en 8 mesas de acero para aumentar la productividad del proceso de clasificación y en la construcción de una segunda puerta en el cuarto de secado actual, facilitando el flujo del proceso, disminuyendo así los recorridos entre las operaciones del proceso pos-cosecha/uchuva.

**Tabla 55 Flujo de caja: Escenario 2**

**PROPUESTO**

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Precio Uchuva	\$ -	\$ 14,559.00	\$ 14,995.77	\$ 15,445.64	\$ 15,909.01	\$ 16,386.28	\$ 16,877.87	\$ 17,384.21	\$ 17,905.73	\$ 18,442.91
Unidades	0.00	229693.00	241177.65	253236.53	265898.36	279193.28	293152.94	307810.59	323201.12	339361.17
Ventas Total	\$ -	\$ 3,344,100,387.00	\$ 3,616,644,568.54	\$ 3,911,401,100.88	\$ 4,230,180,290.60	\$ 4,574,939,984.28	\$ 4,947,797,593.00	\$ 5,351,043,096.83	\$ 5,787,153,109.22	\$ 6,258,806,087.62
Costo de venta	\$ -	\$ 3,190.79	\$ 3,286.51	\$ 3,385.11	\$ 3,486.66	\$ 3,591.26	\$ 3,699.00	\$ 3,809.97	\$ 3,924.27	\$ 4,042.00
Costo de venta total	\$ -	\$ 732,902,127.47	\$ 792,633,650.86	\$ 857,233,293.40	\$ 927,097,806.82	\$ 1,002,656,278.07	\$ 1,084,372,764.73	\$ 1,172,749,145.06	\$ 1,268,328,200.38	\$ 1,371,696,948.71
Gastos Administrativos	\$ -	\$ 836,025,096.75	\$ 861,105,849.65	\$ 886,939,025.14	\$ 913,547,195.90	\$ 940,953,611.77	\$ 969,182,220.13	\$ 998,257,686.73	\$ 1,028,205,417.33	\$ 1,059,051,579.85
EBITDA	\$ -	\$ 1,775,173,162.78	\$ 1,962,905,068.03	\$ 2,167,228,782.33	\$ 2,389,535,287.89	\$ 2,631,330,094.44	\$ 2,894,242,608.14	\$ 3,180,036,265.04	\$ 3,490,619,491.51	\$ 3,828,057,559.06
CAPEX	\$ (7,000,000.00)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciaciones y Amortizaciones	\$ -	\$ 1,482,539.68	\$ 1,482,539.68	\$ 1,482,539.68	\$ 1,482,539.68	\$ 1,482,539.68	\$ 1,482,539.68	\$ 1,482,539.68	\$ 111,111.11	\$ 111,111.11
EBIT	\$ (7,000,000.00)	\$ 1,773,690,623.10	\$ 1,961,422,528.35	\$ 2,165,746,242.65	\$ 2,388,052,748.20	\$ 2,629,847,554.75	\$ 2,892,760,068.46	\$ 3,178,553,725.36	\$ 3,490,508,380.40	\$ 3,827,946,447.95
Impuestos	\$ -	\$ (585,317,905.62)	\$ (647,269,434.35)	\$ (714,696,260.07)	\$ (788,057,406.91)	\$ (867,849,693.07)	\$ (954,610,822.59)	\$ (1,048,922,729.37)	\$ (1,151,867,765.53)	\$ (1,263,222,327.82)
<b>FCL</b>	<b>\$ (7,000,000.00)</b>	<b>\$ 1,189,855,257.16</b>	<b>\$ 1,315,635,633.67</b>	<b>\$ 1,452,532,522.26</b>	<b>\$ 1,601,477,880.98</b>	<b>\$ 1,763,480,401.37</b>	<b>\$ 1,939,631,785.55</b>	<b>\$ 2,131,113,535.67</b>	<b>\$ 2,338,751,725.98</b>	<b>\$ 2,564,835,231.24</b>
<b>VPN</b>	<b>\$ 11,627,248,095.18</b>									

Fuente: Realizado en Microsoft Office Excel 2013

Con la implementación de las alternativas de mejoramiento propuestas, se mantuvieron las unidades anuales producidas y se percibió una disminución en el costo por caja del 11%. Esta variación permite observar un cambio en el VPN de \$11'065. 281.643 a \$11'627.248.095

## 18. CONCLUSIONES

Con base en los problemas detectados y oportunidades de mejora del proceso pos-cosecha de la uchuva en FLP Colombia SAS, en primer lugar se identificaron y documentaron los estándares de los procesos productivos, para luego estudiar, analizar y realizar la propuesta de mejoramiento, la cual buscó reducir costos y aumentar la productividad de los procesos productivos (manteniendo la calidad del proceso) con respecto a la situación actual de la empresa, sin afectar negativamente su rentabilidad. Las propuestas de mejoramiento que comprende este estudio son:

- El cambio del sitio de trabajo en el proceso de clasificación, el cual permite incrementar la productividad de los operarios de 30 min/canastilla de 8,15 kg a 18 min/canastilla, sin afectar la calidad del proceso y su desarrollo adecuado.
- Empleo de un nuevo cuarto de secado por quemador de ACPM, el cual permite reducir el tiempo de secado de 24 horas a 8 horas. Así mismo aumentar de una capacidad de 1,5 a 2 toneladas de uchuva
- El cambio de método y modificación del sitio de trabajo en el proceso de empaque, el cual permite incrementar la productividad de este proceso, pasando de 7 canastos/min en una línea de trabajo de cuatro (4) operarios a 11 canastos/min en la misma línea.
- Diseño de planta que cumple con las necesidades de la operación, la cual permite eliminar distancias entre los procesos (14,14 m), optimizar el espacio del proceso de clasificación con el cambio de las mesas propuestas y un flujo de proceso más adecuado.
- Gestión visual, por medio de láminas plastificadas de poliestireno, que permitan identificar claramente las áreas de trabajo.
- Aprovechamiento del 13% (kg en promedio) de los desperdicios de uchuvas/mes como fuente para hacer compostaje para la empresa Agrícola Cardenal.

Con estas alternativas se dio solución a los puntos críticos y a las oportunidades de mejora identificadas encontradas, las cuales se enlistan a continuación:

- Oportunidad de mejora que existe en la productividad del proceso de clasificación.
- El tiempo requerido por el proceso de secado de 24 horas.
- Oportunidad de mejora que existe en la productividad del proceso de empaque.
- El espacio insuficiente con el que cuenta actualmente la planta y la distribución de la misma.
- La inexistencia de gestión visual, lo cual impide identificar las áreas de trabajo,
- Desaprovechamiento del 8500 kg/mes (en promedio) de uchuvas que no cumplen con los estándares de calidad para su exportación o para el mercado nacional.

De las seis alternativas de mejoramiento, las cuales dan solución a los puntos críticos y oportunidades de mejora encontradas, se pudo evaluar la efectividad de dos de esas

alternativas: el cambio del sitio de trabajo en el proceso de clasificación y el cambio de método y modificación del sitio de trabajo en el proceso de empaque. Esto a través de un diseño de experimentos y un estudio a través de la inferencia estadística.

Los resultados obtenidos con la evaluación de la efectividad de cada una de estas alternativas fueron: Para el proceso de clasificación con los dos diseños de experimentos (el primero correspondiente a la productividad y el segundo a la calidad) se pudo comprobar estadísticamente que el sitio de trabajo 2 (propuesto) permite disminuir el tiempo que toma clasificar una canastilla de uchuva de 8,15 kg, manteniéndose el porcentaje de calidad en el proceso, dado que el diseño de experimentos/calidad permite garantizar que el sitio de trabajo no es significativo en el porcentaje de calidad.

Para el proceso de empaque, por medio de la inferencia estadística, se pudo concluir, con un nivel de confianza del 95%, que con el método y la modificación del sitio de trabajo propuesto en el proceso de secado la productividad mejora.

Finalmente se elaboró un análisis costo/beneficio de la propuesta descrita para el mejoramiento de los procesos pos-cosecha/uchuva, con un escenario 1 y un escenario 2. El primero correspondiente a la implementación de un nuevo cuarto de secado por quemador de ACPM y a la inversión de 8 mesas de acero inoxidable para el proceso de clasificación. El segundo escenario hace referencia a la construcción de una segunda puerta en el cuarto de secado y la inversión de las mesas de acero inoxidable propuestas.

Los dos escenarios cuentan con la inversión de comprar las mesas de acero propuestas, ya que estas son indispensables para aumentar la productividad del proceso de clasificación y para mejorar el flujo del proceso en el diseño de planta propuesto.

Luego de realizar los flujos correspondientes, se pudo concluir que tanto el escenario 1 y el escenario 2 aumentan el VPN esperado para 9 años (tiempo de depreciación del cuarto de secado propuesto):

El escenario 1 es una alternativa altamente rentable para FLP Colombia SAS, el VPN aumenta en un 4% (manteniendo las cantidades a producir).

El escenario 2 es una alternativa positiva para FLP Colombia SAS, ya que aumenta su VPN 5%, con respecto a la situación actual y su inversión inicial es mínima.

Tanto para el escenario 1 como el 2 no se contempló una aumentó en las cantidades producidas, a pesar de contar con la capacidad instalada (esto con respecto al escenario 1: compra de mesas y cuarto de secado). Y para el escenario 2 (compra de mesas y modificación en el cuarto de secado) no se contempló en el escenario analizado, ya que el proceso de secado mantendría la misma capacidad de 1,5 toneladas y la duración de 24 horas sería la misma. La segunda puerta es una alternativa para contribuir a la mejora del flujo del proceso, mas no para aumentar la capacidad instalada de la producción.

Sea el escenario 1 o el escenario 2, la implementación de estas alternativas serán beneficiosas para FLP Colombia SAS, ya que se reduciría el costo de producir una caja de uchuvas y al mismo tiempo aumentaría el VPN. Es necesario aclarar que a pesar que el VPN del escenario 2 es mayor al escenario 1, el beneficio del escenario 1 radica en el aumento de las unidades a producir, debido al incremento en la capacidad del cuarto propuesto.

## 19. GLOSARIO

- **ANOVA**

Analysis of Variance. Discrimina las variaciones para ver si son significativas o no.

- **Base**

Acción de colocar uchuvas en fondo de una canasta de empaque.

- **Capacho o Cáliz:**

Conjunto de hojas o sépalos que protegen el fruto. (ICONTEC, 1999)

- **Canastas/canastos:**

Hacen referencia al material de empaque, en donde se disponen 108 g de uchuva para su presentación final.

- **Canastilla**

Hace referencia al elemento plástico para el almacenamiento y transporte de las uchuvas.

- **Cercospora**

Hongo que causa manchas redondas de color rojizo púrpura con el centro de coloración más clara. Estas manchas pueden observarse en cualquier parte de la hoja. En condiciones de alta humedad y temperatura las manchas se unen formando zonas necróticas irregulares y puede haber caída de hojas. (Manejo integrado de Plagas y enfermedades forestales)

- **Costos ocultos**

Hacen referencia a las distancias recorridas o transportes (más de 1.5 metros), demoras y almacenamientos. (Niebel, 2009)

- **Diseño de experimentos**

Metodología estadística destinada a la planificación y análisis de un experimento

- **Factor**

Variabes independientes, las cuales al cambiar originan un cambio en la variable de respuesta. Los factores pueden ser controlables o no controlables.

- **Gestión visual**

Controles o dispositivos visuales que permiten a cualquier persona reconocer los estándares y las desviaciones de los mismos. (Brady Worldwide Inc, 2012)

- **Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing es un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota a partir del decenio de 1950 que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial independientemente de su tamaño. (Arrieta, Muñoz, Salcedo, & Sossa, 2011)

- **Maquila:**

“Se refiere a la práctica de otorgar el sub-procesamiento de algún aspecto de la actividad productiva a terceros, práctica muy común en la manufactura. La industria de la maquila consiste en la confección o ensamblaje de productos con piezas elaboradas e importadas, y es considerada como la actividad que se vislumbra a la zaga de la industria ante el proceso de la globalización económica, ya que permite hacer una proyección sobre posibilidades competitivas frente a la apertura de mercados.” (Balderas, 2011)

- **Nivel de significancia**

El nivel de significancia  $\alpha$  se define como la probabilidad de rechazar erróneamente la hipótesis nula

- **NTC 4580 de 1999**

Norma Técnica Colombiana que está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la uchuva (*Physalis peruviana* L.), destinada para el consumo fresco o como materia prima para el procesamiento. (ICONTEC, 1999)

- **Pedúnculo:**

Tallo del fruto. (ICONTEC, 1999)

- **Peinar**

Acción de organizar (en la misma de dirección el capacho) las uchuvas sobre la base de una canasta de empaque.

- **Rajadura:**

Rompimiento superficial de la epidermis. (ICONTEC, 1999)

- **Réplicas**

Medidas independientes. Observaciones

- **Reprocesos:**

Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.

Al contrario que el reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes del producto no conforme.

- **Tabla de color:**

Indica el desarrollo de la madurez del fruto a través de los cambios de color externo. Se identifican los estados por una escala numérica que inicia en 0 y termina en 6. (ICONTEC, 1999)

- **Therbligs**

Los Gilberth fueron pioneros en el estudio de los movimientos manuales y desarrollaron leyes básicas de la economía de movimientos que aún se consideran fundamentales. Los Gilberth concluyeron que todo trabajo, sea productivo o no, se realiza mediante el uso de combinaciones de 17 movimientos básicos a los que llamaron therblig (Gilberth pronunciado al revés) (Niebel, 2009)

- **Tratamientos**

Combinaciones de niveles para lograr un resultado

- **Unidad experimental**

Ítems a los que se les aplica tratamientos para obtener una respuesta

- **Variable de respuesta**

Aquello que se desea medir



## 20. BIBLIOGRAFIA

- Arrieta, J. G., Muñoz, J. D., Salcedo, A., & Sossa, S. (2011). Aplicación lean manufacturing en la industria Colombia. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 11.
- Balderas, T. (2011). *Capítulo II. Maquila*. Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lri/tay\\_b\\_aa/capitulo\\_2.html#](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/tay_b_aa/capitulo_2.html#)
- Blogspot. (11 de noviembre de 2010). *La chuva*. Obtenido de <http://uchuvapasquilla.blogspot.com/2010/11/el-compost.html>
- Brady Worldwide Inc. (2012). *Visual Workplace handbook*. Recuperado el abril de 2013, de [www.BradyID.com/visualworkplace](http://www.BradyID.com/visualworkplace)
- Cámara de comercio de Bogotá. (06 de mayo de 2013). *Inflación 2013*. Recuperado el 17 de abril de 2013, de <http://inflacion.com.co/inflacion-2013.html>
- Cempre Uruguay: Tchobanoglous, Theisen, Vigil. (2012). Gestión Integral de Residuos Sólidos. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Uruguay.
- Consuegra, O. (11 de agosto de 2012). Primera visita Agroenlace Logístico SAS, reconocimiento de la planta y sus procesos. (C. Galvis López, & M. Garzón Núñez, Entrevistadores)
- Consuegra, O. (14 de noviembre de 2012). Reunión para la revisión y aprobación del proyecto realizado en Agroenlace Logístico SAS. (C. Galvis López, & M. Garzón Núñez, Entrevistadores)
- Corner Farm Chicago. (2013). *Compost*. Recuperado el enero de 2013, de <http://www.cornerfarm.org/altgeld-sawyer/compost/>
- Ferré, J., & Xavier, R. (2010). *Introducción al diseño de experimentos*. Recuperado el 15 de enero de 2013, de <http://ocw.univalle.edu.co/ocw/ingenieria-electronica-telecomunicaciones-y-afines/investigacion-i/bibliografia-1/disenostadisticoexperimentos.pdf>
- FLP Fresh fruits and vegetables. (s.f.). Recuperado el 17 de Febrero de 2013, de [http://www.flp-int.com/spanish/company\\_grupo.html](http://www.flp-int.com/spanish/company_grupo.html)

- García S, O. L. (2009). *Administración financiera: Fundamentos y Aplicaciones* (Cuarta edición ed.). Cali - Colombia.
- Guitierrez, N. (19 de marzo de 2013). Entrevista sobre las necesidades y situación actual de la empresa. (C. Galvis López, & M. Garzón Núñez, Entrevistadores)
- Hernández, C. (29 de abril de 2013). Revisión de las especificaciones del cuarto de secado por quemador de ACPM. (C. Galvis López, & M. Garzón Núñez, Entrevistadores)
- ICONTEC. (17 de febrero de 1999). *Norma Técnica Colombiana NTC 4580*. Recuperado el 05 de noviembre de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/50170800/NTC4580>
- Información empresas. (s.f.). *Directorio de empresas*. Recuperado el 13 de marzo de 2012, de <http://www.informacion-empresas.co/>
- LEGISCOMEX. (03 de diciembre de 2008). *Inteligencia de mercados: Frutas exóticas en Colombia*. Recuperado el 27 de agosto de 2012, de [http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/est\\_col\\_frutas\\_exot\\_6.pdf](http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/est_col_frutas_exot_6.pdf)
- Manejo integrado de Plagas y enfermedades forestales. (s.f.). Recuperado el 01 de abril de 2013, de <http://sea.uprm.edu/forest/manchafoliarcercospora.html>
- Ministerio de hacienda. (s.f.). *ABC Reforma tributaria*. Recuperado el 7 de abril de 2013, de <http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/recaudodeimpuestos/ABC-REFORMA-TRIBUTARIA2.pdf>
- Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. (25 de agosto de 2010). *Oportunidad para la uchuva en el mercado de la unión europea*. Recuperado el septiembre de 03 de 2012, de <http://www.minagricultura.gov.co/inicio/noticias.aspx?idNoticia=651>
- Moreno, R. (04 de marzo de 2013). Primera visita FLP Colombia SAS, reconocimiento de la planta y sus procesos. (C. Galvis López, & M. Garzón Núñez, Entrevistadores)
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería industrial. Métodos, estándares y estándares de diseño* (Vol. Duodécima edición ed.). Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- PROEXPORT COLOMBIA. (Enero de 2011). *Sector agroindustrial Colombiano*. Recuperado el 15 de agosto de 2012, de [http://www.botschaft-kolumbien.de/descargas\\_proexport/berlin\\_2011/espanol/inversion/agroindustria/perfil\\_agroindustria.pdf](http://www.botschaft-kolumbien.de/descargas_proexport/berlin_2011/espanol/inversion/agroindustria/perfil_agroindustria.pdf)

Unipymes: Comunidad latina empresarial. (22 de febrero de 2012). *La uchuva colombiana, protagonista la feria de Emiratos árabes*. Obtenido de <http://www.unipymes.com/la-uchuva-colombiana-protagonista-la-feria-de-emiratos-arabes/>