

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA  
CALIDAD DEL CORTE MANUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO  
DE CAUCA**

**MODALIDAD: PRACTICA EMPRESARIAL**

**JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
INGENIERIA INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2006**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA  
CALIDAD DEL CORTE MANUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO  
DEL CAUCA**

**MODALIDAD: PRACTICA EMPRESARIAL**

**JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para  
optar al título de  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Director:  
JOSE JOAQUÍN GARCÍA DÍAZ  
Ingeniero Industrial, MSc**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
INGENIERIA INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2006**

*A mi madre, por ese esfuerzo infinito*  
*A mi hermano, por su respaldo incondicional*  
*A mi familia, por su apoyo absoluto*  
*A los doctores Pedro Daniel Estrada, Edgar Escobar, Luís Ignacio Concha y*  
*Fernando Parra, por una oportunidad maravillosa*  
*A mis amigos de oficina, por hacerme sentir en casa*  
*A mi director y demás profesores, por las bases necesarias*  
*A mis amigos en Bucaramanga que iniciaron conmigo este proceso, por su aliento*  
*constante*  
*Y a mis amigos en Cali que me vieron cerrarlo por lo alto*

*Gracias mil.*

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. ALCANCE DEL PROYECTO	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
<b>2. GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN.....</b>	<b>5</b>
2.1. RESEÑA HISTORICA	5
2.2. MISION INSTITUCIONAL	6
2.3. VISION INSTITUCIONAL	6
2.4. FILOSOFIA INSTITUCIONAL	6
2.5. POLITICAS INSTITUCIONALES	7
2.5.1. Calidad de los productos, satisfacción de los clientes, posicionamiento en el mercado	7
2.5.2. Optimización de los procesos, actualización tecnológica, utilización de los recursos	7
2.5.3. Rentabilidad, presupuestos, control de costos y gastos	8
2.5.4. Desarrollo de proveedores	9
2.5.5. Responsabilidad social	9
2.5.6. Responsabilidad ambiental	10
2.5.7. Seguridad y salud ocupacional	11
2.5.8. Talento humano, selección y desarrollo	11
2.5.9. Ambiente laboral	12
2.6. PRODUCTOS PRINCIPALES	13

2.7.	SISTEMAS DE GESTION	13
2.7.1.	Calidad	13
2.7.2.	Medio Ambiente	14
2.7.3.	SYSO	14
2.8.	ORGANIGRAMA GENERAL	15
<b>3.</b>	<b>GENERALIDADES DE LA SUPERINTENDENCIA DE COSECHA.....</b>	<b>16</b>
3.1.	ORGANIGRAMA DE LA SUPERCOSECHA	16
3.2.	MADURACION	17
3.3.	QUEMA	17
3.4.	CORTE	17
3.4.1.	Corte manual de caña de azúcar	17
3.4.1.1.	Consideraciones Generales.	17
3.4.1.2.	Descripción de Proceso de Corte	18
3.4.1.3.	Maquinas.	20
3.4.1.4.	Equipos.	20
3.4.1.5.	Herramientas.	20
3.5.	ALCE Y TRANSPORTE	20
<b>4.</b>	<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>25</b>
4.1.	HERRAMIENTAS ESTADISTICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD.	25
4.1.1.	Definición.	25
4.1.2.	Diagrama causa – efecto.	25
4.1.2.1.	Usos.	25
4.1.2.2.	¿Cómo elaborarlo?	26
4.1.2.3.	Observaciones.	27
4.2.	INTERVALOS DE CONFIANZA.	28
4.2.1.	Definición	28

4.2.2. Estimación del tamaño de la muestra (poblaciones finitas).	28
4.3. DISEÑO DE EXPERIMENTOS.	29
4.3.1. Definición.	29
4.3.2. Metodología del diseño de experimentos.	30
4.3.2.1. El Experimento.	30
4.3.2.2. El Diseño.	31
4.3.2.3. El Análisis Estadístico.	31
4.3.3. Diseño unifactorial completamente aleatorizado.	32
4.3.3.1. Análisis de Varianzas.	32
<b>5. GENERALIDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....</b>	<b>34</b>
5.1. MORFOLOGIA	34
5.1.1. Sistema radicular	35
5.1.2. Tallo	36
5.1.3. Nudo	37
5.1.4. Entrenudo	38
5.1.5. Flor	38
5.2. COMPUESTOS Y DIFERENTES USOS	38
5.3. VARIEDADES	39
5.4. LA MATERIA EXTRAÑA	40
5.4.1. Definición de los componentes de la materia extraña vegetal	41
5.4.2. La materia extraña en el proceso de evaluación de calidad de corte manual de caña de azúcar.	43
5.4.2.1. Evaluaciones de calidad de corte manual de caña de azúcar	45
<b>6. ANÁLISIS DE LAS EVALUACIONES DE CALIDAD DE CORTE MANUAL DE CAÑA DE AZÚCAR.....</b>	<b>47</b>
6.1. ANÁLISIS DEL ESTADO EN QUE SE ENCONTRO EL PROCESO DE EVALUACION DE CALIDAD DE CORTE MANUAL DE CAÑA	47

6.2.	DIAGNOSTICO SEGÚN EL DIAGRAMA CAUSA – EFECTO	48
6.3.	PROPUESTAS DE MEJORA SEGÚN LO IDENTIFICADO EN EL DIAGRAMA CAUSA – EFECTO	51

## **7. IMPLEMENTACION DEL MECANISMO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE CORTE DE CAÑA BASADO EN LAS PROPUESTAS DE MEJORA.....53**

7.1.	IDENTIFICACION DE FACTORES RELEVANTES PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE CORTE	53
7.1.1.	Definición de factores relevantes	53
7.1.1.1.	Factores Externos	54
7.1.1.2.	Factores Internos	54
7.1.2.	Definición de los niveles de cada factor	55
7.1.2.1.	Factores Externos	55
7.1.2.2.	Factores Internos	56
7.2.	PROCESO DE EVALUACIÓN	57
7.3.	DISEÑO DE EXPERIMENTO PARA ESTABLECER TRAMO DE LA CHORRA A EVALUAR	61
7.3.1.	Identificación del problema	61
7.3.2.	Selección de factores	61
7.3.3.	Premuestra	62
7.3.4.	Realización del experimento	65
7.3.4.1.	Procedimiento Experimental	65
7.3.4.2.	Datos Obtenidos	69
7.3.4.3.	Análisis de Varianzas	71
7.4.	ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	75
7.5.	DISEÑO DEL FORMATO DE EVALUACIÓN	84
7.5.1.	Nuevo formato de evaluación	84
7.5.2.	Diligenciamiento del nuevo formato	86
7.6.	DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA EN EXCEL	86
7.6.1.	Ponderación de factores	86

7.6.2. Indicador de cumplimiento	89
7.6.3. Herramienta de Excel	92
7.7. CAPACITACION DEL RECURSO HUMANO	98
7.8. DISTRIBUCION DE LOS EVALUADORES	101
7.9. INCLUSION DEL MECANISMO EN SIAGRI	104

## **8. CONCLUSIONES.**

## **9. RECOMENDACIONES.**

## **10. LOGRO DE OBJETIVOS.**

## **BIBLIOGRAFIA.**

## **ANEXOS.**

## INDICE DE TABLAS

Tabla No 1. Etapas de proceso de corte manual de caña de azúcar. ....	19
Tabla No 2. Etapas para la elaboración de un diagrama causa – efecto	26
Tabla No 3. Compuestos de la caña de azúcar y sus diferentes usos.	38
Tabla No 4. Atribución de la materia extraña vegetal.	43
Tabla No 5. Atribución de la materia extraña mineral.	44
Tabla No 6. Datos de la premuestra	62
Tabla No 7. Valores de la potencia.	64
Tabla No 8. Datos obtenidos.	69
Tabla No 9. Resumen datos obtenidos	71
Tabla No 10. Anova del experimento	73
Tabla No 11. Cantidad de personal por cooperativas.	75
Tabla No 12. Asistencia Febrero	76
Tabla No 13. Asistencia Marzo	77
Tabla No 14. Asistencia Abril	78
Tabla No 15. Asistencia Mayo y Desviaciones promedio	79
Tabla No 16. Resumen número de evaluaciones por cooperativa.	83
Tabla No 17. Importancia relativa de los factores.	87
Tabla No 18. Importancia relativa de los factores por consenso.	88
Tabla No 19. Ponderación de los factores.	88
Tabla No 20. Ponderación de los factores por consenso.	89
Tabla No 21. Solicitud herramientas y equipo de protección personal.	100
Tabla No 22. Programación asistencia al corte. Julio - agosto.	103

## INDICE DE FIGURAS

Figura No 1. Diagrama de flujo Maduración.....	21
Figura No 2. Diagrama de flujo Quemadas	22
Figura No 3. Diagrama de flujo Corte Manual	23
Figura No 4. Diagrama de flujo Alce y Transporte	24
Figura No 5. La caña de azúcar y sus componentes	34
Figura No 6. Sistema radicular de la caña de azúcar.	35
Figura No 7. Tallo de la caña de azúcar.	36
Figura No 8. Chulquines.	41
Figura No 9. Cogollos.	41
Figura No 10. Tallos secos.	42
Figura No 11. Hojas secas.	42
Figura No 12. Formato inicial de evaluación.	47
Figura No 13. Problemas visualizados. Diagrama Causa – Efecto.	48
Figura No 14. Diagrama de flujo proceso de evaluación.	60
Figura No 15. Formato para toma de muestra en un metro	65
Figura No 16. Formato para toma de muestra en dos metros.	66
Figura No 17. Formato para toma de muestra en tres metros.	66
Figura No 18. Registro muestra en un metro.	67
Figura No 19. Registro muestra en dos metros.	68
Figura No 20. Registro muestra en tres metros.	68
Figura No 21. Regiones críticas.	74
Figura No 22. Nuevo formato para las evaluaciones de calidad de corte	85
Figura No 23. Ejemplo de la obtención del indicador de cumplimiento.	91
Figura No 24. Distribución de las cooperativas dentro de la herramienta.	95
Figura No 25. Hoja de cálculo para los informes y análisis comparativo entre cooperativas	96
Figura No 26. Comparación Cooperativas – Valor esperado	97

Figura No 27. Obtención del grafico comparativo	97
Figura No 28. Presentación utilizada	100
Figura No 29. Pantalla inicial del SIAGRI	105
Figura No 30. Proyectos de investigación.	106
Figura No 31. Espacio para el control de corte dentro de las evaluaciones	107
Figura No 32. Formato de prueba para las evaluaciones de calidad.	108
Figura No 33. Prueba del formato con valores reales.	109

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo No 1. Formatos de capacitaciones hechas.

Anexo No 2. Fotografías de apoyo.

## RESUMEN

**TITULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CORTE MANUAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO DEL CAUCA.\***

**AUTOR:**

JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** ESTADISTICA, FACTORES RELEVANTES, E.C.C.M (EVALUACIONES DE CALIDAD DE CORTE MANUAL), CAÑA DE AZÚCAR, CALIDAD, PROCESO, EVALUACION

### **RESUMEN:**

El presente proyecto nace de observar la necesidad de la superintendencia de cosecha del ingenio azucarero del Cauca por entregar a la fábrica caña de azúcar en el mejor estado posible, además de dejar el campo cosechado en las mejores condiciones. A partir de esta necesidad, aparecen las evaluaciones de calidad de corte manual de caña (E.C.C.M) como un mecanismo de apoyo al control de la labor que se realiza en el campo.

Mediante un diagnostico del proceso actual de evaluación, se identificaron puntos críticos que dificultaban la realización del ejercicio. Estos puntos incluían la incorrecta definición de los factores que inciden en la calidad del corte manual de caña, formatos de evaluación complejos, personal no capacitado, número indefinido de evaluaciones a realizar y la no estandarización del proceso. Una vez identificados estos puntos potenciales de mejora, se procedió a diseñar un mecanismo de evaluación confiable. Se definieron los factores relevantes y sus niveles de manera sencilla y exacta, de tal forma que se garantizara su comprensión, De igual manera se diseñaron formatos de evaluación simples y se estableció un nuevo método de valoración teniendo en cuenta los niveles de los factores previamente definidos. Estadísticamente se estableció un número fijo de evaluaciones a realizar y se capacitó al personal designado para la labor.

Adicional a lo anterior, se diseñó una herramienta de soporte que permite analizar la información obtenida por medio de las E.C.C.M. Como complemento del estudio se elaboró un manual para la calidad del corte de caña de azúcar, esto con el fin de estandarizar el proceso. Quedo a disposición de la dirección de la supercosecha de INCAUCA S.A. un instrumento de apoyo para la toma de decisiones.

---

\* TRABAJO DE GRADO

\*\* FACULTAD DE INGENIERIA FISICO MECANICAS, ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES, DIRECTOR: JOAQUIN GARCIA DIAZ.

## ABSTRACT

**TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A QUALITY EVALUATION OF THE SUGAR CANE MANUAL CUT SYSTEM AT INGENIO DEL CAUCA.\***

**AUTHOR:**

JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO\*\*

**KEY WORDS:** STATISTICS, IMPORTANT FACTORS, E.C.C.M (QUALITY EVALUATIONS OF THE MANUAL CUT), SUGAR CANE, QUALITY, PROCESS, EVALUATION

### **SUMMARY:**

This project springs from watching the necessity of the crop superintendency of INCAUCA S.A. to hand over to the factory sugar cane in the best possible condition, besides leaving the harvested field in optimum conditions. From this necessity, they appear the quality evaluations from the cane manual cut (E.C.C.M) as a mechanism of support to the control of the labor that is carried out in the field.

By means of a diagnosis of the present evaluation process, the critical points that hindered the carrying out of the practice were identified. These points included the wrong definition of the factors that affect the quality of the cane manual cut, complex evaluation forms, untrained staff, indefinite number of evaluations to be made and the no standard process. Once these potential points of improvement were identified, it proceeded to design a mechanism of reliable evaluations. The important factors and their levels were defined in a simple and accurate way so its comprehension was assured. In the same way simple evaluation forms were designed and it was established a new assessment method taking into account the levels of the factors previously defined. Statistically a fixed number of evaluations to be carried out were established and the personnel designed for the job were trained.

Additional to the previous actions, it was designed a support tool which permits the analysis of the information obtained by the E.C.C.M. As complement of study, it was drawn up a manual for the quality of the sugar cane cut, this in order to level the process. It was left at the management committee of the crop superintendency of INCAUCA S.A. a support instrument for the taking of decisions

---

\* DEGREE PROJECT

\*\* PHYSICAL MECHANICAL ENGINEERINGS FACULTY. SCHOOL OF INDUSTRIAL AND MANAGERIAL STUDIES, DIRECTOR: JOAQUIN GARCIA DIAZ.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se realizó pensando en las necesidades de mejoramiento continuo que presenta el ingenio del cauca, INCAUCA S.A., teniendo en cuenta que la gran mayoría de su materia prima se obtiene del corte manual de la caña de azúcar. Siendo conscientes de esto, y de la responsabilidad de la superintendencia de cosecha de entregar en fábrica caña de azúcar con el menor porcentaje de materia extraña posible, nace este proyecto que pretende reunir en un solo documento la fundamentación y la implementación de un mecanismo que le permita a la dirección controlar la calidad del corte manual de la caña que se esta realizando en la actualidad.

El proceso del proyecto pasa por la construcción de un marco teórico que sustenta y apoya las hipótesis planteadas en el libro, posteriormente se hace uso de una herramienta de la calidad que permite dar un diagnostico del problema que se presenta y de igual forma obtener posibles soluciones. Basándose en esas posibles soluciones se diseña un sistema de evaluación de la calidad del corte manual de caña de azúcar.

Adicionalmente se presentan las capacitaciones y necesidades vistas para su realización.

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Teniendo en cuenta el crecimiento notable del sector, debido a la incursión de nuevos productos derivados de la caña de azúcar, se hace necesario contar con un mecanismo confiable que garantice que el producto que se entrega al proceso de alce y transporte, cumpla con los requerimientos mínimos para la molienda.

En la actualidad, el Ingenio azucarero del Cauca, INCAUCA S.A., cuenta con un sistema de medición que no permite identificar con exactitud los problemas que se presentan en el proceso del corte manual de la caña de azúcar, pues no cuenta con las bases, la fundamentación y la documentación necesaria. Por este motivo, se hace imperante la modificación, el ajuste y la actualización de dicho mecanismo.

### **1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar, implementar y operar un mecanismo que permita evaluar la calidad del proceso de corte manual de caña de azúcar realizado por el ingenio del Cauca INCAUCA S.A.

#### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Definir y unificar los criterios necesarios para la evaluación de calidad de corte manual de caña de azúcar.

- Capacitar a las personas encargadas de realizar las evaluaciones.
- Definir estadísticamente el número de evaluaciones diarias a realizar.
- Documentar el proceso de evaluación de calidad de corte manual de caña.
- Desarrollar un manual para el proceso de evaluación de calidad de corte manual de caña de azúcar.
- Integrar el programa de corte con el sistema de evaluación de calidad de corte manual a implementar.
- Registrar la información obtenida en el transcurso de la practica en formato físico (Libro, manuales) y en medio magnético (disketes o CD's), para permitir su posterior uso.

### **1.3 ALCANCE DEL PROYECTO**

Se buscará llegar hasta la implementación del nuevo mecanismo de evaluación que permitirá determinar con mayor exactitud y confianza, el nivel de calidad del corte manual de caña del ingenio azucarero del Cauca, INCAUCA S.A.

Además, entregar a los evaluadores el manual para evaluación de calidad de corte manual.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La superintendencia de cosecha del ingenio del Cauca, INCAUCA S.A., esta comprometida con el desarrollo y el mejoramiento continuo de todos y cada uno de sus procesos, y el corte manual de caña no es la excepción, por este motivo, la implementación de un sistema de evaluación permanente le permitirá tomar decisiones y acciones correctivas cuando sea necesario.

Contar con un producto de óptima calidad para el programa de molienda es uno de los objetivos primordiales de esta dependencia, por esta razón, contar con un mecanismo que facilite y agilice la continuidad de la cadena productiva es de gran importancia y utilidad.

## **2. GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN**

### **RAZÓN SOCIAL**

INCAUCA S.A.

### **NIT**

891 – 300237 - 9

### **DIRECCIÓN Y TELÉFONO**

El Ortigal, Miranda, Cauca, a cincuenta (50) Kilómetros de la ciudad de Santiago de Cali (Valle del Cauca). PBX: 4183000 FAX: 4384909

### **OBJETO SOCIAL**

INCAUCA S.A. es una empresa agroindustrial dedicada al cultivo y procesamiento de la caña de azúcar y a la producción de azúcares y sus derivados.

#### **2.1. RESEÑA HISTORICA**

Su actividad productiva se inició el 29 de julio de 1963 y hace parte desde el 1 de mayo de 1980 de la Organización Ardila Lülle, conglomerado industrial comprometido decididamente al desarrollo del país por medio del fortalecimiento de sus empresas, las cuales son líderes en cada uno de los sectores económicos en que participan.

INCAUCA S.A. es hoy por hoy el Ingenio azucarero más grande de Colombia. Este liderazgo en la industria lo alcanzó en 1982 y desde entonces trabaja incansablemente por mantener unos niveles de productividad y un permanente

desarrollo tecnológico que le permiten continuar a la vanguardia del sector azucarero nacional.

## **2.2. MISIÓN INSTITUCIONAL**

Lograr productos de calidad que satisfagan amplia y competitivamente las necesidades de los clientes nacionales e internacionales.

Optimizar los procesos para obtener la rentabilidad máxima que le permita generar utilidades y actualizarse tecnológicamente, incrementar las oportunidades de desarrollo de sus colaboradores, lograr un crecimiento integral como Empresa y contribuir al desarrollo de Colombia.

Consciente de la responsabilidad social hacia la comunidad, apoyar las actividades científicas, gremiales, culturales y deportivas, proteger y preservar la integridad del sistema ambiental, realizando las actividades productivas en armonía con la naturaleza.

## **2.3. VISIÓN INSTITUCIONAL**

INCAUCA S.A. será líder en el mercado nacional e internacional contando con procesos, tecnología y talento humano altamente efectivos para garantizar la satisfacción y lealtad de sus clientes, la rentabilidad de sus productos y servicios y para alcanzar ventajas competitivas sostenibles a través de la innovación, el mejoramiento continuo y la sinergia con su entorno.

## **2.4. FILOSOFIA INSTITUCIONAL**

Conducir todas sus actividades técnicas, legales y sociales con base en los más altos principios éticos y profesionales, rigiéndose siempre por las leyes del Estado.

Mantener un ambiente laboral que motive la participación y el compromiso individual hacia la calidad del desempeño y los resultados de la Empresa, permitiendo a las personas lograr a través del trabajo su realización, su bienestar y el de su familia.

## **2.5. POLITICAS INSTITUCIONALES**

### **2.5.1. Calidad de los Productos, Satisfacción de los Clientes, Posicionamiento en el Mercado**

INCAUCA S.A. está permanentemente orientado a satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes y los considera parte integral de la empresa porque de ellos depende su fortalecimiento y desarrollo, por lo tanto debe:

- Aunar esfuerzos para mantener y propiciar permanentemente relaciones que les permitan conocer los clientes, en dónde se encuentran, identificar sus necesidades y motivaciones de compra para comprender sus necesidades y expectativas actuales y futuras.
- Diseñar y proveer productos y servicios que cumplan las características y requisitos de calidad que satisfagan y superen las necesidades y expectativas de los clientes.
- Contribuir al logro de la eficacia y eficiencia que permita competir con éxito y lograr un mejor posicionamiento tanto en el mercado nacional como en el de exportación.

### **2.5.2. Optimización de los Procesos, Actualización Tecnológica, Utilización de los Recursos**

Para lograr la optimización de los procesos y la actualización tecnológica, INCAUCA S.A. necesita que todas las personas revisen continuamente los

procesos de trabajo, sistemas y operaciones, para identificar los aspectos que puedan mejorarse y las innovaciones que puedan introducirse. Para esto se debe:

- Fomentar el espíritu de creatividad y participación para identificar e implementar en los diferentes procesos los cambios que conduzcan al mejoramiento.
- Manifestar el compromiso e interés que cada uno tiene por el mejoramiento permanente de los procesos requeridos y establecidos por la empresa para la producción y comercialización de los productos, los servicios y la atención a los clientes.
- El uso adecuado de los recursos físicos y financieros contribuye a la obtención de la eficacia y eficiencia requerida, por lo tanto los responsables de procesos deben:
- Fijar objetivos y metas para cada proceso de la Empresa con el fin de lograr los resultados con la utilización racional de todos los recursos.
- Lograr el mejor y más económico uso de los recursos financieros necesarios para inversiones en inventarios, cartera, productos en proceso y terminados, en concordancia con las proyecciones de producción y ventas.
- Evaluar cuidadosa y objetivamente todo nuevo proyecto de inversión, adquisición de activos fijos o nuevas tecnologías, para demostrar el valor agregado y el retorno de la inversión, con el fin de establecer prioridades dentro de las disponibilidades financieras de la Empresa y la elección entre varias alternativas de uso del capital.

### **2.5.3. Rentabilidad, Presupuestos, Control de Costos y Gastos**

En la gestión de todos los procesos de INCAUCA S.A. debe mantenerse el interés por la competitividad de los productos que fabrica y comercializa, así como lograr la rotación y utilización óptima de los activos con el fin de obtener la rentabilidad máxima sobre las inversiones, por tanto debe:

- Elaborar una programación general de producción y los correspondientes planes de inventarios, compras y de personal, que le permitan determinar los recursos para lograr sus objetivos.
- Elaborar también, con la previsión suficiente, un presupuesto adecuado para dirigir y controlar sus actividades, tanto en la provisión de los recursos para las operaciones como en los requerimientos de inversiones y medios de financiación.
- Controlar permanentemente los costos y gastos buscando todas las oportunidades para obtener las mejores condiciones en las compras y la economía en los procesos.

#### **2.5.4. Desarrollo de Proveedores**

INCAUCA S.A. considera a sus proveedores de bienes y servicios como parte integral de la empresa porque ellos son colaboradores involucrados en la consecución de la calidad de sus productos y el logro de sus objetivos, por esto debe:

- Desarrollar un compromiso mutuo propiciando relaciones de confianza, apoyo y beneficio, reconociendo la importancia que tiene la calidad de sus productos y servicios en la calidad de los procesos y productos de la Empresa.
- Seleccionar aquellos cuyo proceso está en capacidad de garantizar productos y servicios de calidad, acordes con los requisitos especificados.
- Promover el intercambio de información técnica, tendiente a mejorar los procesos y productos tanto del proveedor como de la Empresa.

#### **2.5.5. Responsabilidad Social**

Todas las personas en INCAUCA S.A. deben mantener una clara conciencia del compromiso de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad a

través del desarrollo económico sostenible de la empresa y deben así mismo generar acciones para responder de forma integral y equilibrada ante las obligaciones con todos los grupos sociales relacionados. Las acciones en este sentido estarán orientadas a:

- Responder bajo principios de índole legal, ética y social en las relaciones y compromisos adquiridos en el desarrollo de las actividades operativas y comerciales.
- Mantener excelentes relaciones con la industria del país, de la región y en particular con el gremio Azucarero, participando en los proyectos que en el ámbito científico, técnico y social se desarrollen.
- Apoyar a las instituciones que desarrollen actividades sociales, culturales y deportivas, especialmente a aquellas que tienen relación con las comunidades vecinas, vinculadas a su actividad.
- Contribuir al desarrollo económico y social del país, generando fuentes de bienestar a través del crecimiento previsorio y ordenado de la empresa.

#### **2.5.6. Responsabilidad Ambiental**

Todas las personas en INCAUCA S.A. deben tener una clara conciencia de proteger la integridad del sistema ambiental y desarrollar las actividades productivas en armonía con la naturaleza, para lo cual se compromete a:

- Promover acciones de formación y sensibilización que conduzcan a una mejor actuación ambiental.
- Establecer objetivos de prevención y mejora que le permitan evolucionar hacia un mejor desempeño ambiental.
- Diseñar, dirigir, operar y controlar todos los procesos y actividades de una manera responsable con la protección del Ambiente.
- Cumplir los requisitos legales aplicables a los aspectos ambientales asociados a sus actividades, productos y servicios.

### **2.5.7. Seguridad y Salud Ocupacional**

INCAUCA S.A. con su recurso humano tienen la responsabilidad de garantizar la seguridad y salud de las personas vinculadas a la Empresa y de aquellas que puedan verse afectadas directa o indirectamente por sus actividades, así como evitar el daño a sus instalaciones, para lo cual se compromete a:

- Formar y concientizar al personal sobre la responsabilidad de garantizar la seguridad y salud individual y colectiva.
- Diseñar y operar los procesos y actividades considerando la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y el establecimiento de las medidas apropiadas para su eliminación o reducción a un nivel tolerable.
- Cumplir los requisitos legales o de otra índole que sobre seguridad y salud ocupacional sean aplicables a los procesos o actividades.
- Establecer objetivos de prevención y mejoramiento continuo que permitan evolucionar hacia un menor nivel de riesgos en todos los sitios de operación y ambientes de trabajo.

### **2.5.8. Talento Humano, Selección y Desarrollo**

Conociendo que el logro de los objetivos depende de las personas, INCAUCA S.A. considera de importancia fundamental el proceso de selección del personal, por esto se deben:

- Seleccionar las personas para cargos en los cuales sea posible tanto su propio desarrollo como el de la Empresa, buscando la concordancia de los elementos esenciales de los cargos con las características de las personas, es decir, con sus actitudes, aptitudes e inclinaciones y aficiones, preparación académica y destreza o posibilidad de adquirirla.
- Aplicar de forma consistente y objetiva los métodos establecidos para el proceso de selección del personal requerido para los diferentes procesos, con el fin de tener la certidumbre o por lo menos una confianza razonable

en la competencia de la persona seleccionada para garantizar un buen desempeño del cargo.

- Es responsabilidad de los jefes, en coordinación con el proceso de capacitación, identificar y suplir las necesidades de capacitación y entrenamiento del personal para asegurar el desempeño competente de sus cargos, propiciar el desarrollo de cada una de las personas y mantener el interés por su adecuada ubicación.
- Los jefes deben manifestar un especial interés por el conocimiento de sus colaboradores que les permita mejorar su dirección y las condiciones de desarrollo y rendimiento individual, propiciando las ayudas y experiencias que permitan a cada uno adecuarse con el cargo y la situación que impulse más su desarrollo.

#### **2.5.9. Ambiente Laboral**

INCAUCA S.A. considera el talento humano como el más importante y fundamental factor para el logro de sus objetivos, por esto tiene siempre un interés especial en mantener óptimas relaciones con su personal, basadas en el principio de reconocimiento de la dignidad de las personas y el permanente respeto. Quiere favorecer la creación de un ambiente laboral que contribuya a aumentar la realización, seguridad y estima de sus colaboradores, lo cual se logra con la participación de todas las personas, por esta razón todos deben:

- Manifestar con sus actuaciones y formas concretas de relación interpersonal los principios, valores y normas que producirán el ambiente laboral deseado.
- Saber que el buen concepto personal depende en parte de la valoración positiva que los demás hagan, y por lo tanto, estar atentos a emitir oportunamente y con equidad conceptos positivos de las personas como medio para aumentar su realización, seguridad y estima.

- Comunicarse de manera permanente, directa y franca con sus colaboradores, superiores y compañeros con el fin de conocer, compartir y difundir los planes generales de la Empresa, los programas y objetivos de sus procesos; también para que las personas con cargos de dirección y supervisión permanezcan debidamente enterados de las inquietudes, aspiraciones o sugerencias del personal que dirigen, y puedan estudiar y analizar las situaciones, ofrecer las ayudas, orientaciones, explicaciones o soluciones que sean del caso.

## **2.6. PRODUCTOS PRINCIPALES**

INCAUCA S.A. cuenta con dos líneas de productos derivados del procesamiento de la caña de azúcar: Azúcar y Miel. Los azúcares son de tres tipos: Azúcar Refinada Extrafina Natural, azúcar Blanco Especial y azúcar Crudo Natural, todos en diversas presentaciones. Por otra parte, la miel también está dividida en tres tipos: Miel Final, miel Virgen y miel Rica Invertida H.T.M. En la actualidad, INCAUCA S.A., se ha convertido en pionera en la producción del alcohol carburante derivado de la caña de azúcar, convirtiendo al mencionado producto en uno de los más importantes de la organización y, tal vez, en el de mayor futuro.

## **2.7. SISTEMAS DE GESTION**

### **2.7.1. Calidad**

Teniendo en cuenta que la efectividad de la gestión de la Empresa está basada en la calidad de la gestión de cada uno de los procesos requeridos para responder adecuadamente, a través de los productos y servicios que ofrece al mercado, INCAUCA S.A. ha establecido un proceso de gestión de la calidad que orienta la adopción e implementación de metodologías para lograr que las actividades y el trabajo en los diferentes procesos se realicen permanentemente de manera eficaz

y eficiente y esto se refleje en el logro de los resultados económicos y sociales, objeto de su misión.

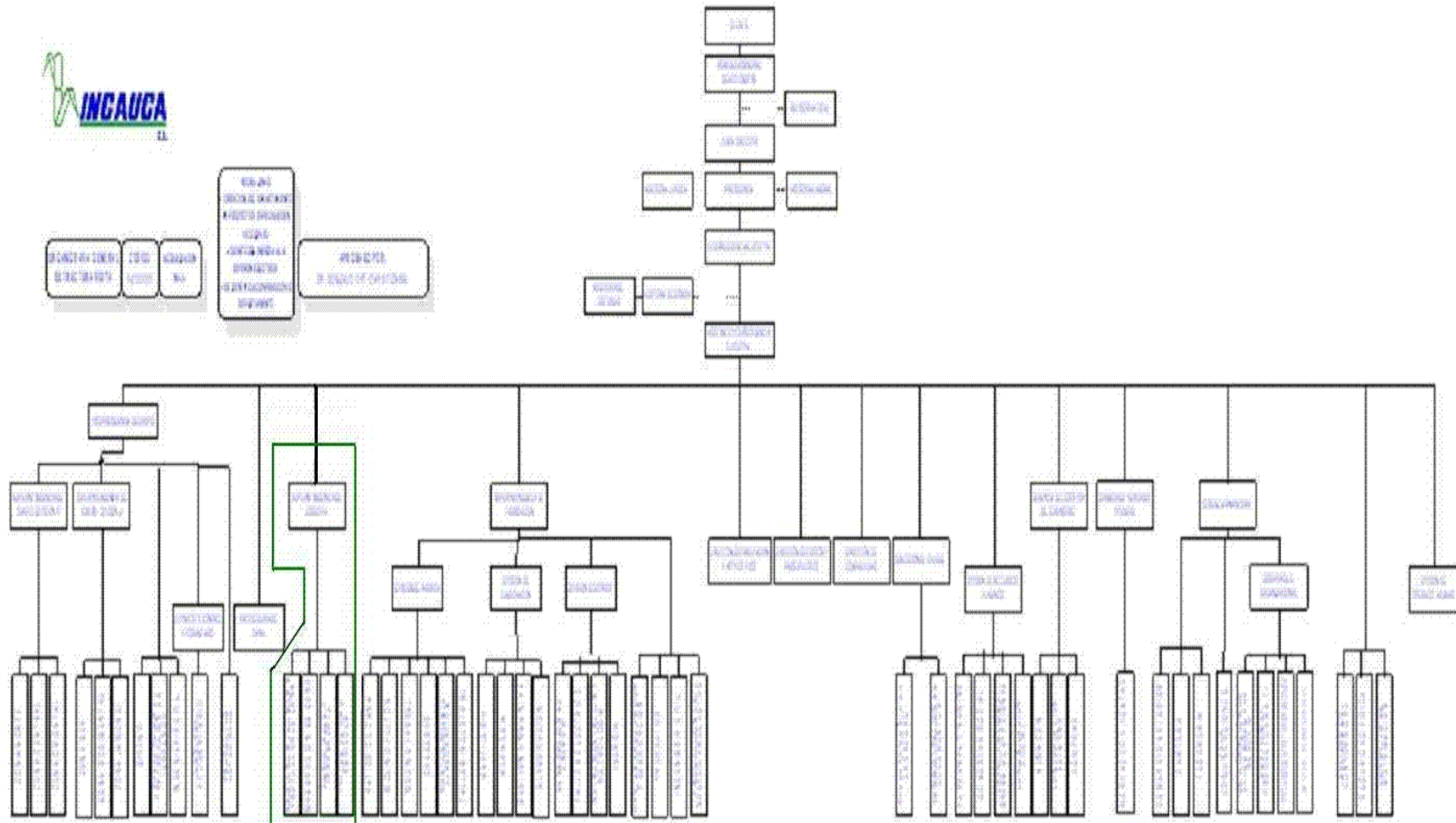
### **2.7.2. Medio Ambiente**

INCAUCA S.A. cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental fundamentado en: Educación ambiental, mejoramiento y control ambiental de los procesos y cumplimiento de la legislación ambiental. Así mismo, INCAUCA S.A. es actor del convenio de concertación para una producción limpia del sector azucarero desde 1996, con el fin de coordinar acciones para el control de la contaminación y la adopción de métodos de producción sostenibles. En septiembre de 2003 INCAUCA S.A. obtuvo la certificación del Sistema de Gestión Ambiental, bajo la norma ISO 14001, para los procesos de cultivo y cosecha caña de azúcar, producción y refinación de azúcares y generación de energía, la cual fue otorgada por Icontec. Ahora INCAUCA S.A. se enfrenta a un gran reto y es mantener y mejorar todos los procesos que desarrolla a fin de dar pleno cumplimiento a los principios que sustentan la certificación obtenida, todo ello para constituirse en un elemento fundamental en el desarrollo industrial y social de las comunidades en su entorno y en general en la política económica de la región y el País.

### **2.7.3. SYSO**

El sistema de gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (SYSO), tiene como principal objetivo garantizar la seguridad y la salud de las personas vinculadas a la Empresa y de todas aquellas que de alguna forma puedan ser afectadas por sus actividades. SYSO se encuentra basado en la Norma Técnica Colombiana Ohsas 18001, la cual permite a una organización controlar los riesgos a los que están expuestos sus trabajadores.

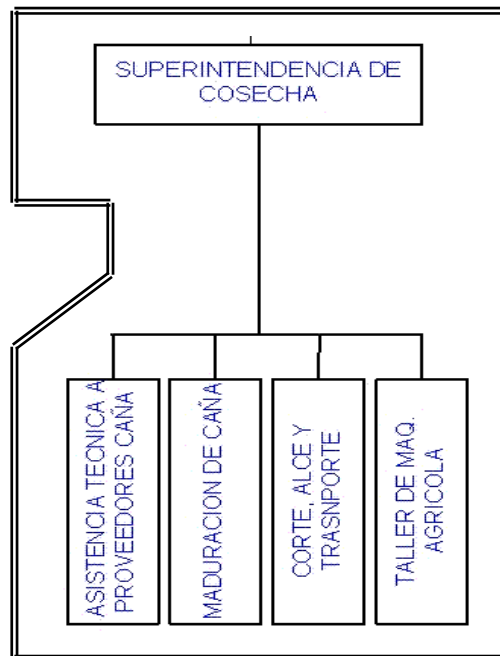
## 2.8. ORGANIGRAMA GENERAL



### 3. GENERALIDADES DE LA SUPERINTENDENCIA DE COSECHA

La superintendencia de cosecha del ingenio azucarero del Cauca, INCAUCA S.A., tiene la responsabilidad de llevar a buen término cuatro procesos fundamentales en la utilización de la caña de azúcar como materia prima en la producción de azúcar y alcohol carburante.

#### 3.1. ORGANIGRAMA DE LA SUPERCOSECHA



El presente proyecto se centra en el proceso de Corte de caña, y dentro de este, el corte Manual.

### **3.2. MADURACIÓN**

El proceso comienza con la **maduración** de la caña (Ver Figura No 1), este proceso consiste en la aplicación, dos meses antes del corte, de un producto para disminuir el ritmo de crecimiento y acortar el periodo vegetativo de la planta y a la vez acelerar la concentración de sacarosa en la caña.

### **3.3. QUEMA**

Seguidamente se **quema** la caña de azúcar (Ver Figura No 2), esta práctica se realiza con el fin de facilitar el corte de la caña y eliminar malezas. Esta puede hacerse con quemadores manuales o de tractor.

### **3.4. CORTE**

El tercer proceso básico de la cosecha es el **corte de caña** (Ver Figura No 3), y es el mas complejo, pues este se puede realizar de forma manual o mecánico, además, el corte manual puede ser quemado o en verde. El corte de caña quemado se hace por parte de corteros que utilizan dos pases, uno para cortar la base de la caña y otro para cortar el cogollo. La caña es colocada en chorras o montones alineados para que luego sea alzada con alzadoras mecánicas.

Para la caña en verde se utilizan tres pases, el pase adicional es para asegurarse que se remuevan todas las hojas. Se arruma de igual forma que la caña quemada.

#### **3.4.1. Corte Manual de Caña de Azúcar**

##### **3.4.1.1. Consideraciones Generales**

Es importante definir ciertos aspectos antes de profundizar en el proceso del corte manual de la caña de azúcar.

**Tajo:** Área para corte comprendido por 6 surcos de caña, numerados de izquierda a derecha del 1 al 6 con una longitud de 30 a 35 metros de largo.

**Machete:** Herramienta utilizada para hacer el corte de caña.

**Descogolle:** Quitar la porción superior del tallo de la caña no molinable.

**Limpieza:** Quitar del tallo de caña las hojas y basuras adheridas.

**Cepillado:** Eliminar el pedazo de tallo o chulquin adherido a la cepa.

**Enchorre:** Colocación perpendicular respecto al surcado del lote, en los surcos 3 y 4, para poder continuar con el proceso alce y transporte.

**Brechar:** Evaluación que se hace de cada lote de caña para determinar cuantos tajos tiene. Camino que se abre en la suerte, para facilitar la entrada del cortero, la asignación de los tajos y alineamiento de la chorra para el corte.

**Cortero:** Recurso humano que efectúa la labor de corte.

**Nido:** Lugar por donde el cortero inicia la labor de despeje para colocar la caña en la chorra y continuar con la labor de corte. Se hace en el surco 3 y 4 de cada tajo asignado.

**Limpieza lateral:** Es eliminar y alejar todo tipo de material diferente a tallos de caña de la chorra.

**Materia extraña:** Material vegetal o mineral diferente a los tallos de caña molinables.

**Destaje:** Sacar la corteza de la caña a un pedazo de esta, quedando blanco y liso para que el cortero marque el tajo o el control de corte lo haga con la suerte.

**Repique:** Cortar los trozos de caña que quedan después de cortada, para que la cepa quede a ras de suelo.

#### **3.4.1.2. Descripción del Proceso de Corte**

El proceso de corte esta dado por siete etapas, así:

Tabla No 1. Etapas de proceso de corte manual de caña de azúcar.

Etapa	Actividad	Observaciones
1	Localizar el tajo	Se procede a brechar el lote y saber cuantos tajos tiene para hacer entrega a cada cortero del suyo.
2	Despejar	Se colocan los implementos de seguridad (guantes, canilleras, dulceabrigo, sombrero). Cortar tallos, hojas, cogollos, chulquines, para facilitar la entrada y lanzamiento del machete.
3	Hacer el nido	Entrar al tajo despejando 2 metros para facilitar el paso de la maquinaria. Ubicar el lugar donde se va iniciar la chorra. Cortar los tallos de los surcos donde se va a hacer la chorra.
4	Cortar tallos	<p>Coger los tallos, a nivel de la cintura para evitar agacharse a recoger la caña después de cortada.</p> <p>Lanzar el machete a ras del suelo, para dejar un correcto cepillado. Si no es correcto el cepillado debe rectificarse de inmediato.</p> <p>Cortar las cañas caídas y luego halarlas para colocarlas en posición de descogolle o lanzarlas a la chorra.</p>
5	Descogollar	<p>Girar el cuerpo hacia el lado contrario de la chorra, para facilitar el descogolle y evitar que el cogollo caiga a la chorra.</p> <p>Cortar el cogollo entre hojas verdes y maduras.</p>
6	Enchorrar	Lanzar los tallos sobre los surcos 3 y 4. En cañas torcidas se deben organizar los tallos de tal manera que la curvatura quede hacia el lado donde se inicio la chorra. Hacer una limpieza lateral para evitar la presencia de materia extraña.
7	Marcar el tajo	

#### **3.4.1.3. Maquinas**

- Buses para el transporte de personal.
- Camperos de supervisión.

#### **3.4.1.4. Equipos**

- Radio de comunicaciones

#### **3.4.1.5. Herramientas**

- Machetes.
- Guantes.
- Limas.
- Canilleras.
- Sombrero.
- Trape rojo (Dulce abrigo).
- Tarro plástico
- Lazo de medida.

### **3.5. ALCE Y TRANSPORTE**

El último proceso a cargo de la cosecha es el ***alce y transporte*** (Ver Figura No 4). La caña cortada manualmente se carga en vagones transportadores utilizando alzadoras mecánicas. Entre menor sea el tiempo que transcurre entre quema, corte y llegada a la fábrica se logra mayor eficiencia en el proceso. Lo ideal es que el tiempo no sea mayor de 36 horas para evitar pérdidas de sacarosa en la planta.

Figura No 1. **Diagrama de flujo Maduración**

Glifolaq - Agrofós

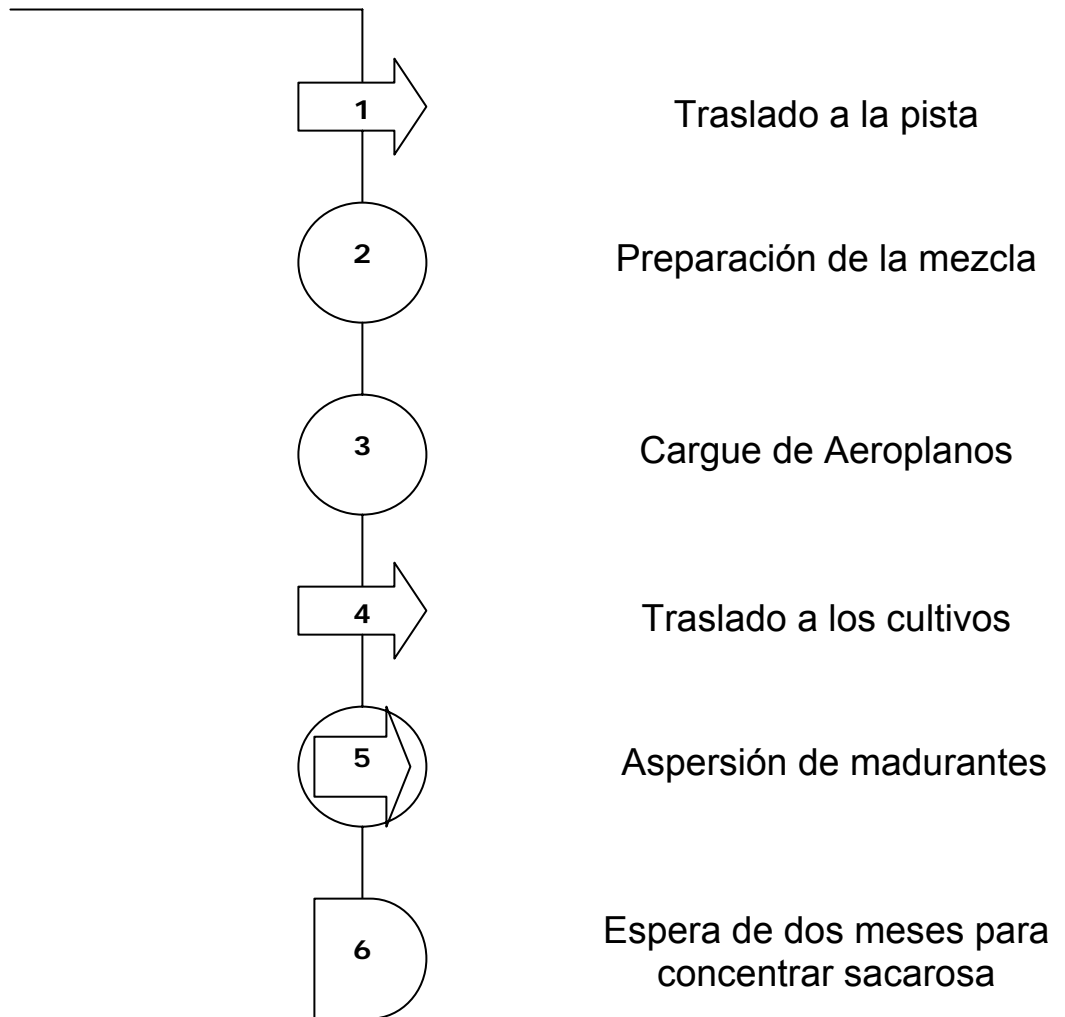


Figura No 2. Diagrama de flujo Quemadas

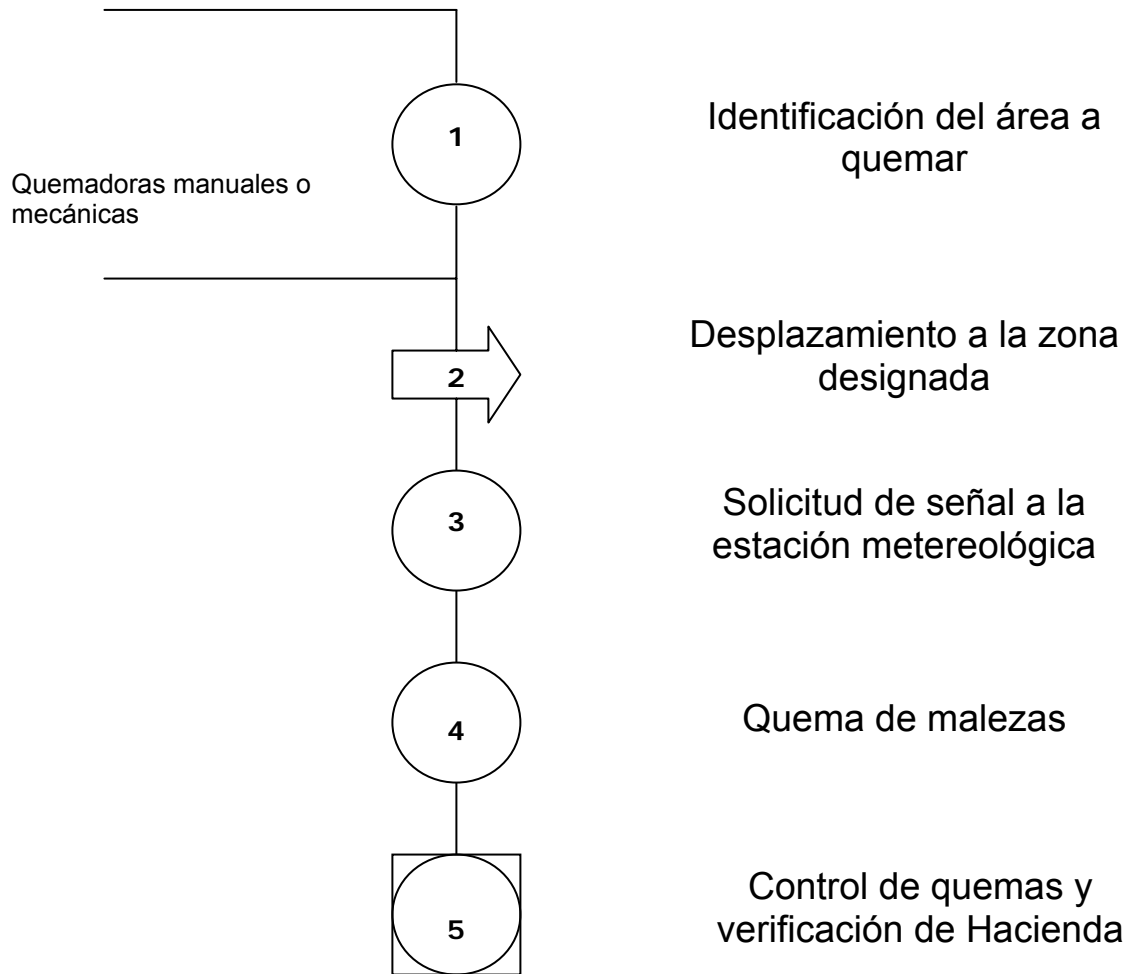


Figura No 3. Diagrama de flujo Corte Manual

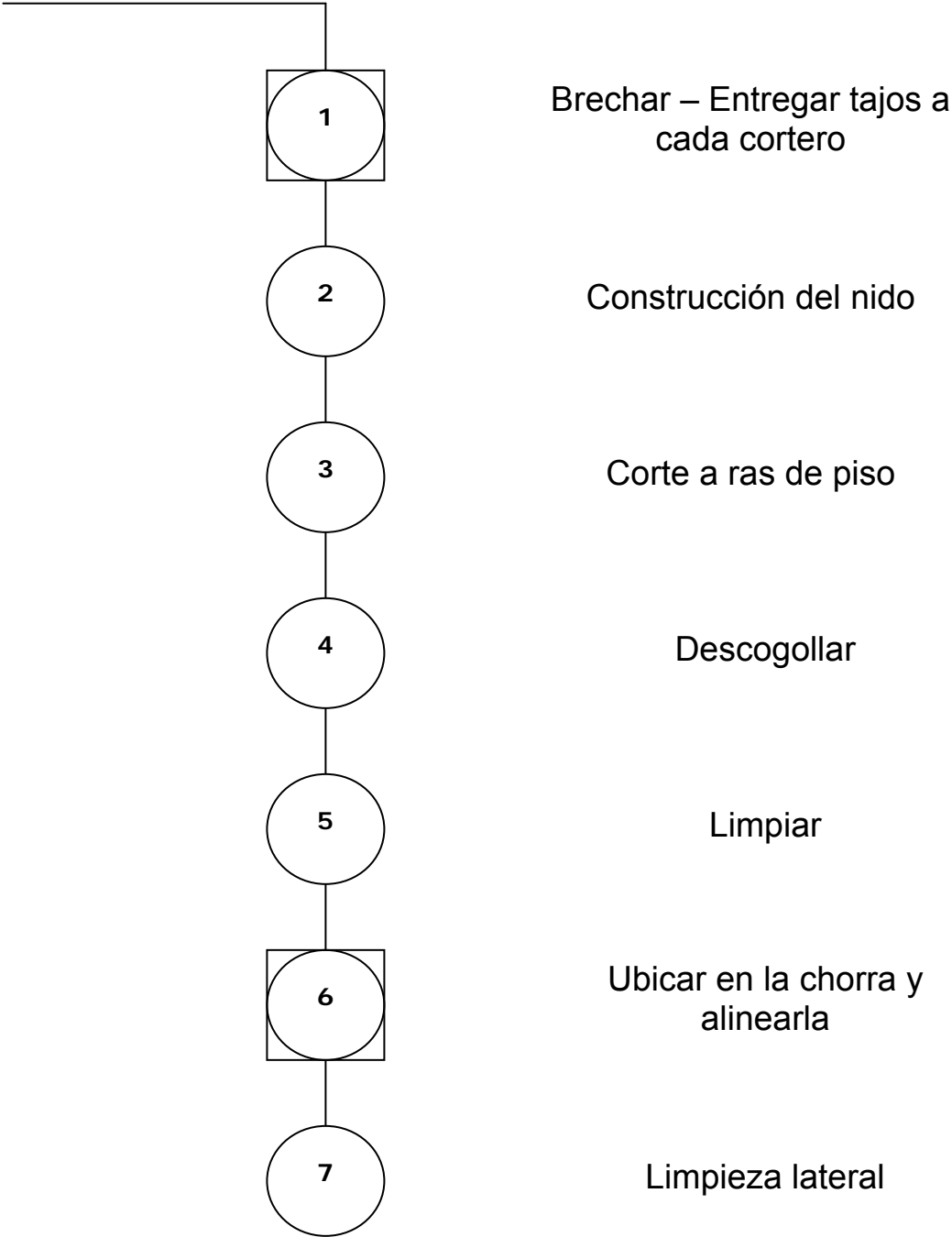
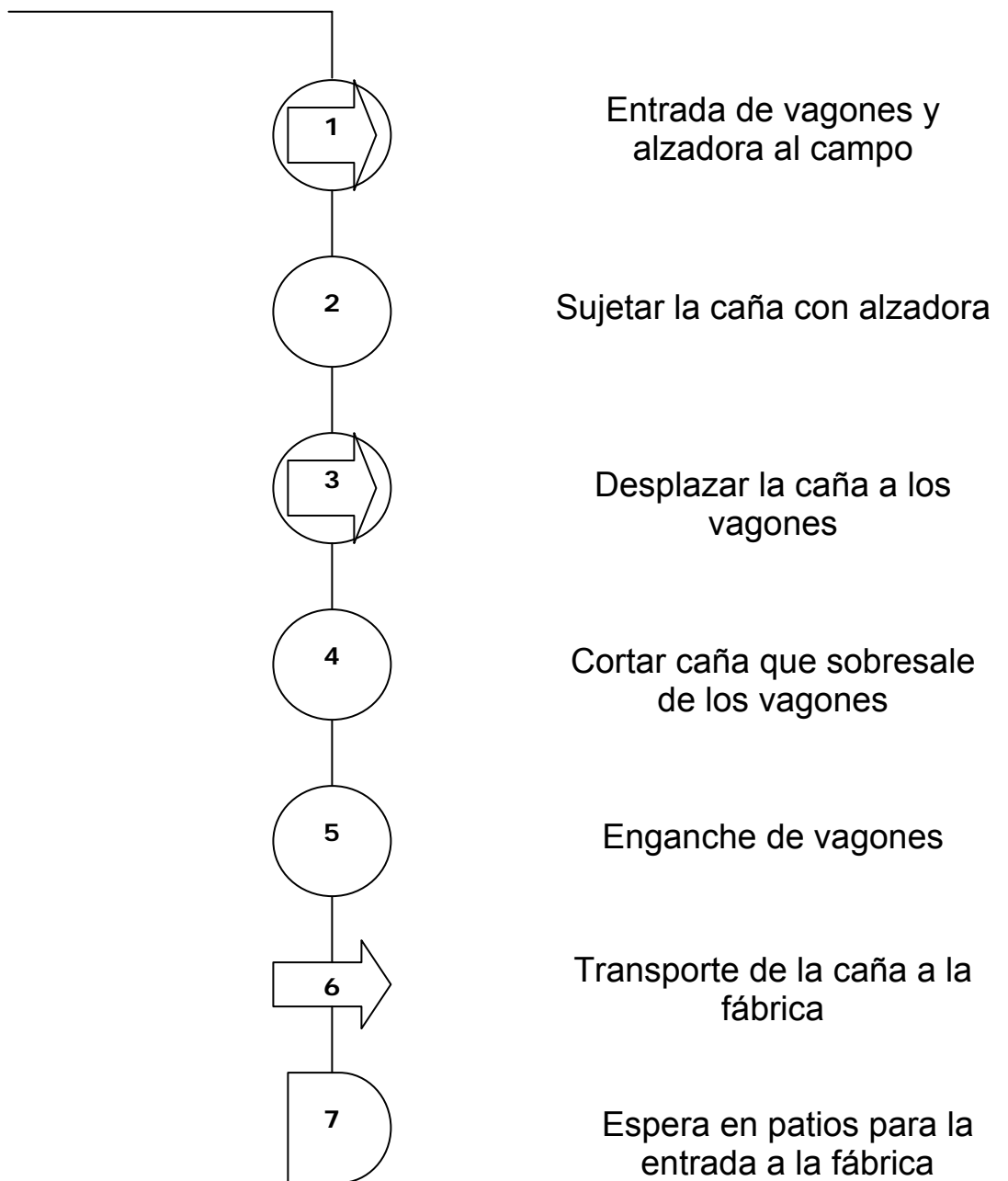


Figura No 4. Diagrama de flujo Alce y Transporte



## **4. MARCO TEORICO**

### **4.1. HERRAMIENTAS ESTADISTICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD<sup>1</sup>**

#### **4.1.1. Definición**

Los métodos estadísticos son herramientas eficaces para mejorar los procesos de producción y reducir sus defectos. El primer paso para encontrar la verdadera causa de un defecto es la observación cuidadosa del fenómeno, para lo cual las herramientas estadísticas dan objetividad y precisión. Los métodos estadísticos tienen aplicación en muchas áreas de aseguramiento de la calidad, incluyendo el análisis de mercados, el diseño de productos, los estudios de capacidad de procesos y el análisis de riesgos.

#### **4.1.2. Diagrama Causa – Efecto**

También denominado “diagrama de espina de pescado”, es la grafica que muestra la relación existente entre una característica de calidad de un producto o servicio y los factores que inciden en que ella cumpla o no las expectativas del fabricante, cliente o usuario final. Es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que puede contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el profesor Kaoru Ishikawa en Tokio.

##### **4.1.2.1. Usos**

El diagrama de causa – efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza grafica del diagrama permite que los

---

<sup>1</sup> ARANGO, Oscar. Herramientas estadísticas básicas. Universidad de San Buenaventura. Santiago de Cali. 2003

grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

#### 4.1.2.2. ¿Cómo Elaborarlo?

La elaboración de un diagrama de espina de pescado esta constituida por seis etapas.

Tabla No 2. Etapas para la elaboración de un diagrama causa -efecto

Etapa	Tarea	Observaciones
1	Determine la característica de calidad o el problema que será analizado.	Reúna a todas las personas responsables de la situación de análisis.  Escriba las características o el problema dentro de un rectángulo en el lado derecho de la hoja de papel.
2	Encontrar todas las causas posibles que puedan afectar la característica de calidad o el problema.	Dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal. El equipo de trabajo sesionará mediante “lluvia de ideas” para reconocer causas posibles. Agrupe las causas por la afinidad que tengan entre si y escriba las causas primarias que afectan la característica de calidad, en forma de grandes espinas, encerrados también en rectángulos.
3	Determine las causas secundarias que afectan las causas primarias.	Escriba las causas secundarias que afectan las causas primarias (espinas grandes) como espinas medianas.
4	Determine las causas terciarias que afectan las secundarias.	Escriba las causas terciarias que afectan las causas secundarias (espinas medianas) como espinas pequeñas.
5	Escoja las causas más probables (hipótesis).	Señale en el diagrama las causas que parezcan tener una fuerte relación con la característica de

		calidad o el problema, considerando: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los datos existentes.</li> <li>• La experiencia del grupo.</li> <li>• Sugerencias.</li> </ul>
6	Registre cualquier dato o información que pueda ser importante	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre del grupo.</li> <li>• Fecha de elaboración del diagrama.</li> <li>• Título principal.</li> </ul>

#### 4.1.2.3. Observaciones

Es importante que todos los factores relevantes relacionados con una característica de calidad queden incluidos en el diagrama. Para asegurar que el equipo esta al nivel apropiado de profundidad se deberá hacer continuamente la pregunta Por Qué para cada una de las causas iniciales mencionadas. Es importante que solo las causas y no las soluciones seas identificadas.

Para evitar confusiones es necesario expresar la característica de calidad (el problema) en forma concreta.

Es recomendable hacer siempre un diagrama para cada característica de calidad.

Para lograr una solución a los problemas es necesario descubrir causas sobre las cuales se puede ejercer alguna acción. Si se ha descubierto una causa sobre la cual no se pueda actuar, la construcción del diagrama será solo un ejercicio mental. Si se quieren mejoras, es necesario subdividir las causas en sus partes más sutiles con el fin de implementar diversas acciones, de lo contrario este ejercicio perderá sentido.

Es importante escribir solo lo esencial. El diagrama de causa y efecto es una herramienta gráfica, el impacto visual es importante para que todos puedan tener una visión panorámica de las posibles causas del problema. La regla de oro es: escriba lo mínimo necesario sobre muchas causas y no el máximo de pocas.

## **4.2. INTERVALOS DE CONFIANZA<sup>2</sup>**

### **4.2.1. Definición**

En Muchas situaciones, una estimación puntual no proporciona información suficiente sobre un parámetro. Por ejemplo, si se tiene interés en estimar la resistencia promedio a la tensión de los elementos estructurales empleados en el ala de un aeroplano, entonces es probable que un solo número no sea tan significativo como un intervalo, dentro del cual se espera encontrar el valor de este parámetro. El intervalo estimado recibe el nombre de intervalo de confianza.

### **4.2.2. Estimación del Tamaño de la Muestra (Poblaciones Finitas) para Intervalos de Confianza con Varianza Conocida**

La precisión de un intervalo de confianza con varianza conocida es  $z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}$ . Esto significa que al utilizar  $\bar{x}$  para estimar  $\mu$ , el error  $\varepsilon = |\bar{x} - \mu|$  es menor o igual que  $z_{\alpha/2} \sigma/\sqrt{n}$  con una confianza  $100(1 - \alpha)$ . En situaciones donde puede controlarse el tamaño de la muestra, es posible elegir  $n$  de modo que se tenga una confianza del  $100(1 - \alpha)$  por ciento de que el error al estimar  $\mu$  sea menor que el error especificado  $\varepsilon$ .

---

<sup>2</sup> MONTGOMERY, Douglas C y RUNGER, George C. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. McGraw-Hill. 1998.

Si  $\bar{x}$  se utiliza como estimación de  $\mu$ , entonces puede tenerse una confianza del  $100(1 - \alpha)$  por ciento de que el error  $|\bar{x} - \mu|$  no será mayor que una cantidad específica  $\epsilon$  cuando el tamaño de la muestra sea:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\epsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2}$$

Si el miembro derecho de la ecuación no es un entero, entonces el resultado debe redondearse. Esto asegura que el nivel de confianza no sea menor que  $100(1 - \alpha)$  por ciento.

### **4.3. DISEÑO DE EXPERIMENTOS<sup>3</sup>**

#### **4.3.1. Definición**

El objetivo de un experimento es verificar si uno o más factores afectan a una variable respuesta, es decir, establecer una relación de causalidad entre una variable dependiente y unos factores o variables independientes mientras se controlan otros que pueden confundir o impedir el hacer inferencias causales. La causalidad o efecto de un factor sobre una variable respuesta debe ocurrir en ciertas condiciones. Estas son:

- Orden de ocurrencia de las variables, es decir, que si ocurre una variable también ocurra la variable respuesta y en este orden. Naturalmente que también puede suceder ocurrencia simultánea en el tiempo de la causa y el efecto pero nunca el efecto antes que la causa.
- Eliminación o ausencia de otros posibles factores causales. Este punto es decisivo pues si no se controlan o eliminan otros factores el modelo causal puede ser completamente incapaz de explicar la relación de causalidad.

---

<sup>3</sup> MORENO, Wilfredo. Aplicación al diseño y análisis de experimentos. Ediciones UIS, Bucaramanga. 1993

## **4.3.2. Metodología del Diseño de Experimentos**

### **4.3.2.1. El Experimento**

El experimento incluye un enunciado claro del problema que se va a resolver. Esto parece obvio, pero en la práctica frecuentemente es difícil llegar a un acuerdo sobre este aspecto.

Un enunciado cuidadoso del problema puede conducir a una solución satisfactoria. Se debe escoger también qué variable o variables dependientes serán estudiadas. Se debe saber qué tan precisamente se puede medir con los aparatos disponibles y en qué escala de medida se va a observar la variable respuesta.

Es necesario listar las variables INDEPENDIENTES o FACTORES que puedan afectar la variable DEPENDIENTE o RESPUESTA.

Una vez efectuada la lista se deben escoger los factores de interés para el experimento, es decir aquellos sobre los cuales se va a buscar si hay efecto significativo sobre la variable respuesta. Los demás factores se deben controlar para que no vayan a distorsionar el análisis estadístico. Este control se ejerce de dos maneras diferentes: Fijación y aleatorización. Fijar un nivel significa por ejemplo que el factor temperatura de un proceso se fija en 250° C durante todo el experimento. Aleatorizar consiste en seleccionar varios niveles de un factor que no va a ser estudiado de manera aleatoria.

En cuanto a los factores que se escogen para el análisis, es preciso definir el número de niveles que se van a analizar y después de esto decidir, si estos se fijan o se seleccionan al azar.

#### **4.3.2.2. El Diseño**

Esta fase es de gran importancia. Muchas veces se acuerda realizar un experimento, se toman datos y se sacan conclusiones con muy poca consideración a como se obtuvieron los datos.

- ¿Cuántas observaciones se van a tomar?
- ¿Que tanta diferencia se va a detectar?
- ¿Cuánta variación está presente?
- ¿Que riesgos se van a aceptar?

Sin esta información, la mejor alternativa es tomar un tamaño muestral tan grande como sea posible.

También es de gran importancia el orden en el cual se va a realizar el experimento, el cual puede ser al azar o no. Una vez se ha decidido controlar ciertas variables a niveles específicos, siempre hay un buen número de otras variables las cuales no se pueden controlar. La aleatorización del orden de la experimentación tenderá a promediar el efecto de estas variables incontrolables.

Concluido el acuerdo sobre el experimento y sobre el proceso de aleatorización, se puede establecer el modelo matemático que describirá el experimento. Este modelo mostrará la variable respuesta como una función de todos los factores que van a ser estudiados y cualquier restricción impuesto en el experimento debido al método de aleatorización.

#### **4.3.2.3. El Análisis Estadístico**

El paso final, el análisis estadístico incluye el procedimiento para obtener los datos, ordenación, operaciones y cálculo de ciertos test estadísticos que serán utilizados en la toma de decisiones acerca de varios aspectos del experimento. El análisis involucra el cálculo de test estadísticos tales como  $t$ ,  $F$ ,  $X^2$  y sus correspondientes reglas de decisión para probar las hipótesis acerca del modelo matemático.

Se trata de verificar si el modelo es correcto y si lo es, obtener estimaciones correspondientes a los parámetros de éste.

#### **4.3.3. Diseño Unifactorial Completamente Aleatorizado**

Es el tipo de diseño que requiere que las observaciones se tomen en orden aleatorio y que el ambiente (a menudo conocido como unidades experimentales) en el que los tratamientos se utilizan sea lo más uniforme posible<sup>4</sup>.

##### **4.3.3.1. Análisis de Varianzas**

Supóngase que se tienen  $a$  niveles diferentes de un factor. Los diferentes niveles generalmente se denominan tratamientos. Cada nivel del factor representa una variable aleatoria, las cuales se asumen normales con igual varianzas  $\sigma^2$  y con medias  $\mu$ . La hipótesis que se van a probar están dadas por:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$H_1$ : Al menos una media es diferente

Estas hipótesis requieren un procedimiento, el cual contiene los siguientes tres elementos:

- Información.
- Variable de decisión o test estadístico.
- Regla de decisión.

Respecto a la información es conveniente anotar que el orden de experimentación debe ser aleatorio, si este puede influir en la variable respuesta. En cada nivel del

---

<sup>4</sup> MONTGOMERY, Douglas C y RUNGER, George C. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. McGraw-Hill. 1998.

factor se toman n observaciones de modo que el numero total de datos es  $an = N$ .  
 Los datos se pueden representar así:

OBSERVACIÓN	NIVEL DEL FACTOR			
	1	2	.....	a
1	Y11	Y21		Ya1
2	Y12	Y22		Ya2
.	.	.		.
n	<u>Y1n</u>	<u>Y2n</u>		<u>Yan</u>

Este modelo se llama análisis de varianza de una sola entrada, puesto que solo se esta analizando un factor y el orden de experimentación debe ser aleatorio si éste puede influir en la variable respuesta.

## 5. GENERALIDADES DE LA CAÑA DE AZUCAR

### 5.1. MORFOLOGIA<sup>5</sup>

Se refiere a la descripción externa de cada una de las partes de la planta (raíz, tallo, hojas, flor). Ellos son la base para la clasificación botánica y para el reconocimiento de las diversas variedades.

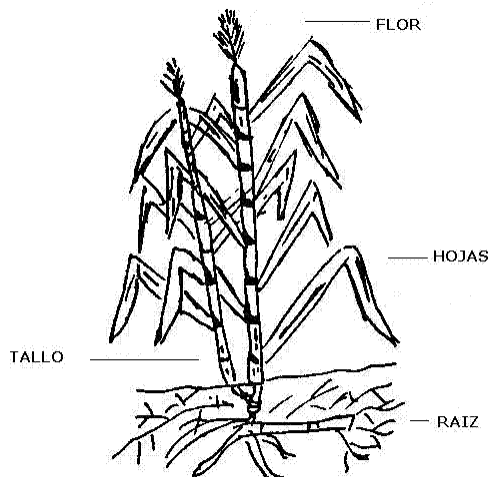


Fig No 5

### CLASIFICACION BOTÁNICA

Familia: Gramíneas

Genero: Saccharum

Especie: Varias (sp) Officinarum Spontaneum Sinense.

---

<sup>5</sup> Cartilla de instrucción, manejo de la caña de azúcar, INCAUCA S.A.

Fig No <sup>5</sup> Tomada Cartilla de instrucción, manejo de la caña de azúcar, INCAUCA S.A.

### 5.1.1. Sistema Radicular

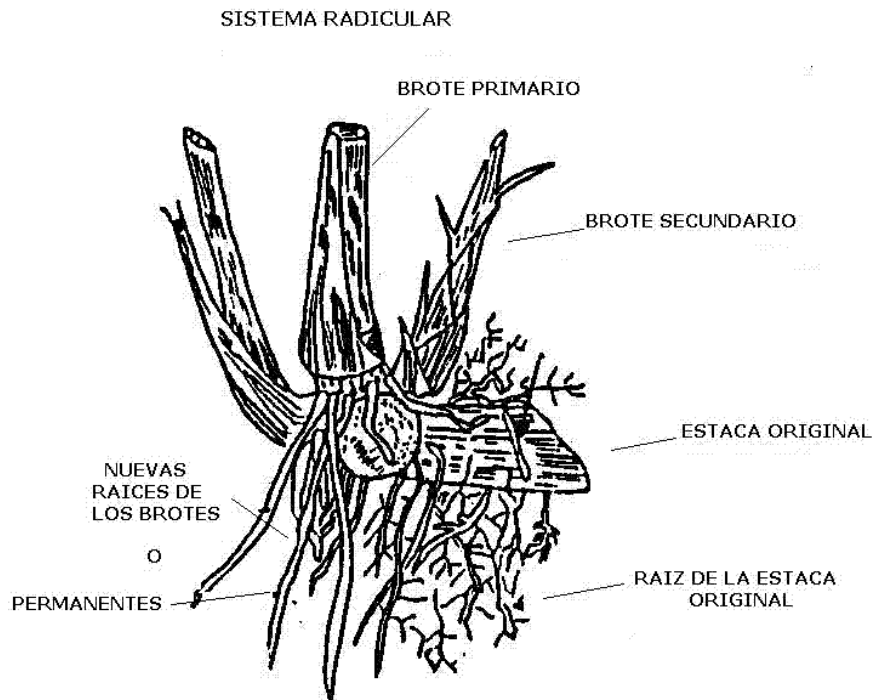


Fig No 6

Constituye el anclaje de los tallos y el medio de absorción de nutrientes y agua del suelo.

- Raíces de la Estaca Original o Primordiales: Se originan a partir de la banda de primordios radiculares localizada en el anillo de crecimiento del trozo original que se siembra.
- Raíces Permanentes: Son las raíces que brotan de los anillos de crecimiento radicular de los nuevos macollos o chulquines. Estas son más numerosas, gruesas y de rápido crecimiento y su proliferación esta acorde con el desarrollo de la planta.

La cantidad, longitud y edad de las raíces depende de las variedades. Los suelos arcillosos reducen la longitud de las raíces. Variedades con sistema radicular profundo y denso pueden sufrir menos en periodos de sequía.

Fig No 6 Tomada Cartilla de instrucción, manejo de la caña de azúcar, INCAUCA S.A.

### 5.1.2. Tallo

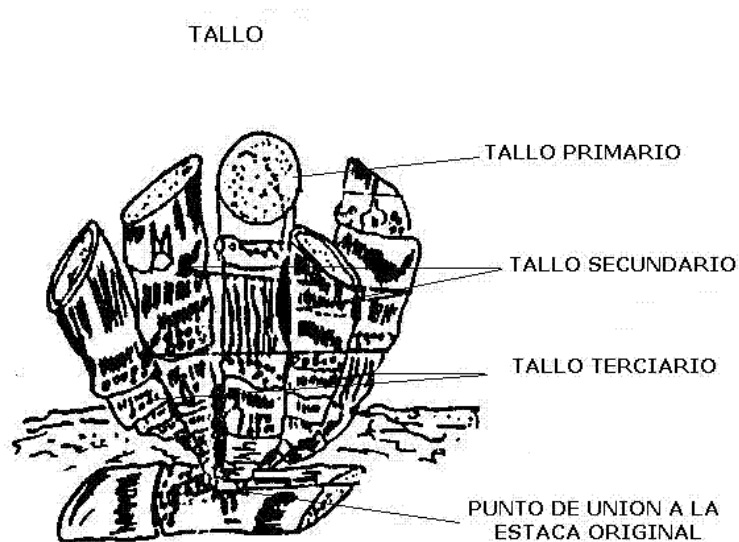


Fig No 7

Es la parte de la caña de azúcar que presenta mayor valor económico por que en el se almacenan los azúcares.

La caña forma cepas constituidas por la aglomeración de tallos que se originan inicialmente de las yemas de las semillas vegetativas y posteriormente de las yemas de los nuevos brotes subterráneos. Están formados por una serie de nudos separados por los entrenudos en donde se localizan las yemas y las hojas.

El tallo de una cepa se le denomina:

- Primario: Si se origina de una yema de la semilla vegetativa original.
- Secundario: Si se origina de una yema del tallo primario.
- Terciario: si se origina de una yema del tallo secundario.

---

Fig No 7 Tomada Cartilla de instrucción, manejo de la caña de azúcar, INCAUCA S.A.

Características del Tallo:

- Longitud: Cortos: Menos de dos metros y medio.  
Medianos: Hasta tres metros.  
Largos: Mas de tres metros y medio.

La longitud está influenciada por el suelo y el medio ambiente.

- Habito de crecimiento: Se refiere a la dirección que adquiere al llegar a su madurez.
- Erectos: Cuando crecen verticales.
- Reclinados: Crecen oblicuamente y se tocan apoyándose con los vecinos.
- Postrados: Cuando tocan el suelo pero vuelven a levantarse.
- Retorcidos: se apoyan varias veces en el suelo.
- Rastreros: Nacen muy oblicuos y a medida que se desarrollan se apoyan en el suelo.

### **5.1.3. Nudo**

Es la porción dura de la caña constituida por tejido fibroso que separa a dos entrenudos vecinos. Compuesto por:

- Anillo de Crecimiento: Zona donde se origina el crecimiento del entrenudo.
- Banda de Raíces: zona pequeña inmediatamente arriba del nudo y en ella se origina las primeras raíces de la semilla vegetativa.
- Cicatriz Foliar o de la Vaina: Rodea el nudo después de que la hoja se cae.
- Anillo Ceroso: Es una capa que recubre la parte superior del nudo y su intensidad varia de acuerdo a la variedad.
- Yema: Es la parte mas importante de la semilla por que se originan los nuevos tallos.

#### 5.1.4. Entrenudos

Es la porción del tallo localizada entre los nudos. El diámetro, color, forma y longitud de los entrenudos cambian con las diferentes variedades. El color esta regulado por factores genéticos y pueden estar influenciados por factores ambientales tales como exposición directa al sol.

#### 5.1.5. Flor

La inflorescencia de la caña es una panícula sedosa denominada espiga. La flor es hermafrodita con tres anteras y tiene un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pelos largos que dan a la inflorescencia un aspecto sedoso.

### 5.2. SUS COMPUESTOS Y SUS DIFERENTES USOS<sup>6</sup>

Tabla No 3. Compuestos de la caña de azúcar y sus diferentes usos.

<b>FIBRA</b>	CARTON	
	TABLEROS	
	PRODUCTOS MOLDEADOS	
	PAPEL PERIODICO	
	PAPELES CULTURALES	
	FIBRAMA E HILAZA	
<b>BAGAZO INTEGRAL</b>	COMBUSTIBLE	
	FARMACOS	
	PLAGUICIDAS	
	RESINA FURALITAS	
	ALCOHOL FURFURILICO	
<b>BAGACILLO</b>	BAGAZO PREDIGERIDO	
	COMBUSTIBLE	
<b>COGOLLO Y HOJAS</b>	ALIMENTO ANIMAL	
	COMBUSTIBLE	
	COMPOSTAJE	

<sup>6</sup> Cartilla de instrucción, manejo de la caña de azúcar, INCAUCA S.A.

<b>TALLO</b>	AZÚCAR CRUDO - AZÚCAR REFINADO	
	MIEL RICA	ALCOHOL ETILICO
		LEVADURA TORULA
		LISINA
		ACIDO CITRICO
		ACIDO LACTICO
		GLICERINA
	MIEL FINAL	AZÚCAR INVERTIDO
		MIEL PROTEICA
		DESTILACION
	CACHAZA	FERMENTACION
		FERTILIZANTES
		CERA
		ALIMENTO ANIMAL
HORMONAS		
	PAPEL CARBON	

### 5.3. VARIEDADES<sup>7</sup>

Las variedades de la caña están definidas por su lugar de origen, de esta forma las siglas que anteceden el código de identificación indican su procedencia así:

- A : Antigua
- B : Barbados
- BH : Barbados Hybrid
- BJ : Barbados – Jamaica (Semilla de Barbados seleccionada en Jamaica)
- C.B : Campos de Brasil
- C.C. : Cenicaña Colombia
- C.H : Cuba Hybrid
- E.P.C.: Estación Experimental Palmira (Colombia)
- F.C. : Fajardo Central (Puerto Rico)
- I.C.A. : Instituto Colombiano Agropecuario

<sup>7</sup> Cartilla de instrucción, manejo de la caña de azúcar, INCAUCA S.A.

IANE :	Instituto Agronómico Nord este (Brasil)
M :	Mayagüez (Puerto Rico)
MZC :	Mayagüez Colombia
ML :	Media Luna (Cuba)
P.R. :	Puerto Rico
S.A. :	Sudáfrica
UCW :	Cuba

En la actualidad el ingenio cuenta con una variedad, que por sus características morfológicas, acapara en gran cantidad los cultivos: C.C. (Cenicaña Colombia) 85 – 92.

#### **5.4. LA MATERIA EXTRAÑA<sup>8</sup>**

Es de conocimiento general que los impases presentados en la molienda de la caña suceden, en su mayoría de ocasiones, debido a la “materia extraña”. Estos elementos consisten en material diferente a tallos de caña aprovechables por la industria con bajos contenidos de sacarosa, es decir, material del que no se puede extraer azúcar. Esta materia extraña esta dividida en dos tipos: Materia extraña vegetal y materia extraña mineral.

- Vegetal: Cogollos, hojas secas y verdes, malezas, tallos secos, chulquines, raíces, cepas y yaguas.
- Mineral: Arena, tierra y piedras.

La materia extraña en su conjunto tiene una relación directa con la cantidad de azúcar recuperable. Después de muchos estudios se ha llegado a la conclusión de que la materia extraña es siempre negativa, ya que al aumentar deprime el rendimiento de azúcar; varia de acuerdo con la época del año en que se realice la

---

<sup>8</sup> Norma para la determinación de materia extraña en caña, INCAUCA S.A. 2003

cosecha y requiere de un adecuado control de esta para que no produzca pérdidas de azúcar en las fábricas.

#### 5.4.1. Definición de los Componentes de la Materia Extraña Vegetal

##### **Chulquines:**

Son tallos jóvenes de caña que no han completado su ciclo de crecimiento y maduración, por tanto sus niveles de sacarosa son mínimos. Por lo general representan el mayor porcentaje de materia extraña (Figura No 8).



Fig. No 8

##### **Cogollos:**

Porción superior del tallo comprendida entre el ápice y el punto natural de quiebre. Junto a los chulquines representan el mayor porcentaje de materia extraña presente (Figura No 9).



Fig No 9

---

Fig. No 8 Chulquines. Tomado de la carta trimestral, Cenicaña. Julio – diciembre. Cali. 2005  
Fig No 9 Cogollos. Tomado de la carta trimestral, Cenicaña. Julio – diciembre. Cali. 2005

### **Tallos Secos:**

Son aquellos tallos rajados o quebrados, con bajos contenidos de sacarosa y humedad (Figura No 10).



Fig. No 10

### **Hojas verdes y secas:**

Es la lámina foliar verde o seca que se incorpora con los tallos de caña en forma libre o unida a la yagua (Figura No 11).



Fig. No 11

### **Raíces:**

Es el órgano de la planta que absorbe los nutrimentos para el desarrollo de la planta y le sirven de sostén. Son materia extraña fibrosa con bajo contenido de azúcar.

---

Fig. No 10 Tallos secos. Tomado de la carta trimestral, Cenicaña. Julio – diciembre. Cali. 2005

Fig. No 11 Hojas verdes y secas. Tomado de la carta trimestral, Cenicaña. Julio – diciembre. Cali. 2005

**Cepa:**

Es la parte subterránea de la caña con sus respectivas raíces y tierra.

**Vaina o Yaguas:**

Parte inferior de la hoja que se abraza al tallo, sostiene la lámina y protege los tejidos jóvenes del tallo. Cuando envejece se va separando del entrenudo; en algunas variedades queda adherida y en otras se desprende dejando cicatriz foliar. El color varía de verde claro a morado.

**Malezas:**

Es cualquier material vegetal extraño, identificable y diferente a los definidos para la caña de azúcar.

**Tocones:**

Porción de tallo de caña adherida a la cepa por encima del nivel de corte.

**5.4.2. La Materia Extraña en el Proceso de Evaluación de Calidad de Corte Manual de Caña de Azúcar**

Para establecer un correcto programa de evaluación de corte manual es necesario identificar el origen de los componentes de la materia extraña, así:

**Corte Manual y Alce Mecánico Materia Vegetal**

Tabla No 4. Atribución de la materia extraña vegetal.

<b>Material</b>	<b>Atribuible</b>
Cogollo	Corte
Hojas	Corte
Yaguas	Corte y Variedad

Malezas	Campo
Tallos Secos	Corte
Chulquines	Corte
Raíces	Variedad y Edad (Campo)
Lalas	Corte
Cepas	Alce

### **Corte Manual y Alce Mecánico Materia Mineral**

Tabla No 5. Atribución de la materia extraña mineral.

<b>Material</b>	<b>Atribuible</b>
Tierra, Arena y Piedra.	Alce

Cada uno de estos materiales tiene una incidencia importante a la hora de procesar la caña de azúcar, y también en los procesos post - corte. En las tablas de atribución se ve que solo la materia extraña vegetal se debe tener en cuenta para el control de calidad del corte manual de caña. A continuación se muestran los efectos de esta.

#### **Chulquines:**

Tienen bajos niveles de sacarosa y altos contenidos de azúcares invertidos y almidones que dificultan la cristalización. Aumentan el color del azúcar y causan atascamientos en los molinos.

#### **Cogollos:**

Aumentan el Color en Azúcar. Disminuyen la pureza del jugo. Aumenta la humedad en el Bagazo. Aumenta el material que debe procesarse para obtener una cantidad determinada de Azúcar. Aumenta las melazas y se reduce la cristalización.

### **Tallos Secos:**

Disminuyen la extracción en molinos. Aumenta la humedad en el Bagazo. Aumenta el color en el Azúcar. Aumenta la sacarosa en el Bagazo.

### **Hojas verdes y secas:**

Las hojas secas aumentan la fibra y actúan como esponjas que toman azúcar, aumentando la cantidad de esta en el bagazo; las hojas verdes tienen efectos similares a los cogollos, como baja pureza y alto contenido de cenizas. Además, Causan atascamiento en los molinos. Aumentan la Humedad en el Bagazo. Aumentan el Color en el Azúcar. Disminuyen la extracción en los molinos. Causan obstrucción en los filtros.

### **Raíces:**

Ocasionan atascamiento en los molinos.

### **Cepas:**

Disminuye la eficiencia en el transporte. Producen daños en la mesa de alimentación. Causan daños en la picadora.

### **Malezas:**

Dificultan la labor de corte.

### **Tocones:**

Dificultan las labores post – corte en el campo.

#### **5.4.2.1. Evaluaciones de Calidad de Corte Manual de Caña de azúcar**

Ya es conocido que la calidad del corte manual esta directamente influenciada por la cantidad de materia extraña encontrada en la chorra de cada cortero, pero además de estos aspectos, hay otros q tienen incidencia dentro de un normal funcionamiento del proceso de corte, alce y transporte de la caña, y para esto se

han creado las evaluaciones de calidad de corte. Estas evaluaciones son una representación numérica para el ingenio de lo que esta pasando en el campo, y ahí es donde radica su importancia, pues es este el punto de partida de todo el proceso de fabricación del azúcar y sus derivados y en la actualidad del alcohol carburante. Las evaluaciones de Calidad de Corte Manual se reducen a aspectos relevantes de la labor realizada por los corteros, estas labores incluyen el corte de la caña, el descogolle y la ubicación tanto de los tallos como de los residuos (hojas, chulquines, cogollos).


La importancia de las evaluaciones se fundamenta en la personalización del proceso, pudiendo determinar quienes están fallando y en que aspectos. Este procedimiento es necesario ya que seguido del corte esta el alce y transporte de la caña y si la chorra contiene materia extraña esta será llevada a la fabrica, además, si el nido no tiene la distancia necesaria a la acequia se dificultara el paso de la alzada y si la chorra no esta alineada se perderá caña al momento de ser alzada. En resumen, las evaluaciones de calidad buscan desde el origen de la materia prima, reducir la cantidad de materia extraña en la fábrica y facilitar el alce, todo esto, supervisando la labor del cortero.

## 6. ANÁLISIS DE LAS EVALUACIONES DE CALIDAD DE CORTE MANUAL DE CAÑA DE AZÚCAR

### 6.1. ANÁLISIS DEL ESTADO EN QUE SE ENCONTRO EL PROCESO DE EVALUACION DE CALIDAD DE CORTE MANUAL DE CAÑA

El ingenio azucarero, INCAUCA S.A., realizaba evaluaciones de calidad de corte casi a diario de manera aleatoria, utilizando un formato (ver Figura No 12) con trece (13) aspectos identificados años atrás. Se procedía a tomar un cortero al azar y en la chorra que le correspondía se señalizaban dos (2) metros aproximadamente, y en ese espacio se evaluaba la labor realizada por el cortero. La información era registrada por los brecheros y entregadas en medio físico (papel) a los supervisores de corte y alce, quienes a su vez las entregaban en la superintendencia de cosecha.

Figura. No 12. Formato inicial de evaluación.

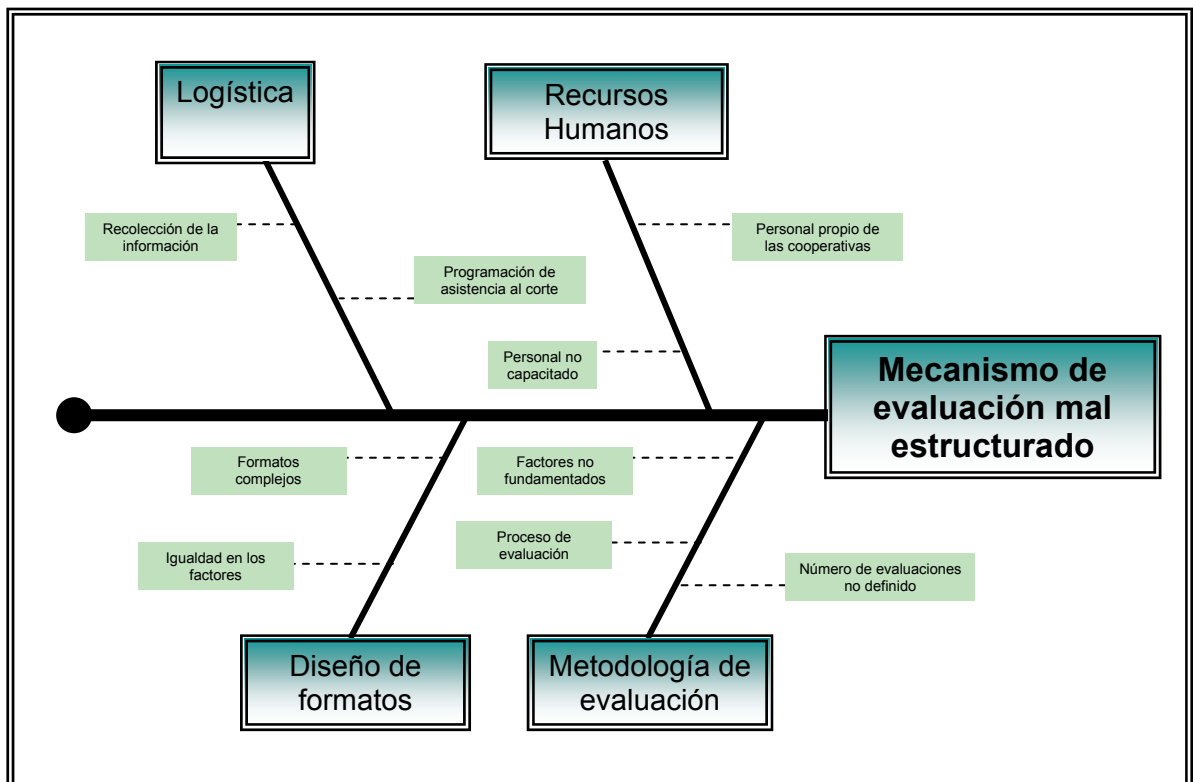
		EVALUACION CALIDAD DEL CORTE																								
ACIENDA:	JUDEA VILLEGAS																									
PUERTE:	002																									
FECHA:	31/10/2005																									
VALUADOR:	FILEMON HERRERA - JOSE HERRERA																									
COOPERATIVA DE CORTE:	FUERZA Y PROGRESO																									
EVALUACION DE LA CHORRA											EVALUACION DE LA MUESTRA DE CHORRA EN 2 METROS															
CORTERO	LIMPIEZA FRONTAL		LIMPIEZA LATERAL		ALINEACION		ENCHORRE		HOJAS EN EL TALLO		DIST /ACEG	LIMPIEZA DE LA CAMA		COG. EN CAÑA	CHULQ	TALLOS SECOS	TOCONES	COG CHORRA	CAÑA EN EL COG							
	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M		MTS.	B							M	#	#	#	#		
95507	X		X			X		X	X		1	NA	X		2	A	1	A	1	A	1	A	1	A		
95715	X			X		X		X	X		1	NA	X		12	NA	1	A	0	A	5	A	2	A	0	A
95626	X			X		X		X	X		1	NA	X		2	A	1	A	0	A	4	A	2	A	0	A
95776	X		X		X		X	X	X		1	NA	X		2	A	0	A	6	NA	3	A	0	A	0	A
95684	X		X		X		X		X		1	NA	X		0	A	0	A	1	A	0	A	0	A	0	A
95853	X		X		X		X		X		1	NA	X		0	A	0	A	1	A	1	A	0	A	0	A
TOTAL	6		6		6		6		6			6														
	6	0	4	2	3	3	3	3	6	0		6	0													
%	100%	0%	67%	33%	50%	50%	50%	50%	100%	0%		100%	0%													
CONVENCIONES:	B=BUENO		M= MALO		MTS= METROS		A= ACEPTABLE		NA= NO ACEPTABLE																	

## 6.2. DIAGNOSTICO SEGÚN EL DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Con el fin de establecer un diagnostico que plantee la situación encontrada del proceso de evaluación de calidad de corte manual de caña, y como soporte para la identificación de las posibles causas de los inconvenientes que se presentan en dicho proceso, se empleó el Diagrama Causa- Efecto o Espina de Pescado. Haciendo uso de este diagrama se pueden determinar y organizar las hipótesis formuladas sobre las problemáticas encontradas, y así, encontrar soluciones partiendo de este análisis.

Respecto a la situación encontrada en el proceso de evaluación de calidad de corte, se tuvieron en cuenta cuatro aspectos fundamentales que son: Recursos humanos, Logística, Diseño de formatos y Metodología de evaluación (Ver Fig. No 13).

Figura. No 13. Problemas visualizados. Diagrama Causa – Efecto.



Para la realización del análisis, tanto las causas principales como secundarias, fueron identificadas y evaluadas. El diagnóstico se sustentó en la experiencia obtenida durante los últimos once meses en el ingenio, y en la percepción de los directivos, supervisores y analistas de la supercosecha.

- Logística: Al realizar el análisis se observó que existían deficiencias al momento de recolectar la información.

El flujo esperado de información era: evaluador – cabo de turno – supervisor – cosecha. La dificultad se presentaba cuando el cabo no se encontraba con el supervisor, debido a los múltiples desplazamientos que este tiene que hacer a diario, se generaba entonces una acumulación de evaluaciones por parte del cabo de turno que terminaba con la entrega de la información varios días e incluso varios meses después.

Por otra parte, no existía ningún control del flujo de evaluaciones diligenciadas, es decir, a las oficinas llegaban formatos llenos de cualquiera de las ocho cooperativas. Se llegó al punto que en varios meses no se tenían evaluaciones de algunas cooperativas y esto no permitía hacer ningún tipo de análisis comparativo de la información.

Adicional a esto, no se programaban asistencias al corte para efectuar las evaluaciones y recoger la información.

- Recursos Humanos: El proceso de evaluación de calidad del corte manual de caña requiere de personal comprometido con el desarrollo del mismo.

El personal necesario para realizar las evaluaciones requiere de un alto grado de objetividad y en el caso del ingenio, este personal era suministrado por las cooperativas, por tal motivo no eran el recurso

humano idóneo para realizar la función de evaluadores, pues eran personas que conocían y compartían con los evaluados el lugar y las jornadas de trabajo, además del transporte. En la gran mayoría de ocasiones se presentaba el efecto “halo” al momento de realizar las evaluaciones, sesgando en gran medida los resultados obtenidos del proceso.

Por otra parte, sucedía que los evaluadores desconocían los factores que evaluaban y realizaban las encuestas a su criterio, distorsionando la calidad de la información que se estaba manejando. También se presentaban casos en los que los evaluadores no sabían como diligenciar el formato de evaluación.

- Diseño de Formatos: Los formatos son en gran manera parte fundamental del proceso pues las personas que los diligencian no tienen una preparación académica avanzada, y formatos complejos aumentan la posibilidad de errores en las muestras.

Los formatos que se utilizaban presentaban complicaciones a la hora de registrar la información, pues combinaban valores cuantitativos y otros cualitativos, dificultando la obtención de los resultados.

Por otra parte, el diseño no permitía diferencias entre los factores, todos tenían la misma relevancia al momento de buscar los resultados. No se tuvo en cuenta la posibilidad de que un factor fuera más representativo que otro, permitiendo un análisis más exacto.

- Metodología de Evaluación: Como se realicen las evaluaciones, en que cantidad y basándose en que, son los pilares que garantizan que la evaluación cumpla con su propósito.

Normalmente se encontraban evaluadores que realizaban su función de maneras distintas, es decir, algunos comenzaban por el interior de la chorra y otros por el exterior, no se presentaba uniformidad en el proceso.

Al indagar por la forma de realizar la evaluación y los factores a tener en cuenta, los evaluadores no justificaron su labor, además, no se encontró documentación ni soporte del proceso.

Al momento de realizar las evaluaciones, el personal encargado contaba con un sin numero de formatos y se disponían solo a llenarlos sin llevar un control de que cantidad realizaban ni a quien evaluaban.

### **6.3. PROPUESTAS DE MEJORA SEGÚN LO IDENTIFICADO EN EL DIAGRAMA CAUSA – EFECTO**

Las propuestas de mejora planteadas están encaminadas a desarrollar un óptimo mecanismo de evaluación de la calidad del corte manual de caña de azúcar. Un mecanismo que eleve la confianza en los resultados que se obtengan, sirviendo como apoyo a la dirección en la toma de decisiones.

- Uno de los puntos críticos en el proceso de evaluación esta en la información que se maneja, se hace necesario identificar y definir claramente los factores relevantes que se van a tener en cuenta y unificar criterios.
- Establecer el proceso de evaluación.
- El recurso humano es otro de los puntos clave a atacar, por esto se requiere la capacitación del personal que INCAUCA S.A. ha contratado para este fin. La capacitación debe abarcar: conceptos, el proceso de evaluación como tal y el diligenciamiento de los formatos. Para este fin se hace imperante la realización de un manual de calidad del corte de caña.

- Es necesario definir un número exacto de evaluaciones a realizar diariamente. Este número se debe fijar teniendo en cuenta el personal por cooperativas y las asistencias diarias al corte.
- Para obtener mejores resultados no basta con atender los factores mencionados. La construcción de una herramienta en Excel que permita un mejor manejo de la información es innegable, pero para esto es fundamental establecer las importancias relativas de los factores y manejar variables cuantitativas, de esta manera el registro y posterior análisis de los datos recibidos será mucho más sencillo.
- Diseñar un formato sencillo, permitirá una mejor recolección de información y minimizará la posibilidad de errores.

## **7. IMPLEMENTACION DEL MECANISMO DE EVALUACION DE CALIDAD DEL CORTE MANUAL DE CAÑA BASADO EN LAS PROPUESTAS DE MEJORA**

### **7.1. IDENTIFICACION DE FACTORES RELEVANTES PARA LA EVALUACION DE CALIDAD DE CORTE**

El objetivo principal de las evaluaciones de control de calidad de corte es cuantificar el desempeño de los corteros de cada una de las cooperativas que prestan sus servicios al ingenio del cauca, INCAUCA S.A., esto con el fin de ejercer algún tipo de control sobre el producto que la Superintendencia de cosecha esta enviando a la fábrica.

La labor del cortero no solo es cortar la caña, también esta dentro de sus funciones la correcta disposición de residuos y la ubicación adecuada de la caña, por esto las evaluaciones de control analizan tanto el interior como el exterior de la chorra. Fuera de la chorra se evalúa limpieza, alineación y enchorre de la caña, hojas en el tallo y distancia del nido a la acequia. En el interior de la chorra se observa la limpieza de la cama, el cogollo en la caña, los chulquines, tallos secos, tocones, cogollo en la chorra y caña en el cogollo.

#### **7.1.1. Definición de Factores Relevantes**

El criterio que se usó para determinar los factores relevantes del control de calidad de corte fue la experiencia y conocimiento del problema por parte de la dirección. Se hace imperante entonces, definir cada uno de estos factores de manera clara para evitar posibles confusiones.

#### 7.1.1.1. Factores Externos

Referente a los factores que se evalúan fuera de la chorra.

- **Limpieza Frontal:** Presencia de materia extraña frente a la chorra.
- **Limpieza lateral:** Se refiere a la ubicación de correcta de los residuos. Esta debe hacerse entre los surcos 1 y 2 y 5 y 6.
- **Alineación:** Caña ubicada correctamente en los surcos 3 y 4.
- **Enchorre:** Arrume correcto de caña en los surcos 3 y 4. Si la caña es recta, la posición debe ser horizontal, de ser curva, esta curvatura debe quedar hacia el lado donde se inicio la chorra. Debe ser un arrume parejo y las cañas cortas deben ir en el medio de la chorra.
- **Hojas en el tallo:** Presencia de hojas verdes y/o secas en los tallos acostados en la chorra.
- **Distancia a la acequia:** Distancia de dos metros entre la acequia y el nido que facilita el paso de la maquinaria y/o delimitar la división de un tajo con otro.

#### 7.1.1.2. Factores Internos

Referente a las variables que se evalúan al interior de la chorra

- **Limpieza de la cama:** Presencia de materia extraña en los surcos 3 y 4.
- **Cogollo en la caña:** Presencia de la parte superior de la caña de azúcar que no es molinable en un tallo que si lo es.
- **Chulquines:** Presencia de tallos jóvenes de caña de azúcar que no han completado el ciclo de maduración y por ende no contienen los niveles de sacarosa requeridos.
- **Tallos secos:** Presencia de tallos rajados de un bajo contenido de sacarosa y humedad.

- **Tocones:** Presencia de la raíz debido a que el tallo no se cortó a ras de suelo.
- **Cogollo en chorra:** Presencia de la parte superior de la caña de azúcar que no es molinable en la chorra.
- **Caña en el cogollo:** Presencia de caña molinable en el cogollo que ha sido cortado.

### 7.1.2. Definición de los Niveles de cada Factor

Para definir los posibles niveles de cada factor se buscó la opinión de las directivas de la supercosecha y además, se contó con el criterio del departamento de calidad y conformidad del ingenio.

El ingenio azucarero del Cauca, INCAUCA S.A., no tiene establecidos porcentajes de aceptación de materia extraña, ya sea vegetal o mineral, por tal razón no hay cabida para más de dos niveles o categorías dentro de los factores seleccionados. Esta observación fue aprobada por las directivas de la supercosecha y el departamento de calidad y conformidad, pues genera un aumento en la exigencia de la labor de corte e incrementa la probabilidad de entregar caña mas limpia y dejar el campo en mejores condiciones.

#### 7.1.2.1. Factores Externos

- **Limpieza Frontal**

Nivel 0: Presencia de materia extraña en el área frontal de la chorra.

Nivel 1: Ausencia de materia extraña en el área frontal de la chorra.

- **Limpieza lateral**

Nivel 0: Residuos ubicados fuera de los surcos 1 y 2 y 5 y 6.

Nivel 1: Residuos ubicados en los surcos 1 y 2 y 5 y 6.

- **Alineación**

Nivel 0: Tallos de caña molinable fuera de los surcos 3 y 4.

Nivel 1: Tallos de caña molinable ubicados en los surcos 3 y 4.

- **Enchorre**

Nivel 0: Arrume incorrecto de caña en los surcos 3 y 4.

Nivel 1: Arrume correcto de caña en los surcos 3 y 4.

- **Hojas en el tallo**

Nivel 0: Presencia de hojas verdes y/o secas en los tallos acostados en la chorra.

Nivel 1: Ausencia de hojas verdes y/o secas en los tallos acostados en la chorra.

- **Distancia a la acequia**

Nivel 0: Distancia menor a dos metros entre la acequia y el nido.

Nivel 1: Distancia de dos metros entre la acequia y el nido.

#### **7.1.2.2. Factores Internos**

- **Limpieza de la cama**

Nivel 0: Presencia de materia extraña en los surcos 3 y 4.

Nivel 1: Ausencia de materia extraña en los surcos 3 y 4.

- **Cogollo en la caña**

Nivel 0: Presencia de la parte superior de la caña que no es molinable en un tallo que si lo es.

Nivel 1: Ausencia de la parte superior de la caña que no es molinable en un tallo que si lo es.

- **Chulquines**

Nivel 0: Presencia de al menos un tallo joven de caña.

Nivel 1: Ausencia de tallos jóvenes de caña.

- **Tallos secos**

Nivel 0: Presencia de al menos un tallo rajado o quebrado.

Nivel 1: Ausencia de tallos rajados o quebrados.

- **Tocones**

Nivel 0: Presencia de al menos una raíz en el tramo evaluado.

Nivel 1: Ausencia de raíces en el tramo evaluado.

- **Cogollo en chorra**

Nivel 0: Presencia de al menos un cogollo en la chorra.

Nivel 1: Ausencia de cogollos en la chorra.

- **Caña en el cogollo**

Nivel 0: Presencia de caña molinable en al menos un cogollo cortado.

Nivel 1: Ausencia de caña molinable en los cogollos cortados.

## **7.2. PROCESO DE EVALUACION**

La definición del proceso de evaluación esta fundamentada en la experiencia de los supervisores de alce y transporte de la supercosecha y en las observaciones hechas.

La metodología de este proceso se compone de siete pasos (7) que van desde la selección de la chorra hasta la entrega de los formatos (Ver Figura No 14).

Paso No 1: Selección de la chorra. En el inicio del proceso se escoge aleatoriamente la chorra a evaluar, es importante después de realizada la primera evaluación, tratar de cubrir el mayor espacio con las posteriores evaluaciones, es decir, que el segundo control no se haga al cortero de la chorra vecina. Esto es para tener una muestra más representativa de la hacienda suerte seleccionada.

Paso No 2: Observar y Evaluar: Al momento de llegar a la chorra seleccionada se observa la labor realizada externamente, es decir, la limpieza frontal, lateral, el alineamiento, el enchorre y la cantidad de hojas

verdes y secas. En la definición de factores se establecieron parámetros que permiten definir una tarea bien hecha.

Paso No 3: Escoger área de muestreo: En este paso se dispone la selección del tramo de la chorra a evaluar. Esta selección se hace de manera aleatoria, puede ser al inicio al medio o al final de la chorra. La distancia que se seleccione para destapar es indiferente<sup>o</sup>, pero se recomienda para la cooperativa Fuerza y Futuro destapar distancias de un metro (1), pues es la cooperativa con mayor número de evaluaciones a realizar y debido al tiempo es posible que no se concreten en su totalidad. Para las demás cooperativas se puede mantener la distancia establecida de dos (2) metros.

Paso No 4: Destapar la chorra: Una vez seleccionado el lugar a destapar, se procede a marcar la distancia y abrir la chorra. Se determina que cañas están mal descogolladas, si hay presencia de cogollos, chulquines, tocones o tallos secos, además, se verifica el estado de la cama. De igual forma, esta establecido que parámetros componen un análisis interno de la chorra realizado correctamente.

Paso No 5: Verificar distancia: Posteriormente se cuantifica y verifica que la distancia de la acequia al nido sea la establecida (2 metros). Esto es de suma importancia pues si no se guarda la distancia es posible que el tapa-acequias cubra cañas útiles y estas terminen perdiéndose.

---

<sup>o</sup> Esto se demuestra en el experimento que se llevo a cabo. NUMERAL 7.3.

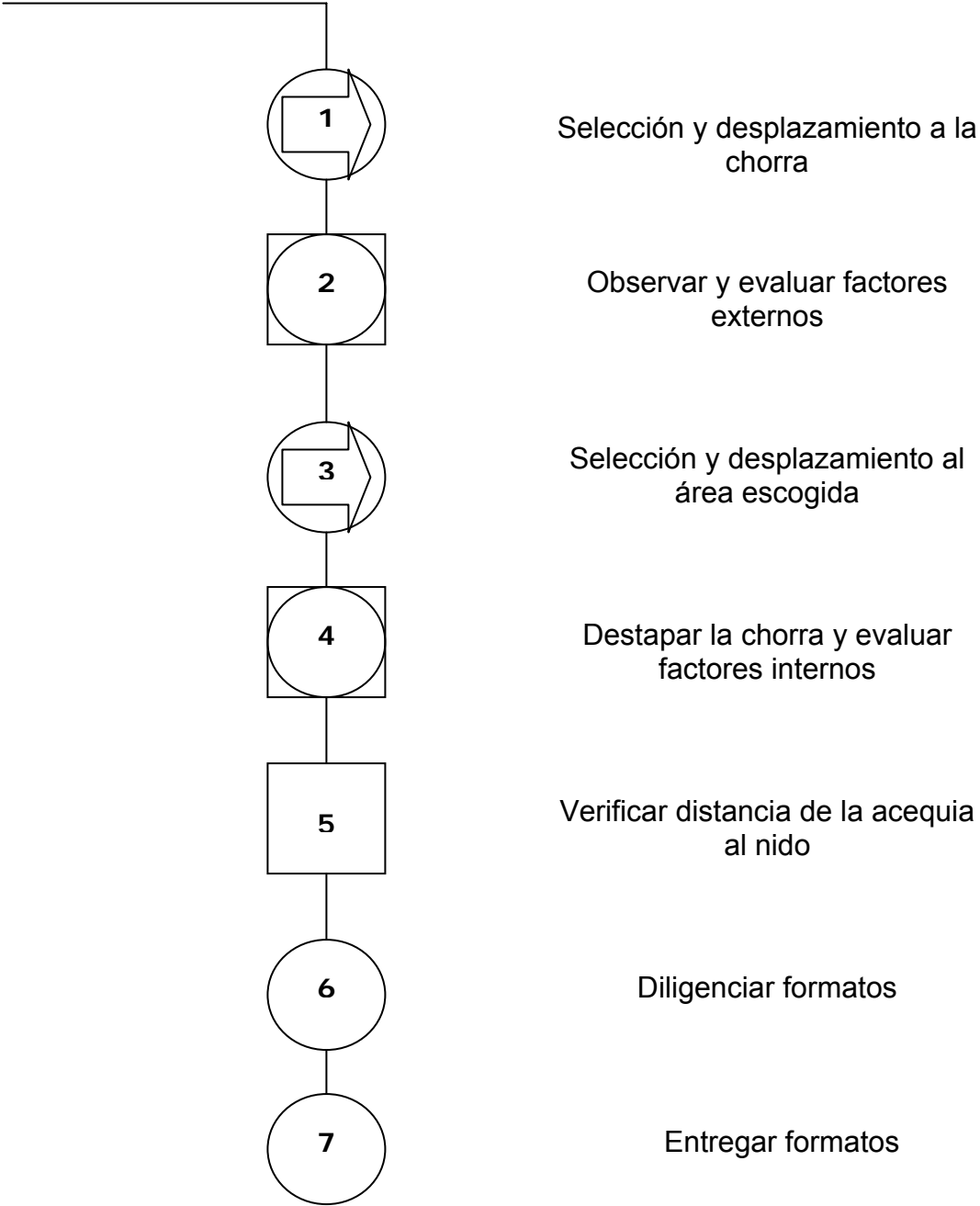
Paso No 6: Diligenciar los formatos<sup>⊖</sup>: Las evaluaciones deben llenarse en su totalidad, desde el encabezado hasta el visto bueno del cabo, de lo contrario no tendrán validez.

Paso No 7: Entrega de formatos: Una vez terminada la jornada semanal, los evaluadores entregarán a los cabos respectivos las evaluaciones realizadas durante la semana.

---

<sup>⊖</sup> Se refiere a los nuevos formatos

Figura No 14. Diagrama de flujo proceso de evaluación.



### **7.3. DISEÑO DE EXPERIMENTO PARA ESTABLECER TRAMO DE LA CHORRA A EVALUAR**

Al momento de realizar las observaciones en el campo surgió la duda del tramo de la chorra que se debía destapar para realizar el muestreo. Al no tener ninguna base para definir esta distancia se decidió aplicar el diseño experimental como posible solución a la duda que se encontró.

#### **7.3.1. Identificación del Problema**

Se pretende determinar si la distancia que se utiliza actualmente para realizar las evaluaciones de calidad de corte manual de caña de azúcar presenta diferencias significativas o no con dos (2) distancias propuestas; de existir, es importante conocer cual de estas es mas efectiva.

#### **7.3.2. Selección de Factores**

Se considero un solo factor incidente en la variable respuesta, por lo que el modelo del experimento corresponde a un diseño unifactorial completamente aleatorizado, además, las observaciones se tomaron en orden aleatorio y el ambiente fue lo mas uniforme posible.

Se tuvo en cuenta el efecto de la distancia (en metros) sobre la concentración de materia extraña vegetal en la chorra.

Dentro de la materia extraña vegetal se tuvo en cuenta los siguientes componentes:

- Chulquines: Presencia de tallos jóvenes de caña de azúcar que no han completado el ciclo de maduración y por ende no contienen los niveles de sacarosa requeridos.

- Cogollo en la caña: Presencia de la parte superior de la caña de azúcar que no es molinable en un tallo que si lo es.
- Caña en el cogollo: Presencia de caña molinable en el cogollo que ha sido cortado.
- Cogollos: Presencia de la parte superior de la caña de azúcar que no es molinable en la chorra.

### 7.3.3. Premuestra

El interés del experimento esta en rechazar la hipótesis nula con una probabilidad de al menos 0.95

Para la premuestra fue necesario obtener datos producto de la experiencia y pruebas realizadas. Estos valores fueron tomados como promedio.

Tabla No 6. Datos de la premuestra.

		DISTANCIAS		
		1 metros	2 metros	3 metros
<b>MATERIA EXTRAÑA</b>	<b>Chulquines</b>	$\mu = 2$	$\mu = 2.5$	$\mu = 3.2$
	<b>Cogollo en la caña</b>	$\mu = 4$	$\mu = 5.3$	$\mu = 6$
	<b>Caña en el cogollo</b>	$\mu = 4$	$\mu = 7.4$	$\mu = 8$
	<b>Cogollos</b>	$\mu = 1.5$	$\mu = 2.5$	$\mu = 3$
		$\mu_1 = 2.9$	$\mu_2 = 4.4$	$\mu_3 = 5.1$

Promedios en unidades de materia extraña.

$$\mu_1 = 2.9$$

$$\mu_2 = 4.4$$

$$\mu_3 = 5.1$$

$$\sum_{i=1}^3 = 2.9 + 4.4 + 5.1 = 12.4$$

$$\mu = 12.4 / 3 = 4.13$$

Para hacer uso de las curvas de operación características y poder establecer el número de replicas requeridas, fue necesario definir la diferencia entre medias, así:

$$\zeta_i = \mu_i - \mu$$

$$\zeta_1 = 2.9 - 4.13 = -1.23$$

$$\zeta_2 = 4.4 - 4.13 = 0.27$$

$$\zeta_3 = 5.1 - 4.13 = 0.97$$

$$\sum_{i=1}^3 \zeta_i^2 = (-1.23)^2 + (0.27)^2 + (0.97)^2 = 2.5267$$

Utilizando los datos de la premuestra se halló una estimación de la desviación estándar que se utilizo para el calculo de las replicas.

$$\mu_1 = 2.9$$

$$\mu_2 = 4.4$$

$$\mu_3 = 5.1$$

$$\sigma = 1.12$$

$$\hat{\Phi} = \sum_{l=1}^3 \zeta_l^2 / a \hat{\sigma}$$

Con:

$$\alpha = 0.05 \quad a = 3$$

$$a - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$N - a = a (n - 1) = 3 (n - 1)$$

$$\hat{\Phi} = n (2.5267) / 3 (1.12)^2 = \mathbf{0.6714 n}$$

Se hace uso de las curvas de operación característica para determinar el valor de la potencia y así, fijar el número de replicas necesarias. Los resultados están en la tabla No 7:

Tabla No 7. Valores de la potencia.

N	$\hat{\Phi}$	$\Phi$	a (n - 1)	$\beta$	(1 - $\beta$ )
5	3,357	1,83221177	12	0.34	0.66
6	4,0284	2,00708744	15	0.19	0.81
7	4.6998	2,16790221	18	0.13	0.87
8	5.3712	2,31758495	21	0.07	0.93
9	6.0426	2.45817005	24	0.035	0.965

La potencia con n = 9 es 0.965.

0.965 > 0.95, valor de la probabilidad establecida para el experimento, por tanto el numero de adecuado de replicas para este experimento es 9.

### 7.3.4. Realización del Experimento

La prueba consistió en evaluar la cantidad presente de chulquines, cogollo en la caña, caña en el cogollo y cogollos dentro de tramos de chorras de uno, dos y tres metros.

#### 7.3.4.1. Procedimiento Experimental

- Se diseñaron formatos para realizar la evaluación (ver Figuras No 15, No 16 y No 17).

Figura No 15. Formato para toma de muestra en un metro.


 <b>DISEÑO DE EXPERIMENTO</b>				
Diseño por: JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO				
Realizado por:				
Distancia a evaluar: 1,00 metros				
Observación Numero	Chulquines	Cogollo en la caña	Caña en el cogollo	Cogollos
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Figura No 16. Formato para toma de muestra en dos metros.



 <b>DISEÑO DE EXPERIMENTO</b>				
Diseño por: JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO				
Realizado por:				
Distancia a evaluar: 2,00 metros				
Observación Numero	Chulquines	Cogollo en la caña	Caña en el cogollo	Cogollos
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Figura No 17. Formato para toma de muestra en tres metros.

 <b>DISEÑO DE EXPERIMENTO</b>				
Diseño por: JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO				
Realizado por:				
Distancia a evaluar: 3,00 metros				
Observación Numero	Chulquines	Cogollo en la caña	Caña en el cogollo	Cogollos
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

- Se definió el personal necesario para realizar las evaluaciones. Para este caso se contó con la colaboración del Ingeniero Alex Puente, Supervisor de alce y transporte de INCAUCA S.A., y del señor Julio Muñoz, perteneciente al grupo de personas contratadas para la realización de las evaluaciones.
- Se tomaron las 9 muestras correspondientes a tramos de un metro. Aleatoriamente y dependiendo del lugar de corte se dispuso de las chorras necesarias para la evaluación. El señor julio Muñoz procedió a marcar la distancia correspondiente (un metro) y a destapar la chorra, y de esta forma poder contabilizar el número de componentes de la materia extraña vegetal que se estaba evaluando. Este proceso se repitió con las 9 muestras de tramos de dos metros y posteriormente con las muestras de tramos de tres metros.
- En el transcurso del proceso mencionado se registraron los resultados en los formatos previamente diseñados (ver Formatos No 18, No 19 y No 20)

Figura No 18. Registro muestra en un metro.


 <b>DISEÑO DE EXPERIMENTO</b>				
Diseño por: JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO				
Realizado por:				
Distancia a evaluar: 1,00 metros				
Observación Numero	Chulquines	Cogollo en la caña	Caña en el cogollo	Cogollos
1	4	7	8	4
2	3	8	12	3
3	3	6	9	2
4	3	7	7	2
5	2	4	5	2
6	0	4	5	0
7	1	4	6	0
8	0	3	5	0
9	3	8	12	3

Figura No 19. Registro muestra en dos metros.



 <b>DISEÑO DE EXPERIMENTO</b>				
Diseño por: JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO				
Realizado por:				
Distancia a evaluar: 2,00 metros				
Observación Numero	Chulquines	Cogollo en la caña	Caña en el cogollo	Cogollos
1	2	8	5	5
2	2	6	6	2
3	4	8	10	8
4	3	7	8	0
5	1	5	6	0
6	0	8	5	0
7	2	4	6	2
8	0	6	5	0
9	1	3	5	1

Figura No 20. Registro muestra en tres metros.

 <b>DISEÑO DE EXPERIMENTO</b>				
Diseño por: JULIAN ALBERTO GRISALES SERRANO				
Realizado por:				
Distancia a evaluar: 3,00 metros				
Observación Numero	Chulquines	Cogollo en la caña	Caña en el cogollo	Cogollos
1	4	4	10	2
2	3	5	12	3
3	3	6	9	2
4	0	6	10	2
5	3	5	11	1
6	3	4	12	2
7	2	5	9	1
8	3	7	8	1
9	2	8	10	1

- El supervisor se encargo de hacer llegar los formatos a la oficina de la superintendencia de Cosecha para su posterior análisis.

### 7.3.4.2. Datos Obtenidos

A continuación se muestran los datos que se obtuvieron en la labor realizada.

Tabla No 8. Datos obtenidos.

		DISTANCIAS		
		1 metros	2 metros	3 metros
<b>MATERIA EXTRAÑA</b>	<b>Chulquines</b>	4	2	4
		3	2	3
		3	4	3
		3	3	0
		2	1	3
		0	0	3
		1	2	2
		0	0	3
		3	1	2
	<b><math>\mu=2.1</math></b>	<b><math>\mu=1.7</math></b>	<b><math>\mu=2.6</math></b>	
	<b>Cogollo en la caña</b>	7	8	4
		8	6	5
		6	8	6
		7	7	6
		4	5	5
		4	8	4
		4	4	5
		3	6	7
		8	3	8
<b><math>\mu=5.7</math></b>		<b><math>\mu=6.1</math></b>	<b><math>\mu=5.6</math></b>	

		8	5	10
		12	6	12
		9	10	9
		7	8	10
	<b>Caña en el cogollo</b>	5	6	11
		5	5	12
		6	6	9
		5	5	8
		12	5	10
		<b><math>\mu=7.7</math></b>	<b><math>\mu=6.2</math></b>	<b><math>\mu=10.1</math></b>
		4	5	2
		3	2	3
		2	8	2
		2	0	2
		2	0	1
	<b>Cogollos</b>	0	0	2
		0	2	1
		0	0	1
		3	1	1
		<b><math>\mu=1.8</math></b>	<b><math>\mu=2</math></b>	<b><math>\mu=1.7</math></b>

Tabla No 9. Resumen datos obtenidos

		DISTANCIAS		
		1 metros	2 metros	3 metros
<b>MATERIA EXTRAÑA</b>	<b>Chulquines</b>	$\mu = 2.1$	$\mu = 1.7$	$\mu = 2.6$
	<b>Cogollo en la caña</b>	$\mu = 5.7$	$\mu = 6.1$	$\mu = 5.6$
	<b>Caña en el cogollo</b>	$\mu = 7.7$	$\mu = 6.2$	$\mu = 10.1$
	<b>Cogollos</b>	$\mu = 1.8$	$\mu = 2$	$\mu = 1.7$

#### 7.3.4.3. Análisis de Varianzas

Con los datos anteriores se buscó establecer si existían diferencias significativas en las diferentes distancias evaluadas. Para este fin, se usó el análisis de varianzas, una herramienta estadística que permite probar la igualdad de los efectos de los tratamientos

	DISTANCIAS		
	1 METRO	2 METROS	3 METROS
	2.1	1.7	2.6
	5.7	6.1	5.6
	7.7	6.2	10.1
	<u>1.8</u>	<u>2.0</u>	<u>1.7</u>
TOTAL	17.3	16.0	20.0
MEDIA	4.3	4.0	5.0
DESV. EST	2.9	2.5	3.8

El interés recae en probar la igualdad de las medias de las 3 distancias propuestas, por tanto las hipótesis a tener en cuenta son:

Hipótesis nula:	$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$
Hipótesis Alternativa:	$H_1: \text{Al menos una media es diferente}$

Si la hipótesis nula ( $H_0$ ) es verdadera quiere decir que no existe una diferencia significativa entre las diferentes distancias establecidas, por tanto, cualquiera de estas puede ser utilizada para efectuar las evaluaciones de control de corte.

Este tipo de análisis estadístico divide la variabilidad total de los datos contenidos en la muestra en dos componentes. De esta forma, la prueba de hipótesis planteada se basa en la comparación de dos estimaciones independientes de la varianza de la población. La variabilidad total de los datos está descrita por la **suma total de cuadrados**.

$$SC_{TOTAL} = SC_{TRAT} + SC_{ERROR}$$

$$SC_{TOTAL} = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^4 y_{ij}^2 - \text{Factor de Corrección}$$

$$SC_{TRAT} = \sum_{j=1}^3 (y_{.j})^2 / 4 - \text{Factor de Corrección}$$

$$SC_{ERROR} = SC_{TOTAL} - SC_{TRAT}$$

$$\text{Factor de Corrección} = (y_{..})^2 / n$$

Usando la información obtenida:

$$\text{Factor de Corrección} = (17.3+16.0+20.0) / 12$$

$$\text{Factor de Corrección} = (53.3) / 12$$

$$\text{Factor de Corrección} = 236.74$$

$$SC_{TOTAL} = (2.1+5.7+7.7+1.8+1.7+6.1+6.2+2+2.6+5.6+10.1+1.7) - FC$$

$$SC_{TOTAL} = 324.99 - 236.74$$

$$SC_{TOTAL} = 88.25$$

$$SC_{TRAT} = ((17.3) / 4 + (16.0) / 4 + (20.0) / 4) - FC$$

$$SC_{TRAT} = (74.8225 + 64 + 100) - 236.74$$

$$SC_{TRAT} = 238.8225 - 236.74$$

$$SC_{TRAT} = 2.08$$

$$SC_{ERROR} = SC_{TOTAL} - SC_{TRAT}$$

$$SC_{ERROR} = 88.25 - 2.08$$

$$SC_{ERROR} = 86.17$$

$$\text{Grados de Libertad}_{TRAT} = TRAT - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\text{Grados de Libertad}_{TOTAL} = n - 1 = 12 - 1 = 11$$

$$\text{Grados de Libertad}_{ERROR} = 11 - 2 = 9$$

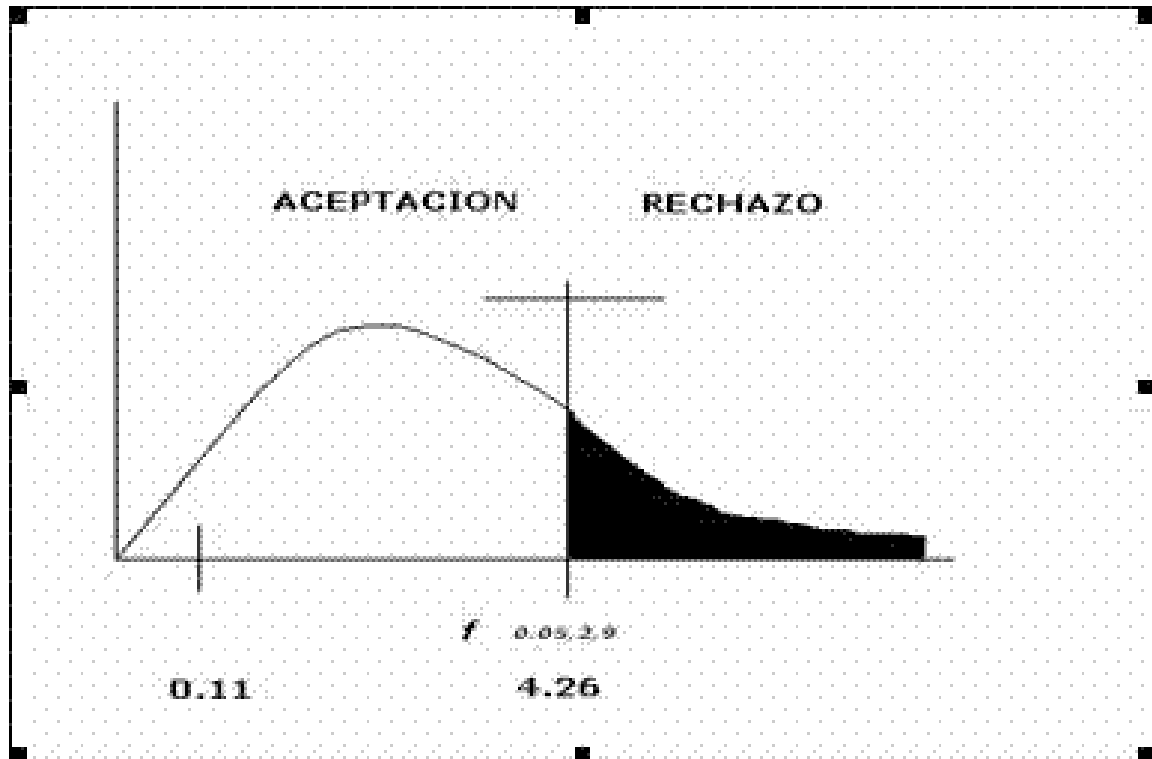
## ANOVA

Tabla No 10. Anova del experimento

FUENTE	GRADOS LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRADO MEDIO	fo	EFFECTO SIGNIFICATIVO
TRAT	2	2.08	1.04	0.11	NO
ERROR	9	86.17	9.51		
TOTAL	11	88.25			

El cociente  $f_0$  obedece a una distribución F, por tanto el límite de aceptación ( $f_{\infty}$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ) corresponde al valor 4.26 con  $V_1 = 2$  y  $V_2 = 9$ , tomado de la tabla de puntos porcentuales de la distribución F (Apéndice A tabla V, Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería, Douglas C. Montgomery).

Figura No 21. Regiones críticas.



No se rechaza  $H_0$  porque el estadístico  $f_0$  se encuentra en la zona de aceptación, por lo tanto se puede concluir que la cantidad en unidades de materia extraña no afecta significativamente la distancia seleccionada. En definitiva, no se presentan diferencias significativas entre las distancias evaluadas, por tanto resulta indiferente la selección de esta basándose en el presente experimento.

#### 7.4. ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

El proceso de corte manual en la actualidad es manejado por ocho cooperativas con diferente número de personal como se muestra en la tabla No 11:

Tabla No 11. Cantidad de personal por cooperativas.

<b>CODIGO</b>	<b>COOPERATIVA</b>	<b>No CORTEROS</b>
030	AGROCAUCA	282
031	EL TRIUNFO	282
032	FUERZA Y FUTURO	509
033	PROCAMPO	154
034	IVC	298
035	CORTEROS UNIDOS	301
036	30 DE MAYO	124
037	FUERZA Y PROGRESO	296

Se pretendió estimar el número de evaluaciones de calidad de corte manual que se le deben aplicar a cada cooperativa teniendo en cuenta el número de corteros que hay en cada una, de tal forma que se puedan hacer análisis comparativos entre ellas que apoyen a la dirección en la toma de decisiones.

$1 - \alpha = 95\%$

$\epsilon =$  Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)

$\sigma =$  Dato establecido históricamente con los datos de asistencia diaria de cada cooperativa (Tablas No 12, No 13, No 14 y No 15).

Tabla No 12. Asistencia Febrero.

ASISTENCIA FEBRERO								
	agrocauca	el triunfo	f y f	procampo	ivc	corteros	30-May	f y p
1	244	253	439	132	269	275	118	244
2	254	246	446	132	269	270	117	250
3	241	243	452	136	271	269	118	245
4	226	232	425		245	242	110	239
6	233	231	422	122		247	99	226
7	256	244	455	124	264	264	113	243
8	253	246	439	126	275	268	112	244
9	247	246	446	130	266	263	110	245
10	239	246	445	133	254	251	115	249
11	246	242	442	125	250	256	113	246
12	251	247	418	127	256	242	111	253
13	251	237	428	130	258	257	113	243
14	257	243	438	133	269	268	114	240
15	258	245	422	124	267	270	113	253
16	253	247	438	135	258	262	102	256
17	239	247	448	130	269	269	112	250
18	223	237	424	118	251	253	107	240
19	229	220		123	246		100	222
20	246	238	435	131	251	251	110	229
21	240	249	448	132	264	260	110	244
22		248	452	136	276	263	116	254
23	237	242	444	131	242	263	118	226
24	250	235	436	134	259	257		255
25	255	235	439	127	258	225	109	252
26	244	238	410	130	259	247	109	231
27	251	233	437	121	253	259	113	233
28	250	219	440	130	240	246	119	
<b>SUMATORIA</b>	6.373	6.489	11.368	3.352	6.739	6.697	2.901	6.312
<b>PROMEDIO</b>	245	240	437	129	259	258	112	243
<b>DESV.</b>	9,7	8,3	11,4	4,8	10,1	11,4	5,2	9,7

Tabla No. 13. Asistencia Marzo.

ASISTENCIA MARZO								
	agrocauca	el triunfo	f y f	procampo	ivc	corteros	30-May	f y p
1	255	239	446	130	267	256	119	257
2	244	240	442	133	275	269	116	239
3		246	449	133	255	263	113	261
4	213	230	425	105	258	238	104	226
5	216	238		102	256		100	248
6	237	228	432	115	248	242	107	235
7	234	241	447	125	258	262	115	246
8		248	437	130	257	235	115	242
9	237	233	429	130	250	257	111	250
10	231	231	422	127	257	242	115	244
11			427				108	243
13	235	239	423		258	250	104	235
14	234	247	436	128	271	261	114	245
15	252	248	411	126	270	265	110	244
16	242	248	450	129	273	256	115	249
17	250	246	430	127	276	250	111	252
18	237		428	94		239	102	
19	245	219			247	236	103	
20	242	241	413	95	257	256	110	232
21	238	235	425	127	249	268	110	239
22	236	245	449	106	270	256	112	253
23	253	235	425	130	264	256	107	239
24	236	225	421	131	244	243	105	227
25	248	222	424	126	248	243	107	223
26	250	235		123	272	247	107	
27	245	229	418	125	252	257	109	236
28	256	242	429	131	250	265	113	242
29	254	235	450	133	237	257	115	252
30	250	248	439	136	261	258	115	257
31	230	267	446	129	276	265	113	257
<b>SUMATORIA</b>	6.500	6.680	11.673	3.326	7.256	7.092	3.305	6.573
<b>PROMEDIO</b>	241	239	432	123	259	253	110	243
<b>DESV.</b>	10,8	9,9	11,8	11,9	10,8	10,2	4,8	10,0

Tabla No 14. Asistencia Abril.

ASISTENCIA ABRIL								
	agrocauca	el triunfo	f y f	procampo	ivc	corteros	30-May	f y p
1	232	242	411	120	249	251	110	233
2	237	237		122	255		95	228
3		242	422	125	263	255	108	231
4	254	261	446	130	276	262	113	244
5	253	243	434	120	248	265	115	251
6	244	262	411	114	255	277	116	254
7	221	258	444	119	265	266	115	254
8	241	269	438	120	259	268	107	258
9			446	121	271	260	111	
10	244	255	438	115	264		113	240
11	238	268	452	130	274	277	117	259
12	241	230	439	87	277	266	108	228
13		221	425	117	252	255	69	249
14	221	245	434	127	269	256	107	244
15	227	249	441	123		258	110	247
16	242	259	438	134	288	274	110	255
17	249	227	436	131	279	269	118	266
18	244	252	455	135	274	269	110	246
19	231	247	433	133	271	259	115	247
21	230	258	445	131	269	266	116	253
23				135	279	249		251
24	240	254	439	133	271	273	121	250
25	248	263	439	136	272	272	115	259
26	243	259	420	138	280	277	124	265
27	241	259	440	131	268	271	119	256
28	247	261	443	131	260	277	122	256
29	229	241	449	126	262	263	109	226
30	217						107	
<b>SUMATORIA</b>	5.714	6.262	10.918	3.384	6.950	6.635	3.000	6.450
<b>PROMEDIO</b>	238	250	437	125	267	265	111	248
<b>DESV.</b>	10,1	12,7	11,3	10,3	10,2	8,4	10,3	11,2

Tabla No 15. Asistencia Mayo y Desviaciones promedio.

ASISTENCIA MAYO								
	agrocauca	el triunfo	f y f	procampo	ivc	corteros	30-May	f y p
1	238	240	427	123	248	256	115	246
2	235	258	462	137	274	276	120	255
3	252	251	458	140	269	279	64	261
4	243	252	456	133	270	269	113	256
5	246	253	453	133	271	259	113	248
6	227	249	438	129	262	260	117	250
7	249	259	431	134	271		121	250
8	239	250	446	127	261	252	117	249
9	258	249	443	124	273	257	121	255
10	238	257	448	125	267	259	117	254
11	256	260	462	134	262	275	118	258
12	260	252	439	135	269	267	112	257
13	245	232	422	120	252	248	113	227
14	239	222		114	258		97	232
15	257	253	450	133	267	261	119	253
16	259	245	446	139	276	268	112	222
17	246	243	446	133	262	266	115	255
18	250	246	436	125	247	264	111	256
19	250	241	432	122	260	257		256
20	248	248	425			232		243
21	251	247	439	121	250	261	112	251
22	261	256	458	127	274	272	113	245
23	267	227	438	129	273	267	115	240
24	260	254	442	130	260	270	113	250
25	255	248	430	130	268	274	118	253
26	249	239	429	109	256	253	111	245
<b>SUMATORIA</b>	6.478	6.431	11.056	3.206	6.600	6.302	2.697	6.467
<b>PROMEDIO</b>	240	238	425	128	254	252	108	240
<b>DESV.</b>	9,5	9,5	11,7	7,5	8,6	10,4	11,4	9,5
<b>PROM. DESV.</b>	10,0	10,1	11,6	8,6	9,9	10,1	7,9	10,1
<b>PROM. ASIS</b>	241	242	433	126	260	257	110	243

Debido a que se trata de poblaciones fijas, la fórmula para la obtención del tamaño muestral es la siguiente:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\epsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2}$$

Donde N es el tamaño de la población finita, es decir el número de corteros por cooperativa.

### AGROCAUCA

$$1-\alpha = 95\%$$

$$\epsilon = \text{Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)}$$

$$\sigma = \text{Promedio desviación estándar} = 10.0 \text{ (corteros/día)}$$

$$N = 282$$

$$n_{\text{agrocauca}} = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\epsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2} = \frac{(1.96)^2 * (10.0)^2 * (282)}{(5)^2 * (281) + (1.96)^2 * (10.0)^2}$$

$$n_{\text{agrocauca}} = 14.7 = 15 \text{ evaluaciones/día.}$$

### EL TRIUNFO

$$1-\alpha = 95\%$$

$$\epsilon = \text{Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)}$$

$$\sigma = \text{Promedio desviación estándar} = 10.1 \text{ (corteros/día)}$$

$$N = 282$$

$$n_{\text{eltriunfo}} = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\varepsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2} = \frac{(1.96)^2 * (10.1)^2 * (282)}{(5)^2 * (281) + (1.96)^2 * (10.1)^2}$$

$$n_{\text{eltriunfo}} = 14.9 = 15 \text{ evaluaciones/día.}$$

## FUERZA Y FUTURO

$$1-\alpha = 95\%$$

$$\varepsilon = \text{Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)}$$

$$\sigma = \text{Promedio desviación estándar} = 11.6 \text{ (corteros/día)}$$

$$N = 509$$

$$n_{\text{fuerzayfuturo}} = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\varepsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2} = \frac{(1.96)^2 * (11.6)^2 * (509)}{(5)^2 * (508) + (1.96)^2 * (11.6)^2}$$

$$n_{\text{fuerzayfuturo}} = 19.8 = 20 \text{ evaluaciones/día.}$$

## PROCAMPO

$$1-\alpha = 95\%$$

$$\varepsilon = \text{Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)}$$

$$\sigma = \text{Promedio desviación estándar} = 8.6 \text{ (corteros/día)}$$

$$N = 154$$

$$n_{\text{procampo}} = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\varepsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2} = \frac{(1.96)^2 * (8.6)^2 * (154)}{(5)^2 * (153) + (1.96)^2 * (8.6)^2}$$

$$n_{\text{procampo}} = 10.7 = 11 \text{ evaluaciones/día.}$$

## IVC

$$1 - \alpha = 95\%$$

$$\varepsilon = \text{Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)}$$

$$\sigma = \text{Promedio desviación estándar} = 9.9 \text{ (corteros/día)}$$

$$N = 298$$

$$n_{ivc} = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\varepsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2} = \frac{(1.96)^2 * (9.9)^2 * (298)}{(5)^2 * (297) + (1.96)^2 * (9.9)^2}$$

$$n_{ivc} = 14.4 = 15 \text{ evaluaciones/día.}$$

## CORTEROS UNIDOS

$$1 - \alpha = 95\%$$

$$\varepsilon = \text{Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)}$$

$$\sigma = \text{Promedio desviación estándar} = 10.1 \text{ (corteros/día)}$$

$$N = 301$$

$$n_{corterosunidos} = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\varepsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2} = \frac{(1.96)^2 * (10.1)^2 * (301)}{(5)^2 * (300) + (1.96)^2 * (10.1)^2}$$

$$n_{corterosunidos} = 15.0 = 15 \text{ evaluaciones/día.}$$

## 30 DE MAYO

$$1 - \alpha = 95\%$$

$$\varepsilon = \text{Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)}$$

$$\sigma = \text{Promedio desviación estándar} = 7.9 \text{ (corteros/día)}$$

$$N = 124$$

$$n_{30\text{demayo}} = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\epsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2} = \frac{(1.96)^2 * (7.9)^2 * (124)}{(5)^2 * (123) + (1.96)^2 * (7.9)^2}$$

$$n_{30\text{demayo}} = 9.0 = 9 \text{ evaluaciones/día.}$$

## FUERZA Y PROGRESO

$$1-\alpha = 95\%$$

$$\epsilon = \text{Cantidad específica. Se tolera un error máximo de 5 (corteros/día)}$$

$$\sigma = \text{Promedio desviación estándar} = 10.1 \text{ (corteros/día)}$$

$$N = 296$$

$$n_{\text{fuerzayprogreso}} = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2 * (N)}{\epsilon^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 * (\sigma)^2} = \frac{(1.96)^2 * (10.1)^2 * (296)}{(5)^2 * (295) + (1.96)^2 * (10.1)^2}$$

$$n_{\text{fuerzayprogreso}} = 15.0 = 15 \text{ evaluaciones/día}$$

Queda establecido en la tabla No 16 el número de evaluaciones a realizar diariamente por cada cooperativa.

Tabla No. 16. Resumen número de evaluaciones por cooperativa.

COOPERATIVA	No CORTEROS	No EVALUACIONES
AGROCAUCA	282	15
EL TRIUNFO	282	15
FUERZA Y FUTURO	509	20
PROCAMPO	154	11
IVC	298	15
CORTEROS UNIDOS	301	15
30 DE MAYO	124	9
FUERZA Y PROGRESO	296	15

## **7.5. DISEÑO DEL FORMATO DE EVALUACION**

El formato de evaluación debe cumplir con las siguientes características:

- Fácil manejo: se refiere a que su diligenciamiento por parte de los evaluadores debe ser sencillo.
- Completo: que relacione la totalidad de los factores ya definidos.
- Variables únicas: q faciliten la digitación de la información.

Para cumplir con las exigencias del nuevo formato y siguiendo con lo pautado en la definición de los factores, se utilizaron únicamente variables de tipo numérico para el diligenciamiento de las evaluaciones:

- 0 para las labores que no cumplan con las condiciones establecidas.
- 1 para las labores que cumplan con las condiciones establecidas.

### **7.5.1. Nuevo Formato de Evaluación**

El nuevo formato relaciona los siguientes aspectos (ver Figura No 22):

- Hacienda: Lugar donde se realizó la evaluación.
- Evaluador: Persona que realizó la evaluación.
- Suerte: Área específica donde se realizó la evaluación.
- Cooperativa: Nombre de la cooperativa a la que se le aplicó la evaluación.
- Semana: Fecha calendario en que se realizó la evaluación.
- Ficha: Identificación del cortero que fue evaluado.
- Firma: Marca del cortero que fue evaluado.
- VoBo: Marca del cabo o supervisor que garantice la labor del evaluador.
- Los trece factores que se identificaron y definieron.



### **7.5.2. Diligenciamiento del Nuevo Formato**

Los formatos se diligencian directamente en el momento de realizar las evaluaciones y mientras el cortero este realizando su labor de corte.

En este sistema se propone tomar la totalidad de los factores como variables cualitativas, es decir, que solo existen dos opciones para evaluar el trabajo realizado. Las operaciones correctamente realizadas serán calificadas con el número uno (1) y las realizadas deficientemente se identificarán con el número cero (0). La presencia de al menos una unidad de cogollo en la caña, chulquines, tallos secos, tocones, cogollo en la chorra y caña en el cogollo dentro de la chorra son muestra de una labor deficiente por tanto se calificarán con el numero cero (0), de igual manera sucede con la distancia a la acequia, pues un valor diferente a dos metros indica una labor deficiente. Estas condiciones son del pleno conocimiento de los corteros, por tanto se supone, deben cumplir con ellas.

### **7.6. DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA EN EXCEL**

El objetivo de esta herramienta es facilitar la captación de información proveniente de las evaluaciones que se realizan en el campo, y como es de conocimiento general, Excel es un programa de hoja de cálculo que permite analizar y compartir información fácilmente, razón que lo hace ideal para la situaron que aquí se presenta.

#### **7.6.1. Ponderación de Factores**

Los factores identificados y definidos anteriormente no influyen con la misma intensidad a la hora de evaluar la labor realizada por el cortero, en consecuencia, se procedió a asignar peso a cada factor y así definir su importancia relativa. Para comenzar se busco la ayuda de los supervisores de alce y transporte, estos con su criterio, experiencia y conocimiento, además de conocer las consecuencias

de cada componente de la materia extraña vegetal en la producción de azúcar, hicieron las veces de guía en el proceso de valoración de los factores. Y se procedió así:

- Cada uno de los supervisores, según su criterio, dio un orden de importancia a los factores (ver Tabla No 17).

Tabla No 17. Importancia relativa de los factores.

<b>SUPERVISOR 1</b>	<b>SUPERVISOR 2</b>	<b>SUPERVISOR 3</b>
CHULQUINES	CHULQUINES	CHULQUINES
COGOLLOS	TALLOS SECOS	HOJAS
TOCONES	TOCONES	DISTANCIA ACEQUIA
DISTANCIA ACEQUIA	HOJAS	COGOLLOS
HOJAS	COGOLLOS	TOCONES
CAÑA EN EL COG.	COG. EN LA CAÑA	COG. EN LA CAÑA
COG. EN LA CAÑA	CAÑA EN EL COG.	CAÑA EN EL COG.
TALLOS SECOS	DISTANCIA ACEQUIA	TALLOS SECOS
ENCHORRE	ENCHORRE	ENCHORRE
ALINEACIÓN	ALINEACIÓN	ALINEACIÓN
LIMP. CAMA	LIMP. CAMA	LIMP. CAMA
LIMP. LATERAL	LIMP. LATERAL	LIMP. LATERAL
LIMP. FRONTAL	LIMP. FRONTAL	LIMP. FRONTAL

- Por consenso o promedio de ubicación se estableció la importancia total de cada factor (ver Tabla No 18).

Tabla No 18. Importancia relativa de los factores por consenso.

<b>ORDEN POR CONSENSO</b>
CHULQUINES
COGOLLOS
TOCONES
HOJAS
DISTANCIA ACEQUIA
COG. EN LA CAÑA
CAÑA EN EL COG.
TALLOS SECOS
ENCHORRE
ALINEACIÓN
LIMP. CAMA
LIMP. LATERAL
LIMP. FRONTAL

- Cada supervisor ponderó los factores de la lista, de manera que la suma de porcentajes fuera igual al cien por ciento (100%) (ver Tabla No 19).

Tabla No 19. Ponderación de los factores.

<b>SUPERVISOR 1</b>	<b>SUPERVISOR 2</b>	<b>SUPERVISOR 3</b>
10%	10%	10%
9%	8%	10%
9%	8%	10%
9%	10%	8%
9%	7%	9%
9%	8%	8%
8%	8%	9%
8%	8%	9%
7%	7%	7%
7%	7%	7%
5%	7%	5%
5%	6%	4%

5%	6%	4%
$\Sigma = 100\%$	$\Sigma = 100\%$	$\Sigma = 100\%$

- Por consenso o promedio se estimó el peso porcentual de cada factor.

Tabla No 20. Ponderación de los factores por consenso.

<b>ORDEN POR CONSENSO</b>	<b>PONDERACION POR PROMEDIO</b>
CHULQUINES	10%
COGOLLOS	9%
TOCONES	9%
HOJAS	9%
DISTANCIA ACEQUIA	9%
COG. EN LA CAÑA	8%
CAÑA EN EL COG.	8%
TALLOS SECOS	8%
ENCHORRE	7%
ALINEACIÓN	7%
LIMP. CAMA	6%
LIMP. LATERAL	5%
LIMP. FRONTAL	5%

Con la aplicación del método de factores ponderados se fijó la importancia relativa que tiene cada factor dentro del proceso de evaluación, de esta manera los valores obtenidos pueden ser introducidos en el programa de Excel, y facilitar la obtención de un indicador de cumplimiento.

### **7.6.2. Indicador de Cumplimiento**

Un indicador es una relación entre variables cuantitativas o cualitativas, que describe la situación real y las tendencias de cambio de una actividad o conjunto

de actividades (procesos). Entonces, los objetivos expresan los “resultados deseados” y los indicadores muestran los “resultados reales”<sup>9</sup>.

De acuerdo a los fundamentos de la gestión de procesos, la medición es el primer paso para el control y la mejora. Si no se puede medir algo, no se puede entender. Si no se entiende, no se puede controlar. Si no se puede controlar, no se puede mejorar.

Teniendo en cuenta lo anterior y definiendo con anterioridad los valores ponderados de los factores es posible establecer un indicador. Dicho indicador ayudará a establecer el nivel de cumplimiento de la labor realizada por el cortero. Como ya se indico, la función de los corteros no solo es cortar la caña, además de esto, deben aportar al proceso de movilización de esta.

Otro de los beneficios de usar variables cuantitativas para la valoración, se deja ver a esta altura del proceso, pues al tener la ponderación de cada factor y un valor numérico para la evaluación de cada factor, se puede establecer una relación que conlleve a la obtención del indicador de cumplimiento. Lo anterior se observa en la figura No 23.

$$\begin{aligned} \% \text{Cumplimiento} &= [ (5\% * 1) + (5\% * 0) + (7\% * 1) + (7\% * 1) + (9\% * 1) + (9\% * 1) + (6\% * 1) + \\ & \text{(Según el ejemplo)} \quad (8\% * 0) + (10\% * 1) + (8\% * 1) + (9\% * 1) + (9\% * 1) + (8\% * 0) ] \end{aligned}$$

$$\% \text{Cumplimiento} = 79 \%$$


(Según el ejemplo)

En este ejemplo se puede decir que el cortero evaluado cumple con su función en un 79%.

---

<sup>9</sup> BELTRAN JARAMILLO, Jesús Mauricio. Indicadores de gestión. Santa fe de Bogotá. 1998.

Figura No 23. Ejemplo de la obtención del indicador de cumplimiento.

<b>FORMATO CONTROL DEL CORTE MANUAL</b>															
<b>HACIENDA</b>	San judas Cauca						<b>SUERTE</b>	013A		<b>SEMANA</b>	Hasta				
<b>EVALUADOR</b>	Julio Muñoz						<b>COOPERATIVA</b>	El triunfo							
FACTORES CORTERO	EVALUACION EXTERNA						EVALUACION INTERNA							CUMPLIMIENTO	
	LIMPIEZA FRONTAL	LIMPIEZA LATERAL	ALINEACION	ENCHORRE	HOJAS EN EL TALLO	DISTANCIA ACEQUIA	LIMPIEZA DE LA CAMA	COGOLLO EN LA CAÑA	CHULQUINES	TALLOS SECOS	TOCONES	COGOLLO EN LA CHORRA			CAÑA EN EL COGOLLO
<b>FICHA No</b>	5%	5%	7%	7%	9%	9%	6%	8%	10%	8%	9%	9%	8%	<b>FIRMA</b>	<b>%</b>
97899	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0		79%
														VoBo	

Durante los primeros quince días de implementación, se ha fijado un porcentaje de aceptación de la labor del 60%, esto debido al impacto que se pueda causar en los corteros. Al final de los quince días el porcentaje se aumentará al 70%. Estos estimados fueron propuestos por el autor y aceptados por las directivas del ingenio. Los posteriores aumentos en el nivel de aceptación serán decisión de la dirección, de acuerdo con la evolución y aceptación del programa.

Por otra parte, la labor de los evaluadores también será controlada con otro indicador, este será un indicador de desempeño. Al fijar el número de evaluaciones a realizar se puede establecer una comparación con las que realmente diligenció.

$\% \text{ DE DESEMPEÑO} = \frac{\text{EVALUACIONES REALIZADAS}}{\text{EVALUACIONES ESPERADAS}}$
--

### 7.6.3. Herramienta de Excel

Una vez definidos los factores, sus ponderaciones y el indicador de cumplimiento, se espera unificar todo en un programa.

En este caso se decidió dar una hoja de cálculo para cada cooperativa y una final para el análisis de la información. En las hojas de cálculo de cada cooperativa (ver Figura No 24) se maneja la información por cada persona evaluada y en la hoja final (ver Figura No 25) se usan los promedios por cooperativa, esto con el fin de poder establecer comparaciones entre ellas.

- El porcentaje de cumplimiento de cada cortero se obtiene multiplicando el valor numérico (0 o 1) digitado por la ponderación de los factores fijada con anterioridad. En la hoja de cálculo de Excel obedece a la siguiente formula:

```
=(FC(-15)*0,05)+(FC(-14)*0,05)+(FC(-13)*0,07)+(FC(-12)*0,07)+(FC(-11)*0,09)+(FC(-10)*0,09)+(FC(-9)*0,06)+(FC(-8)*0,08)+(FC(-7)*0,1)+(FC(-6)*0,08)+(FC(-5)*0,09)+(FC(-4)*0,09)+(FC(-3)*0,08)
```

- Al final de cada hoja de evaluación se estima un promedio de los porcentajes de cumplimiento de los corteros evaluados. Esta operación matemática obedece a la formula:

```
=PROMEDIO(F(-20)C:F(-6)C)
```

- Para fijar un estimado del cumplimiento medio por cooperativa se promedian los valores resultantes de cada hoja de evaluación.

```
=PROMEDIO(F(-6)C(8);F(-35)C(8);F(-64)C(8);F(-93)C(8);F(-122)C(8);F(-151)C(8);F(-180)C(8);F(-239)C(8);F(-210)C(8);F(-268)C(8);F(-297)C(8);F(-326)C(8);F(-355)C(8);F(-384)C(8);F(-414)C(8);F(-443)C(8);F(-472)C(8);F(-501)C(8);F(-530)C(8);F(-559)C(8);F(-588)C(8))
```

- Los valores del cumplimiento promedio por cooperativa son llevados a la hoja de calculo final, obedeciendo al siguiente comando:

```
=+AGROCAUCA!F(611)C(8)  
=+'EL TRIUNFO'!F(612)C(7)  
=+'FUERZA Y FUTURO'!F(929)C(6)  
=+PROCAMPO!F(338)C(5)  
=+IVC!F(592)C(4)  
=+'CORTEROS UNIDOS'!F(592)C(3)  
='30 DE MAYO'!F(282)C(3)  
=+'FUERZA Y PROGRESO'!F(592)C(1)
```

- El valor esperado de rendimiento se escribe en una fila de la hoja de calculo final (informe) para comparar los rendimientos de las cooperativas con dicho valor. Esta comparación se hace utilizando el método grafico ofrecido por el programa (ver Figura No 26)
- El grafico se hace ingresando al menú principal en la opción que dice Grafico. En el menú secundario de la opción mencionada se selecciona tipo de grafico, tipos personalizados y aceptar. Los datos de origen vienen de confrontar los siguientes comandos como se muestra en la figura No 27

=INFORME!F3C2:F3C9

=INFORME!F2C2:F2C9

Figura No 24. Distribución de las cooperativas dentro de la herramienta de Excel.

FORMATO CONTROL DEL CORTE MANUAL																
4																
5																
6	HACIENDA						SUERTE				DÍA	1	de	3		
7	EVALUADOR	Julio Cesar Muñoz					COOPERATIVA	AGROCAUCA								
8																
9	FACTORES CORTERO	EVALUACION EXTERNA						EVALUACION INTERNA						CUMPLIMIENTO		
10		LIMPIEZA FRONTAL	LIMPIEZA LATERAL	ALINEACION	ENCHORRE	HOJAS EN EL TALLO	DISTANCIA ACEQUIA	LIMPIEZA DE LA CAMA	COGOLLO EN LA CAÑA	CHULQUINES	TALLOS SECOS	TOCONES	COGOLLO EN LA CHORRA		CAÑA EN EL COGOLLO	
11	FICHA No	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	FIRMA		
12															0%	
13															0%	
14															0%	
15															0%	
16															0%	
17															0%	
18															0%	
19															0%	
20															0%	
21															0%	
22															0%	
23															0%	
24															0%	
25															0%	
26															0%	
27															0%	
28															0%	

Figura No 25. Hoja de cálculo para los informes y análisis comparativo entre cooperativas.

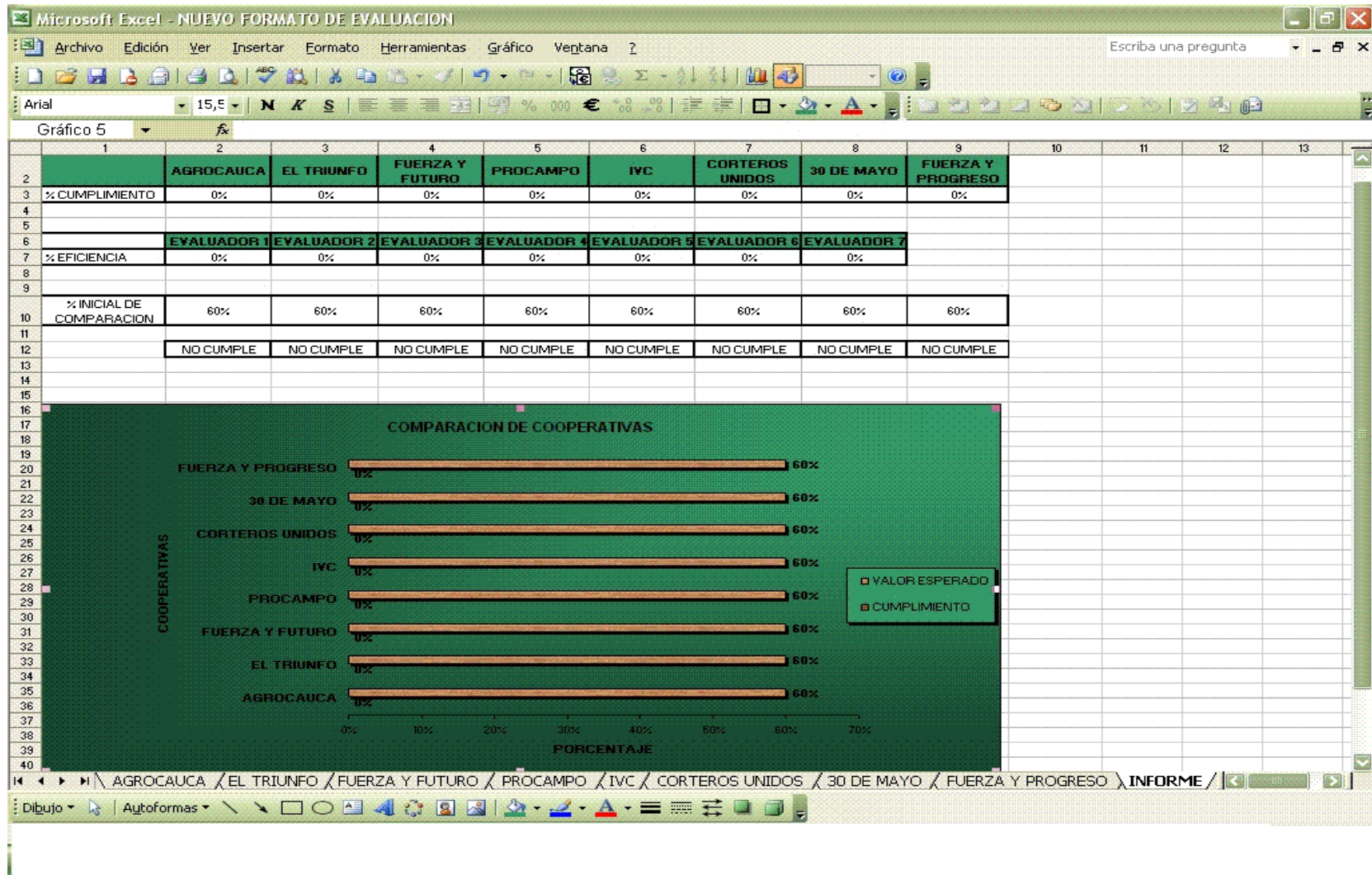


Figura No 26. Comparación Cooperativas – Valor esperado

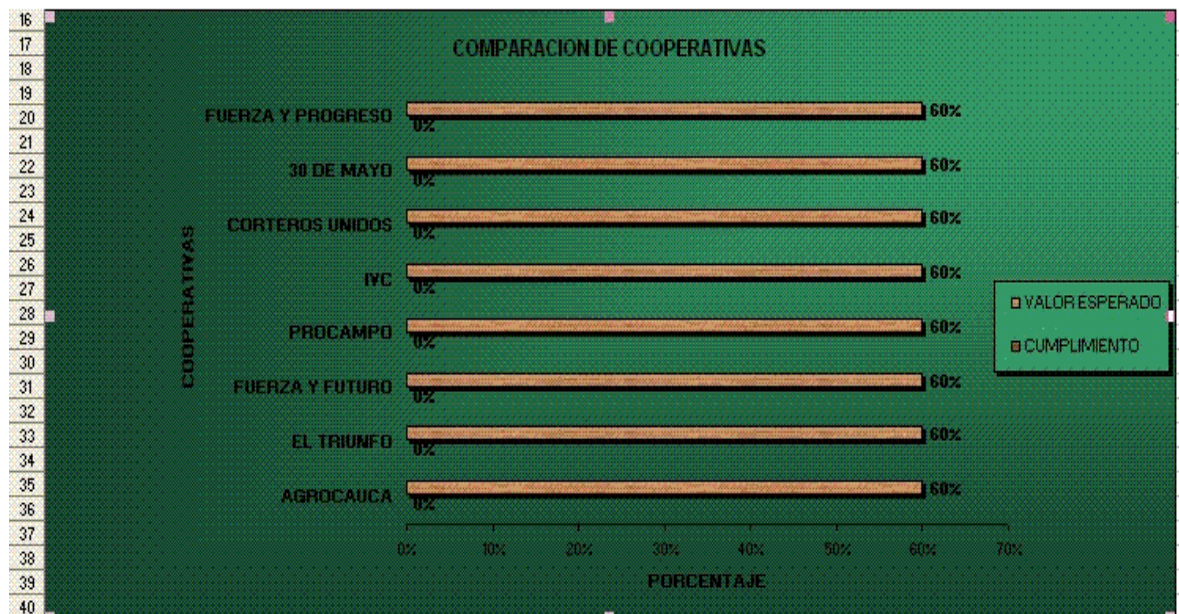
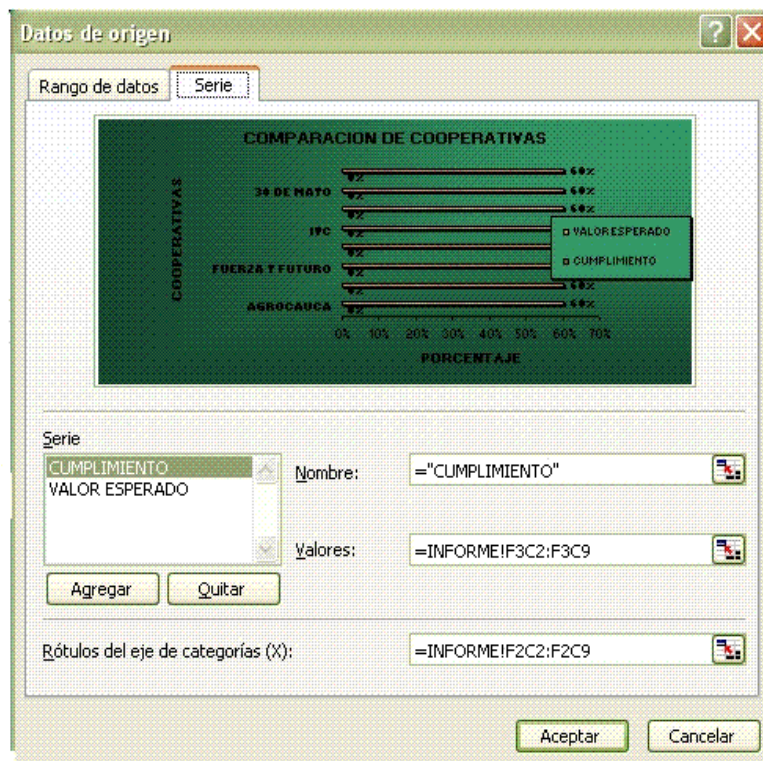


Figura No 27. Obtención del grafico comparativo



## **7.7. CAPACITACION DEL RECURSO HUMANO**

En este caso se hace necesario no solo preparar al personal que se encargará de diligenciar las evaluaciones, también es necesario que todas las personas que estén en contacto con el mecanismo sepan como funciona.

En la sala de juntas de la superintendencia se dispuso de una serie de capacitaciones, donde participaron los evaluadores, representantes de los supervisores y el Ingeniero Iván Darío Hernández del departamento de contratación externa, encargado de presentar los informes a las directivas de la superintendencia de cosecha. La asistencia a estas capacitaciones se muestra en el Anexo No 1.

Para las capacitaciones se contó con las herramientas que facilitaron su desarrollo: computador, video beam, salón y refrigerios.

Las capacitaciones se iniciaron dejando claro entre los participantes el objetivo fundamental de la superintendencia de cosecha, esto para incrementar dentro de ellos su sentido de responsabilidad para con la dependencia y por ende para con el proyecto. Se definió el concepto de las evaluaciones, su función y objetivo, posteriormente se identificaron los factores relevantes y se unificaron criterios al respecto. Gráficamente se mostró el proceso de evaluación, se explico el nuevo formato y su diligenciamiento. Para evitar posibles confusiones posteriores se procedió a realizar un ejercicio donde los participantes realizaban “virtualmente” cinco evaluaciones, esto con el fin de medir el grado de entendimiento y familiarización de las personas con el mecanismo. Las indicaciones de campo también fueron hechas, se les indicó el número de evaluaciones a realizar, la distancia del tramo de la chorra a destapar y la forma de recolección de la información. La presentación usada se muestra en la figura No 28.

Al término de la capacitación se le entregó a cada asistente un manual para la realización de las evaluaciones de calidad de corte. Este manual recopila parte de la información que a lo largo de este libro se ha manejado.

Con el fin de disminuir los errores dentro de las evaluaciones, se le entregó a cada evaluador los rangos de fichas (identificación) de cada cooperativa. Con esto se busca que al finalizar la jornada de trabajo, los evaluadores eliminen de sus listados los corteros que ya han sido encuestados por sus compañeros y disminuir la posibilidad de volverlo a hacer.

Para garantizar que el recurso humano destinado para la labor de valoración realice correctamente su labor, se solicitó a INCUACA S.A. (ver Tabla No 21) el equipo de protección personal y las herramientas necesarias. Estos son:

#### Equipo de Protección personal

- Guayos con platina.
- Camisa manga larga.
- Pantalón.
- Guantes de carnaza.
- Dulceabrigo.
- Tapabocas.
- Gafas.

#### Herramientas.

- Machete.
- Lima.

Figura No 28. Presentación utilizada.



Tabla No 21. Solicitud herramientas y equipo de protección personal.

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y HERRAMIENTAS										
EVALUADOR	FICHA	GUAYOS CON PLATINA	CAMISA MANGA LARGA	PANTALON	GUANTES CARNAZA	DULCE ABRIGO	MACHETE	LIMA	GAFAS	TAPABOCAS
		TALLA	TALLA	TALLA						
Julio Cesar Muñoz	76042849	40	L	32	X	X	X	X	X	X
Jaime Ortiz	10347502	39	L	32	X	X	X	X	X	X
José Baldimir González	16863024	39	L	32	X	X	X	X	X	X
Jorge Enrique Ballesteros	76043586	39	L	32	X	X	X	X	X	X
Alexander Rengifo	16890320	39*	L	32	X	X	X	X	X	X
Luis Prado	94301365	40*	L	34	X	X	X	X	X	X
Dorian Girón	16834189	40	L	32	X	X	X	X	X	X
*Guayos sin platina					7	7	7	7	7	7

## 7.8. DISTRIBUCION DE LOS EVALUADORES

Debido a problemas de desplazamiento la dirección del ingenio estima que no es conveniente que los evaluadores asistan por separado al corte. La causa de esta decisión radica en que las distintas cooperativas ejecutan la labor de corte en haciendas retiradas entre si, y hacer que cada evaluador llegue a su cooperativa tomaría el día casi en su totalidad, pues las vías no permiten desplazamientos sencillos y complican el acceso. Por esta razón INCAUCA S.A. dispuso de un vehículo para trasportar a los evaluadores, pero de igual manera, hacer el recorrido de distribución llevaría mucho tiempo y es claro que no se podrían ejecutar las labores planeadas. Como solución a esto se decidió, debido al interés de la organización para con el proyecto, que los evaluadores asistan en conjunto a una cooperativa y realicen el número estimado de evaluaciones diarias cada uno, y de esta forma evaluar la cooperativa en su totalidad.

El plan de trabajo para el mes de agosto se muestra a continuación.

**AGROCAUCA:** 282 corteros

15 evaluaciones/día \* 7 evaluadores = 105 evaluaciones/día.

Día 1 = 105 evaluaciones.

Día 2 = 105 evaluaciones = 210 evaluaciones.

Día 3 = 72 evaluaciones = 282 evaluaciones.

**EL TRIUNFO:** 282 corteros

15 evaluaciones/día \* 7 evaluadores = 105 evaluaciones/día.

Día 1 = 105 evaluaciones.

Día 2 = 105 evaluaciones = 210 evaluaciones.

Día 3 = 72 evaluaciones = 282 evaluaciones.

**FUERZA Y FUTURO:** 509 corteros

20 evaluaciones/día \* 7 evaluadores = 140 evaluaciones/día.

Día 1 = 140 evaluaciones.

Día 2 = 140 evaluaciones = 280 evaluaciones.

Día 3 = 140 evaluaciones = 420 evaluaciones.

Día 4 = 89 evaluaciones = 509 evaluaciones.

**PROCAMPO:** 154 corteros

11 evaluaciones/día \* 7 evaluadores = 77 evaluaciones/día.

Día 1 = 77 evaluaciones.

Día 2 = 77 evaluaciones = 154 evaluaciones.

**IVC:** 298 corteros

15 evaluaciones/día \* 7 evaluadores = 105 evaluaciones/día.

Día 1 = 105 evaluaciones.

Día 2 = 105 evaluaciones = 210 evaluaciones.

Día 3 = 88 evaluaciones = 298 evaluaciones.

**CORTEROS UNIDOS:** 301 corteros

15 evaluaciones/día \* 7 evaluadores = 105 evaluaciones/día.

Día 1 = 105 evaluaciones.

Día 2 = 105 evaluaciones = 210 evaluaciones.

Día 3 = 91 evaluaciones = 301 evaluaciones.

**30 DE MAYO:** 124 corteros

9 evaluaciones/día \* 7 evaluadores = 63 evaluaciones/día.

Día 1 = 63 evaluaciones.

Día 2 = 61 evaluaciones = 124 evaluaciones.

**CORTEROS UNIDOS:** 296 corteros

15 evaluaciones/día \* 7 evaluadores = 105 evaluaciones/día.

Día 1 = 105 evaluaciones.

Día 2 = 105 evaluaciones = 210 evaluaciones.

Día 3 = 86 evaluaciones = 296 evaluaciones.

La asistencia a las cooperativas se programó de manera aleatoria pues no existen limitantes para hacerlo (costos, importancia...). Con esta programación se busca que los evaluadores conozcan con anticipación la cooperativa a evaluar y el lugar donde se llevara a cabo la labor. Esto es posible ya que la programación de corte se hace el día anterior y al integrar los dos procesos, el desplazamiento a realizarse se conocerá con anticipación.

Tabla No 22. Programación asistencia al corte. Julio - agosto.

COOPERATIVA		MES: JULIO - AGOSTO																																		
		24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
AGROCAUCA																																				
EL TRIUNFO																																				
FUERZA Y FUTUTRO																																				
PROCAMPO																																				
IVC																																				
CORTEROS UNIDOS																																				
30 DE MAYO																																				
FUERZA Y PROGRESO																																				

Esta programación de asistencia fue entregada a cada evaluador y se ubicó en la sala de corte, lugar donde se reúnen diariamente para salir al campo. La

continuidad de la programación esta en manos del ingeniero Iván Darío Hernández, quien es la persona designada para la continuidad del proceso.

### **7.9. INCLUSION DEL MECANISMO EN SIAGRI**

SIAGRI es la plataforma informática que utiliza el ingenio del Cauca. Es un sistema diseñado para la gestión agrícola de la organización. Esta herramienta permite obtener información del estado de las haciendas, la aplicación de madurantes, peso de las cañas que han entrado, entre otros. Dentro de este programa existe un espacio dedicado al control agronómico y a las investigaciones hechas dentro del ingenio. Por este motivo y dado el interés de la supercosecha por tener un mecanismo de evaluación más eficiente, se analizó la posibilidad de incluir el presente proyecto dentro de la plataforma, con un resultado positivo. El uso de la plataforma permitirá al digitador realizar su trabajo de forma más sencilla, pues esta herramienta comparte la información existente en ella, y ya que los rangos de las cooperativas (fichas de identificación de los corteros) están incluidos, el proceso de introducir la información se hará de manera más rápida. La presentación de reportes e informes se podrá hacer por cooperativas o por cortero.

Al momento de terminar la practica, la implementación del mecanismo en SIAGRI, estaba en proceso y en las figuras siguientes se muestran los avances obtenidos (ver Figuras No 29 – No 33). Con el apoyo del departamento de Desarrollo Organizacional, se espera que para comienzos del mes de Octubre, el mecanismo en SIAGRI este funcionando en su totalidad, la demora es debido a la capacidad de la plataforma que en el momento no es apta para soportar lo diseñado.

Figura No 29. Pantalla inicial del SIAGRI.

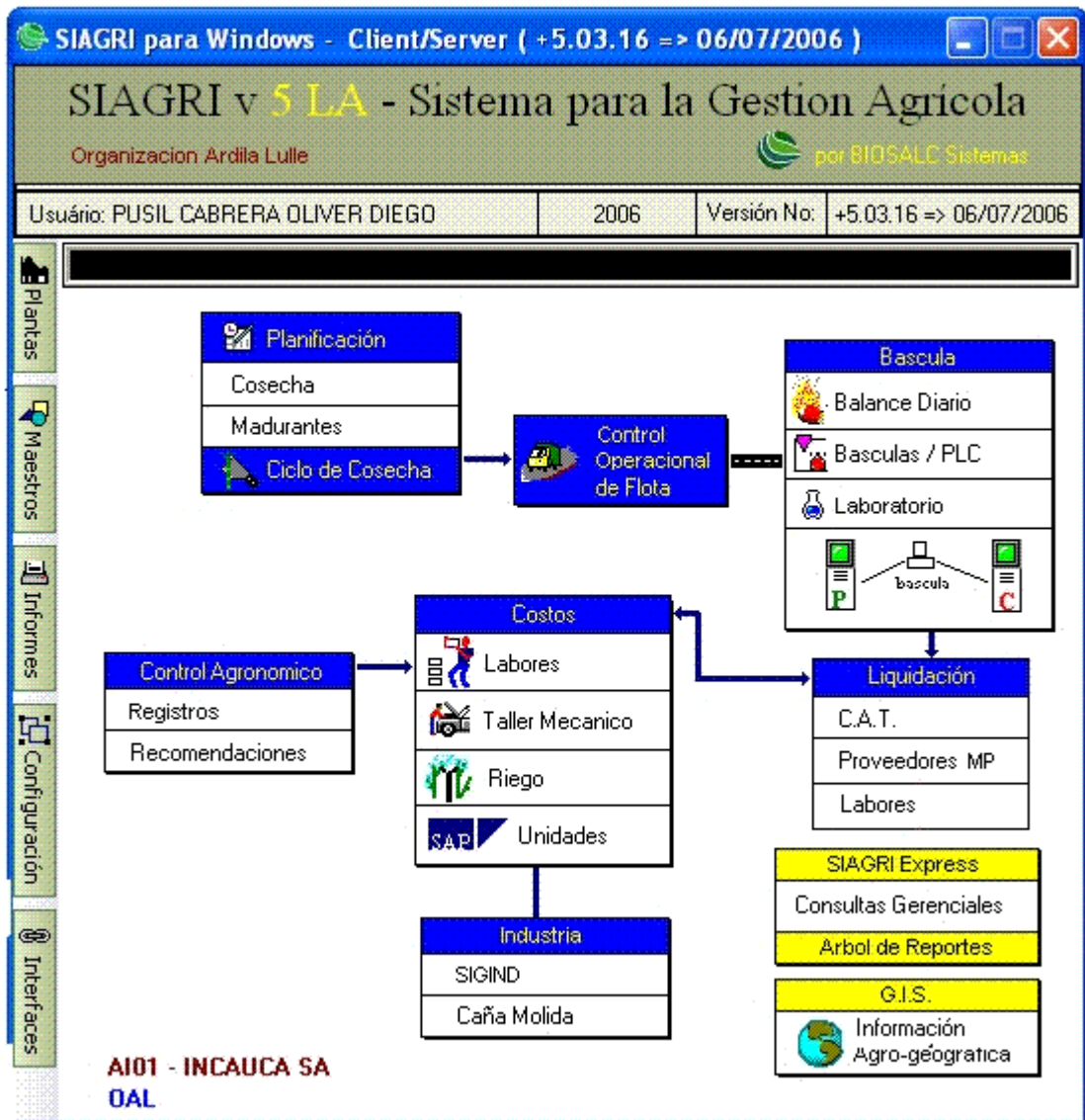


Figura No 30. Proyectos de investigación.

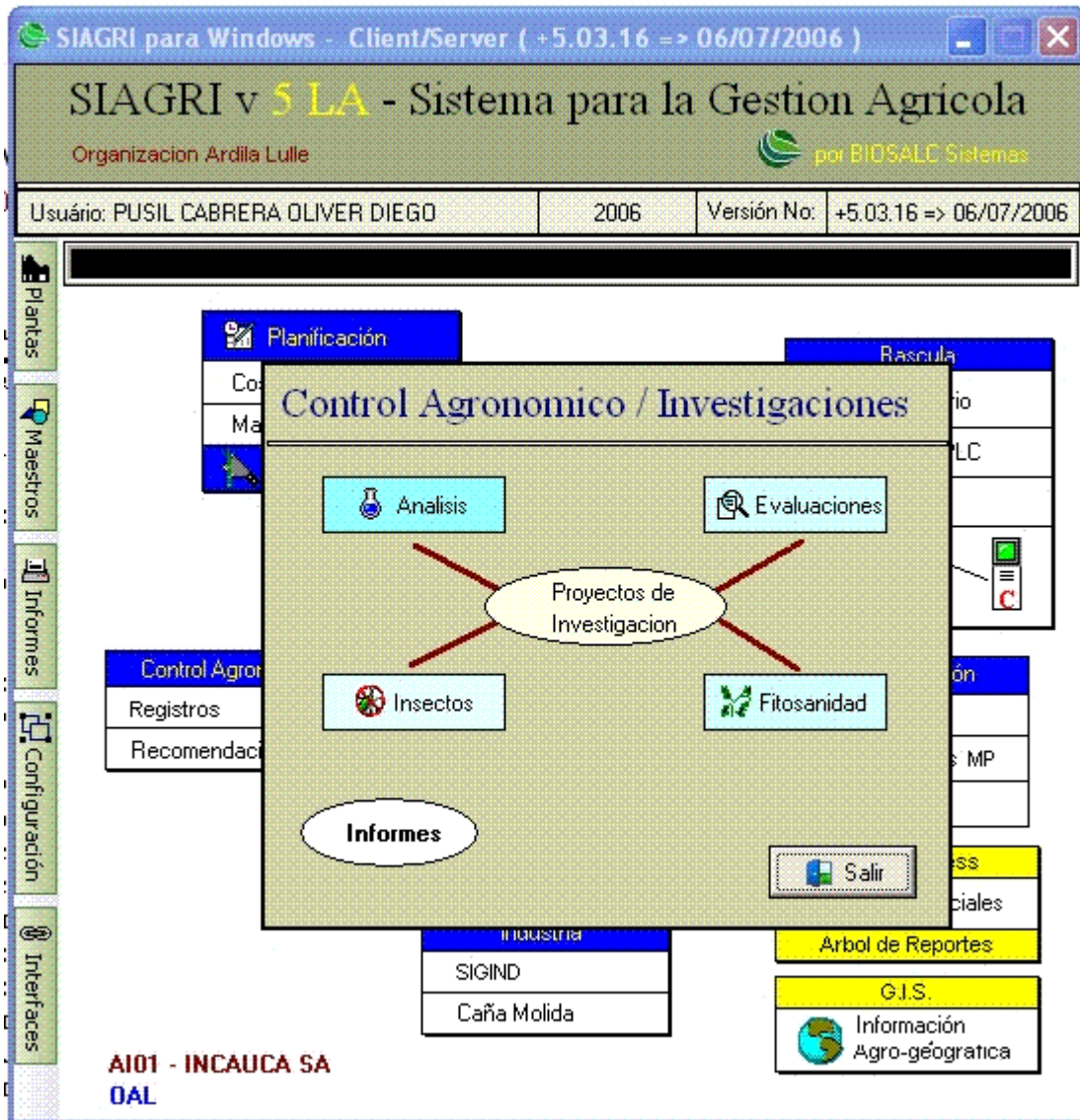



Figura No 31. Espacio para el control de corte dentro de las evaluaciones



Figura No 32. Formato de prueba para las evaluaciones de calidad.


SIAGRI para Windows - Client/Server ( +5.03.16 => 06/07/2006 )


**SIAGRI v 5 LA - Sistema para la Gestion Agricola**  
 Organizacion Ardilla Lulla 


**155-Control de Calidad - CORTE DE CAÑA Check:(CONTROLCCANAF)**


Fecha : 21072006

Fecha	Hda	Ste	Contratista de Corte	Tipo Corte	Fichas Cortero	Variiedad	D.Nidos E.Tajos	Limpieza Frontal	Limpieza Drenajes	Despeje Lateral	Alto Chorra	Alto Tajos	Enchorre

Hacienda  

Suerte  

Contratista  


Tp. Corte  

Corteros :

Ficha	Nombre

D.Nidos E.Tajos  Limp. Frontal  Limp. Drenajes

Desp. Lateral  Alto Chorra  Alto Tajos

Enchorre  



 Salvar  Salir

Figura No 33. Prueba del formato con valores reales.

**SIAGRI v 5 LA - Sistema para la Gestion Agricola**  
 Organizacion Ardilla Lulle por BIOSALC Sistemas

Usuario: PUSIL CABRERA OLIVER DIEGO      2006      Versión No: +5.03.16 => 06/07/2006

---

**155-Control de Calidad - CORTE DE CAÑA    Check:(CONTROLCCANAF)**

Fecha : 199

Fecha	Hda	Ste	Contratista de Corte	Tipo Corte	Fichas Cortero	Variedad	D.Nidos E. Tajos	Limpieza Frontal	Limpieza Drenajes	Despeje Lateral	Alto Chorra	Alto Tajos	Enchorre
199	010001	001A	30	2	97505	CC85-92	1	1	1	0	0	1	1

Hacienda: 010001    SAN FERNANDO NORTE

Suerte: 001A    CC85-92

Contratista: 30    AGROCAUCA C.T.A.

Tp. Corte: 2    Manual Quemado

Corteros:

Ficha	Nombre

D.Nidos E. Tajos	Limp. Frontal	Limp. Drenajes
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Desp. Lateral	Alto Chorra	Alto Tajos
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Enchorre	<input type="text" value="0"/> <span style="color: green; font-weight: bold;">+</span>	

## 8. CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico del proceso de evaluación de calidad de corte basándose en el diagrama de causa – efecto, con el fin de identificar los factores que comprometen el proceso de manera mas significativa, y de esta manera, establecer estrategias que conlleven a la solución de los mismos. Este proceso permitió identificar cuatro factores claves en la búsqueda de posibles soluciones. Logística, recursos humanos, metodología de evaluación y diseño de formatos fueron los factores reconocidos.
- Las tareas llevadas a cabo durante los once meses del transcurso de la práctica empresarial dejan como resultado la fundamentación del proceso de evaluación de calidad de corte, además del manual para realizar dicha actividad.
- Con fundamentos estadísticos sólidos se pudo demostrar, y de paso eliminar el paradigma que existía, que la distancia que se destapa en la chorra para realizar las evaluaciones tenia que corresponder única y necesariamente a dos metros. Usando el diseño de experimentos se aclaró que la cantidad en unidades de materia extraña no afecta significativamente la distancia seleccionada, por tanto la selección de esta es indiferente.
- Fue posible eliminar totalmente la realización de encuestas sin control al utilizar la herramienta estadística apropiada, pues ahora esta definido el número de evaluaciones diarias a realizarse por cada una de las

cooperativas y además de esto el lugar donde se deben hacer, permitiendo llevar un control del personal evaluado.

- Con la distribución de los evaluadores anticipada se logra integrar el proceso de evaluación con el programa de corte, pues ahora se conoce con anterioridad el desplazamiento a realizar por los evaluadores al día siguiente.
- Las diferencias de conceptos dentro del personal evaluador era uno de los puntos críticos del proceso, pues incrementaban las posibilidades de error. Esta posibilidad se eliminó en un ciento por ciento (100%) al definir los factores de evaluación en forma clara y sencilla, y a su vez compartirla con el recurso humano permitiendo unificar criterios.
- La exigencia a la labor de corte que se realiza en el ingenio del Cauca, se incrementó en un diecisiete por ciento (17%) con la nueva forma de valoración, ya que no se permiten niveles medios de desempeño. Esto a corto plazo tendrá un impacto negativo dentro de las cooperativas de corte, pero para la supercosecha será un termómetro de la situación real que se presenta en el corte.
- Con el desarrollo del manual y las capacitaciones dadas se logra una estandarización del proceso de evaluación. El manual no se incluye dentro del presente libro ya que la información que este contiene es de uso privado e interno de INCAUCA S.A.
- Los nuevos formatos diseñados facilitan la realización de la evaluación y de igual forma su diligenciamiento.

- Realizando las capacitaciones se incremento la responsabilidad y compromiso por parte de los evaluadores para con la superintendencia de cosecha. Con esto se eleva la confiabilidad en la labor que estos realizan.
- La información que suministre mensualmente la herramienta de Excel y posteriormente SIAGRI puede ser usada como apoyo por la dirección en la toma de decisiones.
- El trabajo realizado durante la práctica empresarial me permitió reforzar y afianzar conceptos adquiridos en el transcurso del programa académico de Ingeniería Industrial. De igual manera ampliar mis expectativas.
- La experiencia adquirida en el transcurso de la practica no fue solo a nivel profesional, personalmente se convirtió en una enseñanza de vida y en un punto de partida en la búsqueda del desarrollo de mis capacidades.

## 9. RECOMENDACIONES

- Reforzar el compromiso de los supervisores de alce y transporte para con el programa. Estas personas son de vital importancia en los reportes que se puedan entregar semanalmente pues tiene el deber de hacer llegar la información entre el último día de la semana en curso y el primero de la siguiente.
- Para garantizar la efectividad del programa es necesario ejercer control y exigir la presentación de un informe mensual.
- Incluir el programa y el manual dentro de la intranet del ingenio permitirá una mayor cobertura del mecanismo. Además, permitirá el aporte y opiniones del personal de la organización, mejorando a futuro lo establecido.
- La persona encargada de digitar la información que se recolecte debe adquirir el compromiso no solo de digitar la información, también de controlar el flujo de la información en el tiempo esperado y además, de presentar los reportes.
- Es de resaltar el interés de la Superintendencia de cosecha por el desarrollo del mecanismo, pues facilitaron el cumplimiento de todos los objetivos planteados.
- Es necesario que la dirección tenga presente que la rotación de corteros dentro de las cooperativas puede dificultar el logro de las metas esperadas,

por consiguiente es de vital importancia continuar con los programas de capacitación de corteros que en la actualidad existen (escuela de corteros).

- Es de conocimiento de la dirección que el vehículo que en la actualidad está siendo usado como transporte de los evaluadores, en un futuro puede dejar de serlo. Por el normal desarrollo del programa es necesario analizar posibles alternativas de solución.
- Es de tener en cuenta el entusiasmo y la disposición mostrada por el grupo de evaluadores para con el nuevo sistema.
- Recordar que dentro de la política de seguridad y salud ocupacional del ingenio está establecido que se debe garantizar la seguridad y salud de las personas vinculadas a la empresa, por tanto, se debe entregar el equipo de protección necesario para la labor de los evaluadores.

## 10. LOGRO DE OBJETIVOS

OBJETIVOS ESPECIFICOS	LOGRO - REFERENCIA
Definir y unificar los criterios necesarios para la evaluación de calidad de corte manual de caña de azúcar.	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.1.</u> Identificación de factores relevantes para la evaluación de calidad de corte
Capacitar a las personas encargadas de realizar las evaluaciones	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.7.</u> Capacitación del recurso humano.  <b>Anexo No. 1</b>
Definir estadísticamente el número de evaluaciones diarias a realizar	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.4.</u> Estimación del tamaño de la muestra.
Documentar el proceso de evaluación de calidad de corte manual de caña	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.2.</u> Proceso de evaluación.
Desarrollar un manual para el proceso de evaluación de calidad de corte manual de caña de azúcar	<b>CONFIDENCIAL</b>
Integrar el programa de corte con el sistema de evaluación de calidad de corte manual a implementar	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.8.</u> Distribución de los evaluadores.

<b>LOGROS ADICIONALES</b>	
Análisis del formato existente dejando ver sus falencias. Por esta razón se diseño un nuevo formato.	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.5.</u> Diseño del formato de evaluación.
Cambio de la escala de evaluación.	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.5.</u> Diseño del formato de evaluación.  <u>Numeral 7.5.2.</u> Diligenciamiento del nuevo formato.
Diseño de herramienta de soporte en Excel.	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.6.</u> Diseño de una herramienta en Excel.
Demostración de la indiferencia a la hora de seleccionar distancias para destapar la chorra.	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.3.</u> Diseño de experimento para establecer tramo del chorra a evaluar.
Inclusión del programa en la plataforma informática del ingenio	<b>Capítulo 7.</b>  <u>Numeral 7.9.</u> Aplicación del mecanismo en SIAGRI.

## BIBLIOGRAFIA

\\Agrocauca03\calidad\NORMASINCAUCA\510QUEMAYCORTEDECAÑA\R510  
(intranet de INCAUCA S.A.)

[www.asocana.com.co](http://www.asocana.com.co)

[www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)

MONTGOMERY C, Douglas. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería.  
McGraw-Hill

LARRAHONDO, J.E. Calidad de la caña de azúcar. En: CENICAÑA. El cultivo de  
la caña en la zona azucarera de Colombia,  
Cali, CENICAÑA, 1995. P.337-354.

LARRAHONDO, J.E. 1998. Pérdidas de sacarosa por arrumes de caña  
poscosecha. Carta Trimestral. Cali, CENICAÑA, v 20, no 1. p.3 - 4.

LARRAHONDO, J.E.; BRICEÑO BELTRÁN. “La Materia Extraña: Evaluación y  
efectos en la Calidad de Caña”. Cali, CENICAÑA, 1997. 15 P (Doc n° 352).

CATAÑO TORRES, RAFAEL. Informes de comisión corte de caña. 1998

CAICEDO SANCLEMENTE LTDA. Proyecto de mejoramiento en la calidad de la  
cosecha de la caña de azúcar. 1998

DOMÍNGUEZ SALGAR, P.; CARDENAS GIRALDO, A. La Cosecha de la Caña de Azúcar. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Industrialización de la Caña, Medellín, ICA, 1981. P. 275.

SALAS SALAS, L.A; NUÑES CORADO, D. Influencia de varios tipos de materia extraña durante la molienda y el proceso. San José, Costa Rica, Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, s.f 10 p

ARANGO, OSCAR. Herramientas estadísticas básicas. Universidad de San Buenaventura. Santiago de Cali. 2003.

MORENO, WILFRIDO. Aplicaciones al diseño y análisis de experimentos. Ediciones UIS. 1993.

MORALES ARRIETA, JUAN ANTONIO; VELANDIA HERRERA. NESTOR FERNANDO. Salarios. Estrategia y sistema salarial o de compensaciones. McGraw-Hill. 2000.

# ANEXOS

# ANEXO No 1



**ACCIONES DE FORMACION Y ENTRENAMIENTO**  
Control de Asistencia

CODIFICACION INTERNA

PATROCINIO  
EMPRESA ( ) PERSONAL ( )

PROCESO RESPONSABLE DE LA CAPACITACION <i>Cosecha</i>		EMPRESA <i>INCAUCA</i>		INSTRUCTOR O FACILITADOR <i>Julian Grisales</i>	
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD <i>Sensibilizaci3n Calidad en el corte</i>					
LUGAR DE REALIZACION				COSTO DE REFRIGERIO	
OTROS COSTOS					
No. DE DIAS	DURACION (HORAS)	HABILES	NO HABILES	TOTAL	FECHA DE INICIO
					AÑO MES DIA
					<i>06 07 21</i>
					FECHA DE TERMINACION
					AÑO MES DIA
					<i>06 07 21</i>
No.	FICHA	NOMBRE DEL ASISTENTE	DEPENDENCIA	CARGO QUE DESEMPEÑA	FIRMA
1	<i>16834189</i>	<i>Dorian Giron</i>	<i>Cosecha</i>	<i>evaluador</i>	<i>[Firma]</i>
2	<i>14301265</i>	<i>Juan Prado</i>	<i>Cosecha</i>	<i>EVALUADOR</i>	<i>[Firma]</i>
3	<i>1689036</i>	<i>Alex Rengifo</i>	<i>Cosecha</i>	<i>evaluador</i>	<i>[Firma]</i>
4	<i>1700354</i>	<i>Jep. Eniza Ballester</i>	<i>Cosecha</i>	<i>EVALUADOR</i>	<i>[Firma]</i>
5	<i>1681504</i>	<i>Jose Bladimir G. R.</i>	<i>Cosecha</i>	<i>EVALUADOR</i>	<i>[Firma]</i>
6	<i>10341301</i>	<i>Jaime Ortiz Palomino</i>	<i>Cosecha</i>	<i>Evaluador e.c</i>	<i>Jaime Ortiz P.</i>
7	<i>16042848</i>	<i>Juan Carlos Muriel</i>	<i>Cosecha</i>	<i>evaluador</i>	<i>[Firma]</i>
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
OBSERVACIONES:			FIRMA DEL INSTRUCTOR		ELABORADO POR:
					<i>Julian Grisales S.</i>

4-PT40001



ACCIONES DE FORMACION Y ENTRENAMIENTO  
Control de Asistencia

CODIFICACION INTERNA

PATROCINIO  
EMPRESA ( ) PERSONAL ( )

PROCESO RESPONSABLE DE LA CAPACITACION Cosecha				EMPRESA INCAUCA				INSTRUCTOR O FACILITADOR Juan Alberto Gonzales S.							
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD Capacitación en el corte												COSTO DE REFRIGERIO		OTROS COSTOS	
LUGAR DE REALIZACION Sala Cosecha															
No. DE DIAS	DURACION (HORAS)	HABILES	NO HABILES	TOTAL	FECHA DE INICIO	AÑO	MES	DIA	FECHA DE TERMINACION	AÑO	MES	DIA			
						06	07	07		06	07	07			
No	FECHA	NOMBRE DEL ASISTENTE		DIRECCION	CARGO QUE DESEMPEÑA	FIRMA									
1	76.04.20	Julio Cesar	Urbano	Cosecha	evaluador	[Firma]									
2	07.07.07	Jorge Ortiz P.		Cosecha	E.C.C	Jaime Ortiz									
3	07.07.07	Bladimir	Gonzalez	Cosecha	Evaluador E.C.	[Firma]									
4	76.04.35.0	Jorge Enrique	Bullas Torres	Cosecha	evaluador	Jorge Enrique B									
5	16.890.50	Alexander	Pengido	Cosecha	evaluador	[Firma]									
6	94301365	JUIS	PRADO	Cosecha	evaluador E.C	[Firma]									
7	16.89.34.181	Dorian	Giron	Cosecha	evaluador	[Firma]									
8	29721	Camilo	Dutro	S/cosecha	S/cosecha	[Firma]									
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
OBSERVACIONES:				FIRMA DEL INSTRUCTOR Juan Gonzales S.				ELABORADOR POR:							

3-P740001

# ANEXO No 2

Fotografía No 1. Inicio del proceso de corte de caña.



Fotografía No 2. Corte de caña.



Fotografía No 3. Chorra. Apilamiento de la caña después del corte.



Fotografía No 4. Proceso de alce de caña.



Fotografía No 5. Proceso de alce de caña.



Fotografía No 6. Enganche de vagones para el transporte de la caña.

