

**Desarrollo un modelo de programación lineal, para la planificación y control de tiempos y movimientos en la producción y maximización de la utilidad de la Planta de Concentrado de la EAP, Zamorano**

**Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Gestión de Agronegocios en el grado académico de Licenciatura.**

**Presentado Por:**

**Gerardo Neftaly Artiga Suárez**

**Zamorano  
Carrera de Gestión de Agronegocios  
Noviembre, 2006**

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Gerardo Neftaly Artiga Suárez

Honduras  
Noviembre, 2006

## **DEDICATORIA**

A mí querida familia.

A mis amigos que siempre estuvieron a mi lado.

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el apoyo que siempre he tenido.

A Dios por iluminar siempre mi camino.

A mis asesores por su dedicación.

A las personas que estuvieron siempre a mi lado y me dieron las fuerzas necesarias para seguir adelante en los momentos difíciles.

A Ana Cajilema, y especialmente a Mabel, Esperanza por siempre haberme apoyado en todo.

Al claustro de profesores de Zamorano, en especial a los de la Carrera de Gestión de Agronegocios, por las herramientas brindadas para recorrer de mejor manera el camino de la vida.

A la Escuela Agrícola Panamericana, por haberme apoyado y permitido culminar mis estudios.

## RESUMEN

Artiga, G. 2006 Desarrollo de un modelo de programación lineal para la planificación, tiempos en la producción de alimentos balanceados para la Planta Concentrados de la EAP, Zamorano. 51 p

La Empresa Universitaria de Alimentos Balanceados para Animales desde su inicio ha estado operando con fines de enseñanza y para abastecer las necesidades internas. Además la planta ha venido aumentando su producción para poder entrar en nuevos mercados fuera de Zamorano, lo cual lleva a que como en cualquier empresa, un indicador de eficiencia en la producción sea la utilidad generada: El margen de contribución fue la herramienta utilizada para medir el aporte de cada línea de producto a las utilidades. El objetivo de este estudio fué desarrollar en la Planta de Concentrados de la EAP, Zamorano, un modelo de programación lineal en Lingo, a través del cual se puede realizar una planificación de producción que maximice la utilidad correspondiente a 5 líneas de productos: Ganado Lechero, Terneros II, Cerdo Crecimiento, Cerdo Engorde y Ponedoras. Para la elaboración de este modelo se identificaron las restricciones de demanda potencial, oferta (esta se calculó a través de los tiempos tomados y el presupuesto con que se contaba) y procesamiento, se definieron los productos que no tienen mucha variabilidad en la cantidad de insumos y cuyas ventas se mantienen constantes durante el tiempo (siempre se venden). Se definieron los insumos por cada producto, con esto se logró definir los costos variables y posteriormente el margen de contribución.

Toda la información recolectada para la programación lineal fue ordenada de tal forma, que Lingo pudiera interpretarla a través de simulación y pudiera emitir los resultados esperados. Se definieron hojas de cálculo para la entrada de datos, en los cuales se estableció toda la información que puede ser cambiante. Se elaboró una hoja de resultados en la cual se muestran los volúmenes óptimos a producir por producto, teniendo cada uno un resumen detallado en el cual se definen los motivos por los que la simulación emitió los resultados obtenidos, logrando de esta manera encontrar las principales restricciones que la empresa posee.

**Palabras Claves:** Lingo, Líneas de producto, planeación de producción, presupuesto, programación lineal.

---

Marcos Antonio Vega, MGA.  
Asesor principal.

## CONTENIDO

Portadilla .....	ii
Autoría .....	iii
Página de firmas .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimientos .....	vi
Resumen .....	vii
Contenido.....	viii
Indice de cuadros .....	x
Indice de figuras .....	xi
Indice de anexos .....	xii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. LIMITANTES .....	2
1.5. OBJETIVOS.....	3
1.5.1. Objetivo General .....	3
1.5.2. Objetivos Específicos .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. USO DE LA COMPUTADORA EN PROGRAMACIÓN LINEAL.....	6
2.2. OPTIMIZACIÓN RESTRINGIDA.....	7
2.3. LINGO.....	7
2.3.1. Detalles Generales.....	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 MATERIALES.....	9
3.2. ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO.....	9
3.2.1 Ubicación del estudio.....	9
3.3. MÉTODOS.....	9
3.3.1. Elaborar el Flujo-grama de procesos de la planta.....	9
3.3.2. Definición de Variables.....	10
3.3.3. Elaboración de un Diagnóstico de elementos del proceso .....	10
3.3.4. Procesos de toma de tiempos.....	10
3.3.5. Margen de contribución.....	10
3.3.6. Análisis Estadísticos.....	11
3.3.6. Cartas de control: .....	11
3.3.7. Identificación de cuellos de botella:.....	12
3.3.8. Estudio de mercado .....	12
3.3.9. Lingo: .....	12
3.3.10. Pruebas del modelo de programación lineal .....	13
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	14

4.1. INGRESO DE DATOS.....				
14				
4.2.	COSTOS			DE
INSUMOS.....			14	
4.3.	MARGEN			DE
CONTRIBUCIÓN.....			15	
4.4. PROCESOS.....				15
4.4.1. Tiempo de elemento.....				15
4.5. CARTAS DE CONTROL.....				16
4.5.1. Terminología usada en las cartas de control.....				16
4.6. PRESUPUESTO.....				26
4.7. ESTUDIO DE MERCADO .....				27
4.8.	IDENTIFICACIÓN	DE	CUELLOS	DE
				BOTELLA
.....				31
4.8.1 EFICIENCIA PARA ESTUDIANTES .....				32
4.9.	MODELO	DE	PROGRAMACIÓN	LINEAL
.....				34
4.9.1. Parámetro de lingo .....				34
4.9.2. Set:.....				34
4.9.3. Data: .....				34
4.9.4. Máx. o Min: .....				35
4.9.5. Restricciones:.....				35
4.9.6. Funcionamiento del modelo de programación lineal .....				35
4.10.	RESULTADO		DEL	MODELO
.....				35
4.11. INFORME DE RESULTADOS .....				37
4.11.1. Solución Óptima.....				37
4.11.2. Función Objetivo.....				37
4.11.3. Holgura .....				37
5. CONCLUSIONES .....				38
6. RECOMENDACIONES .....				39
7. BIBLIOGRAFÍA .....				40
8. ANEXOS.....				41
9. CUADROS DE ANEXOS .....				44

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. SÍMBOLOS A UTILIZAR DE LAS DIFERENTES LÍNEAS. ....	14
CUADRO 2. CANTIDAD Y COSTO DE INSUMOS. ....	14
CUADRO 3. MÁRGENES DE CONTRIBUCIÓN MARGINAL. ....	15
CUADRO 4. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPO DISPONIBLE ....	15
CUADRO 4.1. PERDIDA EN LA PRODUCCIÓN DE 6 MESES. ....	26
CUADRO 5. PRESUPUESTO CALCULADO CON BASE EN LA PRODUCCIÓN.....	27
CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA. ....	29
CUADRO 6.1. MUESTRA LA DESVIACION ESTANDAR Y MEDIA. ....	31
CUADRO 7 TIEMPO QUE UTILIZAN ESTUDIANTES.....	32
CUADRO 8: TIEMPO ASIGNADO. ....	32
CUADRO 8.1. MUESTRA LA VARIACIÓN AL AUMENTAR UNA UNIDAD MAS DE CEP .....	36
CUADRO 8.2. RESULTADO DEL MODELO DE PL. ....	36

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PROCESO DE INTERACCIÓN. ....	7
FIGURA 2. CÁLCULO DE CONTRIBUCIÓN MARGINAL. ....	11
GRÁFICO 1. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE GLP. ....	16
GRÁFICO 2. CARTA R, TIEMPO DE PPROCESO DE GLP. ....	17
GRÁFICO 3. CARTA X, PESOS DE PRODUCTO FINAL DE GLP. ....	17
GRÁFICO 4. CARTA R, PESOS DE PRODUCTO RINAL DE GLP. ....	18
GRÁFICO 5. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE TP. ....	18
GRÁFICO 6. CARTA R, TIEMPO DE PPROCESO DE TP. ....	19
GRÁFICO 7. CARTA X, PESOS DE PRODUCTO FINAL DE TP. ....	19
GRÁFICO 8. CARTA R, PESOS DE PRODUCTO RINAL DE TP. ....	20
GRÁFICO 9. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE CCP. ....	20
GRÁFICO 10. CARTA R, TIEMPO DE PPROCESO DE CCP. ....	21
GRÁFICO 11. CARTA X, PESOS DE PRODUCTO FINAL DE CCP. ....	21
GRÁFICO 12. CARTA R, PESOS DE PRODUCTO RINAL DE CCP. ....	22
GRÁFICO 13. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE CEP. ....	22
GRÁFICO 14. CARTA R, CARTA R, TIEMPO DE PPROCESO DE CCP. ....	23
GRÁFICO 15. CARTA X, PESOS DE PRODUCTO FINAL DE CEP. ....	23
GRÁFICO 16. CARTA R, PESOS DE PRODUCTO RINAL DE CEP. ....	24
GRÁFICO 17. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE PP. ....	24
GRÁFICO 18. CARTA R, CARTA R, TIEMPO DE PPROCESO DE PP. ....	25
GRÁFICO 19. CARTA X, PESOS DE PRODUCTO FINAL DE PP. ....	25
GRÁFICO 20. CARTA R, PESOS DE PRODUCTO RINAL DE PP. ....	26
GRÁFICO 21. PORCENTAJES DE COMPRA. ....	27
GRÁFICO 22. NIVEL DE PREFERENCIA. ....	28
GRÁFICO 24. POTENCIAL DE VENTA PARA EL 2007. ....	28
GRÁFICO 25. PERIODICIDAD Y CANTIDAD DE COMPRA. ....	29
GRÁFICO 26. ANÁLISIS DE PRECIOS. ....	30
GRÁFICO 27. REACCIÓN ANTE UN INCREMENTO EN PRECIOS. ....	30
FIGURA 3. MODELO DE PL. ....	34
ANEXO 1. FLUJO-GRAMA DE PROCESOS. ....	41
ANEXO 2. ESTUDIO DE MERCADO A CONOCEDORES DEL PRODUCTO. ....	42
ANEXO 3. MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL. ....	43

## INDICE DE ANEXOS

CUADRO 1: PRODUCCIÓN DESDE AGOSTO DEL 2005 A JULIO DE 2006 .....	44
CUADRO 2. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCION DE VLP.....	46
CUADRO 3. CARTA R, TIEMPO EN PROCESOS VLP.. .....	46
CUADRO 4. CARTA X, PESOS DE QUINTALES DE VLP.....	47
CUADRO 5. CARTA R, PESOS DE QUINTALES DE VLP .....	47
CUADRO 6. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCION DE TP.....	48
CUADRO 7. CARTA R, TIEMPO EN PROCESOS TP .....	48
CUADRO 8. CARTA X, PESOS DE QUINTALES DE TP.....	49
CUADRO 9. CARTA R, PESOS DE QUINTALES DE TP.....	49
CUADRO 10. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCION DE CCP.....	50
CUADRO 11. CARTA R, TIEMPO EN PROCESOS CCP .....	50
CUADRO 12. CARTA X, PESOS DE QUINTALES DE CCP.....	51
CUADRO 13. CARTA R, PESOS DE QUINTALES DE CCP.....	51
CUADRO 14. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCION DE CEP.....	52
CUADRO 15. CARTA R, TIEMPO EN PROCESOS CEP. ....	52
CUADRO 16. CARTA X, PESOS DE QUINTALES DE CEP.....	53
CUADRO 17. CARTA R, PESOS DE QUINTALES DE CEP .....	53
CUADRO 18. CARTA X, TIEMPO DE PRODUCCION DE PP. ....	54
CUADRO 19. CARTA R, TIEMPO EN PROCESOS PP.....	54
CUADRO 20. CARTA X, PESOS DE QUINTALES DE PP .....	55
CUADRO 21. CARTA R, PESOS DE QUINTALES DE PP. ....	55
CUADRO 22. DATOS DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE LAS DIFERENTES LÍNEAS.....	56
CUADRO 23. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPO Y PRESUPUESTO.....	58
CUADRO 24. TIEMPOS DISPONIBLES.....	57
CUADRO 24.1. MUESTRA LOS DATOS DE CLASIFICACIÓN SEGÚN TIPO.....	58
CUADRO 24.2. RANGOS DE EDAD DE LOS PRODUCTORES .....	58
CUADRO 24.3. ACTIVIDADES A LAS QUE SE DEDICAN LOS PRODUCTORES.....	58
CUADRO 24.5. TIPOS DE ALIMENTO PARA ANIMALES QUE COMPRAN .....	58
CUADRO 25. DISTRIBUCIÓN DEL PRESUPUESTO .....	59
CUADRO 26. CANTIDAD DE INSUMOS DISPONIBLES CON BASE EN EL PRESUPUESTO.....	60
CUADRO 26.1. COSTO POR QUINTAL EN LEMPIRAS.....	61
CUADRO 27. TABLAS DE FORMULACIONES.....	62
CUADRO 28. USO DE ALIMENTO BALANCEADO PARA ANIMALES. ....	63
CUADRO 29. NIVEL DE PREFERENCIA.....	63
CUADROS 30. PRONOSTICO DEL POTENCIAL DE VENTAS. ....	64
CUADRO 31. EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS PRESTADOS .....	65
CUADRO 32. CONSIDERACIÓN DE LOS RECIOS POR PARTE DE LOS PRODUCTORES.....	65
CUADRO 33. REACCIÓN DE LOS PRODUCTORES .....	65
CUADRO 34. NOMBRE DE LOS COMPRADORES .....	66

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Desde que la planta de Concentrados, Zamorano inició operaciones, no se han realizado estudios que muestren como están las operaciones en tiempos empleados para la fabricación de sus productos. No se cuenta con un estudio que muestre cual es el nivel de optimización en la producción de cada línea, debido a que no existen datos en tiempos y cantidades de insumos empleados por línea de producto en la producción de concentrados, que pueda servir como herramienta de planificación para la compra de insumos.

En la actualidad el fenómeno de globalización y libre mercado en el cual están entrando los países del mundo, esta afectando a todos los bienes y servicios que están expuestos al mismo, por lo que la competitividad de estos debe ser mayor para poder sobrevivir. Para la industria de alimentos balanceados para animales en Honduras, a través del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Centro América y Republica Dominicana (DR-CAFTA), surgirá más competencia en el mercado interno, luchando con niveles de precios más bajos que en la actualidad.

La industria de los alimentos balanceados en Centroamérica, está ligada a grandes transnacionales con influencia en todos los países del mundo. Entre las más importantes tenemos a CARGILL (ALCON y AGRIBRANDS), RALSTON PURINA (Ahora de NESTLE), ZIGLER (Camarón) y ANDERSON CLAYTON.

Algunas de estas compañías están enfocadas a la reproducción, incubación, crianza, alimentación y matanza de tipo avícola. En el procesamiento de leche están las transnacionales NESTLE, PARMALAT y LAND O'LAKES INTERNATIONAL DAIRY COMPANY.

Todos los países de Centroamérica tienen un relativo desarrollo en la integración de la industria avícola, porcinas y bovinas; la producción en la economía; sin embargo, algunos de los ingredientes son importados, principalmente las fuentes de proteínas y los suplementos como antibióticos y premezclas minerales.

Este es el punto donde entra la importancia de la optimización de recursos buscando obtener el máximo provecho a los costos fijos que se tienen y por ende una reducción de los costos totales por unidad productiva, viéndose reflejado estos en un mejor poder de negociación a través de precios.

## 1.2. Definición del problema

La Unidad productiva de Concentrados de la EAP, Zamorano, tiene como objetivo la enseñanza de todos los procesos de producción de alimentos balanceados a los estudiantes; la creación de esta planta fue para complementar la enseñanza del estudiantado y de las necesidades de abastecimiento que se tenía para suplir la dieta de ganado lechero, cerdos y aves que existe dentro de la institución.

Este fue el motivo que llevó a Zamorano a integrarse verticalmente para poder abastecerse el mismo con este producto y disminuir costos. Poco a poco ha tenido un gran desarrollo en esta área al punto que en la actualidad no solo se produce para suplir las necesidades del ganado Zamorano; sino que también se sule a productores independientes de los alrededores.

El objetivo es enseñar y mantener producción económicamente rentable que supla las necesidades del mercado; que pueda ser la planta auto sostenible y tenga un grado de utilidad. Por la diversidad de productos que se procesan no se ha definido una combinación de insumos para la producción que cumpla con las restricciones que posee (Producción para enseñanza, materia primas, demanda y el tiempo), que maximice las utilidades y facilite la compra de insumos para el próximo periodo.

La productividad se podría aumentar de diversas formas, como son:

- Reducir el tiempo improductivo por esperas y demoras de materias primas.
- Reducir los cuellos de botella que existen en la planta en los pesados de los insumos.
- Mantener una cantidad de insumos que supla la producción de la planta, dependiendo del tiempo que tarde en venir los nuevos pedidos de insumos.

## 1.3. Justificación

La unidad de producción de Concentrados de la EAP, Zamorano, trabajando en conjunto con estudiantes de la carrera de Administración de Agronegocios, del curso de Contabilidad de Costos, ha realizado el control de las entradas y salidas de productos terminados en el pasado.

Es importante saber si las actividades realizadas están siendo hechas de la mejor forma posible y si el proceso de enseñanza influye en los tiempos de elaboración de productos, siempre tomando en cuenta que es posible que el grupo de estudiantes no tenga experiencia. Se tomarán los datos con un mismo grupo de estudiantes. Para este estudio se realizará un análisis de los tiempos empleados en la elaboración de los productos realizados en la planta.

## 1.4. Limitantes

El estudio se realizó en la Unidad de Concentrados de la EAP, Zamorano, en el Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Se identificaron las siguientes limitantes:

La cuantificación de cada producto es un proceso largo en el cual se utiliza estudios de mercado, por lo que las restricciones de mercado con base en el potencial de ventas, solo se consideraron las personas que llegaron a comprar a la planta y en los datos históricos no es muy representativa por la cantidad de datos que se tienen.

La toma de tiempos, esta condicionado a la producción de la planta. Todas las semanas se elaboran una cantidad de tandas (producción de 20 quintales de alimento para animales) de estos productos, por lo que semanalmente se obtendrá los datos para la elaboración de una tanda.

El modelo se infiere que puede tener un comportamiento de forma lineal ya que los resultados que arroja son valores que solo representan un punto dentro de la gráfica.

Solo se utilizó como base la mezcladora de 20 quintales.

El estudio se realizará en la Planta de Concentrados, Zamorano, con los estudiantes de primer año.

## **1.5. Objetivos**

Desarrollar para la Planta de Concentrados de la EAP, Zamorano un modelo de programación lineal, para la planificación y control de tiempos y movimientos en la producción y maximización de la utilidad de la planta.

### **1.5.1. Objetivo General**

Desarrollar para la Planta de Concentrados de la EAP, Zamorano un modelo de programación lineal, para la planificación y control de tiempos y movimientos en la producción y maximización de la utilidad de la planta.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

Tomar los tiempos empleados en la elaboración de las cinco líneas a estudiar de alimentos balanceados (Ganado lechero, Cerdo crecimiento, Cerdo engorde y Ponedoras).

Realizar una carta de control para establecer los límites y desviaciones en los productos, para poder controlar y ejecutar el modelo basándose en la cantidad final y tiempos.

Identificar las restricciones de oferta, demanda, tiempos y movimientos que se posee la empresa Unidad de Alimentos balanceados para animales y utilizar en el modelo de programación lineal.

Utilizar el principio de balance de la línea para definir dónde están los cuellos de botella en la elaboración de los productos.

Correr el modelo de programación lineal a través de pruebas utilizando Lingo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

Fue hace cien años que, por primera vez, una persona educada miró el trabajo manual y a los trabajadores manuales y luego comenzó a estudiarlos. La primera persona que estudio el trabajo manual, además de realizarlo fue Frederick Winslow Taylor. A través de la historia ha habido avances en lo que hoy llamamos productividad. Estos fueron resultados de nuevas herramientas, métodos, y tecnologías. Hubo pocos avances a través de las épocas en lo que el economista denomina trabajo.

En la historia de la humanidad ha sido axiomático considerar que los trabajadores pueden producir más solo si laboran más duro o durante más horas. Los economistas del siglo XIX disientían de casi todo, tanto como lo hacen los economistas de hoy. Sin embargo todos coincidían, desde David Ricardo hasta Carl Marx, en que hay enormes diferencias en la destreza de cada trabajador, pero solo una respecto a su productividad: hay empleados esforzados, y los hay perezosos; algunos con muchas fortalezas física y otros muy débiles.

Los proverbios “la experiencia enseña” y “la práctica hace al maestro”, son parcialmente verdaderos porque presentan solo una cara de la situación. Se aprende que la experiencia y la práctica son indispensables para un aprendizaje eficiente. Pero para quienes aprenden incorrectamente, la experiencia únicamente confirma los errores y la práctica consolida los malos hábitos.

De esta forma la experiencia y la práctica se pueden convertir en elementos esenciales de aprendizaje negativos. Además esta forma de actuar puede ser antieconómica y puede causar accidentes e incluso el menoscabo de la imanen (Núñez, 1998). La operaciones deberán ser tareas de rutina, proveer de educación y capacitación a los empleados y contar con procedimientos formales para identificar oportunidades de mejoramiento (Cantú, 2001)

Un estudio de tiempos consiste en el establecimiento de estándares de tiempos tomando en cuenta las tolerancias. Casi todos los trabajos se pueden desarrollar a diferentes ritmos, por lo que se deben escoger un ritmo razonable que sea denominado estándar. El hecho de elegir implica criterios, y se hace con el fin de que la productividad sea mayor y más económica (Hernández, 1989). Los tiempos estándar pueden ser determinados por: estimaciones, registros históricos y medición del trabajo. Estos dos últimos son mucho más exactos que el de estimaciones basadas en meros juicios o apreciaciones personales (Nebel, 1996). Los estudios de tiempos pueden tener mucha aplicabilidad en lo que es los sistemas de pagos por primas para estimar los tiempos de operaciones similares en otros productos y se pueden usar para realizar balances de línea.

Según Ferreira (1999), administrar es esencial para toda cooperación organizada, así como para cualquier nivel de la organización de una empresa. Esta función no es exclusiva de los directores de la empresa, sino que también corresponde a un

supervisor de producción. La meta de todos los administradores es establecer ambientes para que los esfuerzos del grupo permitan que los individuos contribuyan al logro de los objetivos con la mínima cantidad de insumos tales como dinero, tiempo, esfuerzos y materiales. La administración asigna al administrador muchos roles de los cuales se considera como el más importante; la planeación: lo cual se basa en decidir con anticipación qué se debe hacer, cómo hacerlo, dónde hacerlo y quién lo hará.

Según Ferreira (1999), la planeación de operaciones es una herramienta con la cual una empresa busca un equilibrio entre productos y la capacidad entre los distintos niveles para lograr competir adecuadamente, ya que la misma se centra en el volumen y en el tiempo de producción de los productos y la utilización de la capacidad de las operaciones. Si se toman en consideración los cambios de la demanda, entonces la mercadotecnia se encontrará muy relacionada con las operaciones de la empresa, es decir, que para influir en la demanda así como en la oferta deben utilizarse variables así como el precio, publicidad y mezcla de productos.

Con la planeación se lograrán tomar en cuenta los posibles cambios que puedan sufrir la economía durante la realización de las operaciones productivas de la empresa, garantizando de esta manera una eficiencia organizacional para la misma.

Según Martínez (2000), la toma de decisiones es un proceso que se inicia cuando una persona observa un problema y determina que es necesario resolverlo procediendo a definirlo, a formular un objetivo, reconocer las limitaciones o restricciones, a generar alternativas de solución y evaluarlas hasta seleccionar la que le parece mejor, este proceso puede ser cualitativo o cuantitativo.

Según Bellini (2004), el enfoque cuantitativo requiere habilidades que se obtienen del estudio de herramientas matemáticas que le permitan a la persona mejorar su efectividad en la toma de decisiones. Este enfoque es útil cuando no se tiene experiencia con problemas similares o cuando el problema es tan complejo o importante que requiere de un análisis exhaustivo para tener mayor posibilidad de elegir la mejor solución.

La investigación de operaciones proporciona a los tomadores de decisiones bases cuantitativas para seleccionar las mejores decisiones y permite elevar su habilidad para hacer planes a futuro.

Según Bellini (2004), la investigación de operaciones es el ataque de la ciencia moderna a los complejos problemas que surgen en la dirección y en la administración de grandes sistemas de hombres, máquinas, materiales y dinero, en la industria, en los negocios, en el gobierno y en la defensa. Su actitud diferencial consiste en desarrollar un modelo científico del sistema tal, que incorpore valoraciones de factores como el azar y el riesgo y mediante el cual se predigan y comparen los resultados de decisiones, estrategias o controles alternativos. Su propósito es el de ayudar a la gerencia a determinar científicamente sus políticas y acciones.

Según Bellini (2004), la investigación de operaciones ha tenido un impacto impresionante en el mejoramiento de la eficiencia de numerosas organizaciones en todo el mundo. En el proceso, la investigación de operaciones ha hecho contribuciones significativas al incremento de la productividad dentro de la economía de varios países. Hay ahora más de 30 países que son miembros de la International Federation of

Operational Research Societies (IFORS), en la que cada país cuenta con una sociedad de investigación de operaciones.

Según Quezada (1999), se llama programación lineal al conjunto de técnicas matemáticas que pretenden resolver la situación siguiente: Optimizar (maximizar o minimizar) una función objetivo, función lineal de varias variables, sujeta a una serie de restricciones, expresadas por inecuaciones lineales.

La función  $f(x,y) = ax + by + c$  llamada función objetivo y que es necesario optimizar. En esa expresión  $x$  e  $y$  son las variables de decisión, mientras que  $a$ ,  $b$  y  $c$  son constantes. Las restricciones que deben ser inecuaciones lineales. Su número depende del problema en cuestión. El carácter de desigualdad viene impuesto por las limitaciones, disponibilidades o necesidades, que son: inferiores a... (menores:  $<$  o); como mínimo de... (Mayores:  $>$  o Pueden ser también [ $=$ ,  $\leq$ ,  $\geq$ ]). Tanto si se trata de maximizar como de minimizar, las desigualdades pueden darse en cualquiera de los dos sentidos. (Quezada, 1999)

Según Quezada (1999), al conjunto de valores de  $(x,y)$  que verifican todas y cada una de las restricciones se lo denomina conjunto (o región) factible. Todo punto de ese conjunto puede ser solución del problema; todo punto no perteneciente a ese conjunto no puede ser solución. En el apartado siguiente veremos como se determina la región factible. La solución óptima del problema será un par de valores  $(x^o, y^o)$  del conjunto factible que haga que  $f(x,y)$  tome el valor máximo o mínimo.

Según Univirtual (2001), la explosión informática que se da en la actualidad es un hecho que hace difícil discernir la información conveniente o beneficiosa, de la que supone contaminación o perjudicial, que a veces hace que no se distinga el árbol entre todo el bosque.

La velocidad de crecimiento, hace necesario que el tratamiento de la información, se lleve a cabo de forma mecánica o automática. Cómo origen y causa de éste crecimiento exponencial de la información, aparece, paradójicamente la solución, la informática, definida según se ha visto, como el tratamiento de la información de forma automatizada.

## 2.1. Uso de la Computadora en Programación Lineal

Existen gran cantidad de programas comerciales de computadoras para resolver modelos de programación lineal, todos estos programas son semejantes porque sirven para resolver modelos lineales; pero a la vez son diferentes en cuanto a la cantidad de variables y restricciones que pueden manejar, los formatos de entradas y salidas de datos y a la implementación del Método Simplex o de Puntos Interiores.

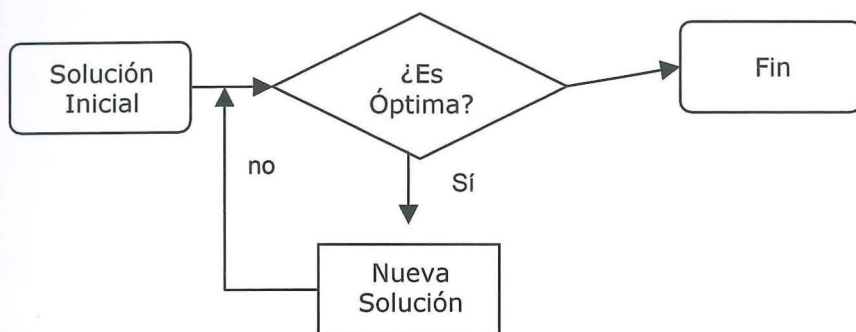
En el campo de aplicación de Programación Lineal es muy amplio. Entre los modelos más utilizados, y considerados clásicos dentro de la Investigación de Operaciones, están los de Programación de Producción.

## 2.2. Optimización Restringida

Un problema de optimización consiste en encontrar aquellos valores de ciertas variables que optimizan (es decir, hacen máxima o mínima, según el caso), una función de estas variables. A las variables las llamaremos variables controlables o variables de decisión.

El método más conocido para encontrar el óptimo de una función es a través del análisis de sus derivadas. Este método tiene dos limitaciones: no siempre la función es derivable, y, además, no siempre el óptimo nos da una solución que tenga sentido en la práctica.

Debido a la primera limitación, surgieron los métodos numéricos, que parten de una solución inicial, y mediante algún algoritmo iterativo (que relacione todas las variables), mejoran sucesivamente.



**Figura 1.** Muestra el proceso de interacción entre las diversas propuestas.

Podríamos resumir diciendo que en un problema de optimización restringida buscamos los valores de ciertas variables que optimizan una función objetivo, sujetas a restricciones, dadas también en términos de funciones.

Matemáticamente, significa encontrar los valores de  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , tales que hacen máxima (o mínima) a  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , sujeto a restricciones de tipo  $g_j(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq, = \text{ ó } \leq c_j$ , donde  $c_j$  es una constante.

## 2.3. Lingo

### 2.3.1. Detalles Generales

LINGO es un software de la empresa Lindo Systems Inc que permite resolver modelos matemáticos lineales y no lineales. Esta guía fue escrita por alumnos de la cátedra de Investigación Operativa de la FRSF - UTN con el deseo de que le sea de utilidad a otros usuarios de GNU/Linux.

LINGO es un instrumento simple para utilizar el poder de optimización lineal y no lineal de formular problemas grandes con concisión, solucionarlos, y analizar la solución. La optimización le ayuda a encontrar la respuesta que cede el mejor resultado; logra el beneficio más alto o el que alcanza el costo más bajo, el gasto, o la incomodidad. A menudo estos problemas implican el empleo eficiente que aprovecha

al máximo de su dinero, tiempo, maquinaria, personal, inventario, entre otros. Los problemas de optimización a menudo son clasificados como lineales o no lineales, dependiendo si las relaciones en el problema son lineales en lo que concierne a las variables.

### 3.1. Materiales

- Se utilizan tiempos incluye todo el programa
- Balanza
- Balanza
- Termostato
- Mezclador
- Tanque
- Solenoides
- Puntos

### 3.2. Elaboración

Se elabora el programa de la receta de la información necesaria

Con el programa de optimización se permite programar

#### 3.2.1. Materiales

El programa de la receta de la información necesaria

#### 3.2.2. Materiales

El programa de la receta de la información necesaria

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Materiales**

- Se utilizó un reloj digital con minuterero y segundero para poder medir los tiempos. No se midieron las centésimas de segundo porque el estudio no incluye micro movimientos. Esto se transformó luego a horas para uniformizar todo el proceso en horas.
- Balanza con capacidad de más de 100 libras.
- Balanza electrónica que fue utilizada para poder calibrar la balanza utilizada.
- Tolvas de vaciado.
- Mezcladora de insumos.
- Tornillo sin fin.
- Selladora.
- Formato de estudio de mercado.

### **3.2. Elaboración de diagnóstico**

Se elaboró un diagnóstico en la planta de Concentrados con el objetivo de tener un panorama claro de todos los flujos de proceso y de esta manera iniciar en orden lógico la recopilación de información. A través de este diagnóstico se identificó la información existente en la planta como también se especificó la información que era necesaria recopilar, dando como resultado las bases para la elaboración del modelo.

Con el estudio se desarrolló cuadros para la recolección de información que fueron utilizados para cumplir con los objetivos trazados en este estudio, el método a emplear permitió recolectar los datos que serán utilizados para la elaboración del modelo de programación lineal.

#### **3.2.1 Ubicación del estudio**

El estudio se realizó en la Planta de Concentrados, Zamorano; Departamento de Francisco Morazán, Honduras. La planta tiene tres áreas, Bodegas de materia prima, sala de procesos y bodega de producto terminado.

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Elaborar el Flujo-grama de procesos de la planta**

Se visitó la planta para definir los pasos que se siguen en la elaboración de alimentos balanceados para animales, lo cual nos facilitara la toma de datos (ver figura 1).

### 3.3.2. Definición de Variables

Tiempo de trabajo de operarios de la planta, trabajando en el proceso de elaboración de una tanda de alimentos balanceados para animales este se utilizó como producción máxima a la que los estudiantes pueden alcanzar en un día en condiciones normales.

Tiempo de los estudiantes trabajando en los procesos de elaboración de una tanda de alimentos balanceados para animales.

Para la toma de datos se hicieron visitas a la planta de Concentrados, Zamorano y se utilizaron cuadros en los cuales se tomaron cinco datos por día, en diferentes tandas, esto se repitieron durante 5 días, para tener un total de 25 mediciones.

Es importante recalcar que el estudio estuvo enfocado en el análisis de los tiempos y cantidades de insumos en la determinación de la línea de producción.

### 3.3.3. Elaboración de un Diagnóstico de elementos del proceso

Se elaboró un diagnóstico en la planta de Concentrados con el objetivo de definir un panorama claro de todos los flujos de procesos de esta manera inició en orden lógico la recopilación de información. A través de este diagnóstico se identificó la información existente en la planta como también se especificó la información que se debió recolectar, para la elaboración de la base que nos permitió la elaboración del modelo.

Un elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis (O.I.T; 1980). Es necesario tener cuidado de la definición de los límites o puntos terminales de los elementos para no incurrir en errores y que puedan ser utilizados en otros estudios.

### 3.3.4. Procesos de toma de tiempos

Para la toma de tiempos fue necesario conocer las operaciones por lo que se elaboró flujo-grama sinóptico para los procesos, desde el pesado hasta el producto final, estos tendrán que representar un cuadro general que muestre las principales operaciones, tiempo e insumos invertidos en cada uno de ellas.

Para definir el impacto que tiene la enseñanza en la producción se tomaron los tiempos, tanto de empleados y de alumnos, para a la final ver los diferenciales en tiempos, pero se trabajó con base en los tiempos que se tardan los alumnos, ya que son ellos los que trabajan elaborando los productos de esta planta.

Así mismo se definieron los diferenciales de tiempos que existen entre trabajadores y alumnos y ver la producción máxima que puede ser alcanzada en un día normal.

### 3.3.5. Margen de contribución

Se estableció los márgenes de contribución para cada producto a estudiar (ganado lechero, cerdo crecimiento, cerdo engorde, terneros II, ponedoras) en la planta. Este

fue la herramienta más útil para el desarrollo del modelo y definir la importancia económica de cada producto. Este se calculó en dos etapas la primera será en forma general sacando todos los costos incurridos en la fabricación de alimentos balanceados para animales sin importar la línea y este se lo restaremos a los ingresos obtenidos en el periodo, luego se sacó individualmente de cada producto y este margen que se tiene de utilidad se dividirá entre el margen general de toda la planta.

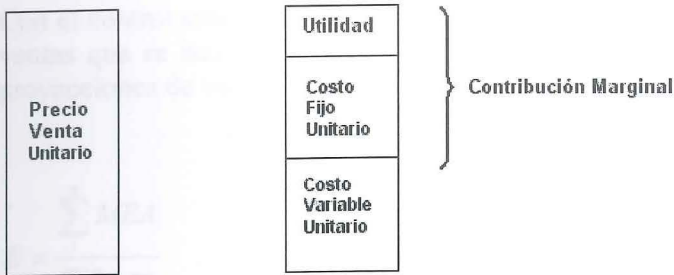


Figura 2. Muestra el proceso de cálculo de contribución marginal.

### 3.3.6. Análisis Estadísticos

Se utilizó un análisis de varianzas por cada elemento y se compararon los tiempos e insumos en cada caso (si lo hace un operario o un estudiante); para este análisis se utilizaron las siguientes herramientas:

#### 3.3.6. Cartas de control:

Con los datos recolectados fueron sometidos a esta herramienta para determinar los límites de control. Esta sirvió para utilizarlos en Lingo.

El tipo de carta de control a tomar es R-X ya que esta es la que más se adecua a las necesidades del estudio y con ella se puede ver las desviaciones que hay en el proceso.

Un gráfico de control es una carta o diagrama especialmente preparado donde se van anotando los valores sucesivos de la característica de calidad que se está controlando. Los datos se registran durante el funcionamiento del proceso de fabricación y a medida que se obtienen.

El gráfico de control tiene una **Línea Central** que representa el promedio histórico de la característica que se está controlando y **Límites Superior e Inferior** que también se calculan con datos históricos.

La Gráfica X se utiliza para vigilar el centrado de un proceso

La gráfica R (rango) para vigilar la variación en el proceso

Por regla general se obtienen aproximadamente entre 25 a 30 muestras y se utilizan tamaños de muestra entre 3 a 10 siendo los más comunes de 5.

Se trabaja con las graficas de control.

$$\mu_x \pm 3\sigma_x$$

La formula anterior muestra las variables a considerar para el cálculo de los límites de control, para la elaboración de las cartas de control y los gráficos.

### 3.3.7. Identificación de cuellos de botella:

Para la identificación de los cuellos de botella se utilizó principios de balance de línea para cada producto. La eficiencia de una línea es la relación del número total de minutos e cantidad de insumos utilizados para la producción de una tanda de alimentos balanceados para animales.

Con el control estadístico se podrá definir la oferta y demanda estas serán tomadas de ventas que se han hecho en el pasado y usaremos regresión lineal para realizar las proyecciones de ventas futuras.

$$E = \frac{\sum_1^n MEA}{\sum_1^n ME}$$

E = Eficiencia

ME = Minutos Estándares

MEA = Minutos estándares asignados por operación

La formula anterior se utilizo para poder conocer la eficiencia, se trabajó con base en el tiempo que tardan los estudiantes este el 100% de la producción comparada con el tiempo de los trabajadores y se calculo con la cantidad de tiempo que tardan los trabajadores la productividad de los estudiantes. Muestra los diferentes tiempos a ser utilizados y así se realiza una comparación.

Los minutos estándares por operación son el tiempo empleado en la realización de cada operación. Los minutos estándares son asignados a las diferentes líneas de productos y su valor será igual al tiempo que se requiere para producir dicha línea. Es claro que si se puede economizar tiempo en esta operación, todo la producción podría aumentar y aumentará eficiencia proporcionalmente. Se debe disminuir los cuellos de botella para obtener una mayor fluidez en las líneas de procesos.

### 3.3.8. Estudio de mercado

Se señalaron encuestas a grupos focos o conocedores del producto para cuantificar un potencial de venta que existe para la planta. El objetivo de dicha encuesta fue el de cuantificar y caracterizar el mercado que se tiene y posibles reacciones ante el servicio y incrementos en los precios del producto.

### 3.3.9. Lingo:

Es una herramienta comprensiva diseñada para construir y solucionar problemáticas lineales y no lineales, y optimización rápidamente, fácilmente, y eficientemente.

Fue utilizada para el desarrollo el modelo de programación, este programa busca hacer interacciones (relaciones que pueden existir entre las variables.) entre los diferentes datos (función objetivo y las restricciones) para dar una solución.

### **3.3.10. Pruebas del modelo de programación lineal**

Estas pruebas se llevaron a cabo para verificar cuan aplicable es el modelo de programación lineal, se corrió el modelo en Lingo y los resultados se compararon con los datos históricos que se tiene de la planta, y así poder ver si es o no aplicable en el ámbito de la unidad productiva de alimentos balanceados Zamorano.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Ingreso de datos

Se creó una hoja para la recolección de los datos, para lo cual se tomó en cuenta lo siguientes variables:

- Tiempos de producción.
- Tiempo disponible para la producción de las líneas que se estudiaron (ver cuadro de anexo 24).
- Precio de venta.
- Potencial de venta.

### 4.2. Costos de insumos

Para la obtención de los costos se solicitó a la planta algunos costos de materia prima y que se utilizan para la elaboración de producto. Aquí se enlistaron todos los insumos utilizados e indicaron los precios de cada uno de ellos por línea de producto (Cuadro 2).

Cuadro 1. Símbolos a utilizar durante todo el desarrollo del documento de las diferentes líneas.

Producto	Símbolo
Vaca lechera público	VLP
Terneros II Público	TP
Cerdo Crecimiento Público	CCP
Cerdo Engorde Público	CEP
Ponedora Público	PP

Cuadro 2. Cantidad y costo de insumos utilizados para la elaboración de un quintal de las diferentes líneas estudiadas.

Insumo	Cant de Insumos por Unidad (lb)					Costo	Costo por unidad en lempiras				
	VLP	TP	CCP	CEP	PP		VLP	TP	CCP	CEP	PP
Aceite Crudo de Palma	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	L. 4,10	L. -	L. -	L. -	L. -	L. 4,10
Biofos	0,40	0,50	0,12	0,34	0,07	L. 3,31	L. 1,32	L. 1,66	L. 0,40	L. 1,13	L. 0,23
Carbonato Ca.	0,51	1,30	1,08	0,96	9,86	L. 0,33	L. 0,17	L. 0,43	L. 0,36	L. 0,32	L. 3,25
Harina Carne	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	L. 2,75	L. -	L. -	L. -	L. -	L. 13,75
Harina Coquito	15,00	12,00	5,00	7,00	0,00	L. 0,95	L. 14,25	L. 11,40	L. 4,75	L. 6,65	L. -
Harina de Soya	14,30	17,00	20,00	16,60	17,45	L. 2,70	L. 38,61	L. 45,90	L. 54,00	L. 44,82	L. 47,12
Lisina	0,00	0,00	0,08	0,06	0,00	L. 20,03	L. -	L. -	L. 1,60	L. 1,20	L. -
Maíz	46,24	42,90	52,07	53,39	53,90	L. 1,64	L. 75,83	L. 70,36	L. 85,39	L. 87,56	L. 88,40
Melaza	10,00	10,00	10,00	10,00	2,00	L. 0,81	L. 8,10	L. 8,10	L. 8,10	L. 8,10	L. 1,62
Metionina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	L. 21,56	L. -	L. -	L. -	L. -	L. 3,88
Oxitetraciclina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	L. 0,34	L. -	L. -	L. -	L. -	L. 0,00
Sal	0,50	0,50	0,35	0,35	0,30	L. 0,74	L. 0,37	L. 0,37	L. 0,26	L. 0,26	L. 0,22
Semolina Arroz Pura	12,00	15,00	11,00	11,00	10,00	L. 1,38	L. 16,56	L. 20,70	L. 15,18	L. 15,18	L. 13,80
Urea	0,75	0,50	0,00	0,00	0,00	L. 2,95	L. 2,21	L. 1,48	L. -	L. -	L. -
Vit. Cerdos	0,00	0,00	0,30	0,30	0,00	L. 14,35	L. -	L. -	L. 4,31	L. 4,31	L. -
Vit. Gallina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	L. 13,91	L. -	L. -	L. -	L. -	L. 3,20
Vit. Ganado	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	L. 6,93	L. 2,08	L. 2,08	L. -	L. -	L. -
							L. 159,51	L. 162,46	L. 174,34	L. 169,52	L. 179,57

### 4.3. Margen de contribución

Se elaboró una hoja de cálculo en Excel donde se utilizó los precios de venta de cada producto y los costos variables para calcular el margen de contribución que genera cada producto sin necesidad de calcular los costos fijos que le corresponden. Este fue uno de los parámetros para elaboración del modelo de programación lineal. Se puede apreciar el producto que genera un mayor margen de utilidad es la línea de Alimentos balanceados de Terneros II.

Cuadro 3. Muestra los márgenes de contribución.

Producto	Costo Var.	Precio	M.C.
VLP	159,51	190	30,49
TP	162,46	200	37,54
CCP	174,34	230	55,66
CEP	169,52	211	41,48
PP	179,57	222	42,43

### 4.4. Procesos

Se elaboró una hoja de datos para la recolección de los tiempos de cada proceso que lleva la elaboración de pesados, con el fin de poder conocer los tiempos de producción de cada uno de las líneas que se estudiaron.

#### 4.4.1. Tiempo de elemento

El flujo-grama de procesos (anexo 1) permitió ver el orden de cómo se debía recolectar los datos y permitió conocer el proceso de elaboración de Alimento Balanceado para Animales de ganado lechero, terneros II, cerdo crecimiento, cerdo engorde y ponedoras. Esto representa el orden de las operaciones y el tiempo invertido en cada una de ellas. La distribución de tiempos totales para la elaboración de las líneas estudiadas se encuentra en (cuadro 4) y la forma como se asignaron los porcentajes depende de la producción histórica que ha tenido la planta durante agosto del 2005 a julio del 2006.

Cuadro 4. Distribución de tiempo disponible para el año por línea de producto

<b>Distribución de tiempo de líneas a analizar</b>		
Producto	%	Horas
Vaca lechera público	46.39	1041.01
Terneros II público	1.33	29.74
Cerdo Crecimiento Público	0.53	11.93
Cerdo Engorde Público	0.59	13.29
Ponedora Público	0.20	4.58
<b>Total a Representar</b>	<b>49.04</b>	<b>1100.55</b>

Del 100% de la producción que tiene la planta un 49.04 % del tiempo y presupuesto es usado en la producción de las cinco líneas estudiadas, puesto que este porcentaje representa la producción que tiene la planta de dichas líneas.

#### 4.5. Cartas de control

Se elaboraron cartas de control ya que se ha observado un retraso en la producción o dicho en otras palabras existe una excesiva rotación del personal (alumnos en su aprender haciendo, lo cual hace más ineficiente la producción) lo cual conlleva a una alta variabilidad en tiempo de fabricación; para poder ver cómo están los tiempos de producción, se calcularon la media y los límites de control con respecto a esta media.

##### 4.5.1. Terminología usada en las cartas de control.

LCS	= Límite de control superior.
LC	= Media de observación.
LCI	= Límite de control inferior.
TLCS	= Límite de control superior de tiempo asignado
TLC	= Límite de control de tiempo asignado
TLCI	= Límite de control inferior de tiempo asignado

La carta X se utilizó para vigilar que tan centrados están los datos con respecto a la media, y la carta R para vigilar la variación en los procesos. Se obtuvieron 25 muestras con un tamaño de 5 datos por muestras de cada línea de producto.

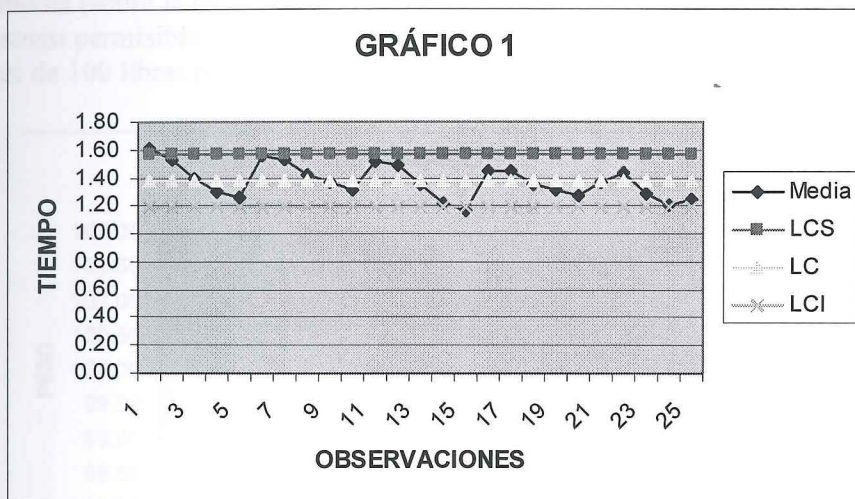


Gráfico 1. Carta X, Tiempo de producción de Ganado Lechero.

La carta X en los tiempos de producción de la línea de ganado lechero muestra como esta los tiempos de producción de Alimento Balanceado para Animales con respecto a la media y límites, hay datos que están muy cerca del límite y otro que se sale por lo cual se indica que hay fallos en la producción solo trabajando con los tiempos de estudiantes, pero al compararlo con lo tiempos de los trabajadores anda demasiado fuera de la media. Se puede apreciar una mayor desviación en los datos (ver cuadro de anexo 2)

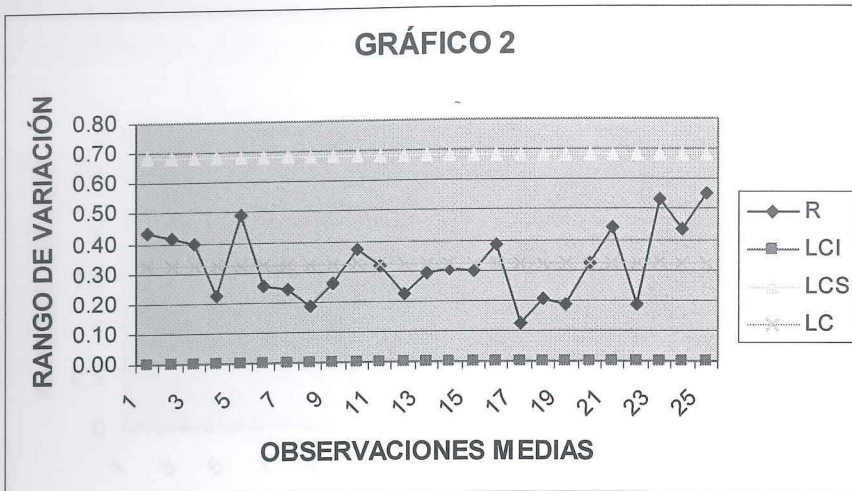


Gráfico 2. Carta R, Tiempo de producción de Ganado Lechero.

### Gráfico 3. Carta X, Pesos de Producto Final de Ganado Lechero.

En la carta R de tiempo de producción de ganado lechero indica que en el proceso de producción de Alimento para animales existe una gran variación ya que el 60% de las observaciones realizadas están por encima de la media y entre más alejado está de la media (sobre la media) indica que tenemos mayor variación pero ninguno se sale de su rango permisible (ver cuadro de anexo 3); pero al compararlo con el peso asignado que es de 100 libras podemos observar que los puntos están el 100% afuera del rango.

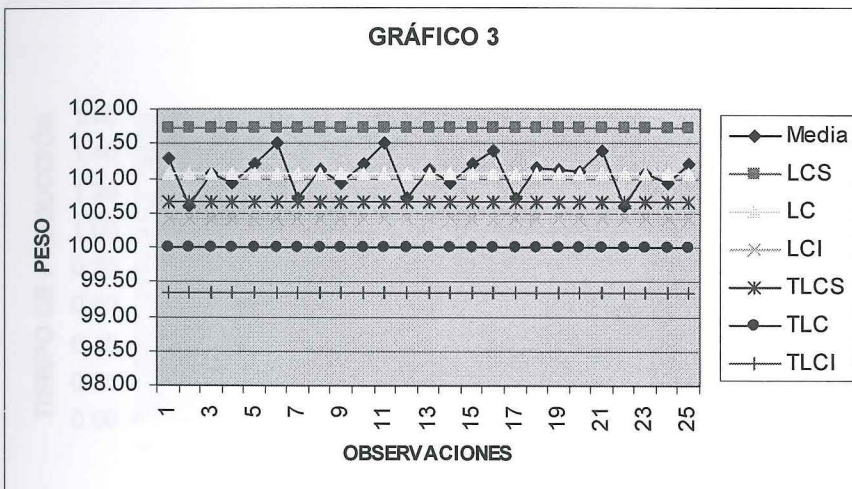


Gráfico 3. Carta X, Pesos de Producto Final de Ganado Lechero.

Muestra las variaciones en los pesos del producto final y nos dice que en este producto existe una gran desviación en el peso con respecto a la media que se estableció al momento de decidir de vender quintales de este alimento, pero con respecto a los límites de control de la planta todos están dentro del rango permisible, teniendo así una precisión (ver cuadro de anexos 4). Al traducir esta varianzas a costos se puede deducir que se dan pérdidas de dinero (ver cuadro 4.1).

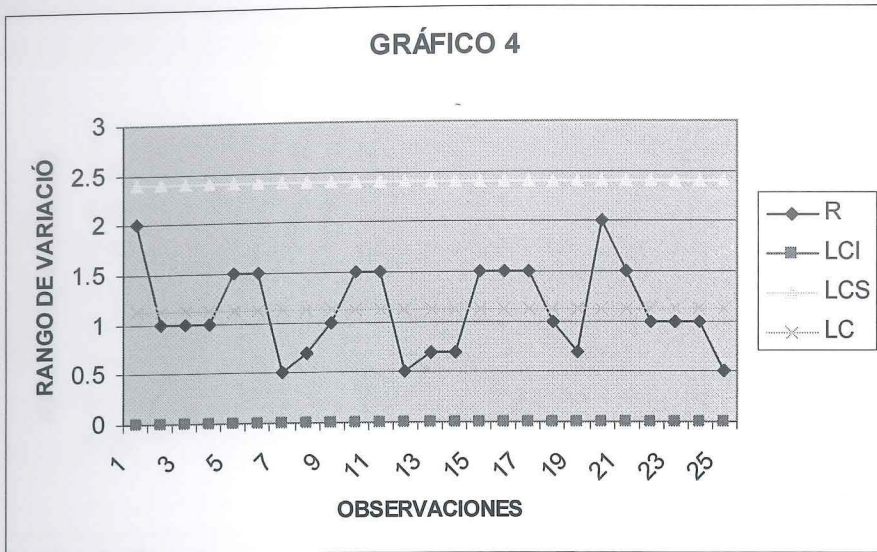


Gráfico 4. Carta R, Pesos de Producto Final de Ganado Lechero.

El proceso de pesado tuvo muchas variaciones por lo cual se muestra que todos los puntos dentro de este diagrama se encuentran bien dispersos, pero todos se mantienen dentro de los límites de control (ver cuadro de anexo 5).

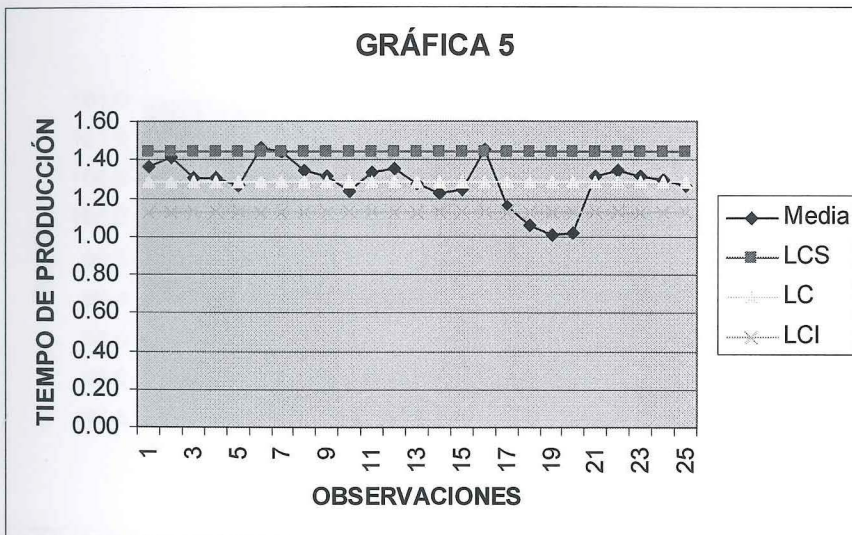


Gráfico 5. Carta X, Tiempos de Producto Final Terneros II.

El proceso de elaboración de producto para terneros II tiene mucha precisión pero aun así se tienen datos que se salen de los límites establecidos, pero como están por debajo de la media se consideran a favor, pero aun así hay muchos datos que están por encima de la media cerca o en el límite superior y esto indica eso que se tienen problemas en el momento de la fabricación (ver cuadro de anexo 6).

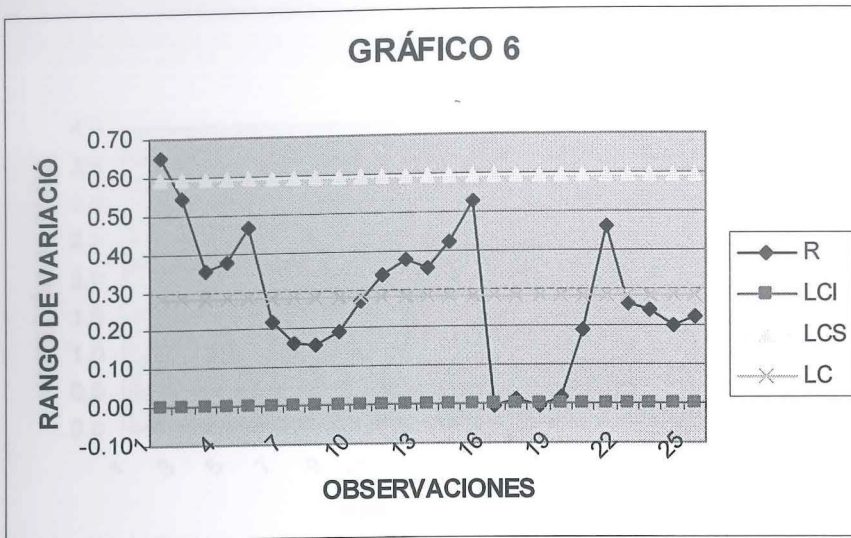


Gráfico 6. Carta R, Tiempo de Producto Final Terneros II.

Existe una gran variabilidad en el proceso de los datos estudiados, así mismo hay un dato que se sale de los límites mientras que otros están justamente en el límite inferior por lo cual esto se considera bueno (ver cuadro de anexo 7).



Gráfico 7. Carta X, Pesos de Producto Final Terneros II

Se puede apreciar que todos los datos están dentro del rango límite establecidos para el peso de este producto, pero aun así se muestra que un 32% de nuestros datos están por encima de la media y un 68% están por debajo lo cual nos puede traer problemas con costos (ver cuadro de anexo 8). Pero al compararlo con los límites legales o el límite central de la producción que son 100 libras, esto genera un problema de costos.

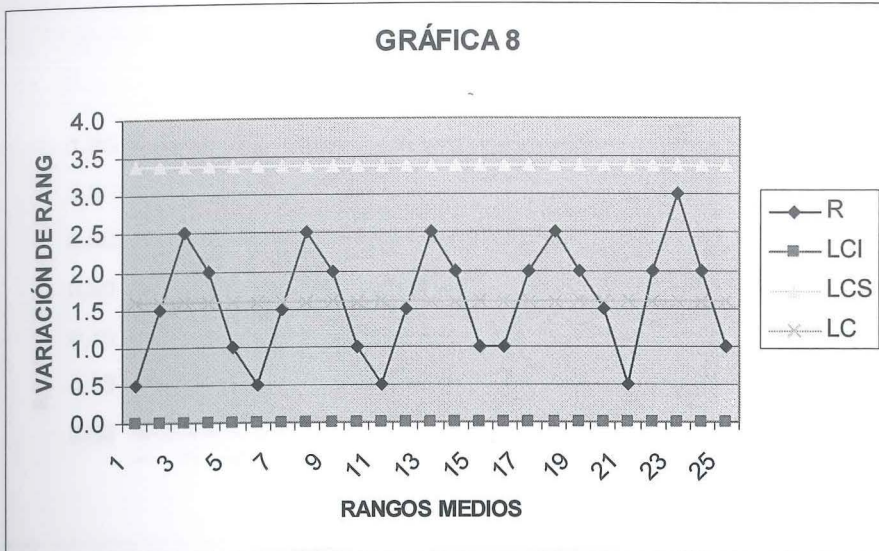


Gráfico 8. Carta R, Peso de Producto Final Terneros II.

El proceso no tiene ninguna exactitud con respecto a los tiempos ya que todos los datos están muy dispersos pero aun así existe una periodicidad en el proceso.

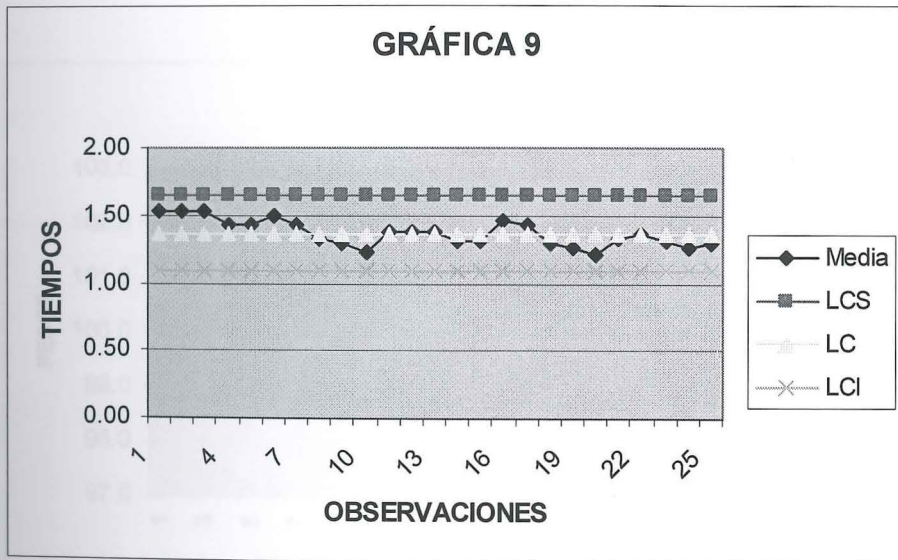


Gráfico 9 Carta X, Tiempo de Producción de Producto Final Cerdo Crecimiento.

El proceso tiene una tendencia ya sea al incremento o decremento en los pesos (cuadro de anexo 10).

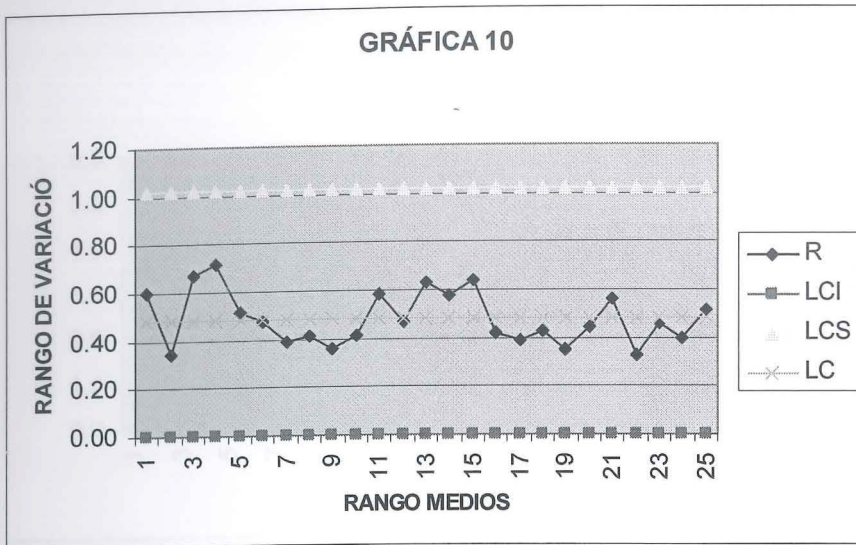


Gráfico 10. Carta R, Tiempo de Producción Final Cerdo Crecimiento

Existe una gran variación

El proceso tiene una tendencia, puesto que los puntos están distribuidos tanto arriba como debajo de la línea y no sigue ningún patrón (cuadro de anexo 11).

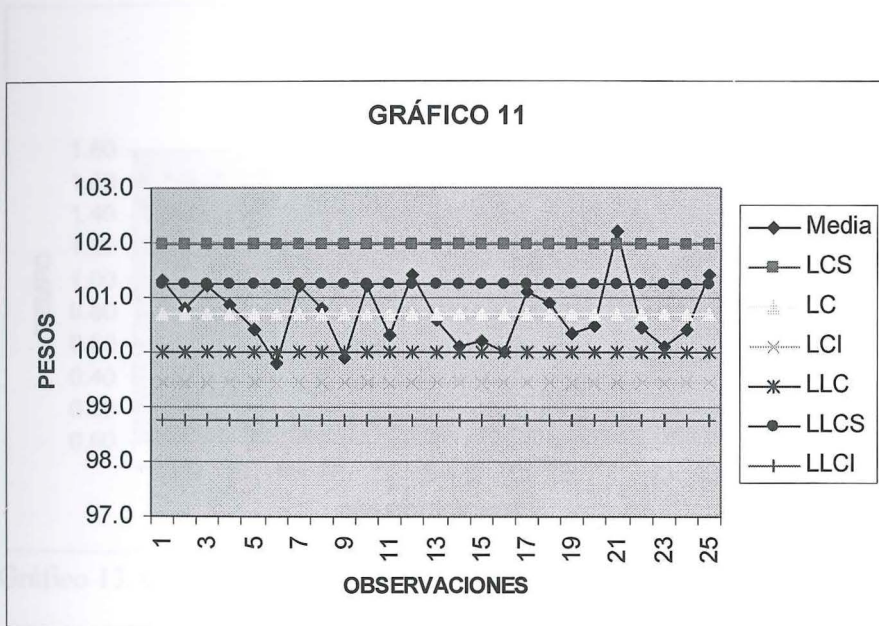


Gráfico 11. Carta X, Pesos del Producto Final Cerdo Crecimiento.

El grafico 11 muestra que en el pesado existe una gran variabilidad en los pesos lo cual traducido a términos de dinero es un gasto ya que está generando pérdidas de cierta cantidad de producto por quintal (Cuadro de anexo 12).

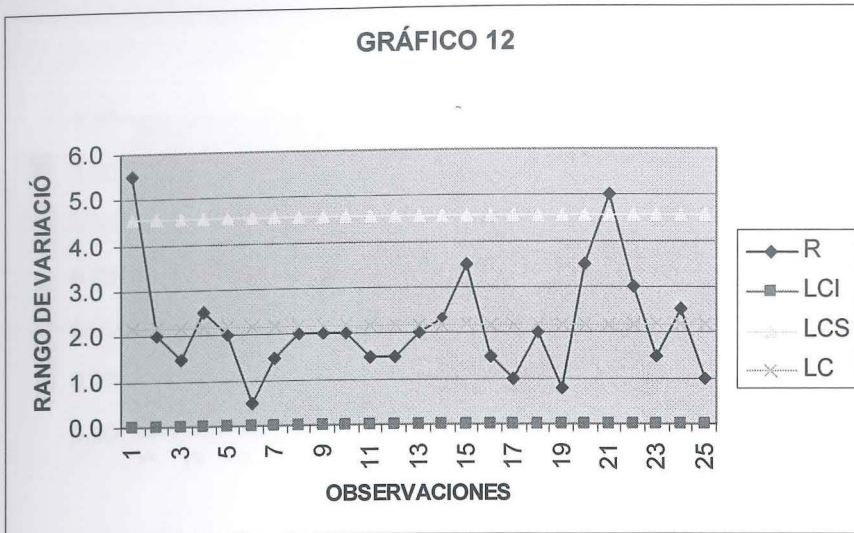


Gráfico 12. Carta R, Peso de Producto Final de Cerdo Crecimiento.

Existe una gran variabilidad en los procesos, así mismo se tiene un 8 % de de los datos del proceso que esta por fuera de los límites (Cuadro de anexo 13).

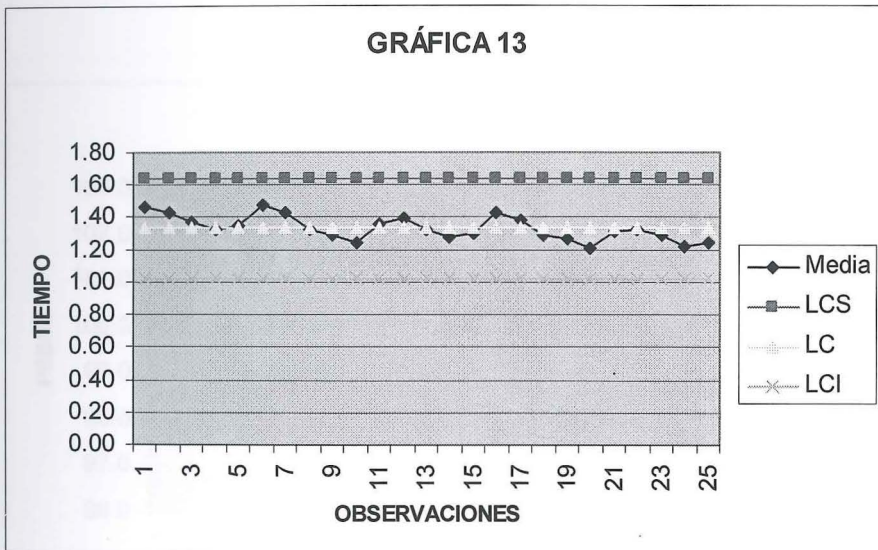


Gráfico 13. Carta X, Tiempo de Producción Final de Cerdo Engorde.

El grado de variabilidad en el tiempo de producción en esta línea es mínimo, se puede decir que tiene una gran precisión al momento de la elaboración de este producto pero aun así este sigue una periodicidad en el proceso (Cuadro de anexo 14).



Gráfico 14. Carta R, Tiempo de Producción de Cerdo Engorde.

Existe una variabilidad marcada en ciertos puntos de la gráfica de el proceso de los datos estudiados (ver cuadro de anexo 15).

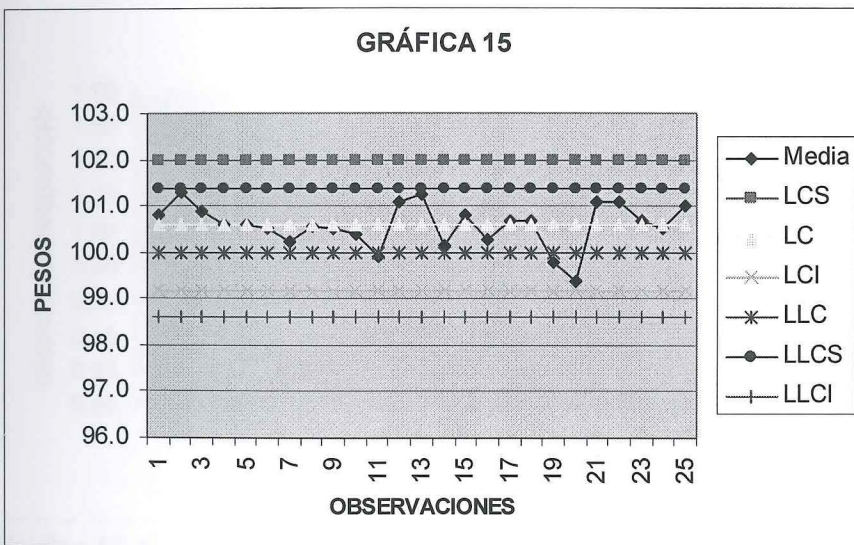


Gráfico 15. Carta X, Peso del Producto Final de Cerdo Engorde.

El peso del producto de Engorde es de los que tiene mayor precisión de todos los productos estudiados, este es el único que está muy cerca del peso establecido por quintal. Existe mucha variabilidad en los pesos (Cuadro de anexo 16).

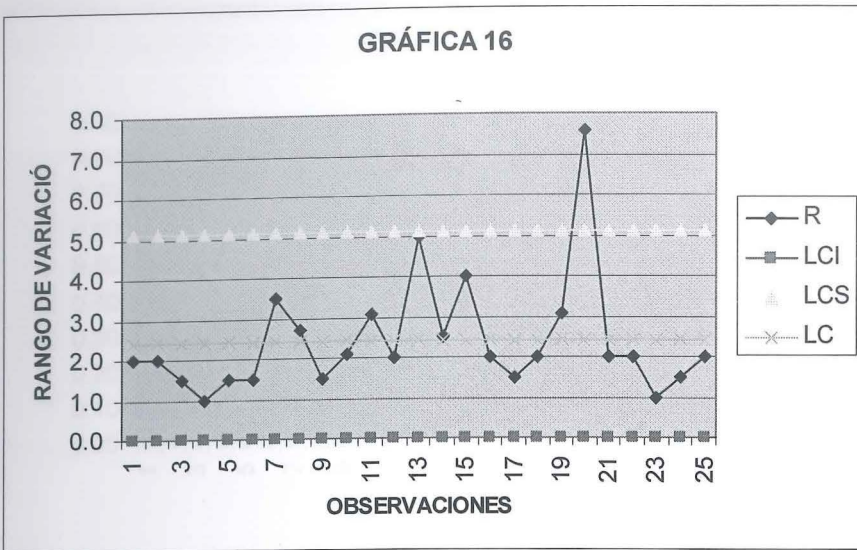


Gráfico 16. Carta R, Peso del Producto Final de Cerdo Engorde.

Este proceso está siendo demasiado variable, todos los puntos se tienen distribuidos en toda la gráfica y hay un punto que sale de los límites (Cuadro de anexo 17).

Los datos están por anexo 17.



Gráfico 17. Carta X, Tiempo de Producción Final de Ponedora.

El tiempo en esta línea está muy próximo a la media por lo cual se considera que tiene mucha precisión, y aun así se puede decir que la variabilidad de tiempos en este producto es alta (Cuadro de anexo 18).

Los datos están por anexo 18.

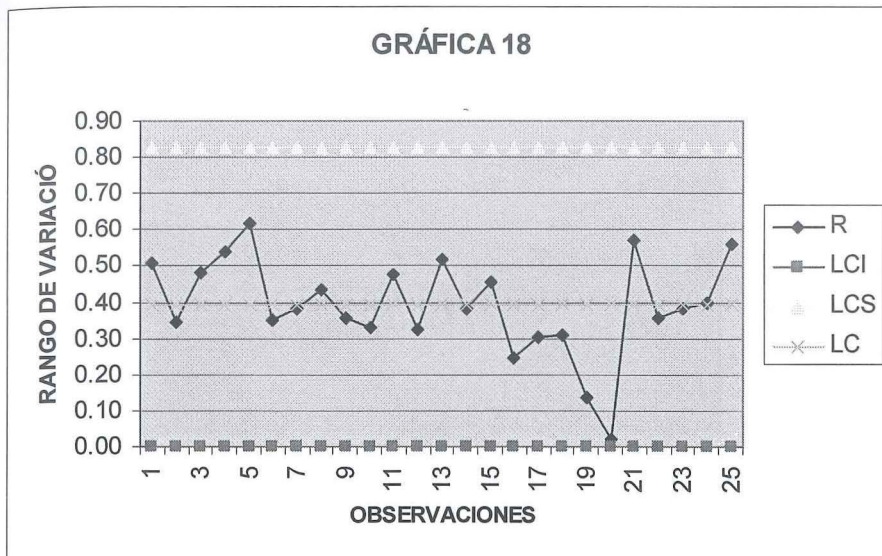


Gráfico 18. Carta R, Tiempo de Producción Final de Ponedoras.

Los datos de este producto están siendo muy variables con respecto al rango, pero se puede considerar que el proceso está siendo algo eficiente ya que apenas un 40% de los datos están por encima de la media y ninguno sobresale del límite superior (cuadro de anexo 19).

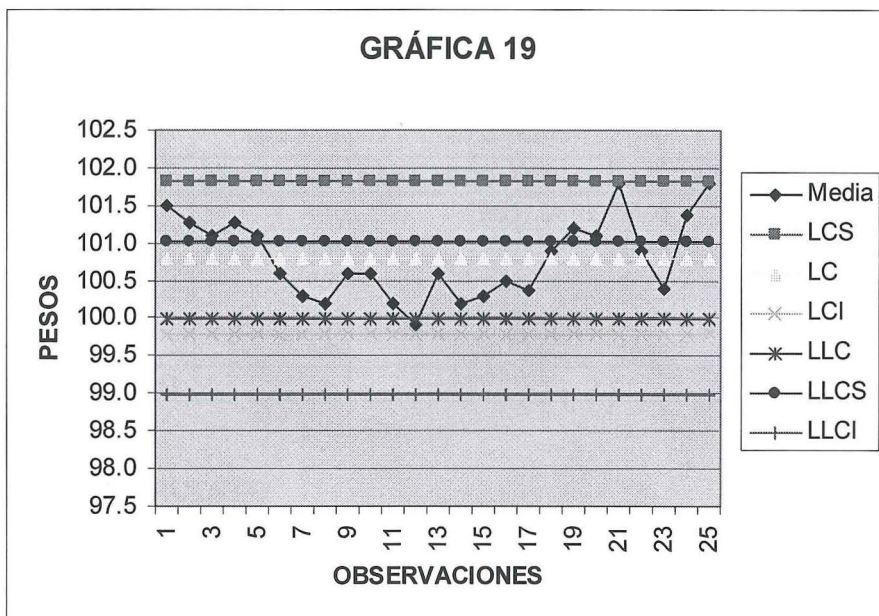


Gráfico 19. Carta X, Pesos del Producto Final Ponedoras.

Como en los casos anteriores, el peso de este producto es muy variable, un 44% de los datos están por encima de la media de peso, pero un 36% están sobre los límites tomando como media 100 libras (cuadro de anexo 20).

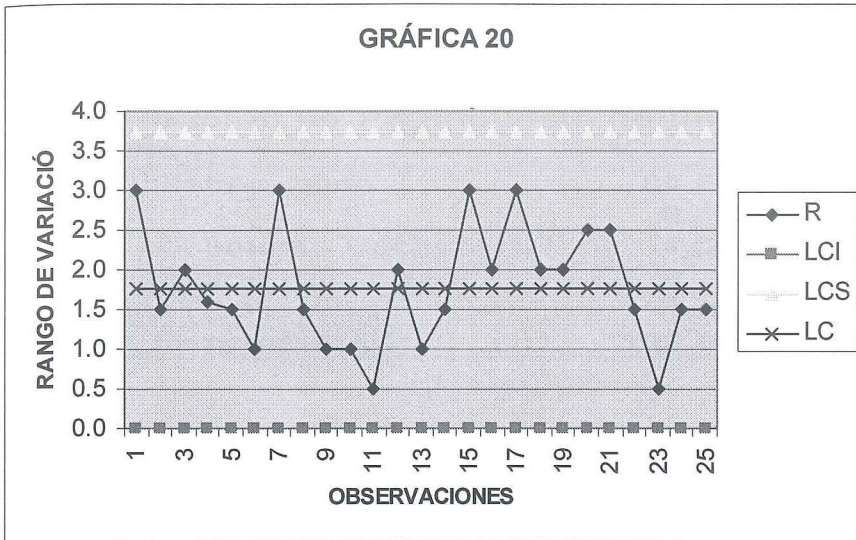


Gráfico 20. Carta R, Peso del Producto Final de Ponedoras

Muestra que en este proceso hay una gran variabilidad, pero todos cumplen con respecto a los límites de control (cuadro de anexo 21).

El proceso de pesado en la planta tiene una gran variación, en la tabla 4.1 muestra dichas variaciones promedio y muestra la pérdida total transformada a efectivo.

Durante el proceso de pesado, así mismo muestra los principales problemas, uno de ellos es el error mecánico y el otro es el error humano, esto hace que las pérdidas en seis meses sean 34,795.10 Lempiras.

Cuadro 4.1. Muestra la pérdida que se tiene en la producción de 12 meses.

PERDIDA POR EXCESO POR QUINTAL ENE. A JUL. 2006						
PRODUCTO	DESVIACIÓN	CANT. PRODUCTO	TOTAL	QUINTAL	PRECIO qq	PERDIDA
VLP	1.10	16137.00	17750.70	177.51	L. 190.00	L. 33,726.33
TP	0.40	471.00	188.40	1.88	L. 200.00	L. 376.80
CCP	0.70	206.00	144.20	1.44	L. 230.00	L. 331.66
CEP	0.60	185.00	111.00	1.11	L. 211.00	L. 234.21
PP	0.80	71.00	56.80	0.57	L. 222.00	L. 126.10
<b>PERDIDA TOTAL</b>						<b>L. 34,795.10</b>

#### 4.6. PRESUPUESTO

El Presupuesto es otro factor importante que se consideró en el modelo de programación lineal ya que si no se conoce la cantidad de recursos que contamos no podremos saber con exactitud cuánto podemos producir (Cuadro de anexo 23).

Cuadro 5. Muestra el presupuesto calculado con base en la producción por línea de producto estudiados.

<b>Distribución de Presupuesto de líneas a analizar</b>		
<b>Producto</b>	<b>%</b>	<b>Presupuest.</b>
Vaca lechera publico	84.62	L. 3,139,011.62
Terneros II	6.44	L. 238,708.11
Cerdo Crecimiento Publico	1.67	L. 62,064.11
Cerdo Engorde Publico	6.24	L. 231,546.86
Ponedora Publico	1.03	L. 38,193.30
<b>Total a Representar</b>	<b>100.00</b>	<b>L. 3,709,524.00</b>

Se usaron los mismo porcentajes para la distribución tanto del tiempo como del presupuesto ya que estos ha sido calculado con base en la producción que ha tenido la planta de estas cinco líneas (ganado lechero, ternero II, cerdo crecimiento, cerdo engorde y ponedoras). El 49.04% representa la producción dentro de la planta de estas líneas.

#### 4.7. ESTUDIO DE MERCADO

En el estudio realizado a los clientes de los Alimentos Balanceados para Animales marca Zamorano se pudo notar diferentes aspectos como son el número de veces que compra por semana y que son los mismos productores que venden la leche a la planta de lácteos los que compran a la planta.

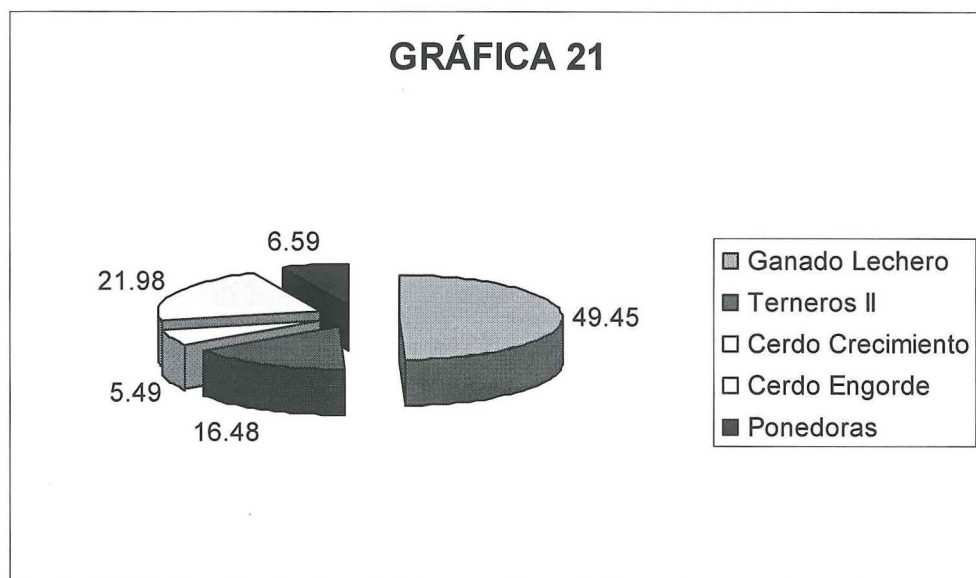


Gráfico 21. Muestra las líneas de Alimento Balanceados para Animales Comprados por los Clientes

El segundo aspecto que se ha observado es las líneas de alimento balanceados mas comprados en Zamorano son ganado lechero con un 49.45%, Cerdo engorde con el 21.98%, terneros II con el 16.48% y el resto 12.08% está dividido entre cerdo crecimiento y ponedoras (Cuadro de anexo 28).

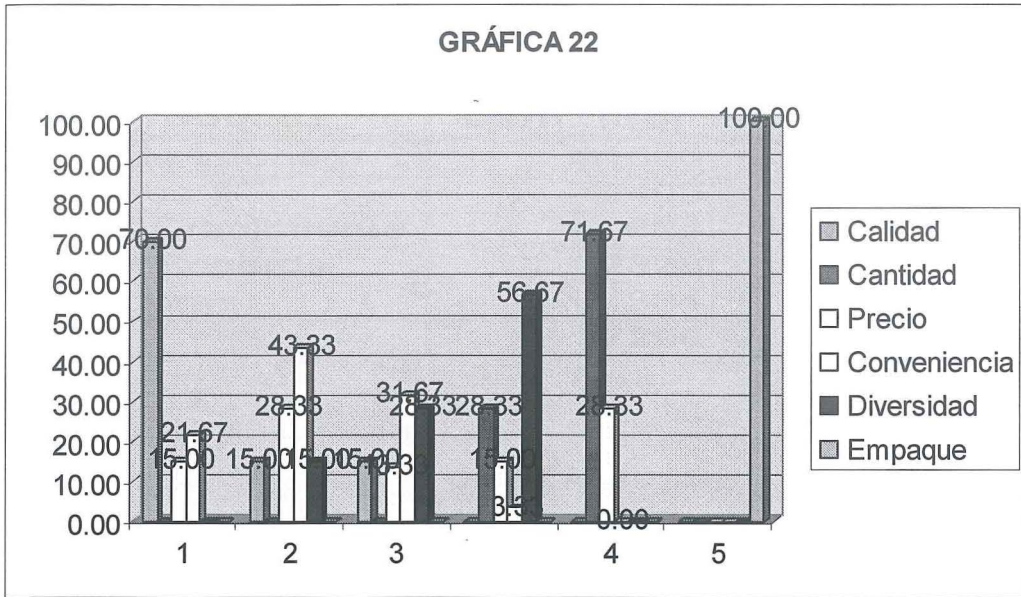


Gráfico 22. Muestra el grado de Preferencia de los Productos Zamorano en la Línea de Alimentos Balanceados.

Como un tercer punto tenemos la los niveles de preferencias que hay en los consumidores a los productos Zamoranos en las líneas estudiadas (Cuadro de anexo 29).

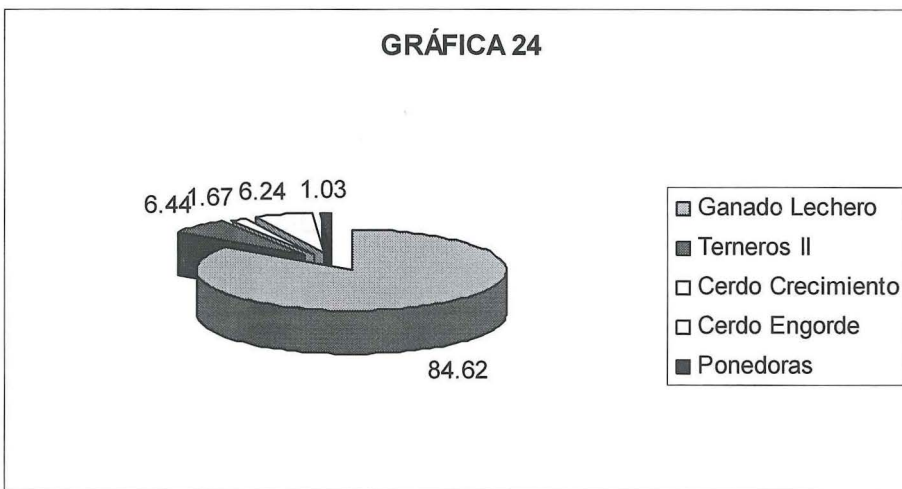


Gráfico 24. Porcentaje Potencial de Ventas Para el 2007

El potencial de venta que se tiene en la producción para el año 2007, considerando que 55.09% de la producción externa es para Ganado Lechero y un 39.80% es para Cerdo Engorde (Cuadro de anexo 30).

La producción para el próximo año (2007) se realizó con base en el potencial de venta ya que con los datos que se contaba en la planta no eran suficientes para la realización de una proyección de demanda.

El cuadro 6, muestra la distribución de la demanda de producto vendido por la planta al exterior.

Producto	Dem. (qq)	%
Ganado Lechero	31560	84.62
Terneros II	2400	6.44
Cerdo Crecimiento	624	1.67
Cerdo Engorde	2328	6.24
Ponedoras	384	1.03
<b>Total</b>	<b>37296</b>	<b>100</b>

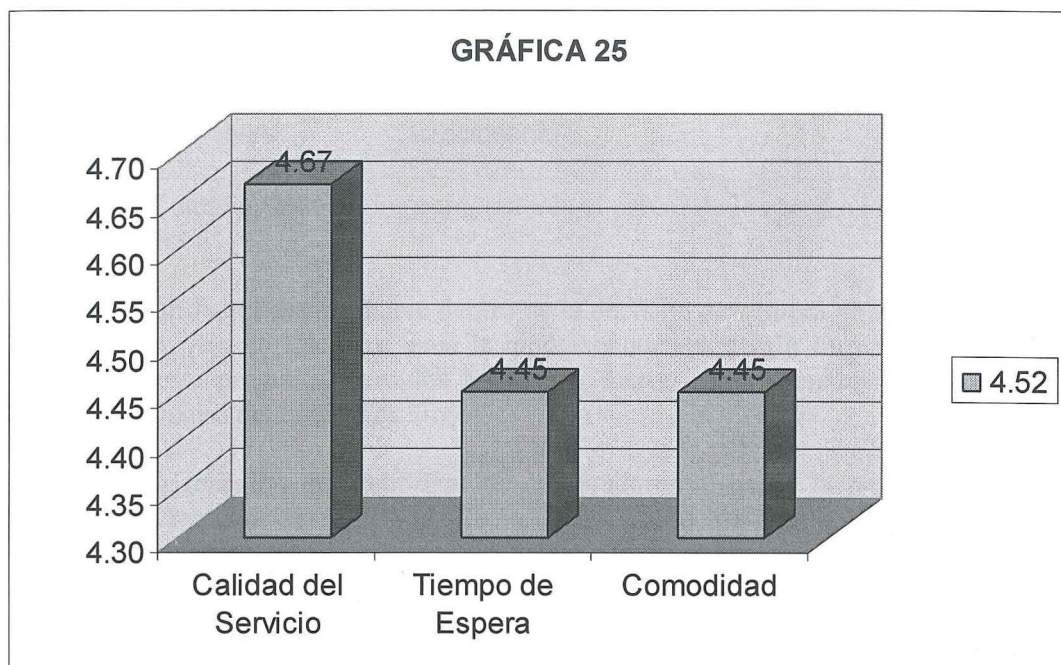


Gráfico 25. Muestra las calificaciones del Servicio prestado.

Esta es la cuarto factor se analizó el servicio para conocer el grado de satisfacción que tienen los compradores y así se obtuvo al final de la evaluación la planta resultó con 4.52 de nota que viene siendo muy bueno (Cuadro de anexo 31).

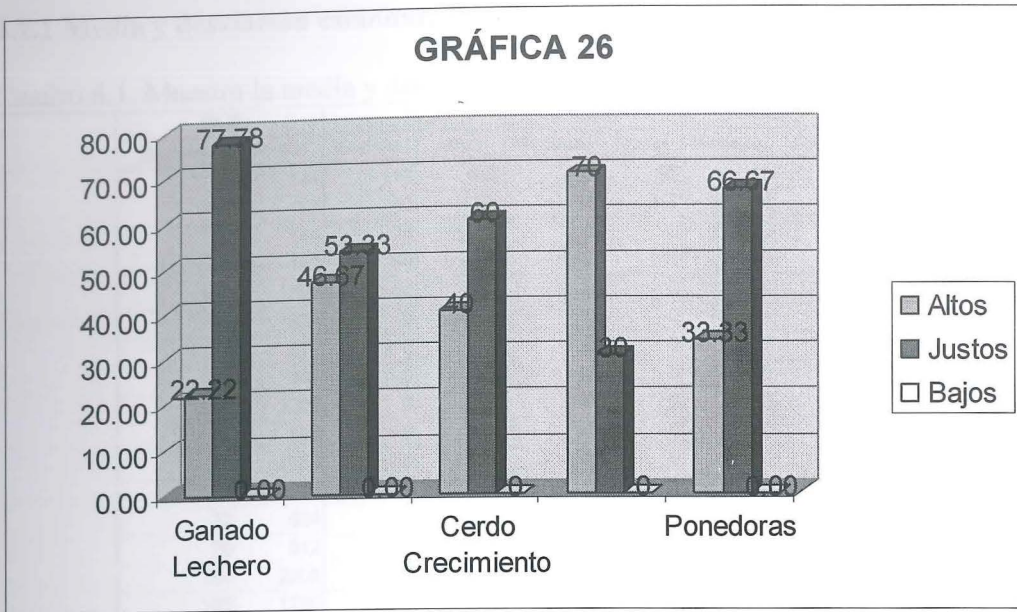


Gráfico 26. Cómo consideran los compradores el precio de los productos alimenticios para animales.

El precio es un factor determinante dentro de la decisión de compra de los usuarios de este producto. En un inicio se tenía la hipótesis que iba a salir muy sesgado, en la respuesta a esta pregunta, pero los resultados fueron muy diferentes a los que se esperaban (Cuadro de anexo 32).

Se estudio la reacción que tendrían los compradores al hacer la pregunta de que pasaría si incrementa en un 5% el precio de los productos Zamorano y se tuvo las siguientes respuestas.

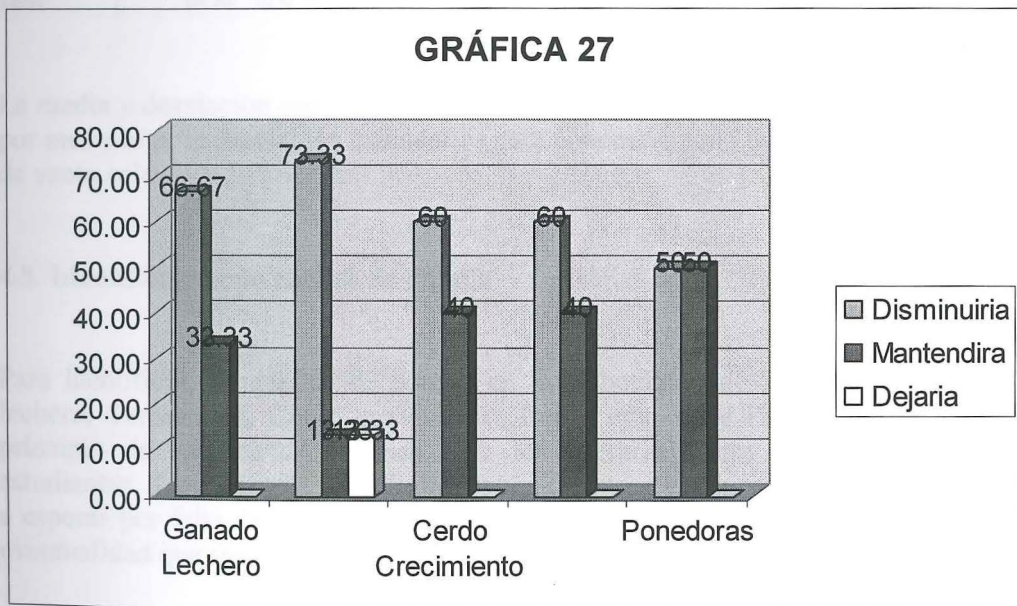


Gráfico 27. Reacción de los Compradores ante un Incremento en el Precio

Reacción de los clientes ante un incremento en los precios (Cuadro de anexo 33).

#### 4.7.1 Media y desviación estándar.

Cuadro 6.1. Muestra la media y desviación estándar por producto en quintales.

	VLP		TP		CCP		CEP		TP	
	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual
12	144	16	192	8	96	16	192	12	48	
16	192	40	480	24	288	56	672	8	32	
12	144	24	288	8	96	32	384	4	16	
16	192	60	720	12	144	20	240	8	32	
100	1200	60	720	0	0	24	288	0	0	
72	864	0	0	0	0	8	96	0	0	
56	672	0	0	0	0	8	96	0	0	
32	384	0	0	0	0	10	120	0	0	
160	1920	0	0	0	0	20	240	0	0	
44	528	0	0	0	0	0	0	0	0	
96	1152	0	0	0	0	0	0	0	0	
112	1344	0	0	0	0	0	0	0	0	
72	864	0	0	0	0	0	0	0	0	
76	912	0	0	0	0	0	0	0	0	
184	2208	0	0	0	0	0	0	0	0	
108	1296	0	0	0	0	0	0	0	0	
132	1584	0	0	0	0	0	0	0	0	
140	1680	0	0	0	0	0	0	0	0	
160	1920	0	0	0	0	0	0	0	0	
164	1968	0	0	0	0	0	0	0	0	
240	2880	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	48	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	240	0	0	0	0	0	0	0	0	
72	864	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	360	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	432	0	0	0	0	0	0	0	0	
60	720	0	0	0	0	0	0	0	0	
404	4848	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Media</b>	<b>93.93</b>	<b>1127.14</b>	<b>40.00</b>	<b>480.00</b>	<b>13.00</b>	<b>156.00</b>	<b>21.56</b>	<b>258.67</b>	<b>8.00</b>	<b>32.00</b>
<b>Desv.</b>	<b>86.20</b>	<b>1034.39</b>	<b>20.20</b>	<b>242.39</b>	<b>7.57</b>	<b>90.86</b>	<b>15.16</b>	<b>181.90</b>	<b>3.27</b>	<b>13.06</b>

La media y desviación estándar fueron calculados para conocer el promedio de venta por mes y año; la desviación estándar es para conocer cuanto puede variar el potencial de venta calculado.

#### 4.8. Identificación de cuellos de botella

Para identificar los cuellos de botella en la elaboración de los productos (Ganado lechero, Terneros II, Cerdo crecimiento, Cerdo engorde y Ponedoras) se utilizó el principio de balance de la línea para los operarios, para la producción de los estudiantes. La eficiencia es un indicador que permite ver cuanto tiempo correspondió a esperas por falta de insumos, descarga, tiempo de molido de maíz o cualquier otra eventualidad que sucede dentro de la producción.

Para todos estos productos la eficiencia se resume en el siguiente cuadro:

La variación en tiempos de los estudiantes depende del grado de experiencia que tengan, todos los datos fueron tomados con respecto al tiempo que ellos tenían, desde que llegan hasta el momento que pasan a otro modulo.

Cuadro 7 Tiempo que utilizan un grupo de 10 estudiantes en la elaboración de una tanda de 20 quintales.

Producto	Tiempo (horas)	Tiempo asignado (horas)
GL	1.38	1041.01
T	1.28	29.74
CC	1.37	11.93
CE	1.33	13.29
P	1.41	4.58

En un trabajador fijo de planta el tiempo no será muy variable en promedios anda en 1.04-1.07 horas, mucho menor que el tiempo que tardan estudiantes que andan entre un 1.11-1.14 pero a ello se considero la cantidad de personas que están laborando (Estudiantes 10-15, trabajadores 4) (Cuadro de anexo 22). Los tiempos tomados se recolectaron por procesos, ya que en un mismo instante hacían más de una actividad por la cantidad de personas laborando en la planta, para el estudio se tomaron los tiempos de dos grupos de estudiantes, se observó desde que iniciaron y se estudio durante cinco semanas recolectado 5 tiempos por día. Los datos se recolectaron a partir de la 2 semana de julio y se concluyo en la última semana de agosto.

Cuadro 8: Tiempo que tardan los trabajadores para la producción de una tanda de 20 quintales.

Tiempo. de Producción máximo para una tanda trabajadores de la planta

Ganado Lechero	1.04	Horas
Terneros II	1.04	"
Cerdo Crecimiento	1.04	"
Cerdo Engorde	1.04	"
Ponedoras	1.07	"

#### 4.8.1 Eficiencia para estudiantes

##### 4.8.1.1 Eficiencia en ganado lechero

$$eficiencia = \frac{1.04}{1.38} * 100 = 75.36\%$$

##### 4.8.1.2 Eficiencia Terneros II

$$\text{eficiencia} = \frac{1.04}{1.28} * 100 = 81.25\%$$

#### 4.8.1.3 Eficiencia de Cerdo Crecimiento

$$\text{eficiencia} = \frac{1.04}{1.37} * 100 = 75.91\%$$

#### 4.8.1.4 Eficiencia de Cerdo Engorde

$$\text{eficiencia} = \frac{1.04}{1.33} * 100 = 78.19\%$$

#### 4.8.1.5 Eficiencia de Ponedoras

$$\text{eficiencia} = \frac{1.07}{1.41} * 100 = 75.89\%$$

La eficiencia en todos los productos que se estudiaron se observa que anda baja, ya que con el tiempo asignado por proceso no producen el 100%, lo cual indica que hay una serie de puntos donde hay demasiadas esperas. Según estos datos indica que la eficiencia de la planta en la producción de estos productos esta en un 77.32%.

Los principales puntos donde están estos cuellos de botella son:

- Pesado del maíz, ya que tiene que esperarse por momentos que el molino del maíz muele.
- Pesado de otras harinas: En ocasiones no hay algunas de estas harinas en el lugar y toca que ir a traer hasta bodega de insumos.
- Pesado y empacado, la selladora en ocasiones no sella los sacos.
- Dejan de procesar o laborar en la planta porque han venido insumos y se tiene que descargar y dejan toda la planta sin actividad alguna.
- Atender a los compradores, no existe una especialización en el trabajo y se llevan de los que están trabajando en el proceso de fabricación.

Para la determinación de estos cuellos de botella, se determino a través de observación, durante la recolección de datos se pudo determinar estos puntos en la que la planta quedaba sin operaciones alguna en el cual no se podían tomar ningún tipo de datos por la inactividad. Y el segundo punto en algunos procesos son los tiempos que variaban, de los cuales fueron descartados y tomados nuevos tiempos.

## 4.9. Modelo de programación lineal

### 4.9.1. Parámetro de lingo

Para la elaboración del modelo de programación lineal se utilizó la herramienta Lingo. Para su funcionamiento lingo requiere que se le indique las ecuaciones a ser maximizada y se introduzcan las restricciones Figura 3.

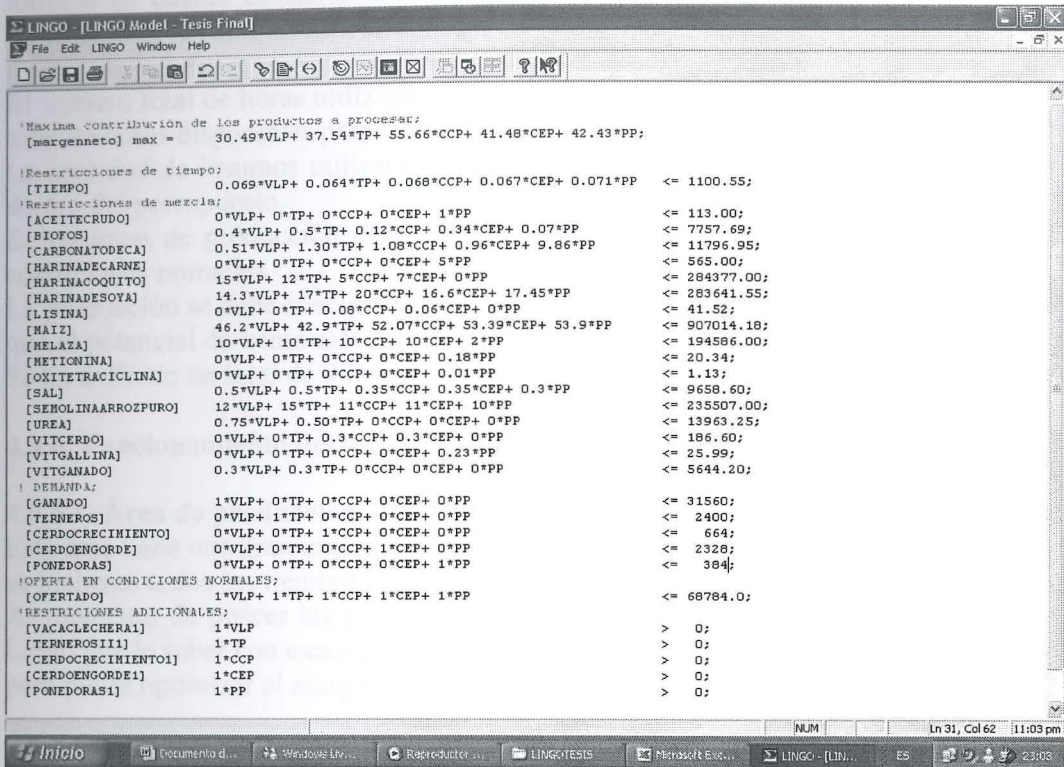


Figura 3 Muestra la ventana de trabajo de lingo y las restricciones usadas en el Modelo de PL

Para la construcción del modelo hay dos formas para hacerlo uno es digitando las restricciones directamente, sin hacer ninguna interacción, por cuenta propia y la otra es haciendo las interacciones que se desea hacer, para razones del estudio usaremos la forma corta.

### 4.9.2. Set

Son simplemente los grupos de objetos relacionados. Un juego podría ser una lista de productos, camiones, o empleados. Cada miembro en el juego puede tener una o varias características asociadas con ello. Se llama a estos atributos de características. Se pueden conocer valores de atributo por adelantado o restricciones para el cual LINGO soluciona.

### 4.9.3. Data

Son simplemente los valores que nos servirán como restricciones dentro del modelo, este será el que limite a la función objetivo.

#### **4.9.4. Maximizar o Minimizar**

Son las posibles opciones que se pueden desarrollar en lingo, se busca ya sea maximizar ganancias o minimizar costos.

#### **4.9.5. Restricciones**

Las restricciones son todas las limitantes que lingo adopta al momento de realizar la simulación, en este modelo de programación lineal son varios campos los que se han tomado en cuenta debido a la estructuración y forma de enlace que posee toda la información. A continuación se enlistan las restricciones establecidas:

El número total de horas utilizadas en el área de producción debe ser menor o igual a total de horas disponibles para trabajar en la Empresa Universitaria.

La cantidad de insumos utilizados debe ser menor o igual a los insumos disponibles dentro del presupuesto.

El volumen de producción debe ser igual o menor a la capacidad de la planta en condiciones normales.

La producción se debe adecuar a las condiciones del mercado, puede ser igual o mayor que el potencial de venta calculado.

Se ha definido un total de 9 iteraciones con la programación lineal en lingo.

#### **4.9.6. Funcionamiento del modelo de programación lineal**

##### **4.9.6.1. Área de producción.**

Esta área tiene una gran importancia en el modelo ya que es parte de las restricciones, se incluyen todos los tiempos que fueron tomados en ese lugar.

Al momento de poseer las cantidades que el mercado requiere de dichos productos, Lingo puede saber con exactitud qué cantidades de insumos y tiempos puede necesitar para poder optimizar el margen de contribución.

##### **4.9.6.2. Volumen de producción.**

Esta forma parte de las restricciones en Lingo ya que con esta se define el nivel de producción que se tiene en condiciones normales, para definir estos números Lingo define las interacciones buscando maximizar el margen de contribución total recordando que no se puede excederse del tiempo estipulado, no se puede salir de los rangos de demanda y producción máxima de la planta y depende directamente del presupuesto con que se cuenta para la producción (anexo3).

#### **4.10. Resultado del modelo**

Esta parte consta de un reporte que genera Lingo en el que resume los principales resultados que emite el modelo de programación lineal después de las simulaciones, se muestra el volumen óptimo a producir por cada línea, la cantidad de insumos que se necesita y el tiempo para poder realizar la máxima contribución a la utilidad de cada línea. Para poder analizar cada producto en particular se muestra un resumen de la información por producto muestreando los factores que restringen la producción de cada uno.

Cuadro 8.1. Muestra la variación al aumentar una unidad más de la línea CEP

Producto	Cantidad	Contribución	Total	
VLP	L. 13.096,16	L. 30,49	L. 399.301,92	
TP	L. 2.400,00	L. 37,54	L. 90.096,00	
CCP	L. 519,00	L. 55,66	L. 28.887,54	
CEP	L. -	L. 41,48	L. -	
PP	L. 113,00	L. 42,43	L. 4.794,59	
<b>Total</b>			<b>L. 523.080,05</b>	

Producto	Cantidad	Contribución	Total	
VLP	L. 13.095,93	L. 30,49	L. 399.294,91	
TP	L. 2.400,00	L. 37,54	L. 90.096,00	
CCP	L. 518,25	L. 55,66	L. 28.845,80	
CEP	L. 1,00	L. 41,48	L. 41,48	
PP	L. 113,00	L. 42,43	L. 4.794,59	
<b>Total</b>			<b>L. 523.072,77</b>	<b>L. -7,28</b>

Cuadro 8.2. Resultado del Modelo de PL.

Global optimal solution found.

Objective value: 523080.0

Total solver iterations: 4

Variable	Value	Reduced Cost
VLP	13096.16	0.000000
TP	2400.000	0.000000
CCP	519.0000	0.000000
CEP	0.000000	7.335145
PP	113.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
MARGENNETO	523080.0	1.000000
TIEMPO	0.000000	441.8841
ACEITECRUDO	0.000000	11.05623
BIOFOS	1249.036	0.000000
CARBONATODECA	323.2087	0.000000
HARINADECARNE	0.000000	0.000000
HARINACOQUITO	56539.61	0.000000
HARINADESoya	43214.62	0.000000
LISINA	0.000000	320.1486
MAIZ	165896.6	0.000000
MELAZA	34208.41	0.000000
METIONINA	0.000000	0.000000
OXITETRACICLINA	0.000000	0.000000
SAL	1694.970	0.000000
SEMOLINAARROZPURO	35514.09	0.000000
UREA	2941.130	0.000000
VITCERDO	30.90000	0.000000
VITGALLINA	0.000000	0.000000
VITGANADO	995.3522	0.000000
GANADO	18463.84	0.000000
TERNEROS	0.000000	9.259420
CERDOCRECIMIENTO	145.0000	0.000000
CERDOENGORDE	2328.000	0.000000
PONEDORAS	271.0000	0.000000
OFERTADO	52655.84	0.000000
VACACLECHERA1	13096.16	0.000000
TERNEROSII1	2400.000	0.000000
CERDOCRECIMIENTO01	519.0000	0.000000
CERDOENGORDE1	0.000000	0.000000
PONEDORAS1	113.0000	0.000000

Las variables de decisión en la columna VARIABLE. Los valores de la variable se obtienen al lado de esos nombres, en la columna VALUE.

La **holgura** de las restricciones se presenta en la columna SLACK o SURPLUS al lado de la fila correspondiente a cada restricción. Estos valores se inician en la fila dos, correspondiendo la fila uno a la función objetivo. A partir de la fila dos representa primero la holgura de tiempo y la que siguen son las restricciones de insumos y luego aparecen las restricciones del potencial de demanda, luego viene la cantidad que puede elaborar de estos productos durante un periodo (producción máxima de las cinco líneas analizadas), inmediatamente viene las restricciones de no negatividad para limitar a la función de que no se vayan a soluciones de esquinas en el cual solo se selecciona uno de los 5 productos por ser mas rentables.

Las holguras que tenemos en el informe muestran que existen en casi todas las restricciones holgura y se puede ver a partir de la columna dos.

#### 4.11. Informe de resultados

##### 4.11.1. Solución Óptima.

El margen Marginal Neto de las líneas, que resulta de la solución, es el siguiente:

Vaca lechera venta se puede producir:

13130.85 quintales

Terneros II venta se puede producir

2400.00 quintales

Cerdo Crecimiento venta se puede producir:

488.25 quintales

Cerdo Engorde venta se puede producir:

Al producir una unidad esta línea estaremos teniendo una reducción el margen de utilidad 7.335145 lempiras.

Ponedoras venta se puede producir:

108.7391 quintales

##### 4.11.2. Función Objetivo.

Con cuatro interacciones que el Programa Lingo realizo se pudo deducir que el margen neto que se puede obtener con la cantidad de insumos que se dispone y el presupuesto por año; se maximizará en el monto total de 680645.4 unidades monetarias.

##### 4.11.3. Holgura

Las relaciones de holgura se pueden apreciar en el cuadro 8.2 y las restricciones se pueden ver en la figura 3.

## 5. CONCLUSIONES

En conclusión el modelo de programación lineal determinó en el proceso de planeación de producción, compra de insumos y administración del tiempo para la producción de alimentos balanceados en animales realizados en la empresa de Alimentos Balanceados para Animales, Zamorano.

Esta herramienta puede ser adaptada a cambios del entorno de producción e identificación de posibles situaciones a mejorar en el proceso.

La variación del tiempo y eficiencia en la producción esta directamente relacionado con la experiencia de los estudiantes.

## 6. RECOMENDACIONES

Realizar estudios similares para el resto de los productos.

Para realizar estudios similares hay que tratar de uniformizar lo más que se pueda las líneas de productos que se utilizan internamente.

Utilizar los tiempos medidos para planificaciones futuras.

Someter a un periodo de prueba el modelo de programación lineal para determinar cualquier error que pueda sufrir al momento de realizar la simulación.

Actualizar periódicamente los datos que se ingresan al modelo de programación lineal

Para evitar pérdidas excesivas de producto, es recomendable cambiar las balanzas convencionales (las que se tienen en la actualidad) por electrónicas.

Analizar la posibilidad de eliminar la línea de cerdo engorde para venta externa.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

DE LA CRUZ, ROLANDO ANTONIO. Elaboración de un modelo de programación lineal para la planta de producción de productos de cerdo en la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la EAP, Zamorano. 1 ED. Zamorano. Tegucigalpa, Honduras, 2005. 21p.

CRESPO ZAPATA, IVÁN ALVARO. Análisis de los tiempos empleados en la elaboración de chorizo criollo, jamón de cerdo y salami imperial en Zamorano. 1 ED. Zamorano, Honduras: ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA, 2002. 37p.

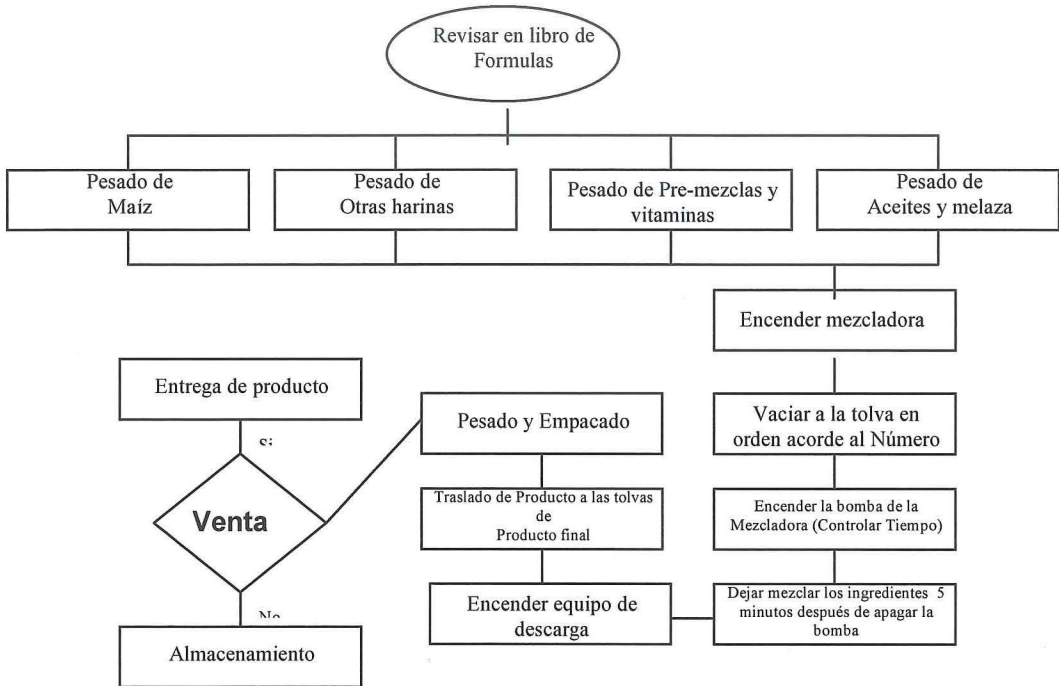
Diseño de una estructura de costos para la toma de decisiones. 2005. Publicaciones (en línea). Consulta el 4 de mayo de 2006. Disponible en: <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpypFlupZpcPyivrTI.php>

Backer, Morton y Jacobson, Lyle, Contabilidad de costos, un enfoque administrativo y de gerencia, McGraw Hill.

Texto obtenido de Caja de Herramientas de Gestión empresarial. 2005. Publicaciones (en línea). Consultado el 7 de julio de 2006. Disponible en: [Texto obtenido de Caja de Herramientas de Gestión Empresarial](#)

## 8. ANEXOS

### DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DE CONCENTRADOS ZAMORANO



Anexo 1. Flujo-grama de Procesos, Elaboración de alimento Balanceado Para animales

Anexo 2. Estudio de mercado a conocedores del producto

**ENTREVISTA PERSONAL**

Somos estudiantes de la carrera de Gestión y estamos realizando una investigación de mercado con el objetivo de caracterizar el mercado y cuantificar la demanda del mercado de alimentos balanceados para animales (concentrado) necesitamos de su valiosa colaboración en el llenado del siguiente cuestionario. Le agradecemos su valiosa información.

**CUERPO DE LA ENCUESTA:**

1. Que línea de alimentos balanceados utiliza

Ganado lechero \_\_\_ Terneros II \_\_\_ Cerdo Crecimiento \_\_\_  
 Cerdo engorde \_\_\_ Ponedoras \_\_\_

2. Por que prefiere los alimentos balanceados para animales marca zamorano; ordénelos de mayor importancia a menor importancia en una escala del 1 al 6, siendo uno el de mayor importancia.

Calidad \_\_\_ Cantidad \_\_\_ Precio \_\_\_ Conveniencia \_\_\_

Disponibilidad \_\_\_ Empaque \_\_\_

3. Con qué frecuencia y cantidad compra alimentos balanceados para animales marca zamorano?

Producto	Frecuencia				CANTIDAD
	Diario	Semanal	Quincenal	Mensual	
Ganado Lechero					
Terneros II					
Cerdo Crecimiento					
Cerdo Engorde					
Ponedoras					

4. ¿Como calificaría el servicio prestado por parte del personal de la planta (Siendo 1 muy malo, 2 malos, 3 regular, 4 buenos, 5 muy buenos)

1 2 3 4 5

Calidad de servicios

Tiempo de espera

Comodidad

5. ¿Cómo considera el precio del los alimentos balanceados (concentrado) Zamorano?

Producto	Precios			Aspectos
	altos	Justos	Bajos	
Ganado Lechero				
Terneros II				
Cerdo Crecimiento				
Cerdo Engorde				
Ponedoras				

6. Cómo reaccionaria usted ante un incremento en el precio de el alimento balanceado (concentrado) que compra?

Producto	Compras			Aspectos
	Disminuiría	mantendría	Dejaría	
Ganado Lechero				
Terneros II				
Cerdo Crecimiento				
Cerdo Engorde				
Ponedoras				

**DATOS DE CLASIFICACIÓN:**

**Sexo:** Femenino \_\_\_ Masculino \_\_\_  
**Edad:** 20 - 30 \_\_\_ 30 - 40 \_\_\_ 40 a más \_\_\_  
**Tipo de negocio:** Avícola \_\_\_ Porcícola \_\_\_ Ganadería \_\_\_

## Anexo 3. Modelo de Programación Lineal

```

LINGO - [LINGO Model - Tesis Final]
File Edit LINGO Window Help

!Maxima contribución de los productos a procesar;
[margenneto] max = 30.49*VLP+ 37.54*TP+ 55.66*CCP+ 41.48*CEP+ 42.43*PP;

!Restricciones de tiempo;
[TIEMPO] 0.069*VLP+ 0.064*TP+ 0.068*CCP+ 0.067*CEP+ 0.071*PP <= 1100.55;

!Restricciones de mezcla;
[ACEITECRUDO] 0*VLP+ 0*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 1*PP <= 113.00;
[BIOFOS] 0.4*VLP+ 0.5*TP+ 0.12*CCP+ 0.34*CEP+ 0.07*PP <= 7757.69;
[CARBONATODECA] 0.51*VLP+ 1.30*TP+ 1.08*CCP+ 0.96*CEP+ 9.86*PP <= 11796.95;
[HARINADECARNE] 0*VLP+ 0*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 5*PP <= 565.00;
[HARINACOQUITO] 15*VLP+ 12*TP+ 5*CCP+ 7*CEP+ 0*PP <= 284377.00;
[HARINADESOYA] 14.3*VLP+ 17*TP+ 20*CCP+ 16.6*CEP+ 17.45*PP <= 283641.55;
[LISINA] 0*VLP+ 0*TP+ 0.08*CCP+ 0.06*CEP+ 0*PP <= 41.52;
[MAIZ] 46.2*VLP+ 42.9*TP+ 52.07*CCP+ 53.39*CEP+ 53.9*PP <= 907014.18;
[MELAZA] 10*VLP+ 10*TP+ 10*CCP+ 10*CEP+ 2*PP <= 194586.00;
[METIONINA] 0*VLP+ 0*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 0.18*PP <= 20.34;
[OXITETRACICLINA] 0*VLP+ 0*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 0.01*PP <= 1.13;
[SAL] 0.5*VLP+ 0.5*TP+ 0.35*CCP+ 0.35*CEP+ 0.3*PP <= 9658.60;
[SEMOLINAARROZPURO] 12*VLP+ 15*TP+ 11*CCP+ 11*CEP+ 10*PP <= 235507.00;
[UREA] 0.75*VLP+ 0.50*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 0*PP <= 13963.25;
[VITCERDO] 0*VLP+ 0*TP+ 0.3*CCP+ 0.3*CEP+ 0*PP <= 186.60;
[VITGALLINA] 0*VLP+ 0*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 0.23*PP <= 25.99;
[VITGANADO] 0.3*VLP+ 0.3*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 0*PP <= 5644.20;

! DEMANDA;
[GANADO] 1*VLP+ 0*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 0*PP <= 31560;
[TERNEROS] 0*VLP+ 1*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 0*PP <= 2400;
[CERDOCRECIMIENTO] 0*VLP+ 0*TP+ 1*CCP+ 0*CEP+ 0*PP <= 664;
[CERDOENGORDE] 0*VLP+ 0*TP+ 0*CCP+ 1*CEP+ 0*PP <= 2328;
[PONEDORAS] 0*VLP+ 0*TP+ 0*CCP+ 0*CEP+ 1*PP <= 384;

!OFERTA EN CONDICIONES NORMALES;
[OFERTADO] 1*VLP+ 1*TP+ 1*CCP+ 1*CEP+ 1*PP <= 68784.0;

!RESTRICCIONES ADICIONALES;
[VACACLECHERA1] 1*VLP > 0;
[TERNEROS11] 1*TP > 0;
[CERDOCRECIMIENTO1] 1*CCP > 0;
[CERDOENGORDE1] 1*CEP > 0;
[PONEDORAS1] 1*PP > 0;

NUM
Ln 31, Col 62 11:03 pm
Inicio Documento d... Windows Liv... Reprodutor ... LINGOTES15 Microsoft Exc... LINGO - [LIN... ES 23:03

```

## 9. CUADROS DE ANEXOS

Cuadro 1: Producción de Alimentos Balanceados para Animales desde agosto del 2005 a julio de 2006 (quintales)

Nº	TIPO DE CONCENTRADO	2005					Total	2006							Total	
		Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.		Ener.	Feb.	Mar.	Abril	May.	Jun.	Jul.		Total
1	Caballo	0	10	0	10	10	30	22	30	0	0	0	0	0	52	82
2	Cerdo Crecimiento	187	155	20	50	137	549	50	29	0	0	10	0	0	89	638
3	Cerdo Crecimiento Normal	0	0	35	70	65	170	120	250	70	0	0	0	0	440	610
4	Cerdo Crecimiento Nucleo	40	30	55	0	0	125	70	50	110	140	269	293	95	1027	1152
5	Cerdo Crecimiento venta	15	0	0	0	0	15	40	30	20	0	16	64	15	185	200
6	Cerdo Desarrollo Nucleo	0	0	0	0	0	0	30	90	160	111	188	180	273	1032	1032
7	Cerdo Engorde control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	30
8	Cerdo engorde	80	159	10	50	172	471	170	30	10	0	0	10	80	300	771
9	Cerdo Engorde Magro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	10	60	120	120
10	Cerdo Engorde Normal	190	30	55	155	35	465	100	360	125	80	95	35	60	855	1320
11	Cerdo Engorde Nucleo	20	30	100	65	0	215	0	0	70	40	0	0	33	143	358
12	Cerdo Engorde Payleam	40	85	20	30	0	175	0	0	20	50	125	40	5	240	415
13	Cerdo Engorde Venta	0	75	61	30	20	186	0	20	70	35	30	30	21	206	392
14	Cerdo Gestación	160	165	85	170	174	754	130	120	120	150	120	190	163	993	1747
15	Cerdo inicio 25/510MTV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
16	Cerdo inicio F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4
17	Cerdo inicio F3 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
18	Cerdo inicio nucleo	15	25	35	10	45	130	130	110	115	35	160	61	0	611	741
19	Cerdo Inicio Plus	0	10	0	10	0	20	30	0	0	5	0	0	0	35	55
20	Cerdo Lactación 10% DDGS	0	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
21	Cerdo Lactación 20% DDGS	0	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
22	Cerdo Lactancia	24	5	8	75	70	182	60	25	61	15	30	45	35	271	453
23	Cerdo Lactancia Normal	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
24	Cerdos tesis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	8
25	Finalizador T1	0	10	10	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20
26	Finalizador T2	0	10	15	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25
27	Finalizador T3	0	15	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
28	Finalizador T4	0	10	5	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
29	Finalizador T5	0	10	15	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25
30	Peces 30%	10	38	30	22	27	127	21	10	5	2	11	10	20	79	206
31	Polla Inicio	5	80	90	0	0	175	0	0	0	0	0	85	40	125	300
32	Polla Inicio T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80	100	100
33	Polla Inicio T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80	100	100
34	Polla Inicio T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80	100	100
35	Pollas Crecimiento	0	0	0	130	0	130	0	5	0	0	0	0	0	5	135
36	Pollas desarrollo	0	0	0	0	40	40	0	5	0	0	0	0	0	5	45
37	Pollo Crecimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	65	65
38	Pollo Crecimiento Tesis 1	15	10	15	0	0	40	0	0	0	0	0	0	40	40	80
39	Pollo Crecimiento Tesis 2	15	10	15	0	0	40	0	0	0	0	0	0	40	40	80
40	Pollo Crecimiento Tesis 3	15	10	15	0	0	40	0	0	0	0	0	0	40	40	80
41	Pollo Crecimiento Tesis 4	15	10	20	0	0	45	0	0	0	0	0	0	40	40	85

42	Pollo Crecimiento Tesis 5	15	10	20	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45
43	Pollo final	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
44	Pollo Final T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	
45	Pollo final T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	
46	Pollo Final T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	
47	Pollo Final T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	
48	Pollo Final T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	
49	Pollo Final T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	
50	Pollo inicio T1 (Contol)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	5	
51	Pollo Inicio T1	5	15	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0	20	40	
52	Pollo Inicio T2	5	15	0	0	0	20	0	0	0	0	15	0	15	35	
53	Pollo Inicio T3	5	15	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0	20	40	
54	Pollo Inicio T4	5	15	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0	20	40	
55	Pollo Inicio T5	5	15	0	0	0	20	0	0	0	0	10	0	10	30	
56	Ponedora Inicio	20	0	0	0	0	20	0	0	0	30	0	60	0	90	110
57	Ponedora Normal	0	30	29	60	90	209	60	80	120	60	15	45	100	480	689
58	Ponedora T2	10	5	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
59	Ponedora T3	5	5	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
60	Ponedora T4	10	5	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
61	Ponedora T5	10	5	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
62	Ponedora T6	5	5	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
63	Ponedora Venta	6	0	10	10	15	41	6	30	5	10	5	15	0	71	112
64	Ponedoras II Venta	0	0	0	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
65	Ponedoras T1	15	10	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25
66	Ternero Venta	0	0	0	0	20	20	0	0	0	0	20	0	0	20	40
67	Terneros interno	85	75	0	90	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	250
68	Terneros I	266	365	335	259	310	1535	470	380	541	400	383	468	345	2987	4522
69	Terneros II	14	15	21	31	19	100	65	80	45	30	27	134	80	461	561
70	Terneros X	0	0	0	0	120	120	0	0	0	0	0	0	0	0	120
71	Tesis Lactación 2	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
72	Vaca Fistulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2
73	Vaca Lechera con Optigen	0	136	110	0	0	246	0	155	200	0	20	80	190	645	891
74	Vaca Lechera IX	685	690	435	0	0	1810	0	0	0	0	0	0	0	0	1810
75	Vaca Lechera sin Optigen	0	0	0	977	0	977	0	780	936	785	688	1065	650	4904	5881
76	Vaca Seca	53	53	54	34	30	224	10	30	35	10	20	59	53	217	441
77	Vaca X	0	0	0	0	0	0	985	80	0	0	0	0	0	1065	1065
78	Vacas Alta producción	0	10	0	0	140	150	0	0	0	0	0	0	0	0	150
79	Vacas IX	60	0	0	55	80	195	0	0	0	0	0	0	0	0	195
80	Vacas Jerssy	0	981	1658	2090	2160	6889	0	0	0	0	120	46	0	166	7055
81	Vacas Ventas	750	0	0	0	470	1220	2929	1971	2671	1896	1761	2481	2428	16137	17357
<b>Producción Total</b>		<b>2884</b>	<b>3483</b>	<b>3396</b>	<b>4523</b>	<b>4249</b>	<b>18535</b>	<b>5498</b>	<b>4750</b>	<b>5509</b>	<b>3892</b>	<b>4164</b>	<b>5752</b>	<b>5220</b>	<b>34785</b>	<b>53320</b>

Fuente: Registro de PABZ (2006) Adaptación del autor





















Cuadro 22. Datos de tiempos para la producción de las diferentes líneas a que se estudiaron en la Planta de Concentrado Zamorano (horas).

M	GL					Media	R
1	0.97	1.01	1.09	1.14	1.16	1.07	0.19
2	0.97	1.03	1.10	1.14	1.18	1.08	0.21
3	0.98	1.06	1.12	1.14	1.21	1.10	0.23
4	1.00	1.08	1.13	1.15	1.25	1.12	0.25
5	1.00	1.08	1.14	1.15	1.45	1.16	0.44
Media de Media						1.11	0.26
M	T II					Media	R
1	0.96	1.01	1.08	1.14	1.17	1.07	0.20
2	0.97	1.03	1.10	1.14	1.18	1.08	0.21
3	0.97	1.06	1.11	1.14	1.21	1.10	0.23
4	0.98	1.08	1.13	1.15	1.23	1.12	0.25
5	1.01	1.08	1.13	1.17	1.44	1.17	0.44
Media de Media						1.11	0.27
M	GL					Media	R
1	0.97	1.02	1.09	1.14	1.13	1.07	0.17
2	0.97	1.02	1.09	1.14	1.14	1.07	0.17
3	0.99	1.07	1.11	1.14	1.14	1.09	0.16
4	1.00	1.08	1.12	1.15	1.14	1.10	0.14
5	1.01	1.09	1.13	1.17	1.16	1.11	0.15
Media de Media						1.09	0.16
M	GL					Media	R
1	0.97	1.03	1.08	1.14	1.16	1.08	0.19
2	0.98	1.03	1.10	1.15	1.18	1.08	0.20
3	0.99	1.07	1.10	1.15	1.22	1.11	0.22
4	1.00	1.08	1.13	1.15	1.25	1.12	0.25
5	1.01	1.08	1.14	1.15	1.45	1.17	0.44
Media de Media						1.11	0.26
M	GL					Media	R
1	0.99	1.05	1.13	1.17	1.19	1.10	0.20
2	0.99	1.06	1.13	1.17	1.19	1.11	0.20
3	1.00	1.08	1.15	1.17	1.25	1.13	0.25
4	1.02	1.10	1.15	1.18	1.27	1.15	0.25
5	1.02	1.10	1.17	1.18	1.48	1.19	0.45

Cuadro 23. Distribución de tiempo y presupuesto con base en la producción histórica.

Nº	TIPO DE CONCENTRADO	Total (qg)	%	Tiempo (horas)	Presupuesto
1	Caballo	52	0,15	3,35	L. 16.191,08
2	Cerdo Crecimiento	89	0,26	5,74	L. 27.711,65
3	Cerdo Crecimiento Normal	440	1,26	28,38	L. 137.001,43
4	Cerdo Crecimiento Nucleo	1027	2,95	66,25	L. 319.773,79
5	Cerdo Crecimiento venta	185	0,53	11,93	L. 57.602,87
6	Cerdo Desarrollo Nucleo	1032	2,97	66,57	L. 321.330,62
7	Cerdo Engorde control	30	0,09	1,94	L. 9.341,01
8	Cerdo engorde	300	0,86	19,35	L. 93.410,06
9	Cerdo Engorde Magro	120	0,34	7,74	L. 37.364,03
10	Cerdo Engorde Normal	855	2,46	55,16	L. 266.218,68
11	Cerdo Engorde Nucleo	143	0,41	9,23	L. 44.525,46
12	Cerdo Engorde Payleam	240	0,69	15,48	L. 74.728,05
13	Cerdo Engorde Venta	206	0,59	13,29	L. 64.141,58
14	Cerdo Gestación	993	2,85	64,06	L. 309.187,31
15	Cerdo inicio 25/510MTV	5	0,01	0,32	L. 1.556,83
16	Cerdo inicio F2	4	0,01	0,26	L. 1.245,47
17	Cerdo inicio F3 100	5	0,01	0,32	L. 1.556,83
18	Cerdo inicio nucleo	611	1,76	39,42	L. 190.245,17
19	Cerdo Inicio Plus	35	0,10	2,26	L. 10.897,84
20	Cerdo Lactación 10% DDGS	0	0,00	0,00	L. -
21	Cerdo Lactación 20% DDGS	0	0,00	0,00	L. -
22	Cerdo Lactancia	271	0,78	17,48	L. 84.380,43
23	Cerdo Lactancia Normal	0	0,00	0,00	L. -
24	Cerdos tesis	8	0,02	0,52	L. 2.490,94
25	Finalizador T1	0	0,00	0,00	L. -
26	Finalizador T2	0	0,00	0,00	L. -
27	Finalizador T3	0	0,00	0,00	L. -
28	Finalizador T4	0	0,00	0,00	L. -
29	Finalizador T5	0	0,00	0,00	L. -
30	Peces 30%	79	0,23	5,10	L. 24.597,98
31	Polla Inicio	125	0,36	8,06	L. 38.920,86
32	Polla Inicio T1	100	0,29	6,45	L. 31.136,69
33	Polla Inicio T2	100	0,29	6,45	L. 31.136,69
34	Polla Inicio T3	100	0,29	6,45	L. 31.136,69
35	Pollas Crecimiento	5	0,01	0,32	L. 1.556,83
36	Pollas desarrollo	5	0,01	0,32	L. 1.556,83
37	Pollo Crecimiento	65	0,19	4,19	L. 20.238,85
38	Pollo Crecimiento Tesis 1	40	0,11	2,58	L. 12.454,68
39	Pollo Crecimiento Tesis 2	40	0,11	2,58	L. 12.454,68
40	Pollo Crecimiento Tesis 3	40	0,11	2,58	L. 12.454,68
41	Pollo Crecimiento Tesis 4	40	0,11	2,58	L. 12.454,68
42	Pollo Crecimiento Tesis 5	0	0,00	0,00	L. -
43	Pollo final	0	0,00	0,00	L. -
44	Pollo Final T1	10	0,03	0,65	L. 3.113,67
45	Pollo final T2	10	0,03	0,65	L. 3.113,67
46	Pollo Final T3	10	0,03	0,65	L. 3.113,67
47	Pollo Final T4	10	0,03	0,65	L. 3.113,67
48	Pollo Final T5	10	0,03	0,65	L. 3.113,67
49	Pollo Final T6	10	0,03	0,65	L. 3.113,67
50	Pollo inicio T1 (Contol)	5	0,01	0,32	L. 1.556,83
51	Pollo Inicio T1	20	0,06	1,29	L. 6.227,34
52	Pollo Inicio T2	15	0,04	0,97	L. 4.670,50
53	Pollo Inicio T3	20	0,06	1,29	L. 6.227,34
54	Pollo Inicio T4	20	0,06	1,29	L. 6.227,34
55	Pollo Inicio T5	10	0,03	0,65	L. 3.113,67
56	Ponedora Inicio	90	0,26	5,81	L. 28.023,02
57	Ponedora Normal	480	1,38	30,97	L. 149.456,10
58	Ponedora T2	0	0,00	0,00	L. -
59	Ponedora T3	0	0,00	0,00	L. -
60	Ponedora T4	0	0,00	0,00	L. -
61	Ponedora T5	0	0,00	0,00	L. -
62	Ponedora T6	0	0,00	0,00	L. -
63	Ponedora Venta	71	0,20	4,58	L. 22.107,05
64	Ponedoras II Venta	0	0,00	0,00	L. -
65	Ponedoras T1	0	0,00	0,00	L. -
66	Termero Venta	20	0,06	1,29	L. 6.227,34
67	Termeros interno	0	0,00	0,00	L. -
68	Termeros I	2987	8,59	192,69	L. 930.052,88
69	Termeros II	461	1,33	29,74	L. 143.540,13
70	Termeros X	0	0,00	0,00	L. -
71	Tesis Lactación 2	0	0,00	0,00	L. -
72	Vaca Fistulada	2	0,01	0,13	L. 622,73
73	Vaca Lechera con Optigen	645	1,85	41,61	L. 200.831,64
74	Vaca Lechera IX	0	0,00	0,00	L. -
75	Vaca Lechera sin Optigen	4904	14,10	316,36	L. 1.526.943,19
76	Vaca Seca	217	0,62	14,00	L. 67.566,61
77	Vaca X	1065	3,06	68,70	L. 331.605,73
78	Vacas Alta producción	0	0,00	0,00	L. -
79	Vacas IX	0	0,00	0,00	L. -
80	Vacas Jerssy	166	0,48	10,71	L. 51.686,90
81	Vacas Ventas	16137	46,39	1041,01	L. 5.024.527,38
<b>Producción Total</b>		<b>34785</b>	<b>100,00</b>	<b>2244,00</b>	<b>L. 10.830.897,00</b>
<b>Se cuenta para venta externa</b>					<b>L. 3.532.880,00</b>

Cuadro 24. Tiempos disponibles durante todo el año.

Tiempo totales				
Periodos	Semans	Días	Horas	Disponib
P1	15	5	8	600
		1	4	60
V1	1	5	8	40
		1	4	4
P2	15	5	8	600
		1	4	60
V2	1	5	8	40
		1	4	4
P3	15	5	8	600
		1	4	60
V3	4	5	8	160
		1	4	16
<b>Total de horas</b>				<b>2244</b>

Cuadro 24.1. Muestra los datos de clasificación según genero

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	0	0
Masculino	60	100
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

Cuadro 24.2. Muestra los rangos de edad de los productores que compran en la Planta de Alimentos Balanceados para Animales, Zamorano

Rangos de edad	Frecuencia	Porcentaje
20-30	0	0
31-40	12	20
41 a más	48	80
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

Cuadro 24.3. Muestra las actividades a las que se dedican los 60 productores que compran en la Planta de Alimentos Balanceados para Animales, Zamorano

Tipo de Negocio	Frecuencia	Porcentaje
Avícola	6	8.45070423
Porcicola	20	28.1690141
Ganadería	45	63.3802817
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Cuadro 24.5. Muestra los tipos de concentrados que compran los productores en la Planta de Alimentos Balanceados para Animales, Zamorano

Productos	Cantidades				Porcentaje			
	1	2	3	Total	1	2	3	Total
Ganado Lechero	25	18	2	45	65.79	39.13	28.57	49.45
Terminos II	3	11	1	15	7.89	23.91	14.29	16.48
Cerdo Crecimiento		5		5	0.00	10.87	0.00	5.49
Cerdo Engorde	9	8	3	20	23.68	17.39	42.86	21.98
Ponedoras	1	4	1	6	2.63	8.70	14.29	6.59
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>46</b>	<b>7</b>	<b>91</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Cuadro 25. Distribución del presupuesto

Presupuesto 2007			
Categorías	Pres. Par	%	
Sueldos Ordinarios	331743.3	0.0292	
Sueldos Extraordinarios	9975	0.0009	
Prebendas sueldos	0	0.0000	
Seguro por muertes y accidentes	11586.75	0.0010	
Viviendas	165186	0.0145	
Vacaciones	0	0.0000	
Preavisos	3715.95	0.0003	
Cesantía	30969.75	0.0027	
Treceavo	30969.75	0.0027	
Seguro medico hospitalario	10962	0.0010	
Plan de retiro	0	0.0000	
FSPV	5574.45	0.0005	
ISR	17564.4	0.0015	
Contratos temporales	62862.45	0.0055	
Bonificaciones	0	0.0000	
Accidentes de travbajo	0	0.0000	
Catorceavo	30969.75	0.0027	
Transporte	1422.75	0.0001	
Bono escolares	1013.25	0.0001	
Transporte especial	2417.1	0.0002	
<b>Materia prima Principales</b>	<b>79800</b>	<b>0.0070</b>	
<b>Materia prima accesorias</b>	<b>4726.05</b>	<b>0.0004</b>	
<b>Material de empaque</b>	<b>100080.75</b>	<b>0.0088</b>	<b>184606.8</b>
Combustibles y lubricantes	60769.8	0.0053	
Suministro de sanidad	0	0.0000	
Suministro de limpieza	6021.75	0.0005	
Suministro de oficina	2068.5	0.0002	
Suministro medico	1050	0.0001	
Suministro de laboratorio	0	0.0000	
Material didactico	3150	0.0003	
Herramientas e implementos	13440	0.0012	
Uniformes	3150	0.0003	
Otros suministros	16653	0.0015	
Adiciones menores de mobiliario	0	0.0000	
Atencion al personal	20475	0.0018	
Servicio de comedor	2205	0.0002	
Hospedaje	0	0.0000	
Servicios de transporte	9975	0.0009	
Servicios de telefono	2394	0.0002	
Servicio de reproducción	7561.05	0.0007	
Clinica medica	3591	0.0003	
Servicios de laboratorio	35857.5	0.0032	
Servicios de internet	19152	0.0017	
Correo y telegrafo	0	0.0000	
Telefono	6300	0.0006	
<b>Mant de edificio</b>	<b>69300</b>	<b>0.0061</b>	
<b>Mant de vehiculos</b>	<b>60186</b>	<b>0.0053</b>	
<b>Mant de mobiliario y equipo</b>	<b>33600</b>	<b>0.0030</b>	
Mant de maquinaria agricola	0	0.0000	
<b>Mant de instalaciones</b>	<b>13650</b>	<b>0.0012</b>	
Gastos de viaje	9975	0.0009	
Fletes y accareos	0	0.0000	
Seguros de fianzas	8190	0.0007	
Gastos de arrendamiento	0	0.0000	
Financiamiento operacional	215595.45	0.0190	
Varios	10500	0.0009	
<b>Costos de venta</b>	<b>9618402.15</b>	<b>0.8458</b>	
Ventas de producto	0	0.0000	
Equipo de proteccion de personal	9975	0.0009	
Sistema contra incendios	4987.5	0.0004	
Mejoras a equipos e instalaciones	9975	0.0009	7662918
Diferencial	192752.7	0.0169	3709524
<b>Total</b>	<b>11372441.85</b>	<b>1.0000</b>	<b>11372442</b>
Incremento anual	5%		

Cuadro 26. Cantidad de insumos disponibles con base en el presupuesto que se tiene. Disponibilidad de insumos

Insumo	Cant de Insumos por Unidad					Cant de Insumos Total de Demanda Proyectada					Total	Costo \$
	VLP	T	CCP	CEP	PP	VLP	TP	CCP	CEP	PP		
Aceite Crudo de Palma	0	0	0	0	1	0	0	0	0	113	113.00	463.30
Biofos	0.4	0.5	0.12	0.34	0.07	7290	294.5	25.2	140.08	7.91	7757.69	25677.95
Carbonato Ca.	0.51	1.3	1.08	0.96	9.86	9294.75	765.7	226.8	395.52	1114.18	11796.95	3892.99
Harina Carne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Harina Coquito	15	12	5	7	0	273375	7068	1050	2884	0	284377.00	270158.15
Harina de Soya	14.3	17	20	16.6	17.45	260618	10013	4200	6839.2	1971.85	283641.55	765832.19
Lisina	0	0	0.08	0.06	0	0	0	16.8	24.72	0	41.52	831.65
Maíz	46.24	42.9	52.07	53.39	53.9	842724	25268.1	10934.7	21996.7	6090.7	907014.18	1487503.26
Melaza	10	10	10	10	2	182250	5890	2100	4120	226	194586.00	157614.66
Metionina	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	20.34	20.34	438.53
Oxitetraciclina	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	1.13	1.13	0.38
Sal	0.5	0.5	0.35	0.35	0.3	9112.5	294.5	73.5	144.2	33.9	9658.60	7147.36
Semolina Arroz Pura	12	15	11	11	15	218700	8835	2310	4532	1695	236072.00	325779.36
Urea	0.75	0.5	0	0	0	13668.8	294.5	0	0	0	13963.25	41191.59
Vit. Cerdos	0	0	0.3	0.3	0	0	0	63	123.6	0	186.60	2677.71
Vit. Gallina	0	0	0	0	0.23	0	0	0	0	25.99	25.99	361.52
Vit. Ganado	0.3	0.3	0	0	0	5467.5	176.7	0	0	0	5644.20	39114.31
					<b>Demandas</b>	18225	589	210	412	113		3128684.91
					<b>Incremento en producción</b>	5%					<b>Disponible</b>	<b>3709524.00</b>
											<b>Diferencia</b>	<b>580839.09</b>

Cuadro 26.1. Costo por quintal en lempiras.

Insumo	Cant de Insumos por Unidad					Costo por quintal en lempiras					
	VLP	TP	CCP	CEP	PP	Costo	VLP	TP	CCP	CEP	PP
Aceite Crudo de Palma	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10
Biofos	0.40	0.50	0.12	0.34	0.07	3.31	1.32	1.66	0.40	1.13	0.23
Carbonato Ca.	0.51	1.30	1.08	0.96	9.86	0.33	0.17	0.43	0.36	0.32	3.25
Harina Carne	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75
Harina Coquito	15.00	12.00	5.00	7.00	0.00	0.95	14.25	11.40	4.75	6.65	0.00
Harina de Soya	14.30	17.00	20.00	16.60	17.45	2.70	38.61	45.90	54.00	44.82	47.12
Lisina	0.00	0.00	0.08	0.06	0.00	20.03	0.00	0.00	1.60	1.20	0.00
Maíz	46.24	42.90	52.07	53.39	53.90	1.64	75.83	70.36	85.39	87.56	88.40
Melaza	10.00	10.00	10.00	10.00	2.00	0.81	8.10	8.10	8.10	8.10	1.62
Metionina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	21.56	0.00	0.00	0.00	0.00	3.88
Oxitetraciclina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sal	0.50	0.50	0.35	0.35	0.30	0.74	0.37	0.37	0.26	0.26	0.22
Semolina Arroz Pura	12.00	15.00	11.00	11.00	10.00	1.38	16.56	20.70	15.18	15.18	13.80
Urea	0.75	0.50	0.00	0.00	0.00	2.95	2.21	1.48	0.00	0.00	0.00
Vit. Cerdos	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	14.35	0.00	0.00	4.31	4.31	0.00
Vit. Gallina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	13.91	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20
Vit. Ganado	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	6.93	2.08	2.08	0.00	0.00	0.00
							159.51	162.46	174.34	169.52	179.57

Cuadro 27. Tablas de formulaciones para las 5 líneas que se estudiaron. Formulaciones

VACAS VENTAS				TERNEROS II			
Insumo	Cantidad (Lb)	Costo (lps/lb)	Costo total	Insumo	Cantidad (Lb)	Costo (lps/lb)	Costo total
Maíz	924.8	1.64	1516.672	Maíz	858	1.64	1407.12
Harina de Coquito	300	0.95	285	Harina de Coquito	240	0.95	228
Semolina Arroz Pura	240	1.38	331.2	Semolina Arroz	300	1.38	414
Harina de Soya	286	2.7	772.2	Harina de Soya	340	2.7	918
Carbonato de Calcio	10.2	0.33	3.366	Carbonato de	26	0.33	8.58
Biofos	8	3.31	26.48	Biofos	10	3.31	33.1
Melaza	200	0.81	162	Melaza	200	0.81	162
Sal	10	0.74	7.4	Sal	10	0.74	7.4
Urea	15	2.95	44.25	Urea	10	2.95	29.5
Vit. Ganado	6	6.93	41.58	Vit. Ganado	6	6.93	41.58
<b>TOTAL</b>			<b>3190.148</b>	<b>TOTAL</b>			<b>3249.28</b>

PONEDORA NORMAL VENTAS			
Insumo	Cantidad (Lb)	Costo (lps/lb)	Costo total
Maíz	1078	1.64	1767.92
Aceite Crudo de Palma	20	4.1	82
Harina Soya	349	2.7	942.3
Harina Carne	100	2.75	275
Melaza	40	0.81	32.4
Semolina Arroz Pura	200	1.38	276
Carbonato Calcio	197.2	0.33	65.076
Biofos	1.4	3.31	4.634
Metionina	3.6	21.56	77.616
Oxitetraciclina	0.2	0.34	0.068
Sal	6	0.74	4.44
Vit. Gallina	4.6	13.91	63.986
<b>TOTAL</b>			<b>3591.44</b>

CERDOS CRECIMIENTO VENTAS				CERDO ENGORDE VENTAS			
Insumo	Cantidad (Lb)	Costo (lps/lb)	Costo total	Insumo	Cantidad (Lb)	Costo (lps/lb)	Costo total
Maíz	1041.4	1.64	1707.896	Maíz	1067.8	1.64	1751.19
Harina Coquito	100	0.95	95	Harina Coquito	140	0.95	133
Semolina de pura	220	1.38	303.6	Semolina Pura	220	1.38	303.6
Harina Soya	400	2.7	1080	Harina de Soya	332	2.7	896.4
Carbonato Ca.	21.6	0.33	7.128	Carbonato Ca.	19.2	0.33	6.336
Biofos	2.4	3.31	7.944	Biofos	6.8	3.31	22.508
Lisina	1.6	20.03	32.048	Lisina	1.2	20.03	24.036
Melaza	200	0.81	162	Melaza	200	0.81	162
Sal	7	0.74	5.18	Sal	7	0.74	5.18
Vit. Cerdos	6	14.35	86.1	Vit. Cerdos	6	14.35	86.1
<b>TOTAL</b>			<b>3486.896</b>	<b>TOTAL</b>			<b>3390.35</b>

Cuadro 28. Uso de Alimento Balanceado para Animales por parte de los productores.

Productos	Cantidades	Porcentaje
Ganado Lechero	45	49.45
Terneros II	15	16.48
Cerdo Crecimiento	5	5.49
Cerdo Engorde	20	21.98
Ponedoras	6	6.59
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>100</b>

Cuadro 29. Nivel de preferencia que tiene los usuarios de los productos Zamorano en 6 aspectos a evaluar: Calidad, Cantidad, Precio, Conveniencia, Diversidad, Empaque.

Producto	Preferencia						Porcentaje					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Calidad	42	9	9	0	0	0	70.00	15.00	15.00	0.00	0.00	0.00
Cantidad	0	0	0	17	43	0	0.00	0.00	0.00	28.33	71.67	0.00
Precio	9	17	8	9	17	0	15.00	28.33	13.33	15.00	28.33	0.00
Conveniencia	13	26	19	2	0	0	21.67	43.33	31.67	3.33	0.00	0.00
Diversidad	0	9	17	34	0	0	0.00	15.00	28.33	56.67	0.00	0.00
Empaque	0	0	0	0	0	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>Totales</b>	<b>64</b>	<b>61</b>	<b>53</b>	<b>62</b>	<b>60</b>	<b>60</b>						

Cuadros 30. Pronostico del potencial de ventas.

Ganado Lechero					
Semanales		Quinsenales		Dem. Mens.	Dem Anual
Cant.	Frec.	Cant.	Frec.		
1	3	2	1	16	192
2	2	10	1	36	432
3	1	12	3	84	1008
4	1	15	1	46	552
5	5	18	1	136	1632
6	3	30	1	132	1584
7	2	202	1	460	5520
8	1			32	384
10	4			160	1920
11	1			44	528
12	2			96	1152
14	2			112	1344
18	1			72	864
19	1			76	912
23	2			184	2208
27	1			108	1296
33	1			132	1584
35	1			140	1680
40	1			160	1920
41	1			164	1968
60	1			240	2880
<b>Demanda anual total</b>					<b>31560</b>

Terneros II					
Semanales		Quinsenales		Dem. Mens.	Dem Anual
Cant.	Frec.	Cant.	Frec.		
1	4			16	192
2	5			40	480
3	2			24	288
5	3			60	720
15	1			60	720
<b>Demanda anual total</b>					<b>2400</b>

Cerdo Crecimiento					
Semanales		Quinsenales		Dem. Mens.	Dem Anual
Cant.	Frec.	Cant.	Frec.		
1	2	4	1	16	192
6	1	6	1	36	432
<b>Demanda anual total</b>					<b>624</b>

## Cerdo Engorde

Semanales		Quinsenales		Dem. Mens.	Dem Anual
Cant.	Frec.	Cant.	Frec.		
1	4	2	2	24	288
2	7	4	1	64	768
4	2	5	1	42	504
5	1	10	1	40	480
6	1			24	288
<b>Demanda anual total</b>					<b>2328</b>

## Ponedoras

Semanales		Quinsenales		Dem. Mens.	Dem Anual
Cant.	Frec.	Cant.	Frec.		
1	3	2	1	16	192
2	1	4	1	16	192
<b>Demanda anual total</b>					<b>384</b>

Cuadro 31. Evaluación de los servicios prestados por la planta por parte de los clientes.

Opcion	Calificación					Puntuación
	1	2	3	4	5	
Calidad del Servicio	0	0	0	20	40	4.67
Tiempo de Espera	0	0	0	33	27	4.45
Comodidad	0	0	0	33	27	4.45
<b>Nota Global</b>				86	94	<b>4.52</b>

Cuadro 32. Consideración de los precios por parte de los productores.

Producto	Precios			Porcentaje		
	Altos	Justos	Bajos	Altos	Justos	Bajos
Ganado Lechero	10	35	0	22.22	77.78	0.00
Terneros II	7	8	0	46.67	53.33	0.00
Cerdo Crecimiento	2	3	0	40	60	0
Cerdo Engorde	14	6	0	70	30	0
Ponedoras	2	4	0	33.33	66.67	0.00
<b>Total</b>						

Cuadro 33. Reacción de los productores ante un incremento en los precios

Producto	Reacción			Porcentaje		
	Disminuiría	Mantendría	Dejaría	Disminuiría	Mantendría	Dejaría
Ganado Lechero	30	15	0	66.67	33.33	0.00
Terneros II	11	2	2	73.33	13.33	13.33
Cerdo Crecimiento	3	2	0	60	40	0
Cerdo Engorde	12	8	0	60	40	0
Ponedoras	3	3	0	50	50	0
<b>Total</b>						

Cuadro 34. Nombre de los compradores de Alimentos Balanceados para animales.

Nombre	
Adan Barahona	1
AGAPITO ALMENDAREZ	2
Agropecuaria Villa Vista	3
Alex Perez	4
Alexis Amador	5
ANDRES ADOLFO FONSECA	6
Andy Rubio	7
Atilio Barahona	8
Atilio Franco	9
Bily Ortiz	10
CLIENTE CONTADO	11
Daniel Varela	12
David Vauez	13
Domingo Avila	14
Edgardo Vasquez	15
Edilberto Velasquez	16
Fabio Ferrari	17
Federico Lagos	18
Felix Trujillo	19
Finca La Perla	20
Gabriel Videa	21
Heliodoro Chavez	22
Hildebrando Ucles	23
Hugo Vasquez	24
Humberto Hasbun	25
Humberto Vasquez	26
Jorge Urquia	27
Jose Maria Alvarenga	28
Juan Carlos Figueroa	29
Juan Fernando Barrientos	30
Juan Luis Raudales	31
Julio Maier	32
Julio Mair	33
LUIS RENE BARAHONA FLORES	34
Luis Rios	35
Mario Elvir	36
Martha Moncada	37
Olman Omar Duron	38
Omar Moncada	39
Orlando Moncada	40
Oswaldo Vasquez	41
Proyecto Tercera Edad	42
Ramon Chavarria	43
Ramon Chavarría	44
Ramon Elvir	45
Ramon Flores	46
Rancho Santo Domingo	47
Rene Barahona	48
Reniero Montoya	49
Ricardo Sibaja	50
Ricardo Sibaja	51
Ricardo Sivaja	52
Roger Mairena	53
Romulo Barrientos	54
Santos Fonseca	55
Santos Fonseca	56
Santos Gutierrez	57
Wilson Hernandez	58
Wilson Hernandez	59
Zulema De Irias	60
Juan Luis Raudales	61
Carlos Velasquez	62
Juan Fernando Barrientos	63
Fabio Ferrari	64
Ricardo Sibaja	65