

IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UN AGRICULTOR TIPO, EN EL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PARA DISEÑAR ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN

MERCY LUCILA ILBAY YUPA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

Riobamba – Ecuador

2011

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulado “IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UN AGRICULTOR TIPO, EN EL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PARA DISEÑAR ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN, de responsabilidad del señorita Egresada: MERCY LUCILA ILBAY YUPA, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Fernando Romero.

DIRECTOR

Ing. Federico Rosero.

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Riobamba, Abril 2011

DEDICATORIA

A mis padres Luis Ilbay y Teresa Yupa, por su amor, por su ejemplo de perseverancia y constancia durante toda mi vida, por sus válidos consejos, y apoyo incondicional.

A mi esposo, compañero y amigo Mario y a mi hija Anahí, motivo principal que me impulsa a seguir adelante y me motiva a conquistar nuevas metas.

A mis amigas Fernanda, Martita, Claudia, Lolita y Paty que siempre me apoyaron en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios quien guía cada paso que doy en el camino de la vida, a mis hermanos y hermana por haber estado ahí siempre que los necesitaba apoyándome y dándome consejos.

Con gratitud y cariño a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales y en especial a la Escuela de Ingeniería Agronómica, institución de la cual me llevo muy gratos recuerdos, a las autoridades, profesores que allí laboran, quienes diariamente tienen la difícil misión de brindar profesionales de calidad, por ser la institución que me abrió las puertas, para poder avanzar como profesional en lo posterior de mi existencia.

De la misma forma mi más sincero agradecimiento al Ing. Fernando Romero, Ing. Aníbal Martínez, Ing. Federico Rosero, Dr. Víctor Barrera y Dr. Wilson Vázquez por la disposición de poner al servicio sus conocimientos para la realización y culminación de este trabajo de investigación.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP), en especial a la Unidad técnica de Chimborazo y Fruticultura Zona Centro por haberme brindado un espacio y apoyo para el desarrollo de todas las actividades de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

| CAPÍTULO | CONTENIDO | PÁGINA |
|-----------------|------------------------|---------------|
| | LISTA DE CUADROS | iv |
| | LISTA DE GRÁFICOS | v |
| | LISTA DE FIGURAS | vi |
| | LISTA DE ANEXOS | vii |
| | | |
| I | TÍTULO | 1 |
| II | INTRODUCCIÓN | 1 |
| III | REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| IV | MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |
| V | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 32 |
| VI | CONCLUSIONES | 70 |
| VII | RECOMENDACIONES | 72 |
| VIII | RESUMEN | 73 |
| IX | SUMMARY | 74 |
| X | BIBLIOGRAFÍA | 75 |
| XI | ANEXOS | 78 |

LISTA DE CUADROS

| Nº. | Descripción | Página |
|------------|--|---------------|
| 1. | Ingresos de mano de obra | 36 |
| 2. | Egreso de mano de obra por rubro | 36 |
| 3. | Distribución de la tierra por cultivos. | 38 |
| 4. | Ingresos generados por los subsistemas. | 40 |
| 5. | Gastos productivos. | 41 |
| 6. | Gastos de insumos por cada uno de los rubros | 42 |
| 7. | Gastos personales | 43 |
| 8. | Maximización de beneficios para el sistema de producción original | 57 |
| 9. | Maximización de beneficios y precios sombra en el sistema de Yanahurco, al | 61 |
| 59 | variar el precio del kg de mora | |
| 10. | Maximización de beneficios y precios sombra en el sistema de producción | 63 |
| 61 | de Yanahurco, al variar la superficie de mora | |
| 11. | Maximización de beneficios para el sistema de producción del nuevo | 63 |
| 64 | escenario bioeconómicos. | |
| 12. | Maximización de beneficios del modelo original frente al nuevo escenario | 68 |

LISTA DE GRÁFICOS

| Nº. | Descripción | Página |
|------------|---|---------------|
| 1. | Ingreso de mano de obra | 36 |
| 2. | Mano de obra para cada cultivo | 37 |
| 3. | Distribución de la tierra por cultivos | 39 |
| 4. | Ingresos del sistema | 40 |
| 5. | Gastos productivos. | 41 |
| 6. | Gastos de insumo por cada rubro | 42 |
| 7. | Gastos personales | 43 |
| 8. | Precio sombra del modelo original | 59 |
| 9. | Variación del precio del kilogramo de mora | 62 |
| 10. | Beneficio neto al variar la superficie de mora | 61 |
| 11. | Precio sombra de la nueva alternativa | 67 |
| 12. | Maximización del beneficio, precio sombra del modelo original frente al nuevo escenario | 68 |

LISTA DE FIGURAS

| Nº. | Descripción | Página |
|------------|--|---------------|
| 1. | Mano de obra | 35 |
| 2. | Distribución de la tierra por cultivos | 38 |
| 3. | Administración de dinero por rubros | 44 |
| 4. | Subsistema del cultivo de la mora | 48 |
| 5. | Subsistema de frutales caducifolios | 51 |
| 6. | Subsistema pecuario | 54 |

LISTA DE ANEXOS

| Nº. | Descripción | Página |
|------------|---|---------------|
| 1. | Encuesta utilizada para la determinación del sistema | 78 |
| 2. | Inventarios físicos para la determinación de coeficientes agropecuarios | 83 |
| 3. | Población total, según el sexo en el caserío de Yanahurco | 89 |
| 4. | Costos de producción de una hectárea de mora | 90 |
| 5. | Costos de producción de una hectárea de frutales caducifolios | 91 |
| 6. | Costos de producción de una ha de maíz | 92 |
| 7. | Costos de producción para los cuyes | 93 |
| 8. | Costos de producción de codornices | 94 |
| 9. | Costos de producción de una hectárea de mora, bajo el manejo INIAP | 95 |
| 10. | Maximización de Beneficios para el sistema de producción original | 96 |
| 11. | Maximización de Beneficios para el sistema de producción ante nuevos escenarios | 97 |

II. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UN AGRICULTOR TIPO, EN EL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PARA DISEÑAR ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN.

III. INTRODUCCIÓN

La eco región andina del Ecuador es un área importante de asentamientos humanos y de producción agrícola de la canasta básica, cuya población se caracteriza por una acentuada pobreza, derivada de la baja productividad de los sistemas de producción agropecuario, determinada por limitados recursos de tierra, capital, tecnológicos y falta de acceso equitativo a los mercados de productos e insumos

En el Ecuador la mora se cultiva en los valles del callejón interandino y en las estribaciones de la sierra es todas las provincias que conforman esta región, cuyas características agro ecológicas permiten mantener la producción todo el año. La mora se encuentra ubicada principalmente en Cotopaxi, Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. El área de cultivo en el país es 5.247 ha del cual el 50% se encuentra en la provincia de Tungurahua. (INEC 2003). La variedad más cultivada es la mora de castilla con el 98% de la superficie. Este cultivo es un componente relevante del sistema de producción, donde podemos encontrarlo alternado con hortalizas, forraje y otros frutales, debido al alto minifundio y también hay huertos puros. Dentro de los sistemas de producción la parte pecuaria aporta ingresos a los hogares y materia orgánica para los cultivos.

Existe una interacción compleja entre los distintos componentes del sistema de producción, que permite recurrir a herramientas metodológicas tales como los modelos de simulación y de optimización, que son útiles en el análisis de sistemas y resolución de problemas a distinto nivel en la jerarquía de sistemas.

Hay algunas experiencias sobre la utilización de modelos matemáticos para optimizar sistemas de producción mixtos, cuya aplicación práctica ha dado excelentes resultados a nivel de campo de productores, como por ejemplo: Maximización de Beneficios en los Sistemas de Producción Agropecuaria de Pequeños Productores de Carchi y Chimborazo; os en Fincas de Tamaño Mediano en el Área Tradicional Maicera Argentina, entre otros.

A. JUSTIFICACION

Los productores realizan un manejo agronómico inapropiado respecto al recurso agua, suelos, fertilización, control de plagas y enfermedades, lo que ha generado pérdidas al desmejorar la calidad y los volúmenes de producción; a esto se añade un comercio injusto donde los márgenes de ganancia son limitados.

En la práctica, los problemas de los sistemas de producción conducen a la toma de decisiones para maximizar beneficios o reducir costos en consideración a un determinado número de restricciones. En este sentido, se debe decidir sobre los rubros a producir, la cantidad de cada uno de ellos y la técnica o método a emplear en cada proceso productivo.

Por lo anteriormente mencionado, el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP), con el apoyo del proyecto Implementation Of BiocontrolToImproveTheQuality Of LifeFor Small FarmingFamilies In TheEcuadorian Andes de Nueva Zelanda ha visto la necesidad de realizar un estudio de los sistemas de producción que permita obtener información básica de los productores y de su entorno socio- económico, para tener un enfoque real y completo de todas aquellas características que interactúan entre si y buscar las soluciones adecuadas a la realidad de la zona en cuestión, mediante el empleo de modelos de optimización como el de programación lineal, el cual permitirá diseñar alternativas para dar soluciones rápidas y óptimas al combinar los diferentes recursos existentes en las áreas de estudio

B. OBJETIVOS

1. General

Identificar el sistema de producción de un agricultor tipo en el cantón Mocha, provincia de Tungurahua, para diseñar alternativas de optimización.

2. Específicos

- a. Identificar el sistema de producción de un agricultor tipo
- b. Analizar mediante modelos de optimización el sistema de producción original prevalente de la zona
- c. Analizar mediante modelos de optimización el sistema original ante nuevas condiciones creadas
- d. Desarrollar un modelo que permita optimizar los ingresos de la finca en beneficio de la familia.

C. HIPOTESIS

La Identificación del sistema de producción de un agricultor tipo en el cantón Mocha, provincia de Tungurahua, permite diseñar alternativas de optimización

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

A. SISTEMAS

1. Definición de sistemas

PROFOGAN, 1996, define como “la combinación de componentes que interrelacionados, forman un conjunto para obtener un objetivo determinado, cuyos límites están definidos de acuerdo con los intereses del análisis del observador.

Betch, C. 1974, considera a los sistemas como: “un arreglo de componentes físicos o un conjunto de colección de cosas conectadas o relacionadas de tal manera que forman o actúan como una unidad, como un todo”.

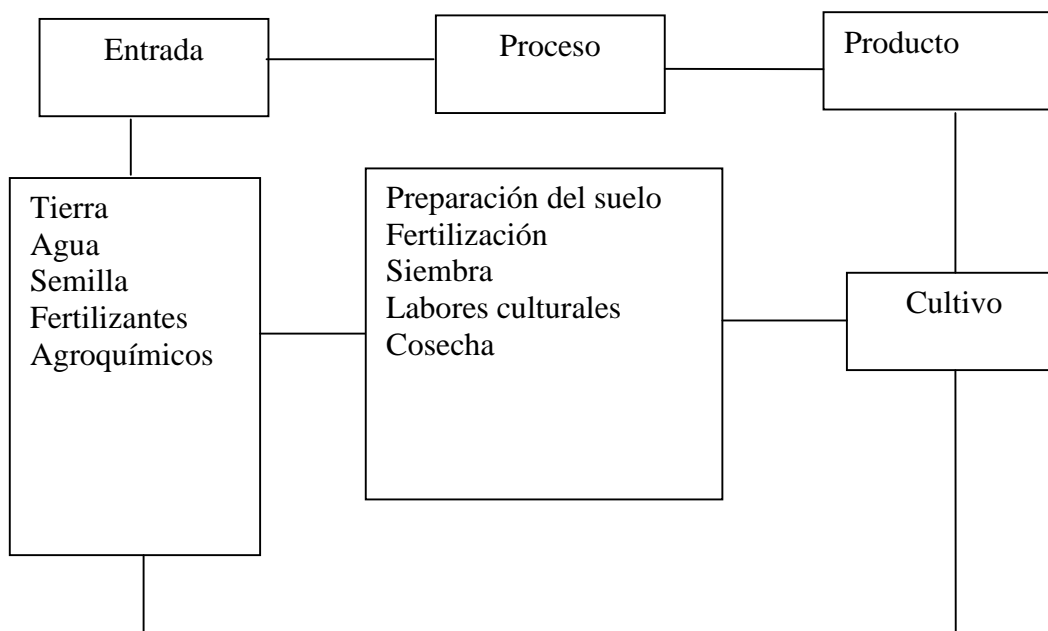
2. Elementos de los sistemas

Según PROFAGAN 1996, los elementos de un sistema son: componentes, interacciones entre componentes, entrada, salida y límites.

Para Basantes, E. 1982 los elementos componentes de un sistema deben responder a las interrogantes: para qué? quienes? Donde? Cuando?Como? Estas interrogantes conforman tres componentes básicos de los sistemas:

- a) Objetivo: Para qué hacer?
- b) Proceso: Cómo hacer?
- c) Contenido: Quiénes deben hacer, donde deben hacer, con qué deben hacer, cuándo deben hacer?

Para ilustrar los componentes de un sistema, se tiene el siguiente gráfico:



Fuente: Basantes, E. 1982

3. Características de un sistema

Según Berdegue, J. 1988, los siguientes puntos caracterizan un sistema:

a. Componentes o partes

Es cada uno de los elementos que integran un sistema, su interacción constituye el proceso que transforma las entradas o insumos en productos o salidas.

b. Organización

Es decir hay cierto orden en el arreglo de los subsistemas o partes, que se encuentran presentes en proporciones determinadas y cumpliendo ciertos roles o funciones específicas.

c. Relación

Los subsistemas se vinculan unos con otros, se complementan o compiten entre si, se transfieren elementos, de uno a otro, se ajustan mutuamente.

d. Observación

Para conocer un sistema se debe partir de la observación de sus componentes y las actividades que ahí se realizan, los medios y recursos con personas que en él viven o trabajan, las propiedades del suelo y clima, etc.

e. Cantidad

Como en el sistema hay organización y hay relación se debe además, tratar de entender las cantidades o proporciones en que están presente, el rol o función que cada uno cumple y las interacciones que suceden entre los componentes.

f. Dinámica

Finalmente necesitamos comprender la dinámica del sistema de producción, es decir su comportamiento a través del tiempo.

B. ANÁLISIS DE SISTEMAS

En el pasado, la investigación ha intentado deducir la comprensión del todo a través de la estructura de sus partes y ha tratado de resolver un problema dividiéndolo en sub problemas. Una vez solucionado todos los sub problemas, la agregación de estas soluciones pretendía ser la solución del problema global. Esos métodos mecanicistas de análisis e investigación se basan en una relación estricta de causa-efecto y fallan cuando se trata de explicar procesos dinámicos o regulativos (PROFOGAN, 1996).

El enfoque de sistemas es una metodología para la búsqueda de nuevos conocimientos y tecnologías apropiadas, para el mejoramiento de los sistemas de producción agropecuarios. Es una manera más de encontrar solución a problemas de alimentación y productividad. Es especialmente aplicable para situaciones de agricultura tradicional y/o

marginal, en donde la producción biológica se ve fuertemente influenciada por factores del medio ambiente, social, cultural y económico. (Barrera, V. 1996).

Para estudiar las relaciones de la estructura con el funcionamiento del sistema, se hace uso del análisis de sistemas, que consiste en estudiar la estructura y función del sistema, describiendo cualitativamente relaciones en función de objetivos, tales como el de producción. Para ello, es necesario desarrollar y/o adaptar herramientas específicas para atender las necesidades de tecnologías de las áreas en estudio y como consecuencia a tales necesidades. En la práctica, el mejoramiento de los sistemas de producción debe partir de los recursos disponibles y de las posibilidades de aumentar la eficiencia de uso.

Actualmente, el enfoque de investigación de sistemas y su análisis incluye al productor en el proceso de encontrar la alternativa tecnológica viable a sus necesidades. Este proceso, debido a la complejidad de los sistemas agropecuarios, involucra un grado de dificultad que se requiere de una serie de técnicas biomatemáticas, las que son necesarias entenderlas para ser usadas en la definición de alternativas tecnológicas (León - Velarde y Quiroz, 1994).

Para analizar un sistema de producción determinado se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Selección del área

Para seleccionar el área agroecológica se debe tomar en cuenta áreas más o menos homogéneas en suelos, temperatura y precipitación. El área representa una unidad de análisis macroeconómica y un dominio de recomendación (Barrera, V. 1996).

Se utiliza los siguientes criterios de selección: Identificación de áreas críticas; significancia en relación con el total del área agropecuaria; potencialidades y oportunidades; importancia del sistema actual del uso de la tierra.

Las herramientas a utilizarse en la selección son: información secundaria (libros, tesis de grado, documentos, folletos, revistas, informes, etc.); mapas de usos de suelos, mapas de suelos, bioclimáticos y cartográficos; aerofotografías; imágenes satelitales.

2. Identificación del sistema

El diagnóstico de línea base permite definir limitantes y potencialidades del funcionamiento del sistema, para lo cual se utilizan herramientas como la información secundaria, sondeos, encuestas estáticas, encuestas dinámicas y diagnóstico participativo (Barrera, V y Grijalva, J. 1998). Los objetivos de la caracterización son:

- a. Conseguir información técnica de referencia sobre las prácticas productivas y la productividad en el lugar de estudio.
- b. Entender el proceso de toma de decisiones de los productores en relación con el funcionamiento de su sistema de producción.
- c. Identificar los principales factores limitantes (físico, biológico, sociales y económicos) y las posibilidades de generara alternativas para los sistemas caracterizados.

C. SISTEMA DE PRODUCCION

1. Definición de sistema de producción

Es un conjunto de elementos que tiene una función determinada y que se interacciona entre si dentro de un límite real o conceptual y que es afectado por elementos que están fuera del límite o factores exógenos. Lo que interesa en el estudio de sistemas agropecuarios es un proceso productivo dentro de una empresa agropecuaria. El productor agropecuario debe manejar el sistema de producción (suelo, planta y animales) en forma conjunta, considerando como una empresa con toda su complejidad y en un medio ambiente caracterizado por incertidumbre, principalmente con respecto a factores económicos y climáticos (Brabo, B. y Piñero, M. 1971)

2. Sistema de producción agropecuario

Un sistema agropecuario, se define como la combinación de elementos o componentes físicos, biológicos y socioeconómicos que se interrelacionan y se relacionan con el entorno para lograr un objetivo, dentro de un período determinado. (PROFOGAN, 1996).

Un sistema agropecuario, en un lugar geográfico específico, es un "sistema real" propio y único en esa zona, que presenta la influencia de factores endógenos y exógenos los que afectan en menor y mayor grado la sostenibilidad de ese sistema de producción. (Barrera, V. 1996).

a. Subsistema de producción pecuario

Se define como todas las actividades ganaderas que contribuyen a la producción, transformación y comercialización de los productos provenientes de los animales zootécnicos.

b. Subsistema de producción agrícola

Se define como todas las actividades agrícolas que contribuyen a la producción, transformación y comercialización de los productos provenientes de los cultivos. Está constituido por todos los cultivos presentes en la unidad de producción. (Barrera, V. 1996)

D. ANÁLISIS EX- ANTE

Montero, E. 1971 menciona que en un análisis ex – ante los beneficiarios deben referirse a los objetivos de la actividad que se proyecta realizar, transformándolos en metas, vale decir cuantifica los objetivos en el tiempo y en el espacio. En este caso se requiere aislar el efecto de las varias causas que pueden haber contribuido, así como también identificar los costos asociados.

En el proceso y análisis de diseños de alternativas, a partir de la información del productor en un área agroecológica específica, conduce a tres posibilidades en función de obtener una maximización bio-económica:

1. El *statu quo*, es decir dejar el sistema tal como está,
2. La modificación parcial, lo cual incluye el arreglo de los componentes del sistema o la introducción o eliminación de un agro ecosistema,
3. La modificación total del sistema, lo que implica la generación de un nuevo sistema con base a los conocimientos existentes en el lugar.

Las alternativas tecnológicas son un esfuerzo por integrar componentes con base a disciplinas que expliquen un proceso biológico. Se plantean en función de la realidad del medio donde se ubican los agricultores.

En el análisis ex – ante, se utiliza los modelos matemáticos y de simulación. Si se observa la historia del hombre se puede ver que los modelos siempre han tenido un papel importante en ella, ya sea representando fenómenos naturales, ideas u objetos. Incluso, el progreso de la ciencia y la tecnología se refleja en forma muy precisa en el progreso de la habilidad del hombre para desarrollar modelos de fenómenos naturales, conceptos o cosas. Un modelo matemático es una representación abstracta de la realidad (Arce, B., Barrera, V. y Suquillo, J. 1993).

Los modelos matemáticos y de simulación son usados en la etapa de diseño de alternativas. Estos modelos son determinísticos y en algunos casos estocásticos. Es decir la variable de mayor relevancia en un modelo de simulación es estimada a través de una función probabilística. Esto permite, mediante varias corridas del modelo, el obtener la variabilidad necesaria para verificar el modelo.

Una vez determinada la precisión de un modelo, con respecto al sistema de producción objetivo, éste es utilizado en los análisis ex – ante. En el análisis es posible modificar los componentes incorporados en el modelo para verificar las propuestas de alternativas deseadas. Al final, se seleccionan aquellas cuya probabilidad de viabilidad bio – económica es mayor.

También para el análisis ex – ante se utiliza los Sistemas expertos, los cuales han facilitado la forma de analizar y solucionar problemas en las diferentes especialidades. El procesamiento de datos numéricos es realizado en tiempo mínimo, así como realizar predicciones sobre el comportamiento físico – biológico de situaciones agropecuarias en forma rápida y eficiente para la toma de decisiones mediante el proceso electrónico.

De esta forma es posible estructurar programas computarizados que permiten el almacenamiento, proceso y análisis para la toma de decisiones. Un sistema experto es considerado un programa computarizado que simula el razonamiento de un experto humano en un campo de su dominio. (Ramírez, C. 2002)

E. MODELOS DE OPTIMIZACION

1. Definición

Los modelos de optimización, constituyen una herramienta de análisis en el proceso de investigación, con el enfoque/análisis de sistemas. Por medio de la programación lineal, ante distintas situaciones de calidad de recursos y relaciones de precios, se determinan alternativas que maximizan los beneficios, de acuerdo a la información técnico-económica (Holle, M. 1990).

2. Programación Lineal

La programación lineal es un método que ayuda a determinar la combinación óptima de recursos para maximizar ganancias o minimizar costos de la comunidad. La función objetivo del modelo es frecuentemente la maximización de ganancia; sin embargo, el objetivo también puede ser el uso óptimo de la mano de obra o la producción de cierta cantidad de alimentos para su autoconsumo y el remanente para la venta (Barrera, V. y Grijalva, J. 2000)

La programación lineal es una rama de las matemáticas desarrollada para solucionar problemas complejos sobre el uso, asignación y distribución de recursos con restricciones (Hillier, F. y Liberman, G. 1991).

En el área de sistemas agropecuarios las aplicaciones comunes se refiere al cálculo de raciones de mínimo costo, asignación de tierra para cultivar determinados cultivos, decisiones sobre cantidades de fertilizante, planificación de uso de maquinaria, tierra y trabajo, así como el uso de toros

La programación lineal es una técnica determinista, no incluye probabilidades y utiliza un modelo matemático para describir el problema. El adjetivo lineal significa que todas las funciones matemáticas del modelo deben ser funciones lineales. En este caso, la palabra programación no se refiere a programación en computadoras; en esencia es un sinónimo de *planeación*. Así, la programación lineal trata la planeación de las actividades para obtener un resultado óptimo, esto es, el resultado que mejor alcance la meta especificada (según el modelo) entre todas las opciones de solución. La metodología de programación lineal requiere que todas las variables sean positivas o cero, es decir, no negativas. (Dantzing, G. 1963)

3. Método simplex

Consiste en un algoritmo iterativo que secuencialmente a través de iteraciones se va aproximando al óptimo del problema de Programación Lineal, hace uso de la propiedad de que la solución óptima de un problema, se encuentra en un vértice o frontera del dominio de puntos factibles (esto último en casos muy especiales), por lo cual, la búsqueda secuencial del algoritmo se basa en la evaluación progresiva de estos vértices hasta encontrar el óptimo. (Estrada, D. 2002)

a. La función lineal objetivo

Es la ecuación que expresa la cantidad que va a maximizar o minimizar según el objetivo planteado. En forma general, se trata de hallar un valor máximo de una función lineal.

Son las metas del sistema o el cómo evaluar al sistema, existen retentivas por ejemplo: la conservación de tiempo, energía y adquisitivas ejemplo: Ganancia en algo.

$$\text{MAX}(Z) = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n$$

Se acostumbra a utilizar las expresiones MAX (Z) para los casos de maximización y MIN (Z) para los de minimización

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ = Coeficientes de la función objetivo, pueden ser márgenes de beneficios neto esperado para cada proceso de producción, precio, costo unitario, etc.

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ = Variables o incógnitas del problema, lo que queremos lograr

b. Restricciones de recurso

Las restricciones de recursos son condiciones que impiden a la función objetivo tomar valores infinitamente grandes o pequeños. Se refiere a los recursos disponibles en la unidad de producción (Velarde, C. y Quiroz, R. 1994). Es decir son las limitantes impuestas por el sistema

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1j}X_j + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2j}X_j + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ij}X_j + \dots + a_{in}X_n \leq b_3$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mj}X_j + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

Sujeta a las restricciones:

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

$$X_j \geq 0$$

$$X_n \geq 0$$

Donde:

b_m = cantidades de recursos disponibles por los productores

a_{ij} ,s(con i de 2, 2, ...n y con j de 1, 2, ...n) = son las cantidades de recursos requeridos por cada unidad de producto del proceso

X_n = niveles de los n procesos alternativos de producción a determinar

c. El precio sombra

El precio sombra de un determinado recurso o proceso mide el valor marginal de ese recurso o proceso; es decir, la tasa a la que la función objetivo puede aumentar si se incrementa la cantidad que se proporciona de este recurso o proceso (Arsham, H. 2002).

El precio sombra de una limitación tiene dos explicaciones:

- 1) Es el aumento del ingreso total que resultará de la adición de una unidad o factor de producción.
- 2) Si el productor renta una unidad del factor limitante a valor más alto que el precio sombra el va a perder dinero, si la renta de esta unidad lo hace a un precio más bajo va a ganar dinero (Estrada, D. 2002)

F. LINDO (Linear, Interactive, Discrete, Optimizer)

Lindo es un paquete de software muy popular que resuelve problemas de programación lineal por el método simplex para maximizar los beneficios o minimizar costos. Creado por el departamento de nutrición y economía de la Universidad de Florida, Estados Unidos.

El programa permite trabajar con gran número de variables y restricciones y por lo tanto solucionar las dificultades planteadas con el método manual cuando las variables se

presentan en cantidad superior a veinte. Junto con la solución del problema, el programa también proporciona un análisis común de sensibilidad de los coeficientes de la función objetivo (denominado coeficientes de costos) y los valores de las restricciones (Ramírez, C. 2002).

El programa LINDO entrega la solución del problema de programación lineal, dando el valor óptimo del valor de la función objetivo. Pero además brinda información de la solución del problema y análisis de sensibilidad.

1. Values

VALUE es la columna de valores que contiene la solución del problema, es decir la estrategia para fijar las variables de decisión a fin de lograr el valor óptimo. **REDUCED COST** indica los costos que se incurre en incluir cada unidad adicional de la actividad, se encuentra a la derecha de la columna de valores.

3. SLACK OR SURPLUS

SLACK OR SURPLUS son los valores de las variables de holgura o excedente, holgura representas la cantidad que sobra de un recurso y excedente representa el exceso de producción. **DUAL PRICE** mide el valor marginal de los recursos, son los valores del precio sombra de las restricciones.

4. COEFFICIENTS RANGES

Análisis de sensibilidad de **COEFFICIENTS RANGES**, son los coeficientes de costos (coeficientes de la función objetivo) dando el valor actual junto con los valores de límite superior e inferior permitidos para que la solución siga siendo óptima, es decir sin afectar la solución actual. El análisis de sensibilidad de las restricciones **RIGHTTHAND SIDE RANGES** aparecen los valores para los cuales puede cambiar manteniendo la validez de los precios sombra (Ramírez, C. 2002).

V. MATERIALES Y METODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.

1. Localización

La presente investigación se realizó en la finca del Sr. Wilson Núñez, sector San José, caserío Yanahurco, cantón Mocha, provincia de Tungurahua.

2. Ubicación Geográfica¹

Altitudes: 2970 - 3190 m.s.n.m

Latitud: 1° 23' 14" S.

Longitud: 78° 37' 78" W.

3. Características climatológicas²

| | |
|----------------------------|---------|
| Temperatura media anual: | 13.5° C |
| Humedad relativa: | 70% |
| Precipitación media anual: | 600 mm |

4. Clasificación Ecológica.

Según (Hölldridge, 1982); la zona en experimentación corresponde a la formación ecológica bosque seco montano bajo (bs-MB).

5. Características físicas del suelo³

Textura: Franco arenosa

Pendiente: Irregular

Estructura: Suelta

¹Datos de campo

²Datos de campo

³ Departamento de suelos y agua. INIAP

B. MATERIALES

1. Materiales de campo

- GPS
- Balanza
- Libreta de campo
- Lápiz
- Equipo fotográfico

2. Materiales de oficina

- Computadora
- Programa LINDO (Linear Interactive Discrete Optimizer)
- Papelería en general.

C. UNIVERSO

Estuvo constituida por los agricultores de Yanahurco

D. MUESTRA

Siendo este, un estudio de caso se selecciono un agricultor representativo de la zona y se procedió a determinar el sistema de producción prevalente en Yanahurco.

E. VARIABLES

a. Socio-económico

- Edad
- Nivel de vida
- Tenencia y tamaño de la tierra
- Crédito

- Comercialización
- Mercado

b. Componente Agrícolas

▪ **Cultivo de mora**

$X_1 =$ Hectáreas de mora

$X_2 =$ Consumo de mora en \$ / kg.

$X_3 =$ Fertilización orgánica- química para mora en \$ / kg

$X_4 =$ Fungicidas aplicados para mora en \$ / kg

$X_5 =$ Acaricida-insecticida aplicados para mora en \$ / kg

$X_6 =$ Fertilización foliar para mora en \$ / kg

$X_7 =$ Mano de obra \$ / día

▪ **Frutales caducifolios**

$X_8 =$ Hectáreas de frutales

$X_9 =$ Consumo en \$ / kg

$X_{10} =$ Fertilización orgánica- química en \$ / kg

$X_{11} =$ Fungicidas en \$ /kg

$X_{12} =$ Insecticidas en \$ / kg

$X_{13} =$ Fertilización foliar para los frutales caducifolios en \$ / kg

$X_{14} =$ Mano de obra para frutales caducifolios \$ / día

▪ **Cultivos de autoconsumo**

$X_{15} =$ Hectáreas de cultivos de autoconsumo

$X_{16} =$ Consumo en \$ / kg

$X_{17} =$ Semilla en \$ / kg

$X_{18} =$ Fertilización en \$ / kg

$X_{19} =$ Preparación del suelo en \$ / horas

$X_{20} =$ Mano de obra familiar para autoconsumo \$ / día

c. **Componente pecuario**

▪ **Producción de codornices**

X_{21} = Número de codornices

X_{22} = Consumo de huevos \$ / huevo

X_{23} = Venta de huevos \$ / huevo

X_{24} = Vitaminas para codornices en \$ / kg.

X_{25} = Balanceado para codornices en \$ / kg.

X_{26} = mano de obra para producción de codornices \$ /día

▪ **Para producción de cuyes**

X_{27} = Número de cuyes

X_{28} = Precio del cuy para el autoconsumo en \$ / kg.

X_{29} = Precio del cuy para la venta en \$ / kg.

X_{30} = Precio del forraje \$ / kg.

X_{31} Precio del balanceado \$ / kg.

X_{32} = Mano de obra para producción de cuy \$ / día

▪ **Producción de pollos**

X_{33} = Número de pollos

X_{34} = Consumo de carne en \$ / kg.

X_{35} = Balanceado en \$ / kg.

X_{36} = Mano de obra para producción de pollos \$ / día

A. **METODOLOGÍA**

1. **Identificación del sistema**

En representación de los agricultores de la zona, se seleccionó a la familia Núñez Morales, como la unidad de producción más representativa para el presente estudio de caso. Se utilizó los siguientes criterios de selección: productor mediano de acuerdo a la

extensión del terreno, uso de la tierra y actividades pecuarias, y lo que es más importante por ser una familia dispuesta a dar información y colaboración para el trabajo.

Para identificar el sistema de producción se realizó el seguimiento de todas las actividades agrícolas, pecuarias y personales del agricultor seleccionado, se complementó la información con encuestas, observación directa y conversación

2. Modelo original

Se analizó por programación lineal, mediante el método simplex, utilizando el programa LINDO. Para lo cual se calculó los coeficientes, función lineal objetivo, restricción de los recursos y restricción general.

a. Coeficientes

1) Para el cultivo de mora

7441.5 X₁= La producción por hectárea es de 6150 kg por el precio del kg de mora que es USD 1.21

1.21X₂ = Precio del kg de mora para el consumo es USD 1.21

1X₃ = Precio del kg de fertilizante orgánico - químico para mora es USD 1

51X₄ = Precio del kg de fungicida para mora es USD 51

80X₅ = Precio del kg de acaricida para mora es USD 80

101 X₆ = Precio del kg de fertilizante foliar para mora es USD 10.1

10X₇ = Precio de la mano de obra para mora es USD 10

2) Para los frutales caducifolios

5812.2 X₈= La producción por ha es 9687 kg por el precio del kg de frutales caducifolios que es USD 0.60

0.60 X₁₀ = Precio del kg de fertilizantes orgánico - químico es USD 0.60

- 20.40 X₁₁ = Precio del kg de fungicida para los frutales caducifolios es USD 20.40
 65 X₁₂ = Precio del kg de insecticida para los frutales caducifolios es USD 65
 8 X₁₃ = Precio del kg de fertilizante foliar para frutales caducifolios es USD 8
 10X₁₄ = Precio de la mano de obra para frutales caducifolios es USD 10

3) Para los cultivos de autoconsumo

- 1518.1X₁₅= La producción por ha es 3995 kg por el precio 0.38 del kg de cultivos de autoconsumo
 0.38X₁₆ = Precio del kg de cultivos para consumo familiar es USD 0.38
 0.60X₁₇ = Precio del kg de semilla de cultivos de autoconsumo es USD 0.60
 0.10X₁₈ = Precio del kg del fertilizantes orgánicos para cultivos es USD 0.10
 12X₁₉ = Precio de la hora de labranza (cultivos autoconsumo) es USD 12
 10X₂₀ = Precio de la mano de obra es USD 10

4) Para la producción de codornices

- 0.03X₂₂ = Precio de un huevo para el consumo es USD 0.03
 0.03X₂₃ = Precio de un huevo para venta es USD 0.03
 18.5 X₂₄ = Precio del kg de vitaminas para codornices es USD 18.5
 1.05X₂₅ = Balanceado para codornices en kg USD 1.05
 10 X₂₆ = Precio de la mano de obra es USD 10

5) Para producción de cuy

- 5 X₂₈ = Precio del kg de cuy para el autoconsumo es USD 5
 5X₂₉ = Precio del kg de cuy para la venta es USD 5
 0.08X₃₀ = Precio del kg de forraje es USD 0.08
 0.18X₃₁ = Precio del kg del balanceado es USD 0.18
 10X₃₂ = Precio de la mano de obra es USD 10

6) Para la producción de pollos

- 2.2X₃₄ = Precio del kg de pollos para el consumo es USD 2.2

$0.18X_{35}$ = Precio del kg del balanceado USD 0.18

$10X_{36}$ = Precio de la mano de obra es USD 10

b. La función lineal objetivo

La función a maximizar son los beneficios totales en consideración a 36 procesos de seis alternativas de producción y los ingresos netos de cada alternativa. La función económica, es la siguiente: Los signos de la ecuación =

$$Z = 7441.5X_1 - 1.21X_2 - 1X_3 - 51X_4 - 80X_5 - 10.1X_6 - 10X_7 + 5812.2X_8 - 0.65X_9 - 0.7X_{10} - 20.40X_{11} - 65X_{12} - 8X_{13} - 10X_{14} + 1518.1X_{15} - 0.38X_{16} - 0.7X_{17} - 0.10X_{18} - 12X_{19} - 10X_{20} + 0X_{21} - 0.03X_{22} + 0.03X_{23} - 18.5X_{24} - 1.05X_{25} - 10X_{26} + 0X_{27} - 5X_{28} + 5X_{29} - 0.08X_{30} - 0.18X_{31} - 10X_{32} + 5.2X_{33} - 2.2X_{34} - 0.18X_{35} - 10X_{36}$$

c. Restricciones de recurso

1) Para cultivo de la mora

$$X_1 \leq 1.05$$

Las hectáreas del cultivo de mora deben ser menores o iguales a 1.05 ha, y sirven como un producto de subsistencia familiar y para la venta.

$$6150X_1 \geq 68$$

La producción del cultivo de mora de 6150 kg/ha debe ser mayor o igual a 68 kg, que es la cantidad para el autoconsumo familiar.

$$X_2 \geq 68$$

Los kg de mora para autoconsumo deben ser mayores o iguales a 68 kg/año

$$X_3 - 858 X_1 \geq 0$$

Los kg de fertilizante orgánicos- químicos para el cultivo deben ser mayores o iguales a 858 kg por ha. De los cuales el 94.41 % de materia orgánica y el 5.59 % de fertilizantes químicos.

$$X_4 - 12.5 X_1 \geq 0$$

Los kg de fungicidas para el cultivo de mora deben ser mayores o iguales a 12.5 kg por ha en 12 aplicaciones; cada mes (1.04 kg/ha).

$$X_5 - 1.2 X_1 \geq 0$$

Los kg de acaricida para el cultivo de mora deben ser mayores o iguales a 1.2 lt (600 cm³. 0.1% considerando 600l t/ha) por ha, en dos aplicación al año

$$X_6 - 15.8 X_1 \geq 0$$

Los kg de fertilizante foliar para el cultivo de mora deben ser mayores o iguales a 15.8 kg /ha. Cada quince días de 1.26 kg/aplicación. Junto con las aplicaciones de los fungicidas y acaricida

$$X_7 - 222 X_1 \geq 0$$

La mano de obra para el cultivo de mora debe ser mayor o igual a 222 jornales por hectárea por año. Para la aplicación de fertilizantes se requiere 12 jornales, deshierba 35 jornales, controles fitosanitarios 17 jornales, poda 45 jornales, riegos 15 jornales y la cosecha 98 jornales.

2) Para la producción de frutales caducifolios

$$X_8 \leq 0.12$$

Las hectáreas de los frutales caducifolios deben ser menores o iguales a 0.12 ha.

$$9687 X_9 \geq 182$$

La producción de los frutales caducifolios es de 9687 kg/ha debe ser mayor o igual a 182 kg, que es la cantidad para autoconsumo familiar. Considerando que tengo 625 plantas/ha entre manzana y claudia

$$X_9 \geq 182$$

Los kg para autoconsumo deben ser mayores o iguales a 182 kg por época.

$$X_{10} - 900 X_8 \geq 0$$

Los kg de fertilizante orgánicos- químicos para los frutales caducifolios debe ser mayores o iguales a 900 kg/ha. De los cuales el 94.44% de materia orgánica y el 5.56% de fertilizantes químicos.

$$X_{11} - 35.7 X_8 \geq 0$$

Los kg de fungicidas para los frutales caducifolios deben ser mayores o iguales a 35.7 kg/ha en un año en seis aplicaciones de 5.95 kg/ha cada una

$$X_{12} - 1.5 X_8 \geq 0$$

Los kg de insecticidas para los frutales caducifolios deben ser mayores o iguales a 1.5 kg/ha en una aplicación.

$$X_{13} - 3 X_1 \geq 0$$

Los kg de fertilizante foliar deben ser mayores o iguales a 3 kg por ha en tres aplicaciones, al 0.1 % .Esto se realizó junto con las aplicaciones de los fungicidas

$$X_{14} - 135 X_8 \geq 0$$

La mano de obra familiar para los frutales caducifolios debe ser mayores o iguales a 136 jornales por ha. Para la deshierba 14, para la fertilización 10, para los controles

fitosanitarios 15, para la poda 34, riego 12 y para la cosecha 50 jornales.

3) Para cultivos de autoconsumo

$$X_{15} \leq 0.035$$

Las hectáreas de cultivos de autoconsumo deben ser menores o iguales a 0.035 ha.

$$3995 X_{16} \geq 130$$

La producción de cultivos de autoconsumo de 3995kg/ha (100 cm³ cada aplicación) debe ser mayor o igual a 130 kg, que es la cantidad para autoconsumo familiar y pecuario

$$X_{16} \geq 130$$

Los kg para autoconsumo de la familia deben ser mayores o iguales a 130 kg por año.

$$X_{17} - 30 X_{15} \geq 0$$

Los kg de semilla de cultivos de autoconsumo deben ser mayores o iguales a 30 kg/ha.

$$X_{18} - 850 X_{15} \geq 0$$

Los kg de fertilizante orgánicos para los cultivos de autoconsumo deben ser mayores o iguales a 850 kg /ha una aplicaciones a momento de la siembra.

$$X_{19} - 4X_{15} \geq 0$$

Las horas de tractor para los cultivos deben ser mayores o iguales a 4 horas/ha.

$$X_{20} - 135 X_{15} \geq 0$$

La mano de obra para los cultivos de autoconsumo deben ser mayores o iguales a 135 jornales / ha. Se requiere 15 para la siembra, deshierba y rascadillo 28, aporque 30, fertilización 12, riego 10 y para la cosecha 50 jornales.

4) Para producción de codornices

$$X_{21} \leq 778$$

El número de codornices en producción deben ser menores o iguales a 778

$$X_{22} \geq 1460$$

El consumo de huevos por familia debe ser mayor o igual a 1460 huevos/ años.

$$X_{22} + X_{23} - 348 X_{21} \leq 0$$

El consumo de huevos por familia más la venta deben ser menores o iguales a 272204 huevos por año (746 huevos al día en promedio)

$$X_{24} - 0.04 X_{21} \geq 0$$

Los kg de vitaminas utilizada para codornices deben ser mayores o iguales a 0.04 kg por cada codorniz en cuatro aplicaciones

$$X_{25} - 7.32 X_{21} \geq 0$$

El consumo de alimento por parte de las codornices debe ser mayor o igual a 7.32 kg/codorniz

$$X_{26} - 0.2X_{21} \geq 0$$

La mano de obra para la producción de codornices debe ser mayor o igual a 160 jornales. Para la alimentación se requiere 80, para la limpieza 50 y para la recolección 30 jornales

5) Para producción del cuy

$$X_{27} \leq 80$$

El número de cuyes en producción deben ser menores o iguales a 80 por año

$$X_{28} \geq 16$$

El consumo de cuy por familia debe ser mayor o igual a 16 kg por año.

$$X_{28} + X_{29} - 11X_{27} \leq 0$$

El consumo de carne de cuy más la venta de carne de cuy deben ser menores o iguales al número de kg de cuy que se produzca por año.

$$X_{30} - 20 X_{27} \geq 0$$

Los kg de forraje deben ser mayores o iguales a 20 kg /cuy por año

$$X_{31} - 6.56 X_{27} \geq 0$$

Los kg de balanceado deben ser mayores o iguales a 6.56 kg /cuy por año.

$$X_{32} - 1.7 X_{27} \geq 0$$

La mano de obra para la producción de cuy debe ser mayor o igual a 136 jornales por año. Para la alimentación se requiere 98 jornales y para la limpieza 38 jornales.

6) Para producción de pollos

$$X_{33} \leq 60$$

El número de pollos debe ser menor o igual a 50 por año.

$$X_{34} \geq 350$$

El consumo de carne de pollo por familia por año debe ser mayor o igual a 350 kg.

$$X_{35} - 9.1 X_{33} \geq 0$$

El consumo de alimento por parte de los pollos debe ser mayor o igual a 9.1 kg /pollo por época de 120 días. (Ellos complementan su alimentación en el predio)

$$X_{36} - 0.28X_{33} \geq 0$$

La mano de obra familiar más la mano de obra contratada para la producción de pollos, deben ser mayores o iguales a 17 jornales por año.

c. Restricción general

$$X_1 + X_8 + X_{15} \leq 1.21$$

Las hectáreas de moras más las hectáreas de frutales más las hectáreas de autoconsumo deben ser menores o iguales a 1.21 ha.

3. Optimización ante nuevas condiciones creadas

Se realizó, por programación lineal, mediante el método simplex (análisis ex-ante), utilizando el programa LINDO. Para lo cual se procedió a realizar cambios en alguno de los coeficientes como:

a. Variación del precio del kg de mora

En Tungurahua el precio más alto por kg de mora de castilla es de 1.85 USD en los meses de junio, septiembre y noviembre; el más bajo se registra en diciembre con 0.90 USD (JACOME, R. 2010)

b. Variación de la superficie de mora

Se considera a los productores con áreas pequeñas de mora; < 1 ha y productores con áreas grandes (≥ 2 ha) de mora.

4. Optimización ante nuevos escenarios bioeconómicos

Para el análisis de nuevos escenarios bioeconómicos: se consideró el manejo integrado del cultivo de la mora. Por programación lineal, mediante el método simples (análisis ex-ante), utilizando el programa LINDO

a. Coeficientes para el cultivo de mora

15488 X₁= La producción por hectárea es de 12.800 kg por el precio del kg de mora de USD 1.21

1.21X₂ = Precio del kg de mora para el consumo es USD 1.21

0.57X₃ = Precio del kg de fertilizante orgánico - químico para mora es USD 0.57

17.42X₄ = Precio del kg de fungicida para mora es USD 17.42

50X₅ = Precio del kg de acaricida para mora es USD 50

6.33 X₆ = Precio del kg de fertilizante foliar para mora es USD 6.33

10X₇ = Precio de la mano de obra para mora es USD 10

b. La función lineal objetivo

La función a maximizar son los beneficios totales en consideración a 36 procesos de seis alternativas de producción y los ingresos netos de cada alternativa. La función económica, es la siguiente: Los signos de la ecuación =

$$\begin{aligned}
 Z = & 15488X_1 - 1.21X_2 - 0.57X_3 - 17.42X_4 - 50X_5 - 6.33X_6 - 10X_7 + 5812.2X_8 - \\
 & 0.60X_9 - 0.7X_{10} - 20.40X_{11} - 65X_{12} - 8X_{13} - 10X_{14} + 1518.1X_{15} - 0.38X_{16} - \\
 & 0.7X_{17} - 0.10X_{18} - 12X_{19} - 10X_{20} + 0X_{21} - 0.03X_{22} + 0.03X_{23} - 18.5X_{24} - \\
 & 1.05X_{25} - 10X_{26} + 0X_{27} - 5X_{28} + 5X_{29} - 0.08X_{30} - 0.18X_{31} - 10X_{32} + 5.2X_{33} - \\
 & 2.2X_{34} - 0.18X_{35} - 10X_{36}
 \end{aligned}$$

c. Restricciones para el cultivo de la mora

$$X_1 \leq 1.05$$

Las hectáreas del cultivo deben ser menores o iguales a 1.05 ha, y sirven como un producto de subsistencia familiar y para la venta.

$$12800X_1 \geq 68$$

La producción del cultivo es de 12800 kg /ha, debe ser mayor o igual a 68 kg que es la cantidad para el autoconsumo familiar.

$$X_2 \geq 68$$

Los kg para autoconsumo de la familia deben ser mayores o iguales a 68 kg /año

$$X_3 - 13450 X_1 \geq 0$$

Los kg de fertilizante orgánicos- químicos para el cultivo deben ser mayores o iguales a 13450 kg por ha. De los cuales 13000 kg de materia orgánica bien descompuesta, en dos aplicaciones (6500 kg) y 450 kg de fertilizantes (10-30-10, sulfato de amonio, fosfato mono amónico y 00-00-60), en tres aplicaciones.

$$X_4 - 30.25 X_1 \geq 0$$

Los kg de fungicidas para el cultivo deben ser mayores o iguales a 30.25 kg /ha /año, al 0.1 %. Según como se presente la enfermedad

$$X_5 - 0.6 X_1 \geq 0$$

Los litros de acaricida para el cultivo de mora deben ser mayores o iguales a 0.6 lt (600 cm³ . 0.1

$$X_6 - 9 X_1 \geq 0$$

Los litros de fertilizante foliar para el cultivo de mora deben ser mayores o iguales a 9 litros por ha. En tres aplicaciones

$$X_7 - 190 X_1 \geq 0$$

La mano de obra para el cultivo de mora debe ser mayor o igual a 190 jornales por ha/año. Para la aplicación de fertilizantes se requiere 12 jornales, para la deshierba 24, para controles fitosanitarios 12, para la poda 30, para los riegos 12 y para la cosecha 100 jornales

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. SISTEMA DE PRODUCCION DE YANAHURCO

1. Aspectos generales del área de estudio

a. Reseña históricas⁴

Caserío Yanahurco, fue fundado en 1942, proviene de la palabra KichwaYana = negro Hurco = cerro, es decir, cerro negro, inicialmente fue un barrio pequeño, de apenas cinco casas muy distantes, hoy en día está formado por cuatro sectores: Los tres Juanes, Triunfo, Progreso y San José. Actualmente se encuentra en una disputa por convertirse en parroquia.

b. Características de la población

Yanahurco está compuesta por familias mestizas en su totalidad, con una población total de 1715 habitantes de los cuales el 51.30 % son hombres y el 47.7 % son mujeres. Se estima 4.9 miembros por familia, en promedio. Como se puede observar en el anexo 1.

c. Disponibilidad de servicios y organización social

El caserío cuenta con una carretera de acceso de tercer orden, energía eléctrica, jardín, escuela, colegio, centro de salud y agua entubada. Dispone de agua de riego mediante un canal principal y acequias secundarias, que viene de las fuentes del Carihuairazo.

En cuanto a la organización social Yanahurco tiene la siguiente directiva: un presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocales. También se han organizado formando grupos legales y formales como la tenencia política, junta parroquial, junta de aguas, organización de mujeres, la cadena de la mora, cadena del cuy y algunos clubes deportivos.

⁴Datos proporcionados por el presidente del caserío

d. Idioma, religión y festividades.

El idioma predominante es el español. El caserío está constituido en su mayoría por mestizos. La religión principal es la católica.

Las fiestas locales importantes en el año son dos: esto es en honor al Cuerpo de Cristo o más comúnmente llamada Corpus Christi que se realiza en junio y las fiestas de fin de año.

2. El agricultor y su familia

El agricultor, elegido para este estudio fue Don Wilson Núñez, quien nació y creció en este lugar. En su juventud trabajo con sus padres que fueron uno de los primeros cultivadores de mora de la zona, motivo por el cual siguió con la tradición, pero si tratando de mejorar el cultivo. Empezó a realizar terrazas para conservar el suelo y luego colocó barreras vivas en su parcela para protegerse de las heladas y siempre tratando de mantener el suelo protegido ya sea con desechos del cultivo o protección vegetal (leguminosa), de esta manera Don Wilson mantiene sus parcela de 18 años de producción.

Don Wilson tiene 45 años tiene instrucción primaria, y saco un título de artesano en zapatería, la familia está compuesta por tres personas, su esposa Susana Morales de 42 años edad, quien es Lic. de ciencias sociales pero no ejerce su profesión, su hijo Kevin de 6 años, estudia en la misma escuela que su padre “ Yanahurco ” y cursa el segundo de básica.

Su vivienda es propia, tiene tres cuarto, cocina, sala y como en la generalidad de los casos es de construcción mixta (bloque, con el techo de eternit), dispone de algunos servicios como: energía eléctrica, agua entubada, letrina y lavandería, generalmente utilizan gas como combustible para cocinar.

3. Sistema de producción de Don Wilson Núñez

El sistema de producción de don Wilson y Sra. Susana combina una amplia variedad de actividades, rubros y objetivos.

Los dos desempeñan labores agrícolas y pecuarias en los diferentes cultivos, animales, atendiendo la casa y venta de sus productos. Este tipo de sistema de producción no es nuevo para don Wilson, por el contrario es un cúmulo de actividades que ha venido desempeñando año tras año ya que desde su niñez trabajo en las labores agrícolas, pecuarias y a medida que ha pasado el tiempo ha ido incrementando a su sistema de producción nuevas prácticas y alternativas tecnológicas; lo cual le ha permitido salir adelante aunque en algunos momentos las condiciones económicas, naturales y de trabajo, no hayan sido las más adecuadas.

A continuación iremos describiendo y analizando en forma detenida cada uno de los componentes o rubros del sistema:

a. Mano de obra

La mano de obra tiene dos componentes mano de obra familiar y contratada. La mano de obra total disponible por año asciende a 713 jornales de los cuales, 208 son contratados, de estos 124 son mujeres (J.M) y 84 hombres (J.H). El resto 505 jornales son el aporte de los miembros de familia (J.F), cabe mencionar que su horario no se limita a las 8 horas de trabajo sino que desempeña luego de sus tareas habituales otras labores dentro de casa.

El costo unitario por jornalero de la zona, es de 8 dólares más el almuerzo, la suma de todos los cultivos nos da un total de 260 jornales, de los 234 son destinados para el cultivo de la mora, 16 para los frutales caducifolios y 10 para los cultivos de auto consumo: de los cuales el 94 jornales es contratados.

En la parte pecuaria se destina 313 jornales: de los cuales 138 jornales son para la producción de cuyes, 160 para las codornices y 17 para los pollos. De los cuales 114 son contratados.

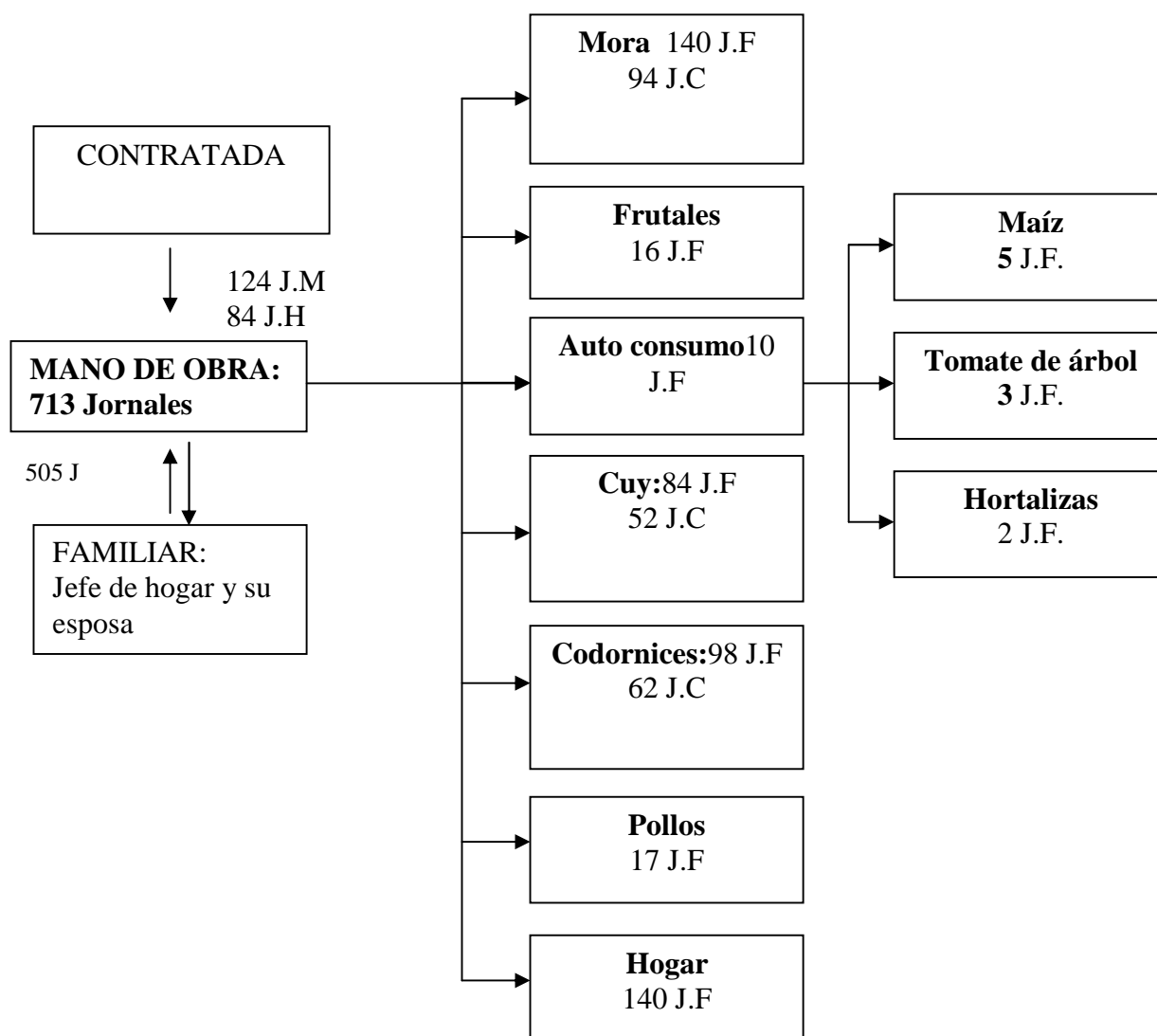


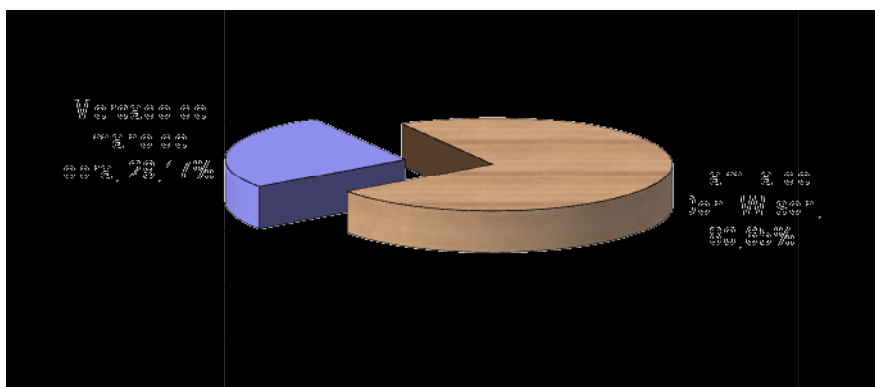
Fig. 1 Mano de obra

Es necesario indicar que no se utiliza la mano de obra total disponible en el predio de Don Wilson, como se puede observar en la Fig. 1, una flecha se dirige hacia la mano de obra para la casa (140 Jornales familiares y que utiliza en diferentes actividades en la vivienda.).

Podemos resumir en este primer componente “Mano de obra del sistema de producción de Don Wilson” haciendo una representación en porcentaje del mismo.

Cuadro 1. Ingresos de mano de obra

| Mano de obra | Frecuencia | Porcentaje |
|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Mercado de mano de obra | 208 | 29.17% |
| Familia de Don. Wilson | 505 | 80.65 % |
| Total disponible | 713 | 100% |

**Gráfico 1. Ingreso de mano de obra**

Como se puede observar en el cuadro, gráfico 1, la mayor parte de la mano de obra empleada en el sistema de producción agropecuario: familiar en un 80.65 % y solo el 29.17 % es contratada, usualmente son personas del mismo barrio, que trabajan casi siempre con Don Wilson.

Cuadro 2. Egresos de la mano de obra por rubro

| Rubro | Cantidad | Porcentaje |
|--------------------------|-----------------|-------------------|
| Mora | 234 | 32.82% |
| Frutales caducifolios | 16 | 2.24% |
| Cultivos de auto consumo | 10 | 1.40% |
| Cuy | 136 | 19.07% |
| Codornices | 160 | 22.44% |
| Pollos | 17 | 2.38% |
| Hogar | 140 | 19.64% |
| Total disponible | 713 | 100% |

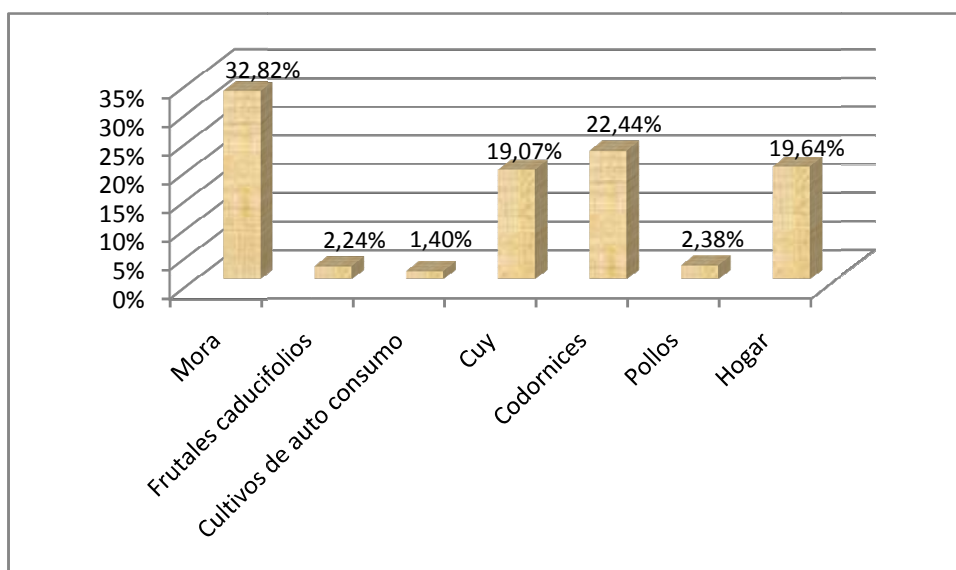


Grafico 2. Mano de obra para cada cultivo

Analizando este componente se tiene que: todas las actividades que se realiza dentro del predio ocupa mano de obra. La mano de obra para la producción de moras es 32.82%, ocupa el mayor número de jornales, seguido por los frutales con 2.24% y por último cultivos de auto consumo 1.40 %. En las actividades pecuarias se emplea 309 jornales que representa el 39.46% de mano de obra anual empleada para la producción de cuyes, codornices y pollos.

Tanto los cultivos como las actividades pecuarias ocupan casi la totalidad de la mano de obra, restando un pequeño porcentaje que se lo emplea generalmente en los quehaceres domésticos de la casa.

b. Distribución de la tierra por cultivo dentro del predio

Como podemos observar en la Fig. 2, el predio tiene una extensión total de 1.27 hectáreas. De las cuales 1.21 ha están ocupadas por los cultivos agrícolas con 1.05 para la mora, 0.12 ha para frutales, 0.035 ha para cultivos de auto consumo y finalmente para el rubro pecuario 0.040 ha de forraje.

La vivienda junto con el galpón de cuyes y codornices ocupa un espacio de 0.02 ha dentro del predio.

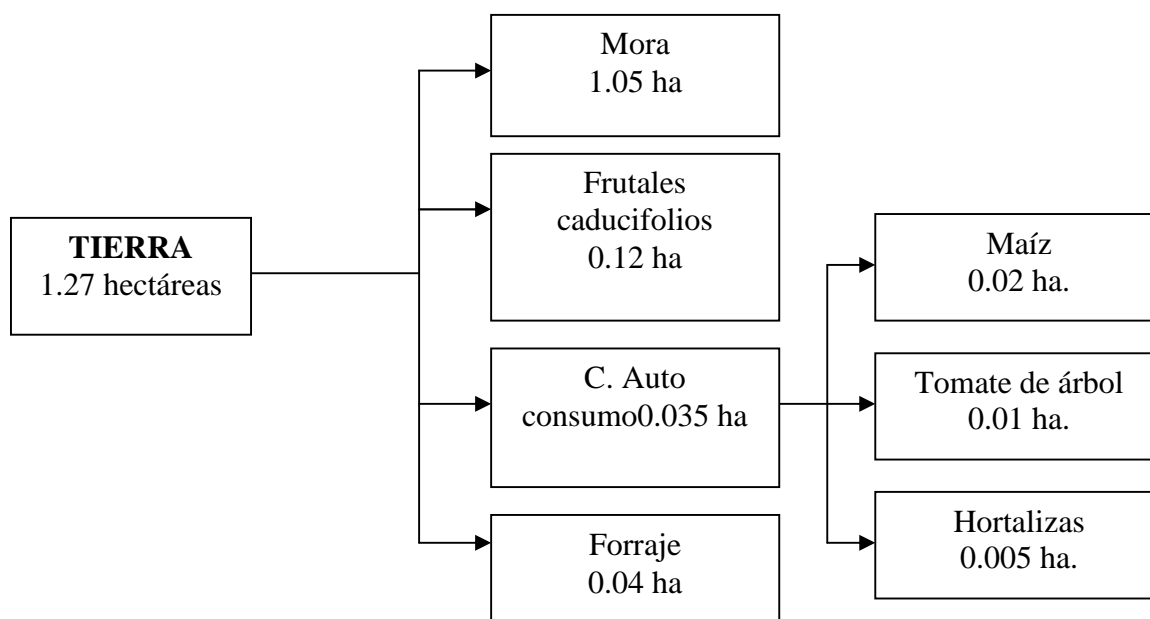


Fig. 2 Distribución de la tierra por cultivos

El cultivo de la mora con 1.05 ha, es el de mayor extensión dentro de los cultivos agrícolas, los frutales caducifolios con 0.12 ha y los cultivos de auto consumo 0.035 ha. En la parte pecuaria con 0.04 ha. El rubro tierra lo podemos resumir en forma porcentual de la siguiente manera:

Cuadro 3. Distribución de la tierra por cultivos

| Rubro | Área | Porcentaje |
|-------------------------|----------|------------|
| Mora | 1.05 ha | 84.34 % |
| Frutales caducifolios | 0.12 ha | 9.64% |
| Cultivos de autoconsumo | 0.035 ha | 2.81% |
| Forraje | 0.04 ha | 3.21 % |
| Total | 1.25 ha | 100 % |

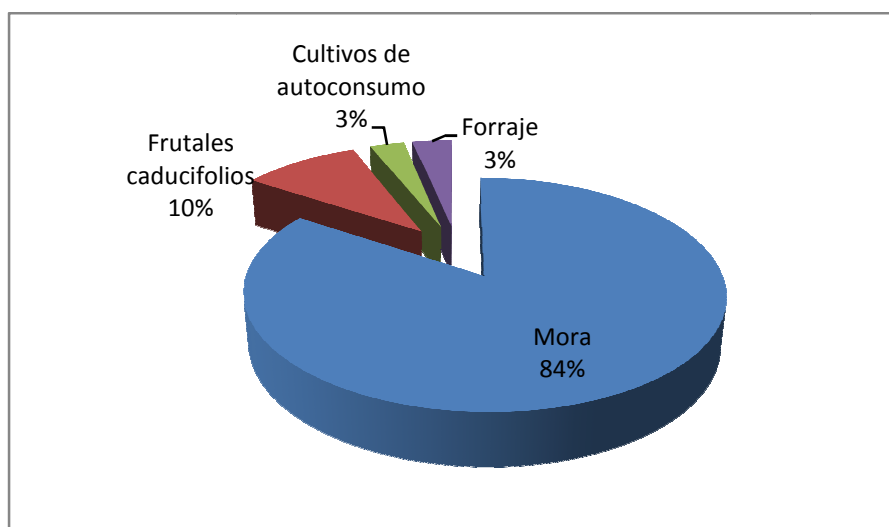


Gráfico 3. Distribución de la tierra por cultivos

Al analizar el segundo componente del sistema de producción se tiene que: la tierra en ha, se ha distribuido en 2 partes para cultivos, y forraje. Asigna el 84.34 % de tierra para el cultivo de la mora, por ser el de mayor rentabilidad, el 9.64 % para los frutales caducifolios y el 2.81 % para los cultivos de auto consumo.

En 0.04 ha de forraje en una mezcla de ryegrass, trébol morado y alfalfa, mantiene 80 cuyes en producción. Es importante considerar que el productor mantiene alfalfa, entre las hileras de mora y frutales caducifolios, esta es una práctica usual en el sistema de producción de Don Wilson.

c. Dinero

Uno de los principales componentes del sistema de producción es el dinero, haciéndose indispensable un análisis del mismo.

1) Ingresos del sistema

En lo que se refiere a ingresos, estos únicamente proviene del “mercado de productos”, por concepto de ventas de la producción generada por cada uno de los subsistemas.

Cuadro 4. Ingresos generados por los subsistemas

| Subsistema | Ingreso | Porcentaje |
|--------------------------|---------------------|--------------|
| Mora | \$ 7356.8 | 35.45 % |
| Frutales | \$ 597.46 | 2.91 % |
| Cultivos de autoconsumo | \$ 200 | 0.97 % |
| Cuy | \$ 4320 | 21.02 % |
| Codornices | \$ 8078.52 | 39.31 % |
| Total de Ingresos | \$ 20552.784 | 100 % |

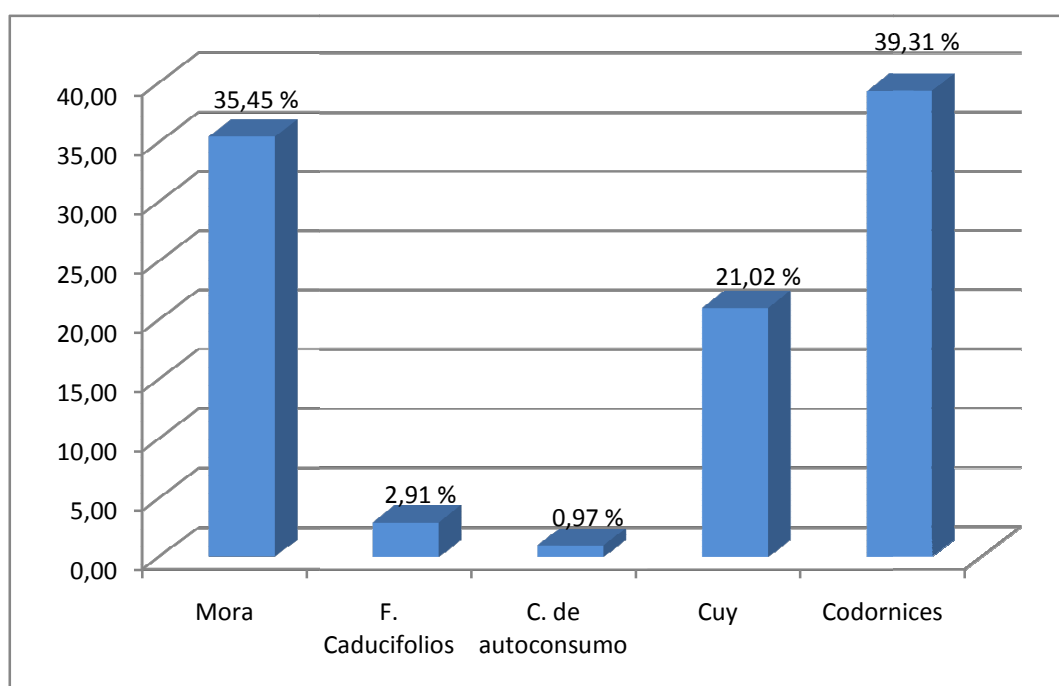


Gráfico 4. Ingresos del sistema

De lo observado, en el análisis sobre los ingresos, vemos que únicamente y exclusivamente son los subsistemas los que generan dinero, y dentro de estos en mayor porcentaje es las codornices con el 39.31 % pero hay que considerar que su implementación y manejo es elevada, seguido por la producción de moras: 35.45 %, cuyes: 21.02 %, frutales caducifolios: 2.91 % y cultivos de auto consumo: 0.97 %, con esporádicas ventas de tomate de árbol.

2) Egresos del sistema

Los gastos productivos que se realizan en el sistema están distribuidos en cuatro rectángulas. El gasto total de dinero asciende a \$ **18560.84**, y se desglosa de la siguiente manera:

▪ Gastos productivos

Son gastos utilizados, para la producción de los subsistemas, es de \$ 13602.84 en un año y son: insumos, mano de obra, impuestos y arriendo de maquinaria

Cuadro. 5 Gastos productivos

| Concepto | Valor | Porcentaje |
|------------------------|-------------|------------|
| Insumos | \$ 12999.84 | 95.57% |
| Mano de obra | \$ 208 | 1.57% |
| Arriendo de maquinaria | \$ 20 | 0.15% |
| Impuestos | \$ 375 | 2.76% |
| Total de gastos | \$ 13602.84 | 100% |

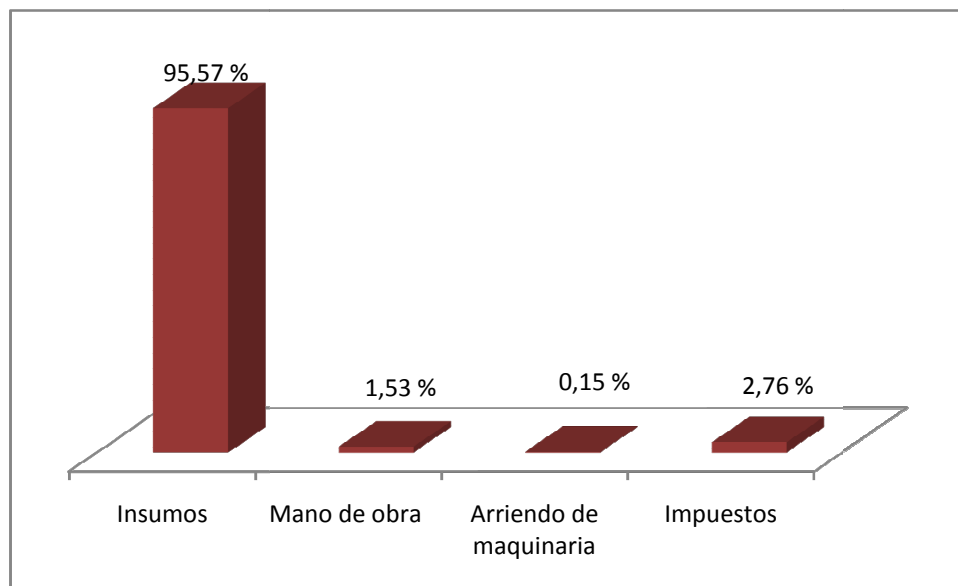


Gráfico 5. Gastos productivos

Como se puede observar, en el cuadro y grafico 5, los gastos productivos que se realiza en el sistema es de \$ 12974.84, donde el 95.75 % se destina para los insumos productivos, el 2.76 % para pago de impuestos, el 1.53 % para la mano de obra, y el 0.15 % para arriendo de maquinaria, ya que la mayoría de cultivos son perennes.

Además podemos presentar los gastos realizados en el sistema de producción por cada uno de los rubros.

Cuadro 6. Gastos de insumo por cada uno de los rubros

| Rubro | Valor | Porcentaje |
|--------------------------|-------------------|--------------|
| Parte agrícola | | |
| Mora | \$ 4413.07 | 33.95 % |
| Frutales caducifolios | \$ 302.6 | 2.33 % |
| Cultivos de auto consumo | \$ 119.025 | 0.92 % |
| Parte pecuaria | | |
| Cuyes | \$ 1197.64 | 9.21 % |
| Codornices | \$ 6967.5 | 53.60% |
| Total de gastos | \$12999.84 | 100 % |

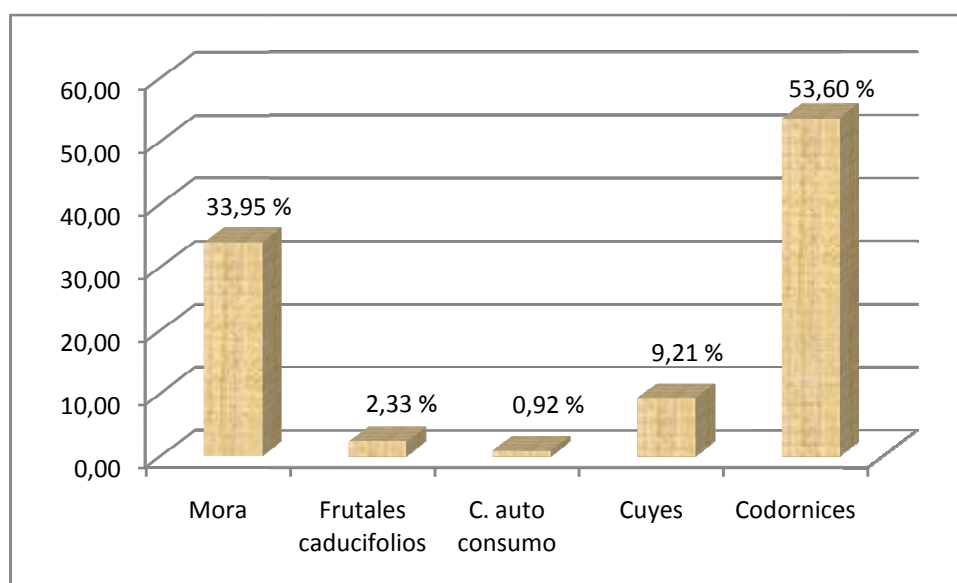


Gráfico 6. Gastos de insumo por cada rubro

En base a la tabla 6 podemos observar que el 53.60 % del total de gastos productivos se destina a las codornices, el 33.95 %, para la producción de moras y el 9.21%, para la producción de cuyes y en menor escala para los frutales caducifolios y los cultivos de auto consumo con el 2.33% y 0.92 % respectivamente. Es decir que la parte agrícola tiene un gasto menor que la parte pecuaria.

▪ Gastos Personales

Los gastos de Don Wilson y su familia en cuanto: vestido, alimentación, educación y transporte asciende a (\$ 4958);

Cuadro 7. Gastos personales

| Gastos | Valor | Porcentaje |
|------------------------|----------------|-------------------|
| Alimentación | \$ 2552.5 | 58.57 % |
| Educación | \$ 925.5 | 12.05 % |
| Transporte | \$ 520 | 7.34 % |
| Vestido | \$ 960 | 22.03 % |
| Total de gastos | \$ 4958 | 100 % |

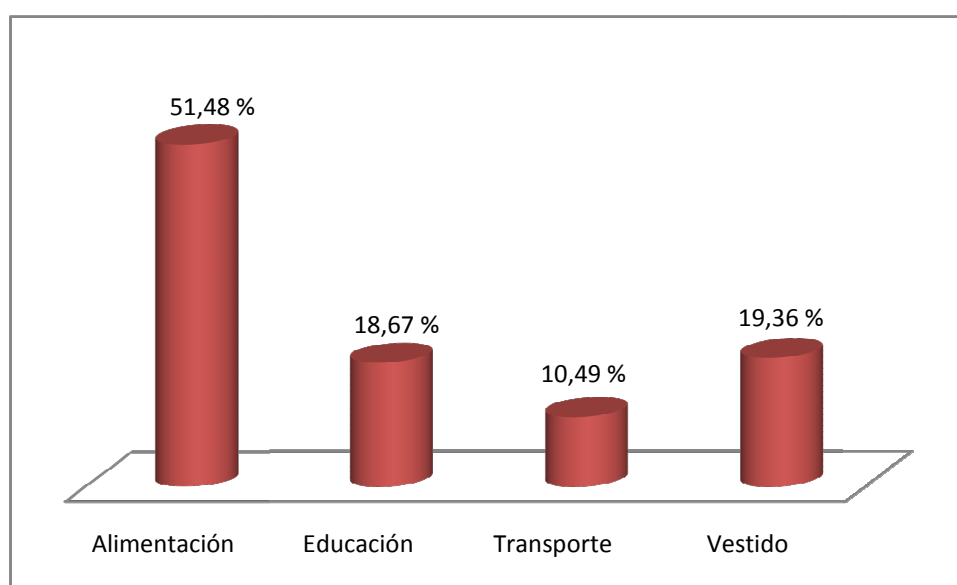


Gráfico 7. Gastos personales

Don Wilson y su familia dedican una buena parte de sus ganancias (\$ 4958): en alimentación (\$ 2552.5), en educación (\$ 925.5), transporte \$520 y en vestido (\$ 960). Es necesario indicar que de la ganancia anual total que Don Wilson obtiene de su sistema de producción acostumbra ahorrar en el banco aproximadamente el 45.2 % (\$ 900) y el resto para gastos del hogar e imprevistos.

En la Fig. 3 tenemos una descripción detallada de los ingresos y egresos que se produce por diferentes conceptos, durante el año, en el sistema de producción de Don Wilson. En el rectángulo central podemos observar el monto total de los ingresos (\$ 20552.784) y de egreso (\$18560.84), la rentabilidad total generada durante todo el año, en el sistema, asciende a (\$1991.94). Se excluyen los pagos de préstamos. Del análisis de este rubro, es necesario anotar lo siguiente:

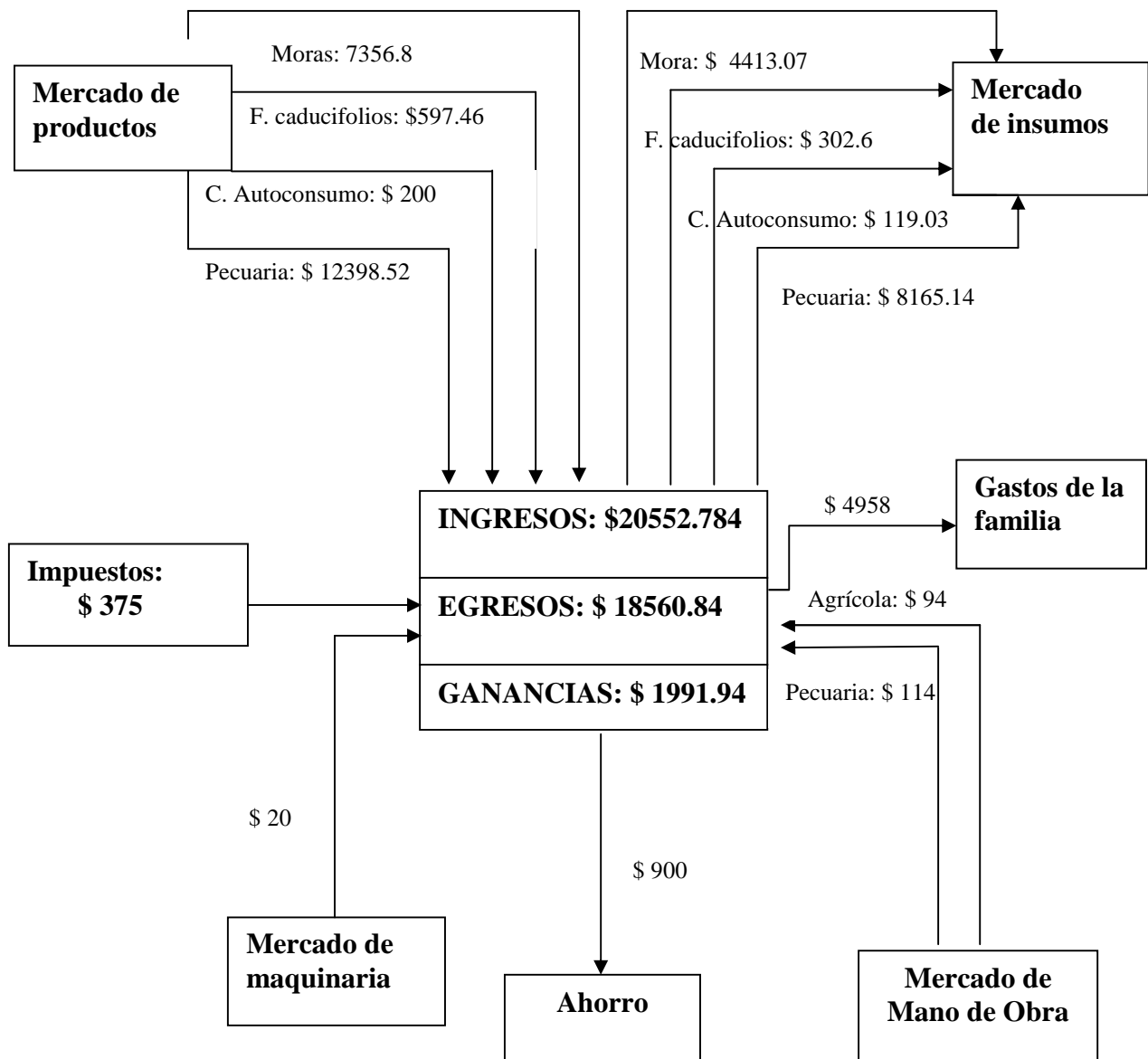


Fig. 3 Administración de dinero por rubros

Los ingresos que Don Wilson obtiene en su sistema de producción son secuenciales, lo que le permite de cierta manera disponer permanentemente de capital para utilizarlo cuando se presenten gastos previstos del hogar y de los subsistemas. Como podemos observar la suma de dinero que Don Wilson maneja son apreciables, lo cual hace suponer que sus sistemas de producción está en franco desarrollo, permitiendo de cierta manera mejorar el nivel de toda la familia.

En lo referente a los egresos vemos que la mora tiene un rubro alto de gastos debido principalmente a su extensión de cultivo, a la cantidad de insumos y mano de obra empleada.

La rentabilidad obtenida de este sistema al final del año es muy buena a pesar de que existe gastos elevados, necesarios para sacar adelante los diferentes subsistemas lo que ha permitido a esta familia año tras año obtener satisfacciones en sus sistema de producción y muchas veces ser imitado por sus vecinos.

d. Subsistema Agrícola

1) Cultivo de mora (*Rubusglaucus B*)

Dentro del sistema de producción agrícola, el cultivo de mora ocupa el primer lugar de todas las actividades. Así mismo absorbe recursos y extensión de terreno por lo tanto se presenta como el más rentable.

▪ Preparación del suelo

Cuando recién se instaló la plantación se realizó una labranza convencional, es decir una arada y se complementa con la rastra y nivelada.

▪ Plantación

Las dimensiones que utilizan para los hoyos son 30x30x30 cm.

- **Densidad**

Con una densidad de 2m. entre planta y 3 m. entre hilera.

- **Fertilización orgánica - química**

Al momento de la siembra, en los hoyas se aplicó 2 kg de compost mas 100 gr de 10-30-10, mezclan con el suelo se procede a realizar la plantación. Para el mantenimiento del cultivo, el agricultor aplica 858 kg, de los cuales 810 kg de materia orgánica que se aplica cada seis meses de 405 kg en cada una, mas 48 kg de fertilizantes químicos (mezcla de nitrato de potasio, sulfatos. 10-30-10 mas nitrato de magnesio), que fueron aplicados cada 15 días en una dosis de 1.85 kg por fertirriego.

- **Labores de la corona**

Se realiza la labor del metro con la finalidad de eliminar malezas que compiten con el cultivo. Una vez por ciclo

- **Sistemas de conducción**

Se considera el tutoreo donde se aplica la conducción en forma vertical a las ramas primarias sobre los alambres, tipo espaldera simple de alambre sujetos a postes de cemento en la parte exterior y de chonta en el interior formando un sistema de espaldera.

- **Controles fitosanitarios**

Realizan 12 controles por año para prevenir el ataque araña roja, *Botrytis* sp., *Peronospora*, *Oidium* sp., se utiliza para su control: fosfito potásico, iprodione (*Botrytis*), penconazole (*Oidium*) y para araña roja como el hexythiazox.

- **Riego**

El riego se realiza una vez por semana y cada quince días se hace una aplicación con mezcla de fertilizantes (nitrato de potasio, sulfatos, 10-30-10 mas nitrato de magnesio)

- **Podas**

Le considera una actividad muy importante, ya que él, observa que al realizarla mejora la productividad y sanidad del cultivo. Se realiza una poda cada mes. La poda de producción se realiza los cortes de las ramas que han terminado de producir, a esta se deja un tocón de dos yemas basales, de la cual para el próximo ciclo tendremos nuevas ramas de producción llegando a tener producciones cada 8 días.

- **Cosecha, rendimiento, destino de la producción y Comercialización**

La cosecha se realiza manualmente y su rendimiento es de 6150 kg/ha/año de los cuales el 68 kg es para el consumo de la familia y 6082 kg para la venta.

La venta, inicialmente fue a intermediarios, pero abrió un nuevo canal de comercialización con Distrifrut, empresa que recoge la mora semanalmente en tarrinas de 250 gr a un precio de 0.40 dólares por tarrinas y cuando la producción de la semana es buena entrega también a Planhofa en Ambato, 1.30 dólares el kilogramo esto puede variar según el mercado.

- **Costos de producción**

En el anexo 4, se puede observar los costos de producción para una ha de mora.

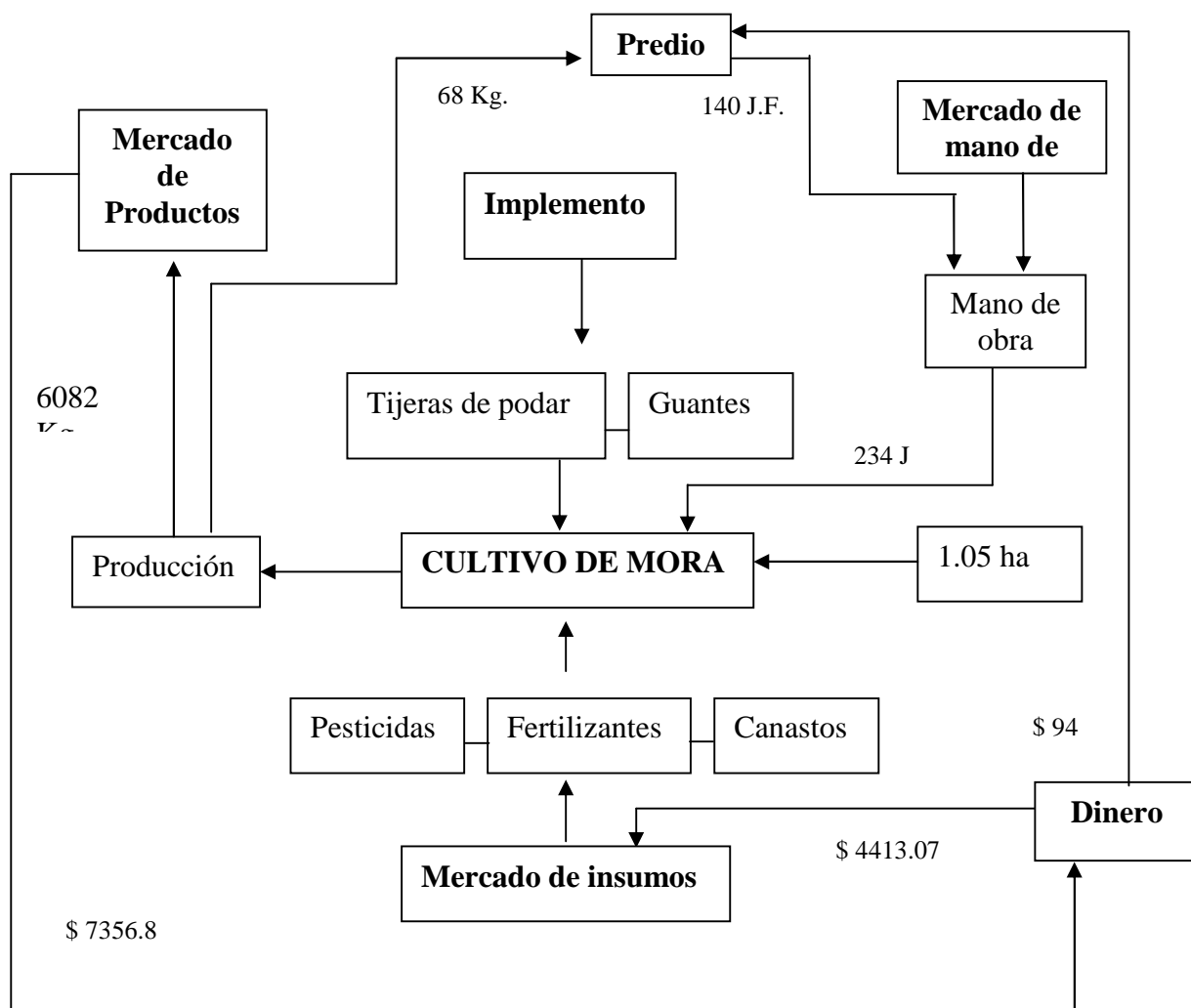


Fig. 4 Subsistema del cultivo de la mora

2) Cultivo de los frutales caducifolios

Aquí incluiremos a la manzana emilia (*Malus comunis*) y reina claudia (*Prunus domestica*.) Es el segundo cultivo de importancia en este sistema.

▪ Preparación del suelo

La preparación del terreno se basa en una labranza convencional, es decir una arada y se complementa con la rastra y nivelada.

- **Plantación**

La densidad de plantación es de de 4 x 3 m. entre hileras y plantas.

- **Fertilización orgánica - química**

En los hoyas se aplica 4 kg de compost mas 200 gr de 10-30-10, mezclan con el suelo y se procede a plantar. Para el mantenimiento, el agricultor manifiesta que aplica 850 kg compost aplicados luego de la labor del metro junto con la fertilización química de 50 kg de 10-30-10. La aplicación del nivel recomendado los fertilizantes lo hace tres veces en el año:

- 1.- En estado de dormancia,
- 2.- En hinchamiento de yema,
- 3.- En el desarrollo de los fruto.

- **Labores del metro**

Consiste en la eliminación de malezas de toda el área de goteo de cada planta. Que se ejecuta una vez al año.

- **Controles fitosanitarios**

Realizan 6 controles para prevenir el ataque *Venturia*, *Oidium*, Tiro de Munición, pulgones, utilizando controles preventivos como cobre mas azufre, caldo bórdeles neutralizado al 0.5 %, y controles curativo con difeconazol al 0.025%, benconazol al 0.1 %, benomil al 0.05%

- **Fertilización Foliar**

Esta actividad consiste en la aplicación de micro elementos en forma de quelatos como en el caso de boro en el momento de hinchamiento de yema, luego la aplicación de

hierro mas zinc para evitar las deficiencias foliares en el desarrollo del fruto y finalmente la aplicación de calcio para el engrosé y dureza del fruto. Todos estos quelatos se recomienda al 0.1% (100 cm³ cada aplicación).

- **Riego**

El riego se realiza en el momento que se ejecuta la poda y de ahí cada quince días durante su época de producción

- **Podas**

Esta actividad se ejecuta cuando la planta se encuentra en estado de dormancia que coincide con los meses de julio-agosto, esta actividad permite que la planta esté permanentemente activando nuevos órganos productivos como lamburdas, dardos, bolsas, ramilletes de mayo, lo cual permite tener producciones a año seguido.

- **Cosecha, rendimiento, destino de la producción y Comercialización**

Se realiza en los meses de febrero, marzo y abril dependiendo de la especie y variedad, se cosecha primero la reina claudia y luego la manzana emilia. El rendimiento es 9687 kg/ha y el 100% de esta producción se comercializa en el mercado mayorista de Ambato (Un caja pesa 20 kg).

- **Costos de producción**

En el anexo 5 se puede observar los costos de producción para una ha de mora.

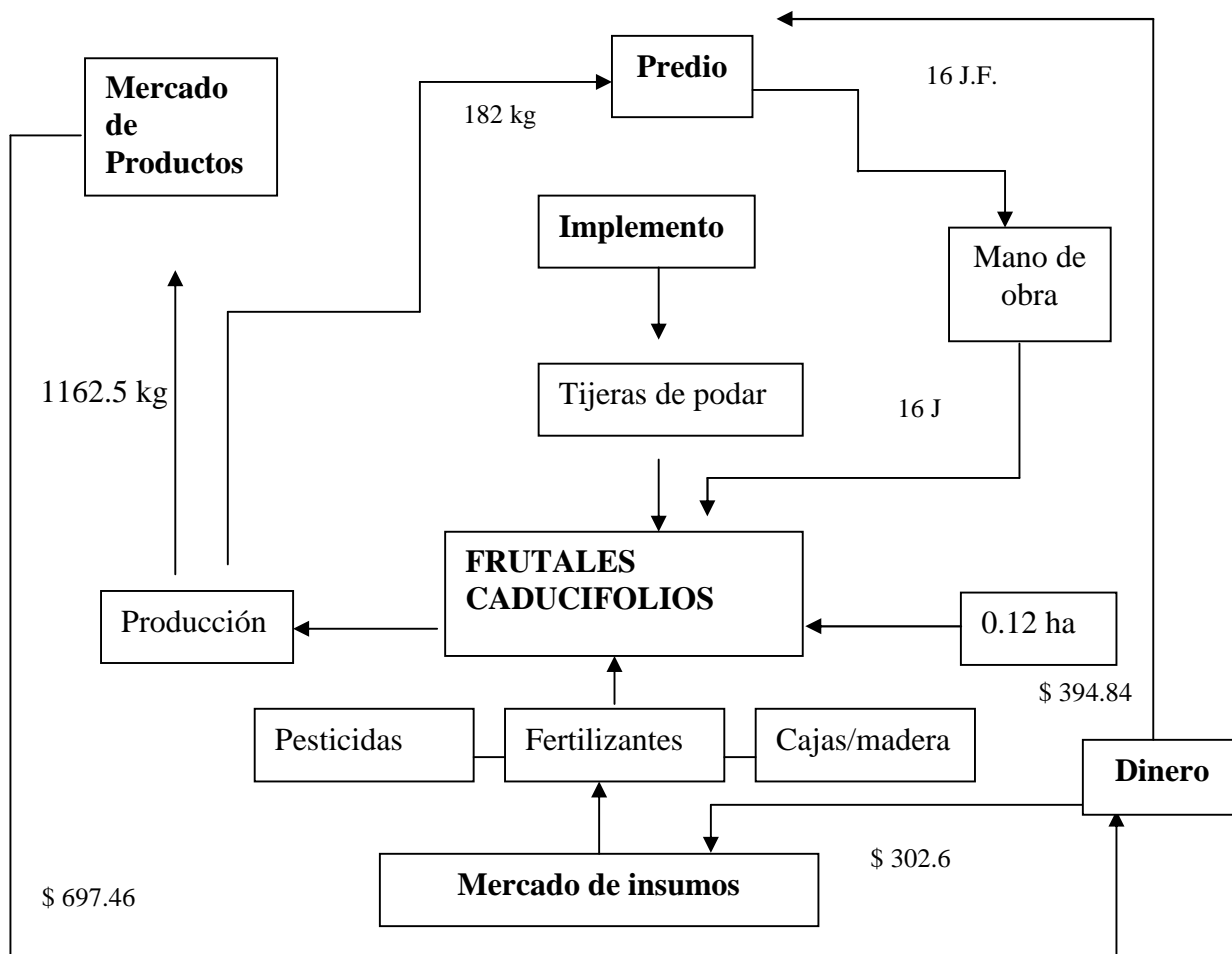


Fig. 6 Subsistema de frutales caducifolios

3) Cultivos de autoconsumo

Dentro de este grupo tenemos, al cultivo de maíz, hortalizas y tomate de árbol, agrupados debido a la reducida extensión de tierra que ocupa dentro del predio.

En estos cultivos la fertilización es orgánica con el compost preparado en el predio, en cuanto al control de plagas y enfermedades no se da tratamiento alguno.

La mano de obra utilizada es totalmente familiar y su producción se destina para la alimentación familiar y pecuaria así como los excedentes se venden en el mercado especialmente el tomate de árbol. Dentro de estos cultivos sobresale el maíz es por eso que se considerara su costo de producción, en el anexo 6.

e. Subsistema pecuario

1) Producción de cuyes

Para criar cuyes se, utiliza el tipo de crianza tecnificada, con el siguiente manejo

▪ Lactancia y destete

El productor considera a esta etapa solo tres semanas y procede al destete, donde los agrupa por sexo, edad, tamaño en pozas y les vacuna contra los parásitos, en una dosis de 2ml por cada cuy.

▪ Recría

En esta etapa se mantiene a los gazapos hasta las 10 semanas tiempo en el cual obtienen un peso superior a 1000 gr y están listos para la venta. Los de mejor desarrollo son separados a otras pozas para ser los nuevos productores.

▪ Empadre

El empadre se realiza cuando las hembras tienen tres meses y los machos cuatro meses, en pozas con ocho a uno

▪ Sanidad

En aspectos de sanidad, se realizó una vacuna a los cuyes contra Salmonella, en cuanto a piojos no hubo presencia

▪ Alimentación

La alimentación de los cuyes es sobre la base del forraje (alfalfa, ryegrass, hoja de maíz

y hortalizas) complementada con balanceado (mezcla de afrecho, maíz partido, harina de arveja y habas) y se proporciona en la mañana y la tarde.

- **Comercialización**

La venta se realiza en finca, como pie de cría: \$ 3.5, o cuando alcanzan un peso de 1000 gr a 5 dólares a Randiphac, empresa Riobambeña que exporta cuyes al vacío. También los cuyes de descarte se venden a 8 dólares con un peso 1900-2100 gr.

- **Costos de producción**

En el anexo 7 se puede observar los costos de producción de cuyes.

2) **Producción de codornices**

La producción de codornices, se realiza en un área de 18 m³, en el se cual mantiene 778 codornices, a las cuales se les da el siguiente manejo:

- **Alimentación**

La alimentación se basa en balanceado que se proporciona en la mañana y en la tarde.

- **Sanidad**

Debido a que son muy delicados cuya temperatura promedio es de 18-26 ° C, al bajar les hace daño, se enferman de gripe y se suministra un antibiótico mas vitaminas.

- **Recolección de huevos**

Esta actividad se realiza en las tardes, en cartones de 505 huevos, los huevos pequeños y rotos son destinados para la alimentación de la familia.

▪ Comercialización

La comercialización se realiza semanalmente, al Ing. Salazar o a su cuñada a un precio 14.5 dólares en promedio por caja de huevos, la cual contiene 505 huevos. Su producción destinada para la venta es de 269284 huevos al año y 1460 para el consumo.

▪ Costos de producción

En el anexo 8 se puede observar los costos de producción de codornices

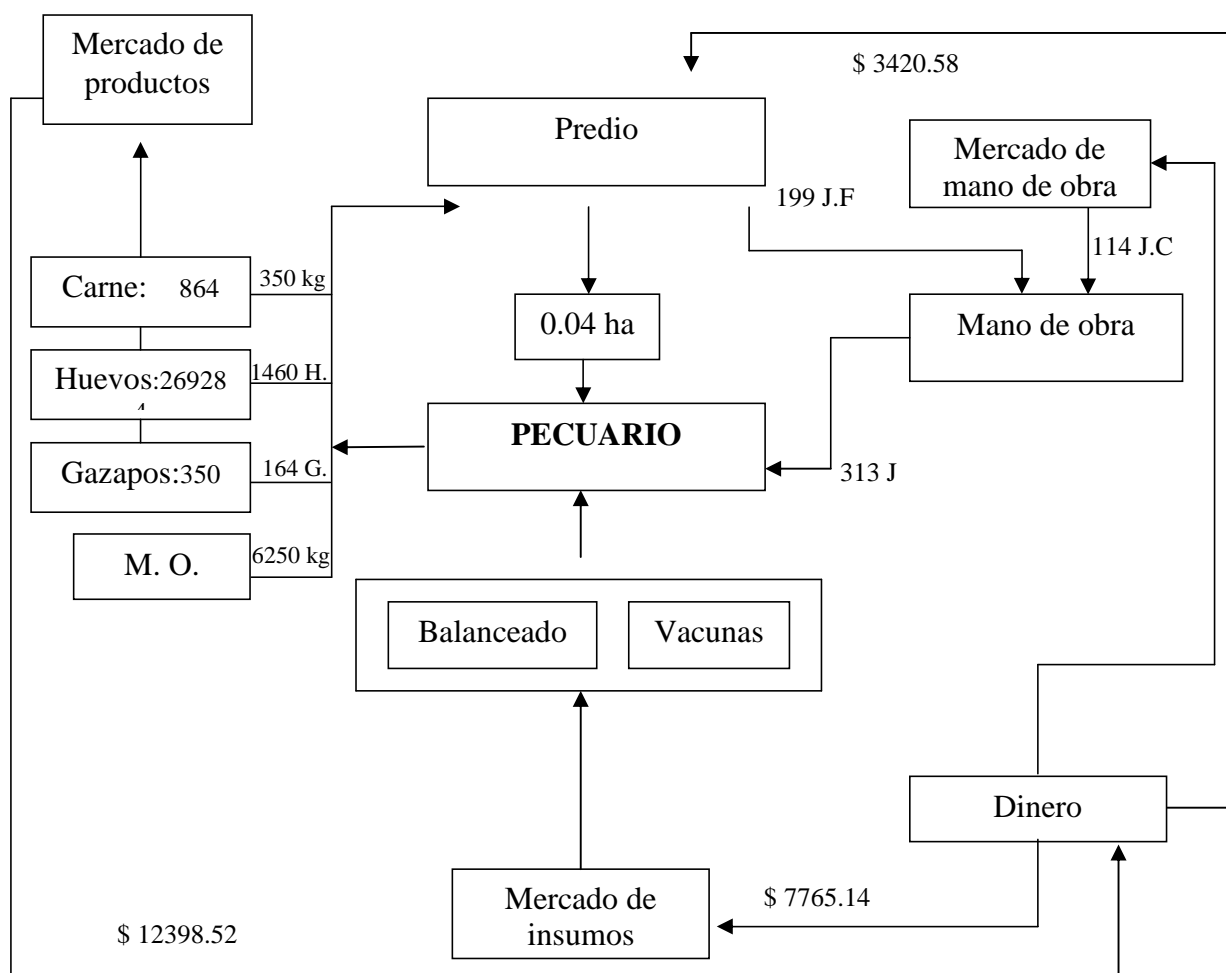


Fig. 6 Subsistema pecuario

3) Producción de pollos

La producción anual es de 60 pollos cuya producción fue de 350 kilogramos destinada en su totalidad para el autoconsumo. La alimentación se realiza con maíz del predio o comprado y complementa con lo que encuentran en el predio. Esta producción se realiza con la renovación de pollos cada tres meses.

En el subsistema pecuario (Fig. 6), representado por la producción de aves y cuyes y pollos. Donde se puede observar que hay un ingreso económico de parte de la producción de cuyes y codornices ya que la producción de pollos es solo para el autoconsumo.

B. MODELO ORIGINAL

Los resultados obtenidos para el problema de programación lineal planteado en este estudio se presenta en el Cuadro 1, en donde se puede observar que la solución final es la maximización de beneficios en USD 5554.75 durante un año. La maximización de beneficios del hogar se cumple, luego de que se han considerado todas las condiciones de sobre vivencia explicadas en las respectivas restricciones.

Para obtener este beneficio los hogares mantienen el componente de producción de mora que se encuentra representado por la plantación de 1,05 h; para lo cual, utilizan el 93.77% de materia orgánica y 6.23 % de fertilizantes edáficos, la fertilización foliar se realiza quincenalmente (1.26 kg), la mano de obra en su mayoría es proporcionada por la familia y el 40% contratado, se realiza 12 aplicaciones, una cada mes para controlar: *Botrytis* sp., *Oidium* sp. y *Peronospora*. También se hace un control para araña, dos veces por año. La producción de mora es de 6150 kg/año, de esto los 6082 kg se destina para la venta es decir el 98.9 % y el consumo de este producto es mínimo en los hogares de esta zona alcanza los 68 kg que es el 1.1%, para una familia de cinco personas como promedio.

El componente de producción de los frutales caducifolios, que se encuentra representado por un cultivo intercalado entre manzana emilia, reina claudia en un área

de 0.12 ha; para lo cual, utilizan 16 jornales, siendo en su totalidad proporcionada por la familia, se realiza tres fertilizaciones al edáficas en el año en: agostamiento, hinchamiento de yemas y en el desarrollo del fruto, donde el 94.4 % es materia orgánica y el 5.56% corresponde a la fertilización química, se realizan seis controles fitosanitarios para prevenir *venturia*, *oidium*, tiro de municiones y pulgones para lo cual aplican cobre mas azufre, caldo bórdeles neutralizado al 0.5 %, y controles curativo con difeconazol al 0.025%, topas al 0.1 %, benomil al 0.05%. La producción de este rubro se da una vez por año, alcanza los 1162.44 kg en 0.12 ha. De los cuales 980.44 kg se destina para la venta (84.34 %) y su consumo familiar es mínimo: 182 kg (15.66 %)

El componente de producción de cultivos para autoconsumo (maíz, papas, acelga, col, brócoli y cebolla) está representado por la siembra de 0.035 ha, para lo cual utilizan 5 jornales, únicamente de la mano de obra familiar. La utilización de los productos de autoconsumo alcanza solo para la utilización del hogar y el consumo pecuario (alimento de los cuyes), ya que se produce sólo 139.83 kg en una época de un año.

El componente de producción mantiene 778 codornices en producción, con las cuales la venta de los huevos producida alcanza a 269284 huevos durante un año. Con una producción promedio de 0.95 huevos/codorniz/día. La mano de obra utilizada en esta actividad es 110 jornales familiares y 47 contratados, es decir 156 jornales por año. El consumo de huevos por parte del hogar es de 1460 huevos durante un año. Aquí se consideran los huevos pequeños y rotos

La producción de cuy ocupa 0.04 ha de pasto cuya área está incluida en los callejones entre los frutales. Con esto se mantienen 80 cuyes en producción, la venta del cuy producida alcanza a 864 kg durante un año. La mano de obra utilizada en esta actividad es en su mayoría la familia, alcanzando 136 jornales al año de los cuales 95 jornales familiares y 41 jornales contratados (corte del pasto y limpieza) El consumo de cuy por parte del hogar es mínimo: 16 kg durante un año.

La producción de pollos es utilizada básicamente para el autoconsumo en su totalidad. La cantidad de carne de pollo consumida por parte del productor y su familia haciende a 350 kg durante un año.

Cuadro 8. Maximización de beneficios para el sistema de producción original

| | Solución |
|---|-----------------|
| Mora (1.05 ha) | |
| X ₁ = hectáreas de mora | 1.05 |
| X ₂ = consumo en kg | 68 |
| X ₃ = fertilización química-orgánica en kg | 900.9 |
| X ₄ = fungicidas en kg | 13.12 |
| X ₅ = Acaricidas en kg | 1.26 |
| X ₆ = Fertilización foliar en kg | 16.5 |
| X ₇ = mano de obra | 233 |
| Frutales caducifolios (0.12 ha) | |
| X ₈ = hectáreas de frutales | 0.12 |
| X ₉ = consumo en kg | 182 |
| X ₁₀ = fertilización en kg | 108 |
| X ₁₁ = fungicidas en kg | 4.29 |
| X ₁₂ = insecticidas en kg | 0.18 |
| X ₁₃ = fertilización foliar en kg / ha | 3.15 |
| X ₁₄ = mano de obra familiar para frutales | 16 |
| Autoconsumo (0.035 ha) | |
| X ₁₅ = hectáreas de cultivos autoconsumo | 0.035 |
| X ₁₆ = consumo en kg | 130 |
| X ₁₇ = semilla en kg | 1.05 |
| X ₁₈ = fertilizante en kg | 30 |
| X ₁₉ = preparación del suelo en horas | 0.14 |
| X ₂₀ = mano de obra familiar | 5 |
| Codornices | |
| X ₂₁ = número de codorniz | 778 |
| X ₂₂ = consumo de huevos | 1460 |
| X ₂₃ = venta de huevos | 269284 |
| X ₂₄ = Vitaminas en kg | 31.12 |

| | | |
|---|-----------------------|--------|
| X ₂₅ = | Balanceado en kg | 5694.9 |
| X ₂₆ = | mano de obra | 156 |
| Cuyes | | |
| X ₂₇ = | número de cuyes | 80 |
| X ₂₈ = | consumo en kg | 16 |
| X ₂₉ = | venta en kg | 864 |
| X ₃₀ = | forraje en kg | 1765.6 |
| X ₃₁ = | balanceado en kg | 525 |
| X ₃₂ = | mano de obra | 136 |
| Pollos | | |
| X ₃₃ = | número de pollos | 60 |
| X ₃₄ = | consumo en kg | 350 |
| X ₃₅ = | alimento en kg | 546 |
| X ₃₆ = | mano de obra familiar | 17 |
| Maximización de Beneficios = USD 5554.75 dólares en un año | | |

Como se puede apreciar en el Anexo 9, la mayor rentabilidad (precio sombra) está dada por el cultivo de mora y frutales caducifolios (manzana y claudia). En el caso de la producción de mora, si las condiciones fueran favorables para aumentar la superficie de este cultivo, los ingresos se incrementarían en USD 3446.42 por cada hectárea que se incremente.

Algo similar ocurriría con los frutales caducifolios, con la cual los ingresos se incrementarían en USD 3015.39 por cada hectárea que se aumente.

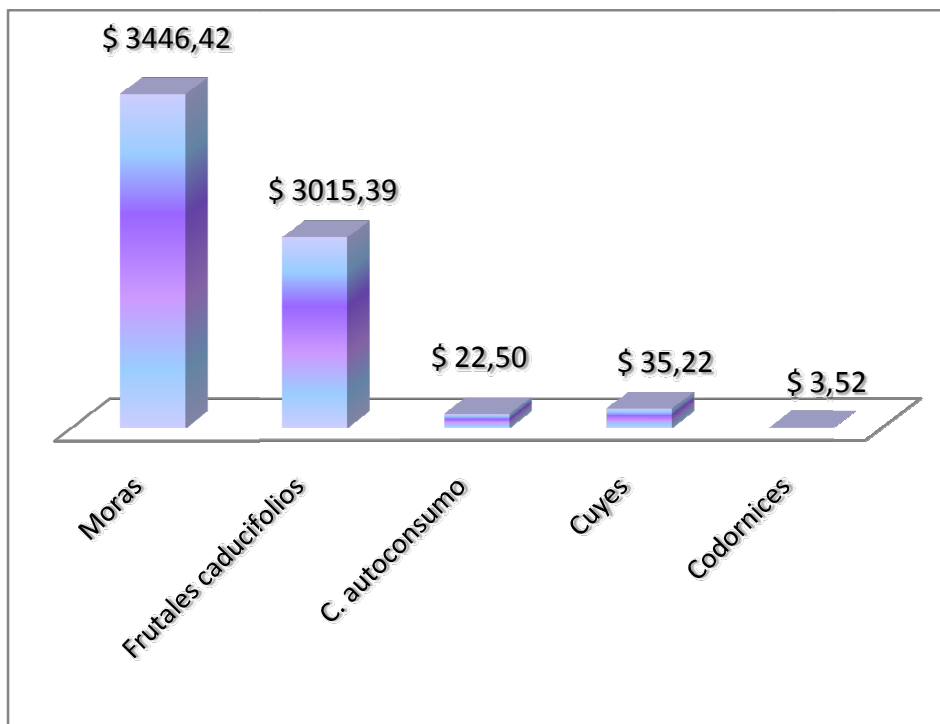


Gráfico 8. Precio sombra del modelo original

Discusiones: Si bien el cultivo de mora presenta un incremento considerable en el máximo beneficio en comparación al máximo beneficio que se obtiene con la producción de frutales caducifolios, es importante tomar en consideración que el precio de venta del kg de mora en el mercado es muy variable debido a la fluctuación de la oferta y demanda que ocurre en julio y diciembre por el ingresos de Chillanes (Bolívar) y El corazón (Cotopaxi), por lo cual los agricultores deben asociarse entre ellos para comercializar, con empresas que pagan los precios permanentes todo el año.

Además, los productores de mora no incrementan su área, debido a problemas fitosanitarios como Peronosphora, luego Botritis y Oidium en menor escala, considerados factores para los bajos rendimientos. A esto le adicionamos los altos costos de los insumos, debido a que las casas comerciales ofertan productos innecesarios y de elevado costo. Caso similar sucede con los frutales caducifolios, donde su alto precio sombra se debe a que en los meses de producción las importaciones bajan de 3000TM a 1000TM, lo que permite vender nuestra fruta a buen precio, pero los productores no incrementan su área de producción, porque el tamaño de sus predios son pequeños y requieren mayor área para su producción, además, empiezan a producir a

partir del tercer año por lo cual hay que tener los recursos durante este tiempo.

La producción de cuyes contribuye a maximizar los ingresos del productor y su familia, constituyendo una parte importante en la alimentación de la familia y mejoramiento del suelo (compost), especialmente para el cultivo de la mora. En el caso de que el productor decidiera incrementar la producción de cuyes, los ingresos de éste se incrementarían en USD 35.22 por cada cuy adicional

Los cultivos para autoconsumo, la producción de codornices y pollos no contribuyen significativamente a maximizar ingresos del productor y su familia. Estos forman parte importante de la dieta alimenticia, como forraje para cuyes y obtención de subproductos como el compost por lo que deben ser tomados en consideración al momento de realizar cualquier tipo de mejora en este tipo de sistema.

Según la solución óptima encontrada para el modelo planteado, la mano de obra familiar disponible de 563 jornales por un período de un año, es suficiente para alcanzar los niveles productivos de mayor rentabilidad, ya que ésta alcanza para la producción de cuyes, codornices, autoconsumo, frutales caducifolios y para la producción de mora.

Para las restricciones relacionada con la superficie del sistema de producción se consideró un máximo de 1.21 ha, de los cuales la solución óptima reportó que el productor utiliza 1.05ha para la producción de mora, 0.12 ha para la producción de frutales caducifolios y 0.035 ha para la producción de cultivos de autoconsumo. No se consideró en este estudio la superficie ocupada para la producción de cuyes, ya que normalmente el productor los mantiene en espacios muy reducidos y separados.

C. OPTIMIZACIÓN ANTE NUEVAS CONDICIONES CREADAS

Posteriormente a la obtención de la solución óptima encontrada para el modelo que representa los procesos que practican los productores Yanahurco, se procedió a realizar cambios en algunos valores de restricciones y coeficientes de beneficios para determinar los resultados de optimización ante nuevas condiciones creadas. Solo se considera al cultivo de la mora por tener un área considerable y mayor rentabilidad:

- Variación del precio del kilogramo de mora
- Variación de la superficie de mora

1. Variación del precio del kg de mora

Dado que la producción de mora es una alternativa viable para el productor y su familia, y debido a que el precio del kilogramo de mora en el mercado varía progresivamente, se afectó el coeficiente del precio del kilogramo de mora, tanto para la venta como para el consumo, en un rango de USD 0.9 a USD 1.85 por kilogramo de mora, siendo el coeficiente original de USD 1.21 por kg.

Cuadro 9. Maximización de beneficios y precios sombra en el sistema de producción de Yanahurco al variar el precio del kg de mora

| | Precio sombra en USD por ha | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------|----------|
| | USD 0.90 | USD 1.21 | USD 1.85 |
| Producción de mora | 1539.92 | 3446.41 | 7382.40 |
| Producción de frutales | 3015.39 | 3015.39 | 3015.39 |
| Producción de autoconsumo | 14.10 | 14.10 | 14.10 |
| Producción de codornices | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| Producción de cuy | 35.22 | 35.22 | 35.22 |
| Beneficios (USD en un año) | 3574 | 5554.75 | 9644 |

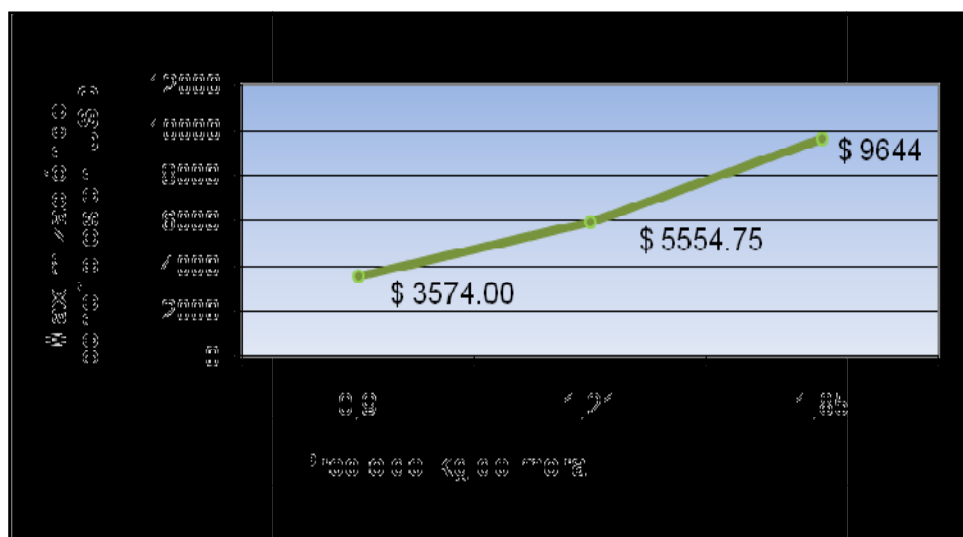


Grafico 9. Variación del precio del kilogramo de mora

Es importante destacar que cuando el precio del kilogramo de mora baja hasta USD 0.9, el precio sombra de la producción de frutales caducifolios es \$3015.39, superior en un 95.81 % al precio sombra de la producción de mora (\$ 1539.92), lo que estimularía al productor a incrementar el cultivo de frutales caducifolios. Cuando el precio de la mora se establece en USD 1.21 los precios sombra de la producción de frutales, autoconsumo, cuyes y codornices son los establecidos en el modelo original y cuando el precio del kilogramo de mora se incrementa hasta USD 1.85, el precio sombra de la producción de mora es de \$ 7382.4, supera en 144.82 % más que el precio sombra de la producción de frutales. Este incremento en la producción de mora resultaría riesgoso, ya que se incrementaría sus beneficios; sin embargo, no se debe olvidar los problemas que acarrea el cultivo como tal y los problemas de mercado.

Los resultados obtenidos en el Cuadro 9, grafico 9, al variar el precio del kilogramo mora de en el modelo original, indican que los máximos beneficios que pueden alcanzar el productor y su familia tienen una tendencia lineal; es decir, a medida que se incrementa el precio del producto, los beneficios también se incrementan, desde USD 3574 cuando el precio es de USD 0.9 el kilogramo, hasta un beneficio de USD 9644 cuando el precio se incrementa a USD 1.85 el kg. Es importante señalar que se mantienen constantes los componentes del sistema, es decir el cultivo de frutales caducifolios, los cultivos de autoconsumo, el número de codorniz, producción de cuye y pollos.

2. Variación de la superficie de mora

Para el análisis de este escenario se considera los pequeños productores, con un áreas de 0.5 ha, grandes productores de mora con 2 ha y los productores medianos se encuentran representados por el modelo original de Don Wilson, donde se mantiene constante los demás subsistemas.

Cuadro 10. Maximización de beneficios y precios sombra en el sistema de producción de Yanahurco, al variar la superficie de mora.

| | Precio sombra en \$ por ha | | |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------|---------------|
| | 0.5 ha | 1.05 ha | 2 ha |
| Producción de mora | 3446.41 | 3446.41 | 3446.41 |
| Producción de frutales | 3015.39 | 3015.39 | 3015.39 |
| Producción de autoconsumo | 14.10 | 14.10 | 14.10 |
| Producción de codornices | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| Producción de cuy | 35.22 | 35.22 | 35.22 |
| Beneficios (USD en un año) | 3659.22 | 5554.75 | 9001.2 |

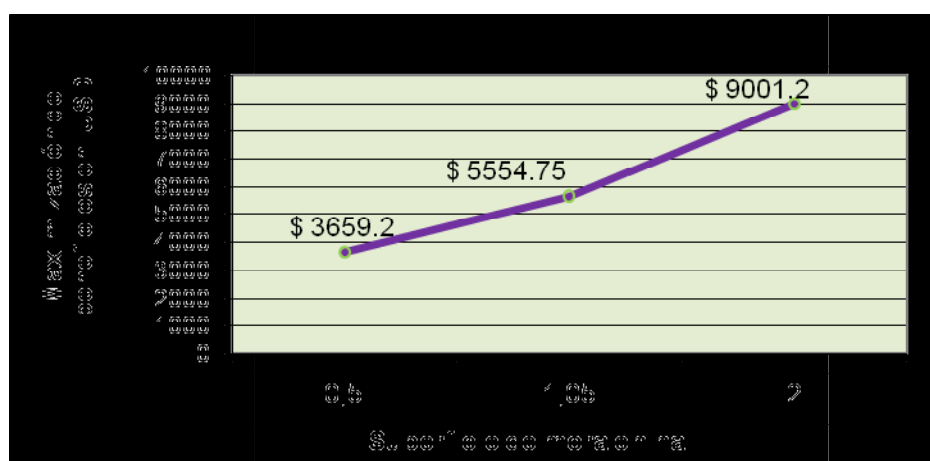


Gráfico 10. Beneficio neto al variar la superficie de mora

Al variar la superficie de mora (cuadro 10) en el modelo original, se puede observar, que los máximos beneficios que pueden alcanzar el sistema de producción, tienen una

tendencia lineal; es decir, a medida que se incrementa el área de mora, los beneficios también se incrementan, desde USD 3659.22, cuando la superficie es de 0.5 ha y \$ 5743.84 en 2 ha.

D. OPTIMIZACIÓN ANTE NUEVO ESCENARIO BIOECONÓMICOS

Aquí, se considerara el manejo integrado de plagas y enfermedades y con una adecuada nutrición de la planta y adecuadas – oportunas prácticas culturales. Para obtener este beneficio los productores Yanahurco, cantón Mocha (parte baja), provincia de Tungurahua, en el componente mora, deberán dar el siguiente manejo

1 Manejo adecuado de la nutrición de la planta

a. Fertilización Foliar

En la Fertilización Foliar se utiliza 9 kg /ha de Quelatos al 0.1 % (en tres aplicaciones),

- 1.- Quelato de Boro en desarrollo de yemas,
- 2.- Quelatos de Hierro mas Q de Zinc, mas Mn en desarrollo vegetativo
- 3.- Quelato de Calcio en desarrollo de Frutos.

b. Fertilización edáfica

Se debe aplicar 13000 kg /ha/ de materia orgánica bien descompuesta en forma de compost en dos aplicaciones por año, cada una de 6500 kg, mas 450 kg de fertilizante químico al suelo, en tres aplicaciones (150 kg): la primera, luego del periodo de cosecha, la segunda, en hinchamiento de yema o luego de la poda y la tercera en desarrollo del fruto)

2. Manejo integrado de plagas y enfermedades

Con un adecuado manejo integrado de plagas y enfermedades para ello se realiza los controles preventivos con cobres al (0.5%), azufres al (0.5%), caldo bórdeles neutralizado al (0.5%), a la parte foliar, antes y después de la poda.

Todo material vegetativo obtenido de la poda se debe recoger y sacar del huerto para evitar la contaminación de plagas y enfermedades (Peronospora, Botritis, Oidium y araña roja) y luego se aplica trichoderma al 0.1%, en forma de drench al suelo.

3 Adecuadas y oportunas prácticas culturales

La actividad de la poda es muy indispensable, la misma que permite eliminar todas las ramas viejas, rotas, ramas que estén muy al suelo y especialmente se va realizando las podas, a las ramas que van produciendo permanentemente, como son las ramas secundarias y terciarias, y a las ramas primarias infértiles siempre se realiza los despuntes para que se vuelvan fértiles.

De igual forma se tiene que eliminar las malezas que se encuentran desarrollando en el área de goteo de la planta, para evitar el desbalance nutrimental así como la propagación de insectos.

Para las actividades de este cultivo como las podas, deshierba, controles fitosanitario, riego y cosecha debe utilizar 190 jornales Con todas estas alternativas, la producción subirá desde 6400kg /ha que actualmente producen los agricultores en la zona a 12.800kg /ha durante un año, del cultivo.

Cuadro 11. Maximización de beneficios para el sistema de producción del nuevo escenario bioeconómicos.

| Componente del sistema | Solución |
|---|-----------------|
| Mora (1.05 ha) | |
| X ₁ = hectáreas de mora | 1.05 |
| X ₂ = consumo de fruta en kg | 68 |
| X ₃ = fertilización orgánica - química en kg | 14122.5 |
| X ₄ = fungicidas en kg | 31.76 |
| X ₅ = Acaricidas en kg | 0.63 |
| X ₆ = Fertilización foliar en kg | 9.45 |

| | |
|---|--------|
| X ₇ = mano de obra | 200 |
| Frutales caducifolios (0.12 ha) | |
| X ₈ = hectáreas de frutales | 0.12 |
| X ₉ = consumo en kg | 182 |
| X ₁₀ = fertilización en kg | 108 |
| X ₁₁ = fungicidas en kg | 4.29 |
| X ₁₂ = insecticidas en kg | 0.18 |
| X ₁₃ = fertilización foliar en kg / ha | 3.15 |
| X ₁₄ = mano de obra familiar para frutales | 16 |
| Autoconsumo (0.035 ha) | |
| X ₁₅ = hectáreas de cultivos autoconsumo | 0.035 |
| X ₁₆ = consumo en kg | 130 |
| X ₁₇ = semilla en kg | 1.05 |
| X ₁₈ = fertilizante en kg | 30 |
| X ₁₉ = preparación del suelo en horas | 0.14 |
| X ₂₀ = mano de obra familiar | 5 |
| Codornices | |
| X ₂₁ = número de codorniz | 778 |
| X ₂₂ = consumo de huevos | 1460 |
| X ₂₃ = venta de huevos | 269284 |
| X ₂₄ = Vitaminas en kg | 31.12 |
| X ₂₅ = Balanceado en kg | 5694.9 |
| X ₂₆ = mano de obra | 156 |
| Cuyes | |
| X ₂₇ = número de cuyes | 80 |
| X ₂₈ = consumo en kg | 16 |
| X ₂₉ = venta en kg | 864 |
| X ₃₀ = forraje en kg | 1765.6 |
| X ₃₁ = balanceado en kg | 525 |
| X ₃₂ = mano de obra | 136 |

| | |
|--|-----|
| Pollos | |
| X ₃₃ = número de pollos | 60 |
| X ₃₄ = consumo en kg | 350 |
| X ₃₅ = alimento en kg | 546 |
| X ₃₆ = mano de obra familiar | 17 |
| Maximización de Beneficios = USD 7483.763 dólares en un año | |

Los resultados obtenidos para el problema de programación lineal planteado en esta investigación se presenta en el Cuadro 11, donde se puede observar que la solución final es la maximización de beneficios en USD 7483.76 el año.

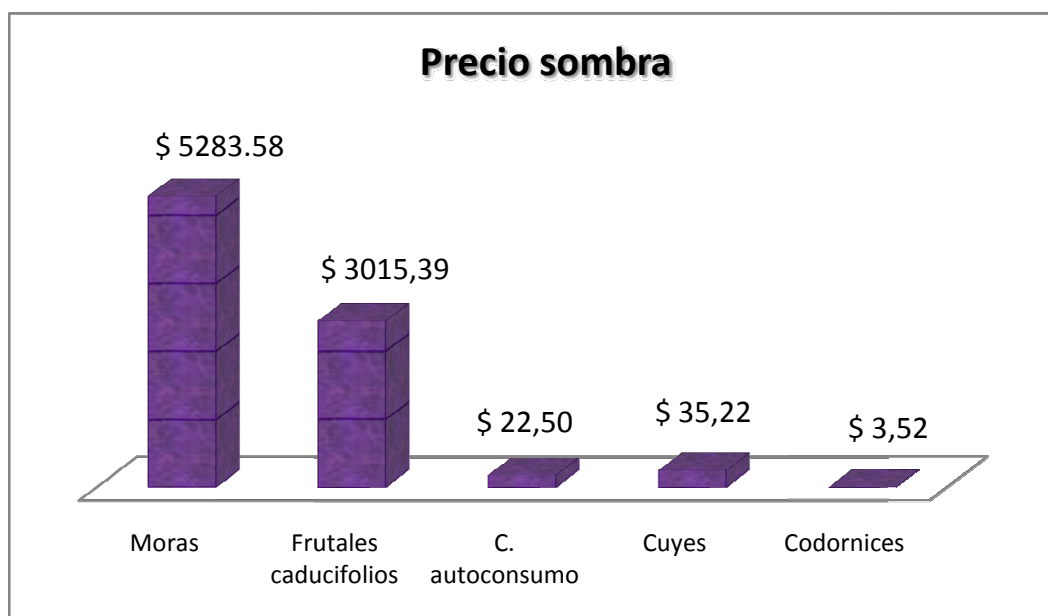


Gráfico 11. Beneficio neto al variar la superficie de mora

Como se puede apreciar en el Anexo 10, la mayor rentabilidad (precio sombra) está dada por el cultivo de mora y frutales caducifolios. En el caso de la producción de mora, si las condiciones fueran favorables para aumentar la superficie de este cultivo, los ingresos se incrementarían en USD 5283.58 por cada hectárea que se incremente. Si bien el cultivo de mora presenta un incremento considerable en el máximo beneficio en comparación al máximo beneficio que se obtiene con la producción de frutales caducifolios, es importante tomar las consideraciones mencionadas en el modelo original.

4. Análisis del modelo original frente al nuevo escenario

En base a los resultados obtenidos, se realizó un análisis del modelo original prevalente en Yanahurco, con el nuevo escenario. Para lo cual se considera los beneficios netos y el precio sombra del cultivo de la mora.

Cuadro 12. Maximización de beneficios del modelo original frente al nuevo escenario.

| Modelo | Maximización de beneficios | Precio sombra |
|---------------------|----------------------------|---------------|
| Original | 5554,75 | 3446.42 |
| Nuevas alternativas | 7483.76 | 5283.58 |

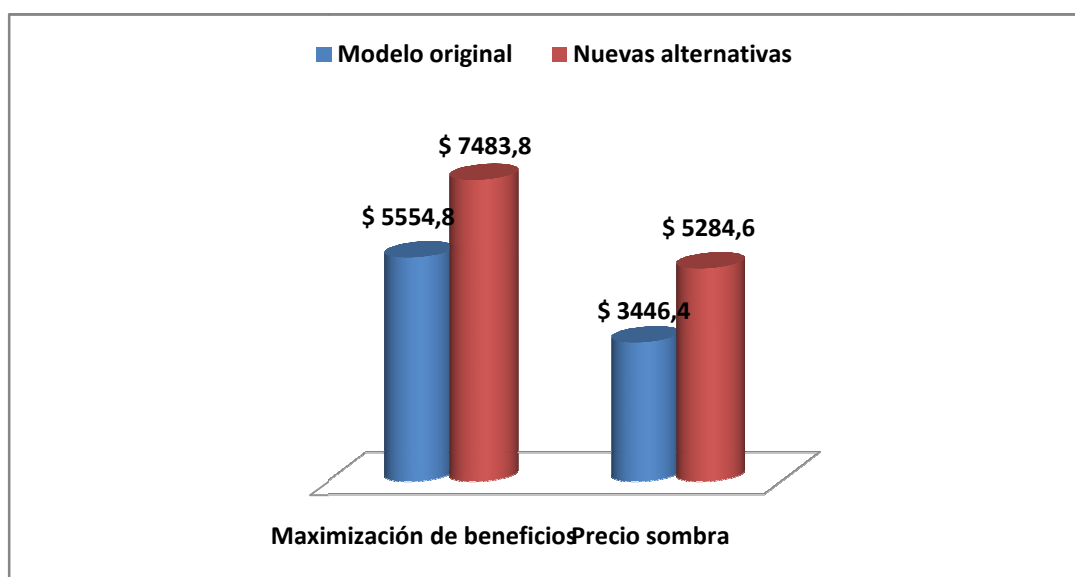


Gráfico 12. Maximización del beneficio, precio sombra del modelo original frente al nuevo escenario.

La maximización de beneficios del modelo original es de \$ 5554.75 y para el nuevo escenario es de \$ 7483.76, lo que indica que aplicando una tecnología adecuada para el cultivo de la mora se incrementarán los beneficios para el sistema de producción de Yanahurco, en un 34.76 %, al escenario original, como se puede observar en la gráfica 12.

Al comparar los precios sombras de la producción de mora, en los dos escenarios, se puede observar: \$ 3.446,4 para el modelo original y \$ 5283.58 para el nuevo escenario, lo que significa que con el manejo integrado del cultivo: incrementamos la producción del cultivo

lo cual agranda el ingreso de capital al sistema de producción. También permite obtener un producto sano, reducir los costos de producción y sobre todo, concientizar de un manejo adecuado de los pesticidas. Donde el precio sombra del nuevo escenario es 53.31 % superior al modelo original.

VI. CONCLUSIONES

- Los productores de Yanahurco, en sus sistemas agropecuarios mantienen la producción de mora y frutales caducifolios como componentes principales complementados con cultivos de autoconsumo y crianza de animales, para el consumo y para la venta. La agricultura es la principal actividad económica y capitalización del sistema, siendo la parte pecuaria el complemento.
- La maximización de beneficios del modelo original es de USD 5554.75, donde la mayor rentabilidad está dada por el cultivo de mora y frutales caducifolios, si las condiciones fueran favorables para aumentar la superficie de estos cultivos, los ingresos se incrementarían en USD 3446.42 y USD 3015.39 respectivamente, por cada hectárea que se incremente. De igual forma, en el componente pecuario, la producción de cuyes es uno de los más relevantes ya que no es muy riesgoso y genera buenos ingresos para el sustento de la familia y disponibilidad de materia orgánica.
- La variación de los precios del kg de mora influyen en el ingreso económico del productor y su familia, a pesar de que el cultivo de mora puede ser rentable cuando en el mercado se establezcan a \$ 1.21 el kg o más, los productores corren un riesgo muy grande cuando el precio de la mora es menor a \$ 0.9 el kg, ya que obtendrían mínimos beneficios de este rubro, entonces la producción de cuyes y codornices juega un rol importante dentro del sistema, ya que tiene una excelente perspectiva a obtener ingresos por su producción, que a más de ser para el autoconsumo debe ser con fines más comerciales, para lo cual el productor debe invertir en estos rubros. Los cultivos de maíz, papa, acelga, col, brócoli y cebolla son para el consumo familiar y pecuario. La crianza de pollos es una costumbre de las familias campesinas que le sirven de alimento y en caso de emergencia para la venta.
- Al variar la superficie de mora en el modelo original, la maximización de beneficios tiene una tendencia lineal; a medida que se incrementa el área los

beneficios también, pero el minifundio, el agua de riego no concesionada, falta de créditos, asistencia técnica, clima (heladas), el ataque de plagas, enfermedades, organización de productores y la comercialización son factores limitantes, para la producción.

- La maximización de beneficios de la nueva alternativa es USD 7483.76, es decir 34.76% superior al modelo original, esto solo se puede alcanzar promoviendo el manejo integrado del cultivo de mora, permitiendo obtener producto sano libre de pesticidas, reducir costos de producción y tener una mayor vida útil del cultivo (en años).

VII. RECOMENDACIONES

- En base a los resultados obtenidos, es aconsejable utilizar en el cultivo de la mora 9 kg /ha/año de Quelatos (boro, hierro, zinc, manganeso y calcio) al 0.1 %, 13000 kg de materia orgánica mas 450 kg/ha/año de fertilizantes químicos, realizar controles fitosanitarios preventivos con cobres al (0.5%), azufres al (0.5%), caldo bórdeles neutralizado al (0.5%) antes y después de la poda, con un manejo adecuado-oportuno de podas y deshierbas.
- Utilizar modelos de optimización, como programación lineal, para diseñar y análisis alternativas bio-económicas en mejoras de los sistemas de producción agropecuarios.
- Aplicar esta propuesta de optimización en nuevas alternativas de producción en la zona de estudio; y replicar en otras zonas con similares limitaciones.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: realizar un estudio de la identificación del sistema de producción de un agricultor tipo en el cantón Mocha, provincia de Tungurahua, para diseñar alternativas de optimización, realizada en el caserío de Yanahurco. Donde se dio el seguimiento de todas las actividades agrícolas, pecuarias, personales de la familia Núñez Morales, se realizó el análisis mediante modelos de optimización como programación lineal. Donde resultó que este sistema combina una amplia variedad de actividades, rubros y objetivos, la mano de obra con dos componentes la familiar (505 jornales) y contratada (208 jornales), el predio tiene una extensión total de 1.27 hectárea: 1.05 para la mora, 0.12 ha de frutales caducifolios, 0.035 ha para cultivos de auto consumo y 0.040 ha de forraje, los ingresos del sistema son \$ 20852.78 proviene de la venta de los subsistemas, el gasto productivo es \$ 13602.84 / año, gastos personales asciende a \$ 4958, dentro del subsistema tenemos al cultivo de la mora, frutales caducifolios, cultivos de auto consumo, producción de cuyes, codornices y pollos. La maximización de beneficios del modelo original es de \$ 5554.75/ año, donde su rentabilidad es el cultivo de mora y frutales caducifolios: con condiciones favorables para aumentar la superficie, los ingresos se incrementarían en \$ 3446.42 y \$ 3015.39 por cada ha que se incremente respectivamente también hay que considerar la producción de cuyes que no es muy riesgoso y le genera buenos ingresos al productor. Al variar el precio del kilogramo mora en el modelo original los máximos beneficios que pueden alcanzar el productor y su familia tienen una tendencia lineal; a medida que se incrementa el precio del producto, también los beneficios desde \$ 3574 cuando el precio es de \$ 0.9 el kilogramo, hasta un beneficio de \$ 9644 cuando el precio es de \$ 1.85. Algo similar sucede con la superficie donde los máximos beneficios tiene una tendencia lineal; desde \$ 3659.22, en 0.5 ha hasta \$ 5743.84 en 2 ha. La maximización de beneficios del nuevo escenario bioeconómico es \$ 7483.76, es decir 34.76% superior al modelo original, significa que es la mejor alternativa que optimiza ingresos de la finca, esto se puede alcanzar promoviendo el manejo integrado del cultivo.

IX. SUMMARY

This research inform proposes: to realize a study of the production system identification of a farmer type in the Mocha canton, Tungurahua Province, to design optimization alternatives, it was realized in Yanahurco farm-house. This tracks all activities agricultural, cattle, and personal of this Nuñez Morales family, analysis was performed using models such as linear programming optimization. it turned out that this system combines a wide variety of activities, items and objectives, family labor (505 day-wages) of contract (208 day- wage), the property land has a total area of 1.27 Hectares: 1.05 hectares for planting blackberry, 0.12 hectares of deciduous fruit trees, 0,035 hectares of crops for self consumption and 0,040 hectares of forage, are system revenues to \$20852.78 dollars, it is proceed from the sale of the subsystems, the production cost is \$13602.84 dollars per year, personal expenses amounted to \$4958 dollars, within the subsystem have for the cultivation of blackberry, deciduous fruit trees, crops for daily consumption, production of guinea pigs, quails and chickens. Maximization of benefits of the original model is \$5554.75 dollars per year, where profitability is the cultivation of blackberry and deciduous fruit, with favorable conditions to increase the area of land, revenue would increase by \$ 3446.42 and \$3015.39 per hectare to increase also has to consider the production of guinea pigs is not very risky to generate good revenue producer. By varying the price of a kilogram of blackberries in the original model, the maximum benefits that can reach the farmer and his family has a linear trend, as they increase the price of the product, also benefits from \$ 3574 when the price is \$ 0.9 per kilogram, to a profit of \$ 9644 the price is \$ 1.85. Something similar happens with the ground surface where the maximum benefit has a linear trend, from \$ 3659.22, on 0.5 ha up to \$ 5743.84 in 2 ha. Maximization of benefits of the new bio-economic scenario is 7483.7, this means that 34.76% higher than the original model means that it is the best alternative to optimize farm income; this can be achieved by promoting integrated crop management.

X. BIBLIOGRAFÍA

ARCE, B.; BARRERA, V. y SUQUILLO, J. 1993. Caracterización del sistema de producción del pequeño productor del cantón Espejo, Provincia del Carchi. Resultados de la Encuesta Estática. INIAP-FUNDAGRO. Quito-Ecuador. 46 p.

ARSHAM, H. 2002 Modelos deterministas : optimización lineal. 6ta. Edición. Lima-Perú 59 p.

BARRERA, V. y GRIJALVA, J. 2000. Maximización de beneficios en el sistema de producción agropecuaria de pequeños productores del Carchi. Instituto Superior de Investigaciones Pecuarias (ISIP). Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Volumen I, No. 1. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 19-28 pp.

BARRERA, V. y GRIJALVA, J. 1998. Maximización de beneficios en el sistema de producción de pequeños productores del Carchi – Ecuador. Uso de un modelo de optimización. INIAP. Quito, Ecuador. 20 p.

BARRERA, V. 1996. Factores que afectan la sostenibilidad del sistema de producción de pequeños productores de Carchi, Ecuador. Modelo de simulación. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 117p.

BASANTES, E, 1982 Visión sistemática del contexto campesino MAG. Quito-Ecuador 1-16 pp.

BERDEGUE, J. 1988 Como trabajan los campesinos. Editorial Celater Cali-Colombia 16-17pp.

- BETCH, G. 1974. System teory, the hey to holimandreductionisma. Bioscience. 569-579 pp.
- BRABO, B. Y PIÑERO, M. 1971 El análisis económico de la producción ganadera
Segunda edición Editorial Norma Quito-Ecuador 205-206 pp.
- DANTZING, G. 1963. Programación lineal. Universidad de Princeton USA 95-96 pp.
- DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUA; INIAP 2010. Análisis de Suelo. Quito – Ecuador.
- ESTRADA, D. 2002. La programación lineal como herramienta para la construcción de modelos. Seminario Análisis de cuencas hidrográficas. Proyecto Manejo de los Recursos Naturales (MANRECUR). Quito – Ecuador. 41 p.
- HILLIER, F Y LIEBERMAN, G. 1991. Introducción a la investigación de operaciones. Tercera edición en español. Traducido de la quinta edición en inglés Introductiontooperationsresearch, por Marcia González. México DF, México. 956 p.
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología basada en las zonas de vida. Editorial IICA. Segunda edición 22 p.
- HOLLE, M. 1990. El concepto de sistemas y una metodología de investigación agropecuaria. En: Segundo Seminario – Taller Enfoque y análisis de sistemas agropecuarios andinos. Puno. Perú. 9p.
- INCA, F. 2000. Opciones bio-económicas para el mejoramiento de los sistemas de producción de las comunidades campesinas de Chimborazo. Tesis de Grado

Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 102 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC). 2003. Encuesta de superficie y producción por muestreo de áreas. Quito-Ecuador.

JACOME, R. 2010. Estudio de la línea base de la cadena de la mora de Castilla (*RubusglaucusBenth*) en la provincia de Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua. Guaranda, Ecuador. 88-92pp

MONTERO, E. 1971. Analisis de costo beneficio. Montevideo-Uruguay. 118p.

PROYECTO DE FOMENTO GANADERO “PROFOGAN”. 1996. Proceso de Análisis y Mejoramiento de Sistemas de Producción. Riobamba. Ecuador. 34 –36 pp.

VELARDE, C. y QUIROZ, R. 1994. Análisis de sistemas agropecuarios. Uso de modelos bio-matemáticos. CIRNMA, CONDESAN. Puno, Perú. 238 pp.

RAMIREZ, C. 2002. Guía básica para la utilizar LINDO. 8 p.

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 80 | |

Código: Número= Prioridad (1,2,3...)

7. CRÉDITO

7.1 ¿Ha recibido crédito? Si _____ No _____

7.2 ¿Qué institución le ha prestado el servicio de crédito? a) BNF _____ b) Banco Privado _____ c) Cooperativa _____ d) Prestamistas _____ e) Intermediarios _____ f) Otros _____

7.3 ¿Qué tasas de interés paga por el préstamo? _____

7.4 ¿En que invirtió el dinero del crédito? _____

8. ORGANIZACIÓN

8.1 ¿Usted pertenece a alguna organización comunitaria? Si _____ No _____

8.2 ¿Cómo se regula la participación de los miembros de la organización? _____

8.3 ¿De cuantos miembros está integrada? _____

8.4 ¿Cuál es la organización más importante en la comunidad? _____

8.5 ¿Qué beneficios recibe de su organización? a) Crédito ___ b) Insumos ___ c) Capacitación _____ d) Comercialización _____

8.6 ¿Qué instituciones públicas o privadas relacionadas con la producción agrícola han estado trabajando permanentemente en la zona? _____

8.7 ¿Desde hace qué tiempo y qué actividades ejecutan? _____

8.8 ¿Usted ha participado con estas instituciones y en qué actividades? _____

9. PRODUCCION AGRICOLA

| Producto | Cantidad sembrada (ha) | Producción obtenida en qq/canastos | Cantidad vendida en qq/canastos | Valor \$ |
|----------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------|
| Mora | | | | |
| Manzana | | | | |
| Claudias | | | | |
| C. autoconsumo | | | | |

Insumos

| Insumo | Nombre | Cantidad | Precio | Cultivo |
|--------|--------|----------|--------|---------|
| Abonos | | | | |

| | | | | |
|---------------------|--|--|--|----|
| | | | | 81 |
| | | | | |
| Insecticidas | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Herbicida | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Problemas principales de la producción

Problema

Cultivo

- | | |
|--------|-------|
| 1..... | ..... |
| 2..... | ..... |
| 3..... | ..... |
| 4..... | ..... |
| 5..... | ..... |
| 6..... | ..... |

Qué plaga o que enfermedades afectan a sus cultivos

Plago o enfermedad

Cultivo

- | | |
|--------|-------|
| 1..... | ..... |
| 2..... | ..... |
| 3..... | ..... |
| 4..... | ..... |
| 6..... | ..... |
| 7..... | ..... |

Que malezas se encuentra presente en los cultivos

.....

.....

.....

.....

.....

10. PRODUCCION PECUARIA

| Especie animales | de | Nº que posee | Nº al partido | Autoconsumo | Venta |
|------------------|----|--------------|---------------|-------------|-------|
| Codorniz | | | | | |

| | | | | |
|--------|--|--|--|----|
| Cuyes | | | | 82 |
| Pollos | | | | |

10.2 Productos vendidos y usados

| Producto | Destino | |
|----------|-------------|-------|
| | Autoconsumo | Venta |
| Carne | | |
| Huevos | | |
| Abono | | |
| Otros | | |

10.3 Insumos usados en la producción pecuaria

| Insumo | Cantidad | Precio | Especie |
|--------|----------|--------|---------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

11. IMPLEMENTOS AGRICOLAS QUE POSEE EL AGRICULTOR

Pico.....Barra.....Machete.....Pala.....Hoz.....Azadón.....Yunta.....Tractor.....Arado de disco.....Bomba de mochila.....Bomba a motor.....aspersores..... mangueras de riego.....

11.1 Numero total de implementos.....

12. INGRESOS Y EGRESOS

| Ingreso | Ganancia al mes | Egreso | Cuánto al mes |
|----------------|-----------------|--------------|---------------|
| Agrícolas | | Vivienda | |
| Pecuario | | Alimentación | |
| Jornales | | Vestuario | |
| Comerciantes | | Educación | |
| Otras entradas | | Transporte | |
| | | Enfermedades | |
| | | Fiestas | |

Anexo 3. Población total, según el sexo en el caserío de Yanahurco

| Sexo | Frecuencia | Porcentaje | N° de familias | Miembros por familia |
|-------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Mujeres | 818 | 47.70% | | |
| Hombres | 897 | 52.30% | 350 | 4.9 |
| Total | 1715 | 100% | | |

Anexo 4. Costos de producción de una hectárea de Mora, 2010

| Concepto | U. Medida | Nº | V.U. | V.T |
|-------------------------------------|-----------|------|------|---------|
| Costos Directos | | | | |
| Fertilización Foliar | | | | |
| Nitrato de K | kg | 0.6 | 0.9 | 0.54 |
| Biol | lt | 4 | 2 | 8 |
| preparado propio de calcio y boro | lt | 2 | 2.5 | 5 |
| quelatos de Ca y Bo | lt | 1.8 | 8.0 | 14.4 |
| Nitrato de calcio | kg | 0.6 | 2 | 1.2 |
| Oligomix | kg | 1.3 | 45 | 58.5 |
| merit rojo | lt | 0.6 | 14 | 8.4 |
| Fertilización al suelo | | | | |
| Compost + trichoderma | kg | 700 | 0.55 | 385 |
| mezcla de fertilizantes | kg | 48.5 | 1.8 | 87.30 |
| Bio-way | kg | 110 | 0.45 | 49.5 |
| Fungicidas | | | | |
| Store | lt | 0.6 | 92 | 55.2 |
| Cantus | kg | 0.6 | 95 | 57 |
| Predomil | kg | 1.2 | 24 | 28.8 |
| Topas | lt | 1.2 | 62.5 | 75 |
| Rovral | kg | 0.6 | 40 | 24 |
| fosfanato de potásico | lt | 2.4 | 15 | 36 |
| Curacron | lt | 0.6 | 25 | 15 |
| Acaricida | | | | |
| Estruendo | kg | 1.5 | 70 | 105 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| Poda | Jornal | 44 | 10 | 440 |
| controles fitosanitarios | Jornal | 17 | 10 | 170 |
| Riego | Jornal | 15 | 10 | 150 |
| Dehierba | Jornal | 35 | 10 | 350 |
| Abonado | Jornal | 13 | 10 | 130 |
| Cosecha | Jornal | 98 | 10 | 980 |
| MATERIALES Y EQUIPOS | | 222 | | |
| tijera | | 3 | 38 | 114 |
| Guantes | | 3 | 5.5 | 16.5 |
| Total de costos directos | | | | 4413.07 |
| Costos indirectos | | | | |
| Administración (10%) | | % | 10% | 441.31 |
| Interés al capital (48%) | | año | 48% | 2118.27 |
| Costos Indirectos | | | | 2559.58 |
| Costo total de la Producción | | | | 6972.65 |

Anexo 5 Costos de producción de una hectárea de frutales caducifolios, 2010

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor Unitario | Valor total |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Costos Directos | | | | |
| Fertilización Foliar | | | | |
| Quelato de hierro | lt | 1 | 8 | 8 |
| Quelato de zinc | lt | 1 | 8 | 8 |
| Quelato de calcio | lt | 1 | 8 | 8 |
| Fertilización al suelo | | | | |
| 10-30-10 | kg | 50 | 0.80 | 40 |
| Compost + Trichoderma | kg | 850 | 0.50 | 425 |
| Fungicidas | | | | |
| Cobre | kg | 5 | 3.1 | 15.5 |
| Azufre | kg | 5 | 3.5 | 17.5 |
| Sulfato de zinc | kg | 10 | 1.55 | 15.5 |
| sulfato ferroso | kg | 10 | 0.88 | 8.8 |
| Caldo bórdeles | kg | 5 | 7.8 | 39 |
| Score | lt | 0.25 | 92 | 23 |
| Benomil | kg | 0.5 | 20 | 10 |
| Insecticida | | | | |
| Dimetoato | lt | 1 | 60 | 60 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| Poda | Jornal | 24 | 10 | 240 |
| controles fitosanitarios | Jornal | 12 | 10 | 120 |
| Fertilización | Jornal | 7 | 10 | 70 |
| Deshierba | Jornal | 15 | 10 | 150 |
| Cosecha | Jornal | 50 | 10 | 500 |
| Materiales y equipos | | | | |
| tijera | | 30 | 2 | 60 |
| cajones | | 0.5 | 50 | 25 |
| Total de costos directos | | | | 2521.6 |
| Costos indirectos | | | | |
| Administración (10%) | | % | 10% | 252.16 |
| Interés al capital (48%) | | Año | 48% | 1210.368 |
| Costos Indirectos | | | | 1462.528 |
| Costo total de la Producción | | | | 3984.128 |

Anexo 6 Costos de producción de una ha de maíz, 2010

| Concepto | Unidad de medida | Nº | Valor Unitario | Valor total |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|--------------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | |
| Preparación del suelo | | | | |
| Arada | Horas | 3 | 12 | 36 |
| Siembra | | | | |
| Semilla | Kg | 30 | 0,7 | 21 |
| Fertilización | | | | |
| Compost | Kg | 850 | 0,1 | 85 |
| Mano de obra | | | | |
| Siembra | Jornales | 10 | 10 | 100 |
| Fertilización | Jornales | 5 | 10 | 50 |
| Deshierba | Jornales | 20 | 10 | 200 |
| Riegos | Jornales | 4 | 10 | 40 |
| Cosecha | Jornales | 20 | 10 | 200 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 732 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | |
| Administración (10%) | | 10% | | 73,2 |
| Interés al capital (48%) | | 6 mese | | 58,56 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | 131,76 |
| COSTO TOTAL DE LA PRODUCCION | | | | 863,76 |

Anexo 7. Costos de producción para los cuyes, 2010

| Concepto | Unidad de medida | N° | Valor Unitario | Valor total |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|--------------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | |
| Balanceados | kg | | | |
| Maíz morocho | kg | 160 | 0,08 | 12,8 |
| Morocho partido | kg | 154 | 0,34 | 52,36 |
| Afrecho | kg | 150 | 0,28 | 42 |
| Balanceado Randinphac | kg | 150 | 0,27 | 40,5 |
| Forraje | | | | 0 |
| Alfalfa + ryegrass | cargas | 270 | 1 | 270 |
| Hojas de maíz | cargas | 45 | 1,5 | 67,5 |
| Sanidad | | | | |
| vacuna para salmonella y xersinia | 0.5 cc | 400 | 0,10 | 39 |
| Mano De Obra | | | | |
| Alimentación | Jornal | 95 | 10 | 230 |
| Limpieza | Jornal | 41 | 10 | 110 |
| Materiales y equipos | | | | 0 |
| Jeringuillas | | 10 | 0,1 | 1 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 758 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | |
| Administración (10%) | | 10% | | 75,8 |
| Interés al capital (48%) | | año | | 363,84 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | 439,64 |
| COSTO TOTAL DE LA PRODUCCION | | | | 1197,64 |

Anexo 8. Costos de producción de codornices, 2010

| Concepto | Unidad de medida | N° | Valor Unitario | Valor total |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|--------------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | |
| Insumos | | | | |
| Balanceado AVI PAZ | kg | 4695 | 1,05 | 4929,75 |
| Vitamina MayvetE° | gr | 300 | 0,07 | 21 |
| antibiótico PilaclosPluz | gr | 100 | 0,1 | 10 |
| Mano De Obra | | | | |
| Alimentación | Jornal | 80 | 10 | 800 |
| Recolección | Jornal | 30 | 10 | 300 |
| Limpieza | Jornal | 50 | 10 | 500 |
| Materiales Y Equipos | | | | |
| Periódico | sacos | 2 | 3,5 | 7 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 6567,75 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | |
| Administración (10%) | | 10% | | 656,775 |
| Interés al capital (48%) | | Año | | 2627,1 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | 3283,875 |
| COSTO TOTAL DE LA PRODUCCION | | | | 9851,625 |

**Anexo 9. Costos de producción de una hectárea de mora, bajo el manejo INIAP.
2010**

| Labor o actividad | Concepto | Unidad | cantidad | Valor unitario | Valor total |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Fertilización Foliar | | | | | |
| | Hierro (Quelato de Fe) | Lt | 4 | 8 | 32 |
| | Borax | lt | 2 | 1.32 | 2.64 |
| | Zinc (quelato de Zn) | lt | 2 | 8 | 16 |
| | Calcio (quelato de Ca) | lt | 1 | 8 | 8 |
| Fertilización Edáfica | | | | | |
| | 10-30-10 | kg | 100 | 0.88 | 88 |
| | Sulfato de amonio | kg | 100 | 0.51 | 51 |
| | Fosfato mono potásico | kg | 100 | 0.57 | 57 |
| | 00-00-60 | kg | 150 | 0.77 | 115.5 |
| | Materia orgánica | kg | 13000 | 0.1 | 1300 |
| Control fitosanitario | | | | | |
| | Caldo Bórdeles | kg | 5 | 7.8 | 39 |
| | Store | lt | 0.25 | 92 | 23 |
| | Cobres | kg | 5 | 3.08 | 15.4 |
| | Azufre | kg | 5 | 3.4 | 17 |
| | Mancoceb | kg | 3 | 20 | 60 |
| | Topas | lt | 1 | 62.5 | 62.5 |
| | trichoderma | kg | 10 | 2.00 | 20.00 |
| | Rotamix | kg | 0.6 | 50.00 | 30 |
| Mano de obra | | | | | |
| | Podas | Jornales | 30 | 10 | 300 |
| | Deshierbas | Jornales | 24 | 10 | 240 |
| | Riegos | Jornales | 12 | 10 | 120 |
| | Control fitosanitario | Jornales | 12 | 10 | 120 |
| | Fertilizacion | Jornales | 12 | 10 | 120 |
| | Cosecha | Jornales | 100 | 10 | 1000 |
| Materiales Y Equipos | | | | | |
| | Tijeras | | 3 | 38 | 114 |
| | Guantes | | 3 | 5.5 | 16.5 |
| Total de costos directos | | | | | 3967.5 |
| Costos indirectos | | | | | |
| | Administración (10%) | % | | 10% | 396.8 |
| | Interés al capital (48%) | año | | 48% | 1904.4 |
| Costos Indirectos | | | | | 2301.2 |
| Costo total de la Producción | | | | | 6268.7 |

Anexo. 10 Maximización de Beneficios para el sistema de producción original del caserío de Yanhurco

| Variables | Coefficientes | Solución optima | Precio sombra | Máximos | Mínimos |
|------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------|----------------|
| 1 | 7441.5 | 1.05 | 3446.42 | 0.005000 | 1.0389 |
| 2 | -1.21 | 68 | | 6389.500 | Infinito |
| | | | | Infinito | 68 |
| 3 | -1 | 900.9 | | Infinito | 900.9 |
| 4 | -51 | 13.12 | | Infinito | 13.13 |
| 5 | -80 | 1.26 | | Infinito | 1.26 |
| 6 | -10.1 | 16.5 | | Infinito | 16.59 |
| 7 | -10 | 233 | | Infinito | 233.1 |
| 8 | 5812.2 | 0.12 | 3015.39 | 0.005 | 0.12 |
| | | | | 1762852 | Infinito |
| 9 | -0.6 | 182 | | Infinito | 181.98 |
| 10 | -0.7 | 108 | | Infinito | 108 |
| 11 | -20.4 | 4.29 | | Infinito | 4.29 |
| 12 | -65 | 0.18 | | Infinito | 0.18 |
| 13 | -8 | 3.15 | | Infinito | 3.15 |
| 14 | 1518.09 | 16 | | Infinito | 16.08 |
| 15 | -0.38 | 0.035 | | 0.005 | 0.035 |
| 16 | -0.7 | 130 | 14.10 | 519220 | Infinito |
| 17 | -0.1 | 1.05 | | Infinito | 129.97 |
| 18 | -12 | 30 | | Infinito | 1.05 |
| 19 | -10 | 0.14 | | Infinito | 29.75 |
| 20 | 0.0 | 5 | | Infinito | 0.14 |
| 21 | -0.03 | 778 | | Infinito | 4.73 |
| | | | | Infinito | 773.8 |
| 22 | 0.03 | 1460 | | 269284 | 1460 |
| 23 | -18.5 | 269284 | 0.014 | Infinito | 269284 |
| 25 | -1.05 | 31.12 | | Infinito | 31.12 |
| 26 | -10 | 5694.9 | | Infinito | 5694.96 |
| 27 | 0 | 156 | | Infinito | 155.6 |
| 28 | -5 | 16 | | Infinito | 78.55 |
| | | | | 864 | 16 |
| 29 | 5 | 864 | | Infinito | 864 |
| 30 | -0.08 | 1765.6 | 35.21 | Infinito | 1600 |
| 31 | -0.18 | 525 | | Infinito | 524.8 |
| 32 | -10 | 136 | | Infinito | 60 |
| 33 | 4.5 | 60 | | Infinito | 350 |
| 34 | -2.2 | 350 | | Infinito | 546 |
| 35 | -0.18 | 546 | | Infinito | 16.8 |
| 36 | -10 | 17 | | Infinito | 0.005 |

Anexo.11 Maximización de Beneficios para el sistema de producción ante nuevos escenarios en el caserío de Yanahurco

| Variable | Coefficientes | Solución óptima | Precio sombra | Máximos | Mínimos |
|----------|---------------|-----------------|---------------|----------|----------|
| 1 | 15488 | 1.05 | 6993.57 | 0.005 | 1.04 |
| 2 | -1.21 | 68 | | 13372 | Infinito |
| | | | | Infinito | 68 |
| 3 | -0.57 | 15172.5 | | Infinito | 14122.5 |
| 4 | -17.42 | 31.76 | | Infinito | 31.76 |
| 5 | -50 | 0.63 | | Infinito | 0.63 |
| 6 | -6.33 | 9.45 | | Infinito | 9.45 |
| 7 | -10 | 200 | | Infinito | 200 |
| 8 | 5812.2 | 0.12 | 3015.39 | 0.005 | 0.12 |
| | | | | 1762852 | Infinito |
| 9 | -0.6 | 182 | | Infinito | 181.98 |
| 10 | -0.7 | 108 | | Infinito | 108 |
| 11 | -20.4 | 4.29 | | Infinito | 4.29 |
| 12 | -65 | 0.18 | | Infinito | 0.18 |
| 13 | -8 | 3.15 | | Infinito | 3.15 |
| 14 | 1518.09 | 16 | | Infinito | 16.08 |
| 15 | -0.38 | 0.035 | | 0.005 | 0.035 |
| 16 | -0.7 | 130 | 14.10 | 519220 | Infinito |
| 17 | -0.1 | 1.05 | | Infinito | 129.97 |
| 18 | -12 | 30 | | Infinito | 1.05 |
| 19 | -10 | 0.14 | | Infinito | 29.75 |
| 20 | 0.0 | 5 | | Infinito | 0.14 |
| 21 | -0.03 | 778 | | Infinito | 4.73 |
| | | | | Infinito | 773.8 |
| 22 | 0.03 | 1460 | | 269284 | 1460 |
| 23 | -18.5 | 269284 | 0.014 | Infinito | 269284 |
| 25 | -1.05 | 31.12 | | Infinito | 31.12 |
| 26 | -10 | 5694.9 | | Infinito | 5694.96 |
| 27 | 0 | 156 | | Infinito | 155.6 |
| 28 | -5 | 16 | | Infinito | 78.55 |
| | | | | 864 | 16 |
| 29 | 5 | 864 | | Infinito | 864 |
| 30 | -0.08 | 1765.6 | 35.21 | Infinito | 1600 |
| 31 | -0.18 | 525 | | Infinito | 524.8 |
| 32 | -10 | 136 | | Infinito | 60 |
| 33 | 4.5 | 60 | | Infinito | 350 |
| 34 | -2.2 | 350 | | Infinito | 546 |
| 35 | -0.18 | 546 | | Infinito | 16.8 |
| 36 | -10 | 17 | | Infinito | 0.005 |