

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo de Investigación

El presente estudio corresponde al diseño de una propuesta agroecológica, cuyos supuestos se derivan de otros estudios.

#### 3.2 Hipótesis

**La incorporación de residuos de cosecha al suelo en agroecosistemas productores de frambuesa incrementa la sustentabilidad económica y energética de ellos.**

##### 3.2.1 Descomposición de la hipótesis

1. La incorporación del rastrojo de frambuesa aumenta la eficiencia energética del sistema y estabiliza en el mediano plazo la productividad y rentabilidad.
2. La incorporación de residuos de cosecha aumenta la estabilidad del recurso suelo.
3. La gestión asociativa podría ofrecer soluciones prácticas que a nivel individual resultan difíciles de implementar por razones de costo.

##### 3.2.2 Supuestos

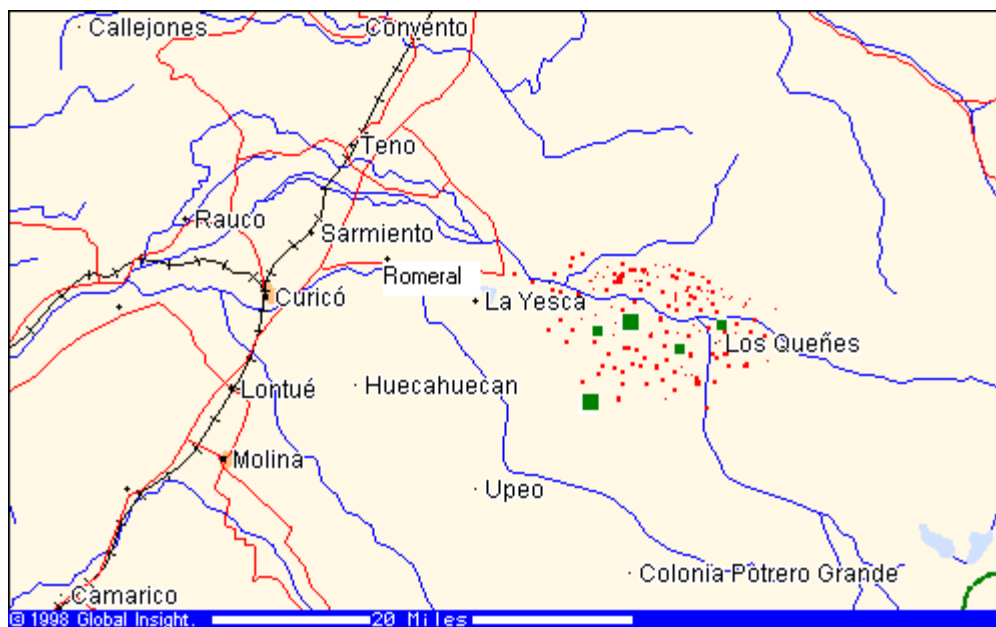
1. La superficie del cultivo (tamaño) incide en el método a emplear.
2. El tipo de tenencia de la propiedad afecta la forma como se manejan los residuos de cosecha.

#### 3.3 Caracterización del universo de trabajo

El presente estudio se llevó a cabo en la VII Región del Maule, Provincia de Curicó en la comuna de Romeral, donde se ha aplicado el programa de asistencia técnica de Indap por alrededor de 10 años a un universo de 250 pequeños agricultores, quienes incorporaron el cultivo de la frambuesa (Figura 2). De este universo, se seleccionó un grupo de 22 agricultores asociados desde hace tres años bajo la forma de sociedad anónima cerrada, con el nombre de Agrosavia S.A.

Dadas las condiciones de suelo y clima en una combinación favorable, en la VII región se encuentra la mayor parte de las plantaciones de frambuesas del país, las que son cultivadas principalmente por pequeños agricultores, por ser quienes poseen los rendimientos más altos en este rubro, en torno a las 8-10 ton ha<sup>-1</sup>.

La pequeña agricultura de la zona corresponde al sector reformado, es decir, parceleros, propietarios, arrendatarios y medieros; la superficie del cultivo fluctúa entre 0,5 y 3 ha y el tamaño de la propiedad es variable no superando las 10 ha. El sistema productivo incluye otros cultivos como son frejol, trigo, empastadas naturales y mejoradas, y en algunas ocasiones se siembra remolacha u otro cultivo contratado con la agroindustria del sector. La incorporación de frambuesa al sistema de producción fue precisamente para evitar este tipo de contrataciones.



**Figura 2. Localización del universo de trabajo. Los puntos en rojo indican el área donde se encuentran los 250 agricultores. Los cuadros en verde señalan la ubicación de las organizaciones productivas. La organización en estudio corresponde a la ubicación del cuarto cuadro verde hacia la derecha.**

### **3.4 Variables a estudiar e Indicadores**

Para seleccionar las variables se procedió a analizar los puntos críticos necesarios para mantener la sustentabilidad del sistema, escogiéndose los siguientes:

1. Degradación del recurso suelo.
2. Alto costo de oportunidad de mano de obra.
3. Alto precio de los insumos.
4. Endeudamiento de los productores.

En el Cuadro 1 se resumen las variables y criterios empleados para analizar la sustentabilidad del sistema.

**Cuadro 1. Variables que caracterizan el estudio con los criterios e indicadores que se relacionan a ellos (E)=variable económica (A)= variable ambiental (S)= variable social.**

<b>VARIABLE</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>INDICADOR</b>
Productividad (E)	Rentabilidad económica	Relación beneficio/costo
Productividad (A)	Eficiencia	Eficiencia energética
		Rendimiento
Estabilidad ( A)	Conservación del recurso suelo	Relación entre entrada y salida de nutrientes
		Materia orgánica
Autogestión ( S)	Control	Derechos de propiedad reconocidos
	Organización	Tipo de Estructura y permanencia de la organización

### **3.5 Fuentes de información**

1. Agricultores del sector.
2. Técnicos y profesionales que han asistido al sector.
3. Informes y boletines de CONAF y SAG.
4. Informes del Programa de transferencia tecnológica de INDAP desarrollado en el sector.
5. Determinación de datos propios del estudio no disponibles en la literatura como contenidos de humedad, fracción de quema y peso del fruto de frambuesa.

#### **3.5.1 Método de recolección de la información**

1. Análisis de la información disponible en bibliotecas de distintas instituciones.
2. Archivos de las organizaciones de agricultores.
3. Entrevistas semiestructurada a algunos agricultores.
4. Muestreo de residuos y frutos para secado y ensayos de quema.

### **3.6 Análisis de productividad**

Se realizó una comparación simple en términos energéticos y económicos con el fin de elaborar una relación de eficiencia entre ambas modalidades, es decir, un cultivo de frambuesas con incorporación de rastrojos de cosecha y con quema de los mismos.

#### **3.6.1 Rentabilidad económica**

Para el análisis económico, se tomaron como base los antecedentes técnicos recopilados en las encuestas realizadas a los productores de frambuesa convencional de la comuna de Romeral, pertenecientes a la sociedad de productores “Agrosavia S.A.” (Anexo 3, Cuadros 1 y 2).

La metodología utilizada consistió en valorar los insumos de acuerdo a los precios de mercado. Para tal propósito, se consultó las siguientes fuentes: Boletín económico y de mercado que edita la SNA, la Revista del Campo del diario El Mercurio, la revista Mercados Agropecuarios que edita ODEPA, dependiente del Ministerio de Agricultura y entrevista directa con distribuidores y comercializadores de maquinaria e insumos.

Todas las cotizaciones utilizadas correspondieron a las vigentes en el mes de septiembre de 2000, a las cuales se les descontó el IVA..

El valor utilizado para la mano de obra fue de \$4.000 por jornada y la maquinaria se valoró en su costo de arriendo.

Para calcular el valor económico del carbono contenido en los rastrojos se utilizó el precio pagado por dicho nutriente en la urea; en los ingresos se valoró nitrógeno como urea, fósforo como costo de superfosfato triple y potasio como costo de muriato de potasio según se indica en el anexo 1.

El análisis de costos se realizó sobre la base de los costos operacionales (costos variables). No se consideraron los costos fijos y administrativos, porque el objetivo del estudio consistió en evaluar el resultado económico del sistema productivo, considerando sólo el efecto de la incorporación o quema de rastrojos como técnica empleada.

El tipo de cambio para una transformación posterior del dólar fue de \$563,31 por dólar y corresponde al valor del dólar bancario para el 25 de septiembre de 2000. Una vez calculados los costos se estableció la participación de cada ítem en el costo total de producción.

El resultado económico del sistema productivo en sus dos modalidades, se evaluó en un período de cuatro años a través de la relación Beneficio/Costo simple. Tal período corresponde a la duración del cultivo antes que el rendimiento se vea afectado por enfermedades.

## 3.6.2 Eficiencia productiva

### 3.6.2.1 Eficiencia energética

Para cuantificar la energía requerida en cada etapa del proceso productivo y los costos respectivos se caracterizó la producción de frambuesa de acuerdo al calendario de labores empleado convencionalmente, se revisó la información bibliográfica existente y se aplicó una encuesta (Anexo 3) para consultar la forma de trabajo de los productores de la asociación. El procedimiento de análisis energético seguido se basó en el trabajo de numerosos autores que ha sido revisado recientemente por Pérez (2000).

### 3.6.2.2 Entradas de energía en la producción de frambuesa

A partir de los antecedentes mencionados, se prepararon los cuadros de entrada de energía para la producción de frambuesa, los que se organizaron de acuerdo a los siguientes ítems: jornadas hombre, jornadas maquinaria, jornadas tractor, fertilizantes, materiales de conducción, de cosecha, riegos, combustibles, biocidas y transporte (Anexo 1).

Para las jornadas hombre, se estimó la energía contenida en el consumo alimenticio semanal, tomando una semana efectiva de trabajo de 6 días y una jornada de ocho horas diarias (Fluck y Baird, 1980). En las maquinarias, la energía requerida varía según el fabricante, ya que los materiales empleados en su fabricación son diferentes en calidad y diseño para una maquinaria o tractor de igual potencia, lo que hace variar la vida útil de ésta, sin dejar de lado el tiempo empleado por unidad de superficie. Los valores de energía por fabricación y reparación se obtuvieron de Fluck y Baird (1980) y Fluck (1992). A los valores obtenidos se les agregó la energía secuestrada en los metales y la requerida para el transporte a Chile. El peso y vida útil de las diferentes maquinarias, se obtuvo de información proporcionada por los vendedores de maquinaria agrícola, obteniéndose un promedio para cada maquinaria utilizada. Así, con los datos obtenidos a través de un proceso de cálculo matemático (Anexo 1), se obtuvo la energía por hora de uso de la maquinaria ( $\text{Mcal hr}^{-1}$ ) y luego se aplicó la Capacidad Efectiva de Trabajo (CET)<sup>1</sup>, para transformarlo a gasto energético por unidad de superficie ( $\text{Mcal ha}^{-1}$ ).

En el caso del combustible se utilizó el equivalente energético propuesto por Fluck (1992).

En el caso del nitrógeno aplicado a la forma de urea, se utilizó el equivalente energético propuesto por Fluck (1992).

Se asumió el costo energético por planta de frambuesa según el valor propuesto por

---

<sup>1</sup> CET: Es el tiempo en que se realiza efectivamente una labor por superficie, es expresado en  $\text{hr ha}^{-1}$ . Este valor está influenciado por el nivel de carga con que se trabaje; condiciones de suelo, velocidad de trabajo.

Hetz *et al* (1994).

Como biocidas se incluyen herbicidas, insecticidas, fungicidas, acaricidas y fungistáticos, y para ellos se utilizaron las equivalencias energéticas propuestas por Fluck (1992).

En el transporte de los diversos materiales utilizados en cada sistema productivo y el transporte de la producción final hasta planta exportadora, se consideró una distancia media de 40 km y se asignó un valor energético de  $0,84 \text{ Mcal ton}^{-1} \text{ km}^{-1}$ , de acuerdo a los antecedentes señalados en la literatura citada y resumidos en el Cuadro 2.

### 3.6.2.3 Salidas de energía en la producción de frambuesa

Como salidas para los sistemas se consideraron: producción de frambuesa y desecho de poda.

Se estimó el aporte total de materia seca del año agrícola, asignándole un equivalente energético de  $4,52 \text{ Mcal kg}^{-1}$ , valor descrito para vid y utilizado en numerosas investigaciones como referencia para diferentes especies frutícolas (Fluck, 1992).

El aporte energético del sistema productivo, resumido en el Cuadro 2, se estimó de acuerdo a lo expuesto por Hetz *et al* (1994) para la frambuesa.

Los procesos productivos que involucra la producción de frambuesa de exportación, fueron evaluados hasta labores de cosecha, que concierne los ítems de producción primaria, cosecha y transporte a packing, sin considerar el proceso de selección, embalaje y frío, de la fruta destinada a exportación, IQF, Block y mercado interno.

**Cuadro 2. Valores de energía, equivalencias y referencias consultadas.**

<b>Item</b>	<b>Equivalencia Mcal por unidad</b>	<b>Fuente</b>
Megajoules	0,2389	
1 jornada hombre	4,35	Fluck y Baird, 1980.
1 Litro Petróleo	11,42	Fluck, 1992.
Transporte (Ton–Km)	0,84	Fluck, 1992.
1 planta frambuesa	0,10	Hetz <i>et. al</i> , 1994.
1 Kg de: (*)		
Tractor	26,04	Fluck, 1992.
Arado	15,96	Fluck, 1992.
Pulverizador	15,00	Fluck, 1992.
Rastra	15,29	Fluck, 1992.
Acequeador	5,73	Fluck, 1992.
Carro de transporte	13,23	Fluck, 1992.
Chipeador	15,00	Fluck, 1992.
1 Kg de: (**)		
N- urea	16,48	Fluck, 1992.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,39	Fluck, 1992.
K <sub>2</sub> O	2,29	Fluck, 1992.
Captan	27,40	Fluck, 1992.
Glifosato	108,15	Fluck, 1992.
Otros Herbicidas	86,60	Fluck, 1992.
Otros Insecticidas	74,30	Fluck, 1992.
Otros Fungicidas	51,60	Fluck, 1992.
1 Kg de: (***)		
Frambuesa	0,57	Ourecky, 1980.
Postes (madera)	4,73	Fluck, 1992.
Madera de poda	4,52	Fluck, 1992.

\*:Para la maquinaria, incluye la energía secuestrada en los metales, la fabricación y el transporte a Chile.

\*\* : Para los productos químicos, la equivalencia es por kg o lt de ingrediente activo.

\*\*\*: Para estos ítems, es 1 kg o lt de producto señalado.

### 3.6.3 Rendimiento

El rendimiento del cultivo se estimó a través de la encuesta y la información general del sector para presentar finalmente rendimientos típicos obtenidos en la zona con los sistemas productivos manejados corrientemente por los agricultores.

La biomasa de rastrojo se determinó en forma experimental, pesando el material de poda, principalmente caña, en toda la superficie de 0,6 ha de primer año de cultivo localizada en el sector de Quilvo Alto, comuna de Romeral. Sobre la base de éste resultado

se estimó la producción de rastrojo en los años siguientes, asociando los rendimientos promedio del grupo de agricultores en estudio con el rendimiento de primer año de la superficie a la cual se determinó la producción de rastrojo, dado que no existen trabajos de investigación publicados sobre el reparto de biomasa del cultivo.

### **3.7 Conservación del recurso suelo**

#### **3.7.1 Relación entre entrada y salida de nutrientes como análisis diferencial**

Se preparó una matriz de entrada y salida de nutrientes tomando la fertilización y los residuos como variables pertinentes que afectarían el análisis comparativo de entradas; como variables de salidas, la cosecha y las quemas. En el caso del potasio no se consideró que se produjera pérdida producto de la quema. Para el fósforo y el nitrógeno se utilizó la proporción remanente de la biomasa en una quema (fracción de quema) para estimar directamente la cantidad de elemento perdida. Este dato se obtuvo a través de quemas en laboratorio de residuo seco al aire. Debido a que en una labor de quema en el campo una parte del residuo permanece sin quemar, fue necesario realizar un ensayo de quema en laboratorio para lo cual se repitió 5 veces sobre un crisol una quema de rastrojo chipeado y secado al aire, encontrándose que un 22,62% del peso inicial permanece después de la quema, es decir, un 20,58% de la biomasa.

Se utilizaron como datos iniciales, la composición de residuos y de frutos que se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Composición mineral relativa de N, P y K en residuos de caña y frutos de frambuesa y proporción de biomasa en el residuo.**

	Composición relativa (%)	
	Residuos	Frutos
Nitrógeno	1,36	1,16
Fósforo	0,14	0,21
Potasio	0,25	1,14
Biomasa	43	12,87

Fuente: Garrido y Misle, 2000. Datos no publicados

A partir de las estimaciones de producción de rastrojos se calculó la biomasa de rastrojo en cada año y el carbono fue obtenido proporcionalmente. En la urea se tomó en cuenta su aporte de carbono para incorporarlo en el balance.

### **3.8 Autogestión**

A partir de una entrevista efectuada al Presidente de la Asociación de agricultores la que se incluye en el Anexo 3, se obtuvo la información acerca del número de socios y tipo de tenencia de la tierra.

Mediante los Informes del Programa de Transferencia Tecnológica de Indap que se ha desarrollado durante 10 años en el sector se obtuvo antecedentes acerca del proceso de formación de la Sociedad Agrosavia S.A. y con los archivos de esta se recogió información sobre la utilización de algunos instrumentos tendientes a mejorar el recurso suelo como es el programa de Recuperación de suelos.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis económico

##### 4.1.1 Relación beneficio/costo

Se realizó una estimación completa de los costos del cultivo durante seis años desde el establecimiento así como de los ingresos. Los valores totales se resumieron en el Cuadro 4. Para ambas situaciones se ha calculado la relación beneficio/costo.

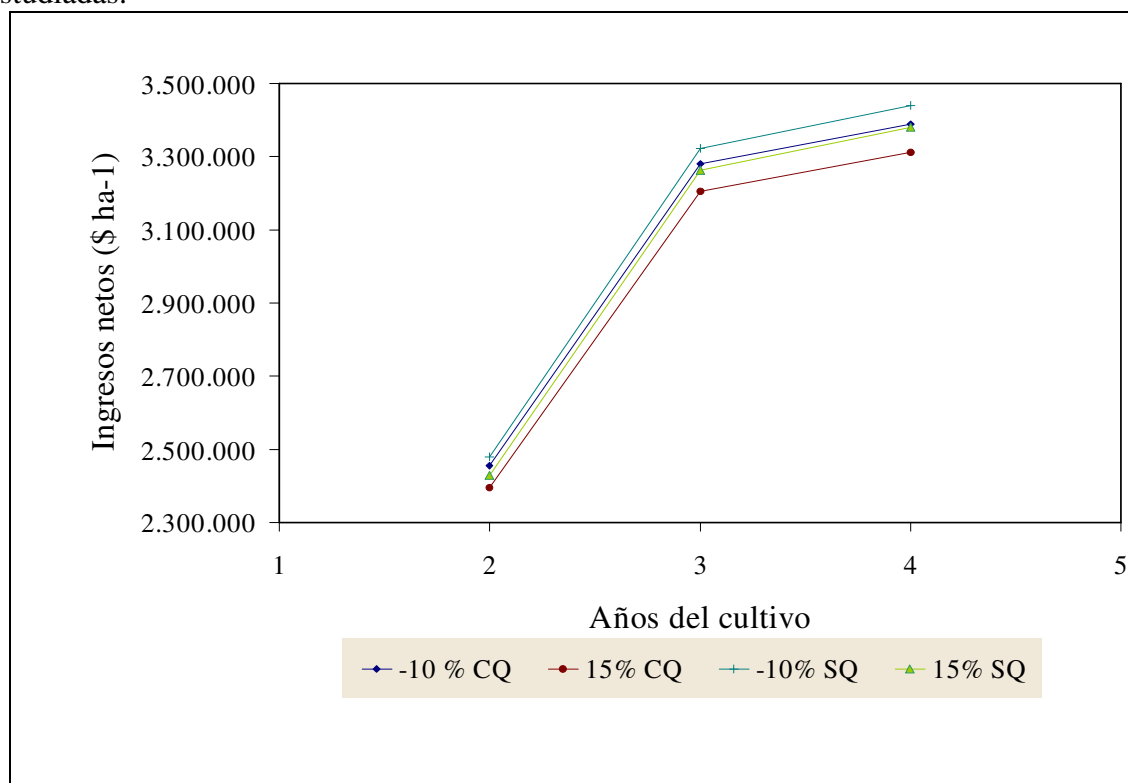
**Cuadro 4. Resultado económico para el cultivo de frambuesa bajo dos sistemas de manejo de residuos de cosecha en seis años de estudio. En cada caso se ha tabulado además la relación beneficio/costo. Los cuadros de origen se detallan en el Anexo 1.**

Año	Con quema de rastrojo		
	costos	ingresos	Beneficio/costo
1	1.893.890,1	319.678,4	0,2
2	1.042.720,2	3.393.942,8	3,3
3	1.329.262,0	4.478.314,5	3,4
4	1.438.521,7	4.689.555,8	3,3
5	1.438.521,7	4.689.555,8	3,3
6	1.438.521,7	4.689.555,8	3,3
<b>TOTAL</b>	<b>8.581.437,4</b>	<b>22.260.602,9</b>	<b>2,6</b>
Año	Sin quema de rastrojo		
	costos	ingresos	Beneficio/costo
1	1.894.390,1	323.748,3	0,2
2	1.005.124,2	3.433.061,0	3,4
3	1.283.642,0	4.546.771,5	3,5
4	1.388.889,7	4.769.336,5	3,4
5	1.388.889,7	4.769.336,5	3,4
6	1.388.889,7	4.769.336,5	3,4
<b>TOTAL</b>	<b>8.349.825,4</b>	<b>22.611.590,4</b>	<b>2,7</b>

La relación beneficio/costo no difiere para ninguna de las dos estrategias analizadas pero cabe destacar que en el caso del sistema con incorporación de rastrojos no se ha considerado un incremento de rendimiento ni tampoco una reducción en los costos debida a

una menor dosis de fertilizantes, lo cual debiera en el largo plazo reportar un mayor beneficio.

No obstante, el resultado económico varía en forma diferente para cada situación frente a cambios en los costos. Así, las variaciones en el precio del petróleo tuvieron mayor impacto en el caso del manejo con quema de residuos. En la Figura 3 se observa el efecto de alzas o disminuciones en el precio del combustible para las dos estrategias de manejo estudiadas.

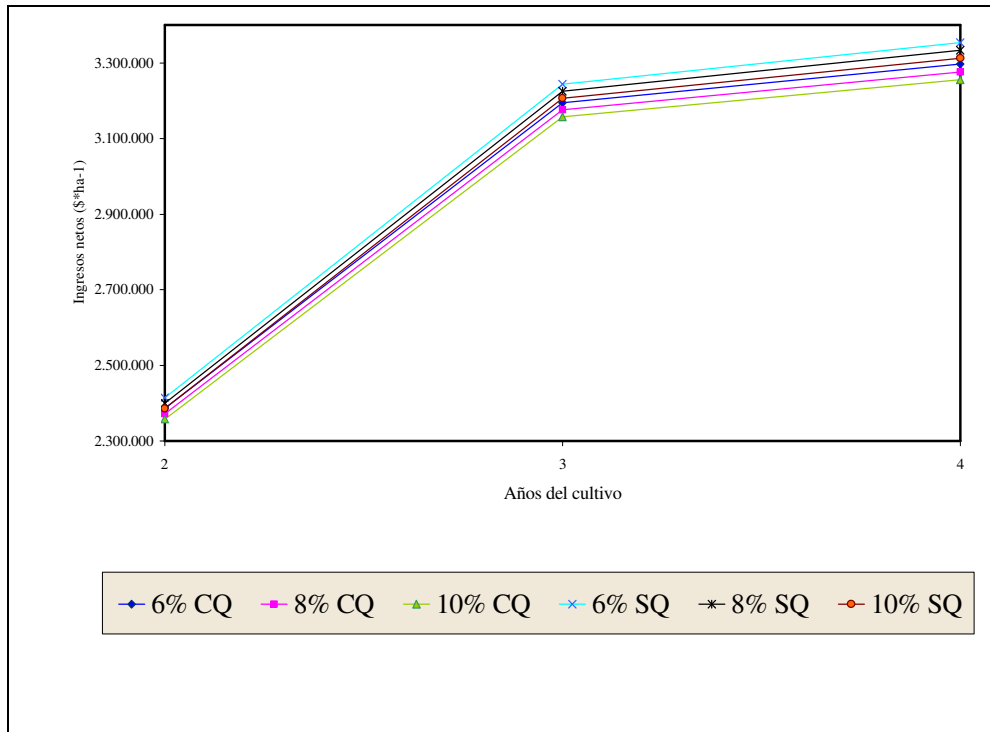


**Figura 3. Ingresos netos en el cultivo de la frambuesa con relación a las variaciones del precio del petróleo, en los sistemas con quema (CQ) y sin quema (SQ) de rastrojos en cuatro años de estudio. A partir del cuarto año los valores son constantes.**

La Figura 3 muestra las entradas netas del cultivo de la frambuesa durante un ciclo de producción de cuatro años expresadas en  $\$ \text{ ha}^{-1}$ . Es posible observar una mayor entrada en el sistema de manejo con incorporación de residuos de cosecha. Esta situación se acentúa frente a variaciones en el precio del petróleo.

Si se compara los ingresos netos en ambos sistemas, el sistema sin quema es capaz de amortiguar las fluctuaciones de precio del petróleo al punto que prácticamente coinciden el ingreso neto del sistema sin quema frente a un aumento del 15% de precio del crudo y la del sistema con quema ante una disminución del 10% de precio del mismo.

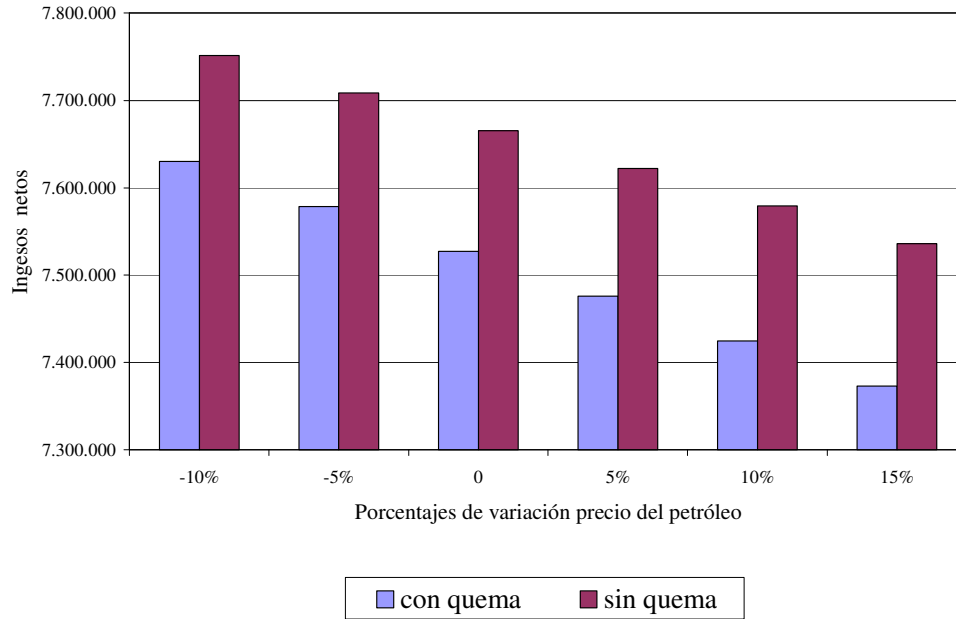
En forma similar, en la Figura 4 se observa el efecto de variaciones en el valor de la mano de obra sobre ambos sistemas de manejo de residuos.



**Figura 4. Ingresos netos del cultivo de la frambuesa con relación al cambio de precio de la mano de obra en sistemas con quema (CQ) y sin quema (SQ) de rastrojos .**

Se realizó una comparación similar a la anterior, observándose en este caso que el cultivo con incorporación de rastrojos muestra el mayor ingreso neto ante variaciones hasta de un 6% en el valor de la mano de obra. Además, prácticamente coinciden los ingresos netos del cultivo con quema de rastrojos ante un aumento de precio del 6% de la mano de obra y el de un cultivo con incorporación de residuos frente a un aumento del 10% de la mano de obra.

Si se grafica específicamente el ingreso neto total en los seis años de cultivo para diferentes variaciones en el precio del petróleo se observa que la distancia relativa entre el manejo con quema y el que incorpora los rastrojos se incrementa cuando aumenta el precio del petróleo, lo que revela la mayor estabilidad económica que ofrece el manejo sin quema (Figura 5). Para el caso de la mano de obra, los cambios para diferentes incrementos en su valor se mantienen constantes y proporcionales.



**Figura 5. Ingresos netos totales del cultivo de la frambuesa en los seis años evaluados con respecto a las variaciones del precio del petróleo en sistemas con quema y con incorporación de rastrojo (sin quema).**

Los puntos críticos que inciden en el manejo de un cultivo de frambuesas pueden ser vistos claramente a través del sistema de manejo agroecológico con incorporación de rastrojos que presenta mayor rentabilidad económica expresada en términos de ingresos netos, especialmente cuando se producen variaciones en el precio del petróleo que afecta directamente el precio de los insumos (fertilizantes y pesticidas) y el costo del transporte de fruta durante la cosecha, importante ítem ya que corresponde al 15% de los costos de producción (cuadros 10-12 Anexo 1), así mismo las variaciones en el precio de la mano de obra también afecta considerablemente el ingreso toda vez que ella representa alrededor del 80-86 % de los costos operacionales (cuadros 18-20 Anexo 1).

Para ambos análisis de sensibilidad las figuras 3 y 4 muestran una tendencia a incrementar las diferencias producidas con los dos sistemas de manejo con el paso del tiempo, observación que presenta gran importancia al señalar que en el largo plazo los beneficios de no quemar deben continuar distanciándose y así se incrementa en consecuencia la capacidad de los agroecosistemas para tolerar los incrementos en el precio de insumos críticos como el petróleo, ya sea directa o indirectamente, o como el de mano de obra. Cabe destacar que este cultivo se caracteriza por presentar un largo período de cosecha, que en el sector fluctúa entre tres y cinco meses, lo que explica la gran utilización de mano de obra y un constante gasto en transporte (Anexo 1).

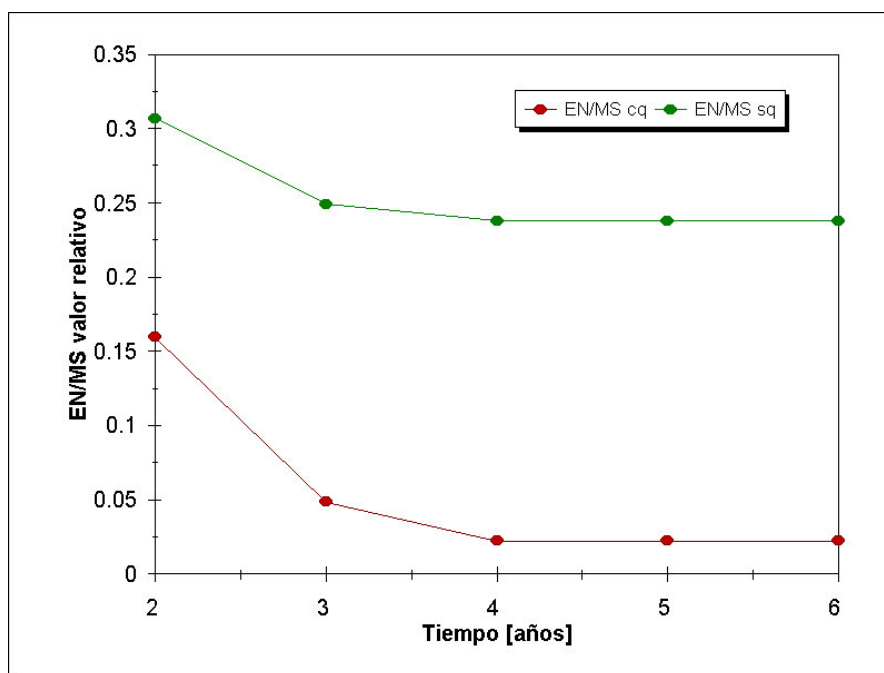
Uno de los aspectos que no se considera en un manejo convencional es precisamente la cantidad de nutrientes que aportan los residuos de cosecha, los que inciden en el mediano plazo en el rendimiento del cultivo. Si un cultivo convencional de frambuesas tiene un

rendimiento promedio de 10.000 kg ha<sup>-1</sup> en plena producción sólo la fruta extrae 15 kg de N, 2.7 kg de P, 15 kg de K y 541 kg de C, estas salidas anualmente se recuperan para N,P y K a través de la fertilización química y con ello parte del carbono perdido como resultado de la quema de rastrojos, cuando los fertilizantes contienen este elemento. Sin embargo, la extracción de carbono por quema puede alcanzar valores de 1,1 ton ha<sup>-1</sup> con un costo económico de \$50.710 ha<sup>-1</sup> que no es considerado en términos económicos ni energéticos y que se ve reflejado a través de las figuras 3 y 4, esta masiva extracción crea un proceso de inestabilidad a través del tiempo.

## 4.2 Análisis energético

### 4.2.1 Eficiencia energética

La eficiencia energética resultó siempre mayor para el sistema sin quema, con los siguientes valores para los años 2 a 6, en Mcal de entrada neta por kg de biomasa producida por ha: 1,65; 1,34 y 1,28; y para el sistema con quema fue de : 0,44; 0,13 y 0,06. En este caso y en los siguientes que se refieren al análisis de nutrientes el primer año no se incluye porque no existe una exportación de importancia. En la Figura 6 se comparan los valores de eficiencia energética expresados en escala relativa al valor máximo en cada sistema, que corresponde al año 1.



**Figura 6. Comparación de la eficiencia energética para ambos sistemas de manejo de residuos de cosecha, expresada en escala relativa de la energía neta por unidad de materia seca exportada (EN/MS) referida a su valor máximo. (cq) con quema y (sq) sin quema.**

La eficiencia energética lograda en el sistema con incorporación de rastrojos podría ser mal interpretada si se considera las entradas netas de energía desde un punto de vista económico productivista, no obstante el enfoque con que se realiza este tipo de balance y que se detalla en anexos corresponde al de la economía de los agroecosistemas, y una mayor cantidad de energía neta que ingresa al sistema por unidad de biomasa producida revela que en este caso existe un grado mayor de ordenamiento y de energía que en definitiva queda en el sistema .

### 4.3. Relación entre entrada y salida de nutrientes

#### 4.3.1 Análisis de entrada y salida de nutrientes

En el Cuadro 5 se muestra la evolución de la relación salida/entrada para N, P, K y biomasa obtenidas en el análisis diferencial. Los resultados revelan que es mucho más marcada la salida de carbono que las salidas de N, P o K. Se indica además el resultado de un indicador general de estabilidad nutricional, IEN, que se propone de la siguiente manera:

$$IEN = \frac{1}{S/E_N * S/E_P * S/E_K * S/E_C}$$

donde S/E es la relación salida/entrada de cada nutriente N, P, K y C.

**Cuadro 5. Evolución de la relación salida/entrada de N, P, K y C en seis años de cultivo de frambuesa.**

Relación Salida/entrada	Con quema				Sin quema			
	Tiempo de cultivo [años]				Tiempo de cultivo [años]			
	1	2	3	4-6	1	2	3	4-6
<b>N</b>	0.0511	0.2136	0.2758	0.2690	0.0143	0.0630	0.0672	0.0663
<b>P</b>	0.0059	0.0640	0.0924	0.1069	0.0042	0.0470	0.0635	0.0733
<b>K</b>	0.0285	0.2103	0.2270	0.2636	0.0236	0.1758	0.1822	0.2107
<b>C</b>	2.0527	4.2648	4.3429	4.3254	0.2774	0.4331	0.3592	0.3619
<b>IEN</b>	56357	82	40	30	2572645	4436	3585	2700

El IEN muestra una clara tendencia a la disminución en su valor en el caso del manejo con quema hasta el final del período. En ambos casos disminuye después del primer año, pero este primer año está afectado por el establecimiento del cultivo, con poca producción de biomasa y con aportes de fertilizantes; luego la disminución tiende a estabilizarse para el caso del manejo sin quema.

**Cuadro 6. Balance de ingresos y egresos netos de nutrientes asociado a la labor de quema, en seis años de cultivo de frambuesa. Los valores que originan este cuadro se detallan en el Anexo 2 y no consideran los aportes de fertilización anual**

Nutriente [kg ha <sup>-1</sup> ]	Cultivo con quema de rastrojos				
	[años]				
	1	2	3	4-6	TOTAL
<b>N</b>	-2,1	-22,04	-35,58	-41,59	-184,49
<b>P</b>	-0,02	-0,43	-0,22	-0,27	-1,49
<b>K</b>	-0,60	-7,57	-10,31	-12,17	-54,99
<b>C</b>	-69	-728,13	-1166,13	-1364,09	-6055,53
	Cultivo sin quema de rastrojos				
	[años]				
	1	2	3	4-6	TOTAL
<b>N</b>	1,56	13,26	26,2	30,39	132,2
<b>P</b>	0,1	0,67	1,7	1,97	8,38
<b>K</b>	-0,31	-4,71	-5,32	-6,34	-29,36
<b>C</b>	44,3	361,96	741,53	859,11	3725

Si se considera una fertilización nitrogenada a base de urea igual para ambos sistemas de manejo CQ y SQ de rastrojos tal como se indica en el Anexo 2 , cuyas dosis son 50,120,150 y 180 kg de N \*ha<sup>-1</sup> para los años 1,2,3,4,5 y 6 respectivamente, se puede observar que en todo el período el sistema CQ de rastrojos pierde a causa de dicho manejo 158,34 kg de N teniendo en cuenta que la quema no es completa y 67,19 kg de N por cosecha, en total 225,53 kg de N que equivalen a 56,52ppm de este nutriente .

A su vez, en el cultivo manejado SQ de residuos la salida de N está reducida solo a 67,19 kg extraídos por cosecha, equivalentes a 16,83 ppm lo que muestra que un manejo CQ de residuos extrae tres veces más nitrógeno que el que lo incorpora.

En términos generales, si los rastrojos del cultivo se incorporaran anualmente, en el período de seis años se aportaría al ciclo 132,2 kg de N con lo que se podría reducir la fertilización nitrogenada en un 15 % para un nuevo ciclo de cultivo.

Cabe destacar que se trata de un balance neto asociado a la labor de quema y no considera las transformaciones que sufre el N a través del tiempo (mineralización, volatilización, lixiviación etc).

Las aplicaciones de fósforo estimadas son de 32,2 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> \*ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para todos los años de cultivo en ambos sistemas. La extracción por cosecha sería 12,16 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> \*ha<sup>-1</sup> y la pérdida por quema de rastrojos alcanzaría a 4.93 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> \*ha<sup>-1</sup>, dado un 24% de pérdida de fósforo reportado por Heard *et al.* (2001) en quema de rastrojos de cereales.

De este modo se totaliza una salida neta de  $17.09 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  equivalente a  $4.28 \text{ ppm}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  en el cultivo CQ de residuos.

Por otra parte la incorporación de los residuos en el manejo SQ aporta  $20,55 \text{ kg}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ , si la extracción por cosecha es la misma se produce un saldo a favor de  $8,38 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  equivalentes a  $2,10 \text{ ppm}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  en igual período, observándose una clara tendencia a estabilizar el nivel del nutriente en el mediano plazo. En este caso, aún cuando se observa pérdidas que no superan las  $4.28 \text{ ppm}$  en un ciclo de cultivo, la quema es importante si se considera que el nivel mínimo de fósforo en un suelo agrícola está en un rango de  $4-5 \text{ ppm}$ .

La pérdida de potasio en la quema de rastrojos es importante, alcanzando en promedio  $35\%$  del total ( Heard *et al.*, 2001). La diferencia permanece en las cenizas, pudiendo ser reutilizado por el cultivo. No obstante, la extracción de dicho nutriente por cosecha es de  $66.01 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  durante el período de seis años y la pérdida por quema es de  $12.83 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , totalizando una salida de  $78.84 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . El aporte de los rastrojos alcanza a  $23.84 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , produciéndose entonces un déficit de  $54.99 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  y de  $29.36 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  el caso de un cultivo manejado CQ y SQ de residuos respectivamente.

Es importante destacar que las pérdidas de fósforo y potasio no siempre son de compuestos gaseosos, generalmente se producen como material particulado que es arrastrado por el humo a otros lugares dependiendo del viento ( Heard *et al.*, 2001).

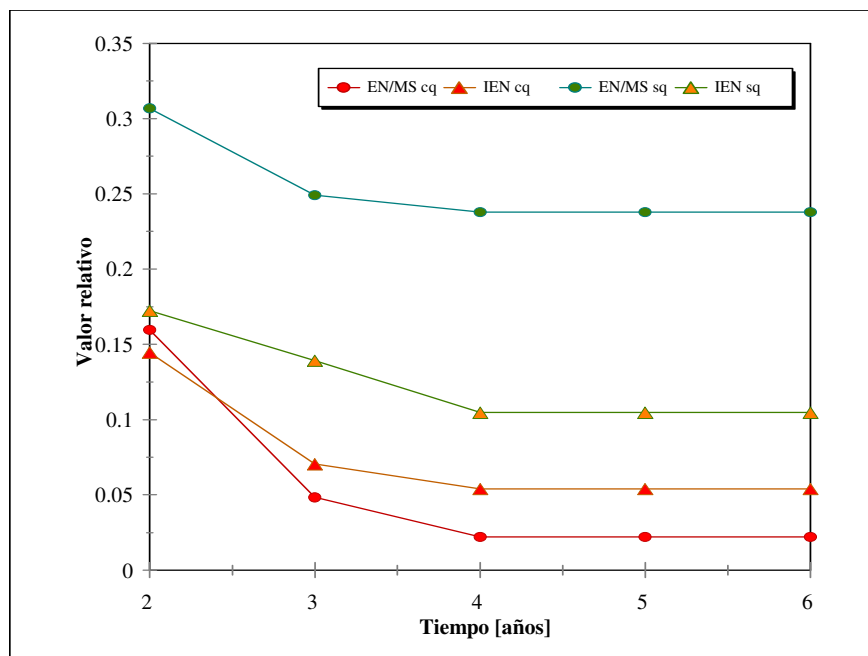
Sin embargo las pérdidas más relevantes derivadas de la forma de manejar los residuos se relacionan con el carbono, las que por quema superan los  $4800 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  en seis años. Aún cuando una parte se recupera a través de la entrega de fertilizantes como la urea y queda un remanente después de la quema pues la combustión no es completa, el total de los aportes no supera los  $1267.23 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  en el mismo período, provocándose así un déficit de  $6055 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  en un ciclo de cultivo. Por el contrario, el manejo del cultivo SQ de residuos retorna al sistema  $3725.13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Debe considerarse además los residuos como aporte de materia orgánica al suelo, esto es de importancia ya que actúa globalmente sobre procesos fisiológicos y bioquímicos unidos al desarrollo vegetal, asegura la producción de  $\text{CO}_2$  cuyo desprendimiento en la atmósfera edáfica acidifica la solución del suelo facilitando la disponibilidad de ciertos elementos minerales a la planta, a los cuales de otra forma no tendría acceso (Labrador,1999). A este respecto Kononova (1982) (citado por Labrador, 1999) señala que la forma más importante de aumentar la producción de  $\text{CO}_2$  en el suelo, es reponiendo las reservas de materia orgánica frescas y regulando los procesos de descomposición.

Aún cuando las medidas de manejo tomadas a nivel predial no afectan en principio la dinámica del carbono, ellas si resultan importantes a la escala de espacio y tiempo de la intervención del agricultor, pudiendo provocar cambios en la fertilidad física del suelo en el mediano plazo. Lo que permanece por dilucidar, dado que el estudio en quema es solo cuantitativo, son los cambios que se presentarían en la biomasa microbiana de acuerdo a diferentes magnitudes de la materia orgánica presente en el suelo, teniendo en cuenta la relación que existe entre materia y porcentaje de carbono. De este modo, los  $3725.13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de carbono equivalen a más de  $6400 \text{ kg}$  de materia orgánica por hectárea.

Respecto al tipo de manejo Bradley *et al.* señalan que este no sólo afecta la reserva de carbono en el suelo sino que además causaría una declinación en la diversidad metabólica de las comunidades microbianas del suelo, razón por lo que la mantención de una cantidad de carbono en el suelo serviría para preservar la diversidad de las comunidades microbianas del suelo. Por otra parte Vidal *et al.* señalan que la retención de residuos como sistema de manejo en el suelo incrementa la biomasa microbiana entre un 30-40%.

Los resultados vistos a través del IEN muestran una clara tendencia a que el sistema sin quema lograría reducir su decrecimiento anual de nutrientes debido a la menor exportación que se produce. Esta tendencia es comparable en términos relativos con la que ocurre con el análisis energético. La Figura 7 evidencia esta observación constituyendo una síntesis del estudio actual desde el punto de vista de la materia y energía, es decir la captura o retención en el agroecosistema que se maneja sin quema es mayor.



**Figura 7. Comparación entre la evolución de indicadores energía neta por unidad de materia seca (EN/MS) y el índice de estabilidad nutricional (IEN), ambos en escala relativa, para el manejo con quema (cq) y sin quema (sq).**

No obstante, el análisis hecho fue sencillo y la consideración de alguna diferencia debida a mayor pérdida por escurrimiento superficial de nutrientes en el caso del manejo con quema, probablemente mejoraría aún más los resultados.

#### 4.4 Autogestión

En el Cuadro 7 se presentan los antecedentes recogidos a través de la entrevista al Presidente de la organización.

**Cuadro 7. Entrevista a presidente de la asociación Agrosavia S.A.**

N° de socios	Sexo	Edad	Nivel educacional
22	Masculino	24 - 70 años	1° Básico - Est. superiores
Tipo de tenencia	10 propietario. 12 arrendatario o medieros.		
Figura legal	Sociedad anónima cerrada.		
Fecha de constitución	10/08/98.		
<b>Estructura Social</b>			
Constitución de la Directiva	Presidente, secretario, tesorero y dos directores. Todos duran 2 años en su cargo.		
Toma de decisiones	Directorio y dependiendo de la situación se consulta a la asamblea.		
Personal contratado	Secretaria		
Función	Labor administrativa.		
<b>Capital de la sociedad</b>			
N° de acciones	6 acciones por socio.		
Valor acción (\$)	\$550.000 (aportes de capital).		
Infraestructura	Sitio de 5000 m2, oficinas, invernaderos, galpón y cámara de mantenimiento.		
<b>Gestión productiva</b>			
N° ha de frambuesas	43		
Edad de las plantaciones (ha)	21 ha recién plantadas y 22ha de 2y 3 años.		
Fertilización empleada	80-160 kg de superfosfato triple y 120-150 kg de urea.		
Manejo de los residuos	Todos quemar.		
<b>Instrumentos de apoyo a la organización.</b>			
Programa de transferencia tecnológica de INDAP.			
Subsidio de riego campesino.			
Subsidio habitacional rural.			
Programa de recuperación de suelos SAG – INDAP.			
Programas de diversificación de la pequeña agricultura			
<b>Principales problemas de la organización</b>			
1. Falta de compromiso de entrega de fruta.			
2. Inasistencia a reuniones, en menor grado.			

Dado que se trata de una organización de carácter productivo que se ha formado en torno al negocio de un cultivo en este caso frambuesas, con fines netamente comerciales, esta asociación al igual que otras que se hallan en el sector, surgió como una respuesta para enfrentar el mercado con el fin de lograr un precio mayor producto de los volúmenes de venta y como mecanismo de defensa ante las empresas compradoras de fruta que castigan la calidad en forma arbitraria.

La gestión de la empresa ha apuntado en primer término a la apertura de nuevos canales de comercialización, distintos a los que ya existían en el sector y a facilitar la entrega de fruta, acopiando en un pequeño centro que cuenta con cámara de mantención de 0°C de forma de evitar las pérdidas de calidad de la fruta y disminuir los costos de transporte. La sociedad sostiene una relación contractual con los socios donde ellos se comprometen a entregar parte de la producción a la empresa; sin embargo, no siempre responden a la asociación dando fiel cumplimiento, en especial en las temporadas de alto precio del producto. Por esta razón, la organización ha debido buscar mecanismos para exigir respuesta a este compromiso. Al mismo tiempo, necesita recurrir a otros proveedores para asegurar el volumen de venta transado con las empresas exportadoras.

Debido al tipo de economía imperante, esta asociación como las otras del sector sólo se mueven con fines de lucro, sin evaluar otros problemas que en el mediano plazo les puedan afectar en los rendimientos del rubro eje, específicamente en lo que se refiere al manejo del recurso suelo en relación a la técnica empleada para tratar los residuos de cosecha.

A pesar que a través de los programas de asistencia se ha divulgado la existencia y los beneficios del programa de recuperación de suelos, en lo que respecta a manejo de rastrojos no se ha presentado una respuesta satisfactoria en general, principalmente por las siguientes razones:

- Los agricultores acuden al subsidio motivados por la recuperación de dinero proveniente de la realización de otras labores que este mismo instrumento promueve, como por ejemplo: preparación de suelo para establecimiento de praderas (aradura, rastraje,), subsolado, despedrado, etc., lo que revela una concepción individualista y de corto plazo.
- Dado que los recursos económicos son escasos, la forma como opera el programa para adjudicar el subsidio es mediante el empleo de criterios fundamentalmente económicos, es así como se priorizan sectores considerando otros aspectos y no una evaluación técnica del recurso suelo para su recuperación.
- El tipo de tenencia de la tierra sería una de las razones y tal vez la de mayor peso, pues se observa que la organización cuenta con socios mayoritariamente arrendatarios de suelo, quienes en general no toman conciencia del deterioro del recurso en el mediano y largo plazo. El interés de este tipo de agricultor es ser eficientes en términos económicos aumentando su rentabilidad sin realizar mayores inversiones en un suelo que no les pertenece.
- Quienes arriendan sus propiedades tampoco consideran el deterioro del suelo como factor relevante de la negociación aunque después les signifique realizar labores de preparación de suelo más costosas tales como subsolado y cincelado,

no asociando directamente estos trabajos con pérdida de algunas características del suelo.

- No existe una oferta de maquinaria de chipeado en el sector. Aquí nuevamente se manifiestan las debilidades de la organización toda vez que no han asumido la compra de maquinaria para realizar la labor de manera conjunta pudiendo ofrecer además el servicio a otros agricultores del sector. Esto es propio del tipo de estructura asociativa que se ha promovido en los últimos años (Sociedad Anónima Cerrada ) cuyos fines han sido netamente comerciales los cuales deben ser alcanzados en el menor plazo posible. También es preciso destacar que se trata de una organización nueva que tiene cuatro años de constitución, por tanto falta experiencia para evaluar los problemas y tomar decisiones .
- Actualmente no existe experiencia e información que sustente otro tipo de práctica como la degradación de los residuos mediante productos que aceleren la descomposición en un plazo reducido, lo que podría evitar la compra de maquinaria y también la quema de los rastrojos.
- Alternativas como el compostaje si bien son conocidas por los agricultores no son empleadas pues requieren de un mayor número de jornadas de trabajo. Cabe destacar que Romeral es un sector de agricultura intensiva y el recurso mano de obra es un punto crítico del cultivo, siendo la cosecha (que se extiende de diciembre a abril ) la que hace uso del mayor número de jornadas subiendo los costos de producción de manera importante. Por esta razón durante el resto de la temporada los agricultores evitan contratar jornadas y habitualmente es el propietario y algún miembro de la familia quienes atienden el cultivo en todas las demás labores.