

### 4.3 EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS

Para conocer el efecto e impacto que tiene el método de agricultura Biointensiva como alternativa de manejo para la conservación del suelo y optimización del uso del agua, se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con Arreglo Trifactorial A x B x C con tres repeticiones, para las variables: materia orgánica, pH del suelo, nitrógeno, fosforo, potasio, zinc, hierro, densidad aparente, contenido de humedad (características del suelo); y, el Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) para la variable:, altura de la planta (influencia de la planta).

#### 4.3.1 Materia orgánica

La variación del contenido de materia orgánica en el suelo se detectó mediante el análisis de varianza DBCA con Arreglo trifactorial. Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.10).

**Cuadro 4.10** Análisis de varianza para la variable contenido de Materia orgánica en el suelo.

F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	35	2,63					
Especies (E)	1	0,02	0,02	0,34	NS	4,26	7,82
Composta (C)	2	0,07	0,04	0,56	NS	3,40	5,61
Labranza (S)	1	0,18	0,18	2,76	NS	4,26	7,82
E X C	2	0,39	0,19	2,93	NS	3,40	5,61
E X S	1	0,00	0,00	0,03	NS	4,26	7,82
C X S	2	0,11	0,06	0,85	NS	3,40	5,61
E X C X S	2	0,26	0,13	1,99	NS	3,40	5,61
Error experimental	24	1,58	0,07				

NS: No significativo

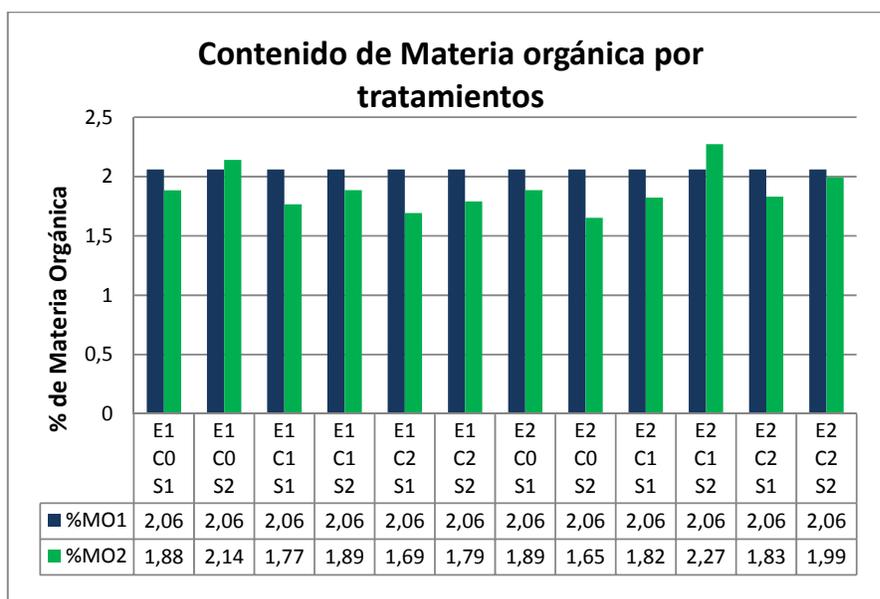
CV: 13.77 %

PROMEDIO: 1.89 %

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

En el análisis de varianza para la variable contenido de materia orgánica en el suelo (Cuadro 4.10), se observa que no detectó diferencias significativas entre especies, niveles de composta, sistemas de labranza, y tampoco en las interacciones.

El coeficiente de variación fue de 13.77 % con un promedio de 1.89 % de materia orgánica en el suelo.



**Fig. 4.1** Contenido de Materia orgánica en el suelo antes y después del experimento.

**Porcentaje M.O. 1:** Análisis antes del experimento.

**Porcentaje M.O. 2:** Análisis luego del experimento.

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

El contenido de materia orgánica en el suelo de 1.89 % significa que es un nivel bajo para cultivos pudiendo ser la causa factores limitantes observados en el transcurso del experimento, pero se observa en el figura 4.1 que después de realizar el experimento se mantuvo casi en su porcentaje inicial de 2.06 %, lo que indica que el método puede ser utilizado para mejorar, conservar y observar efectos en el suelo a lo largo del tiempo.

### 4.3.2 pH del suelo

Para detectar variaciones de pH en el suelo se utilizó el análisis de varianza (DBCA con Arreglo trifactorial). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.11).

**Cuadro 4.11** Análisis de varianza para la variable pH del suelo

F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	35	1,37					
Especies (E)	1	0,00	0,00	0,00	NS	4,26	7,82
Composta (C)	2	0,04	0,02	0,66	NS	3,40	5,61
Labranza (S)	1	0,00	0,00	0,09	NS	4,26	7,82
E X C	2	0,14	0,07	2,19	NS	3,40	5,61
E X S	1	0,04	0,04	1,10	NS	4,26	7,82
C X S	2	0,11	0,06	1,72	NS	3,40	5,61
E X C X S	2	0,26	0,13	4,10	*	3,40	5,61
Error experimental	24	0,77	0,03				

NS: No significativo

\*: Significativo

CV: 2.30 %

PROMEDIO: 7.80 pH

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

En el análisis de varianza con respecto a las variaciones de pH en el suelo (Cuadro 4.11) se observa que no existe significancia estadística entre especies, niveles de composta, sistemas de labranza, y tampoco en las interacciones E x C, E x S, C x S, mientras que para la interacción E x C x S existe diferencia estadística al 5 %.

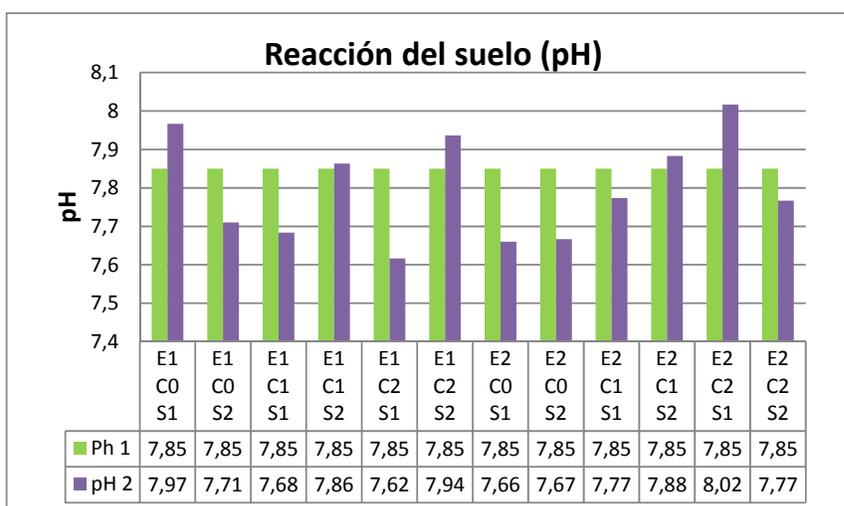
El coeficiente de variación fue de 2.30 % con un promedio de pH en el suelo de 7.80.

**Cuadro 4.12** Prueba de Tukey al 5% para tratamientos para la variable pH.

Tratamientos	Medias	Rangos
E <sub>2</sub> C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	8,02	a
E <sub>1</sub> C <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	7,97	a
E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	7,94	a
E <sub>2</sub> C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	7,88	a
E <sub>1</sub> C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	7,86	b
E <sub>2</sub> C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	7,77	b
E <sub>2</sub> C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	7,77	b
E <sub>1</sub> C <sub>0</sub> S <sub>2</sub>	7,71	b
E <sub>1</sub> C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	7,68	b
E <sub>2</sub> C <sub>0</sub> S <sub>2</sub>	7,67	b
E <sub>2</sub> C <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	7,66	b
E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	7,62	b

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento

En el Cuadro 4.12 luego de realizar la prueba de Tukey al 5%, vemos que existe dos rangos en donde se observa que el tratamiento E1C2S1 con 7.62 bajó el rango de alcalinidad más que el tratamiento E2C2S1 con 8.02 con respecto al pH 7.8 del análisis inicial del experimento, por lo que se ratifica que hubo efectos de variación en la interacción de especies, niveles de composta, sistemas de labranza (Fig. 4.2).



**Fig. 4.2** Reacción del suelo expresada por el valor de pH.

**pH. 1:** Análisis antes del experimento.

**pH. 2:** Análisis luego del experimento.

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

Según Acuña, *et al.* (2002), la incorporación de materia orgánica tiene la propiedad de mejorar la capacidad amortiguadora de un suelo y de mantener un pH adecuado, coincidiendo con este autor se sugiere la utilización de composta para disminuir la alcalinidad de los suelos en la comunidad los Lavaderos.

### 4.3.3 Nitrógeno

La variación del contenido de nitrógeno en el suelo se detectó mediante el análisis de varianza (DBCA con Arreglo trifactorial). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.13).

**Cuadro 4.13** Análisis de varianza para la variable Nitrógeno en el suelo.

F de V	gl	SC	CM	F.cal	F. tab	
					0,05	0,01
Total	35	8584,37				
Especies (E)	1	213,50	213,50	0,87	<sup>NS</sup>	4,26 7,82
Composta (C)	2	297,63	148,81	0,61	<sup>NS</sup>	3,40 5,61
Labranza (S)	1	595,60	595,60	2,44	<sup>NS</sup>	4,26 7,82
E X C	2	47,60	23,80	0,10	<sup>NS</sup>	3,40 5,61
E X S	1	218,69	218,69	0,89	<sup>NS</sup>	4,26 7,82
C X S	2	864,62	432,31	1,77	<sup>NS</sup>	3,40 5,61
E X C X S	2	476,38	238,19	0,97	<sup>NS</sup>	3,40 5,61
Error experimental	24	5870,34	244,60			

NS: No significativo

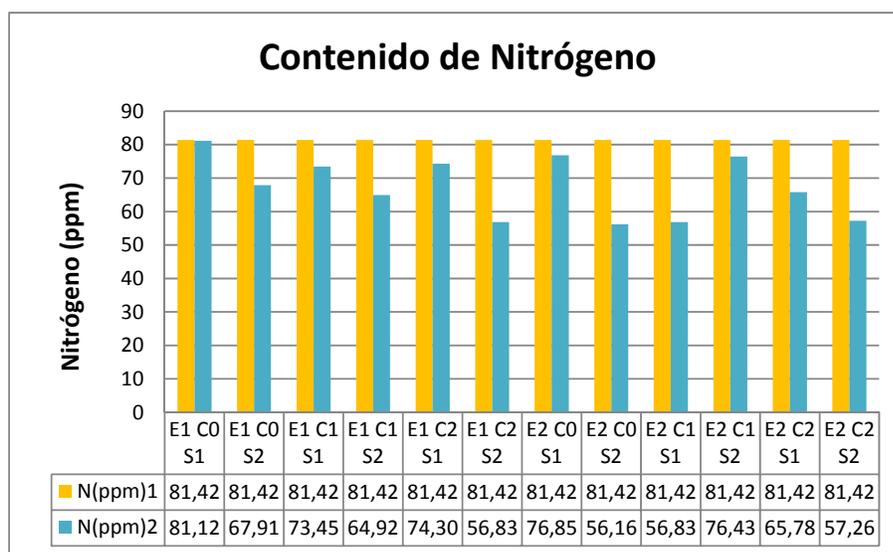
CV: 23.99 %

PROMEDIO: 67.32 ppm

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

En el análisis de varianza para la variable contenido de nitrógeno en el suelo (Cuadro 4.13), no detectó diferencias significativas entre especies, niveles de composta, sistemas de labranza y tampoco en las interacciones.

El coeficiente de variación fue de 23.99 % con un promedio de 67.32 ppm de nitrógeno en el suelo.



**Fig. 4.3** Contenido de Nitrógeno en el suelo antes y después del experimento.

**N ppm. 1:** Análisis antes del experimento.

**N ppm. 2:** Análisis luego del experimento.

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

El contenido de Nitrógeno en el suelo de 67.32 ppm significa que es alto y se encuentra en los niveles permitidos para realizar un cultivo. Predecir la cantidad de este elemento que va a estar disponible para las plantas es muy difícil, debido a la naturaleza no estática del nitrógeno en el suelo. Hay que tener en cuenta que además de la inmovilización temporal de nitrógeno en la proliferación microbiana ante una aportación de materia orgánica fresca, se pueden producir pérdidas de nitrógeno asimilable (Ribó, 2004), como consecuencia se produciría la volatilización en forma de amoníaco especialmente a pHs altos.

En la figura 4.3 se observa que existe disminución del contenido de nitrógeno en el suelo en las parcelas pudiendo ser la causa la lixiviación de nutrientes por el bajo contenido de materia orgánica en el suelo, como también el pH alto observado en el sector.

#### 4.3.4 Fósforo

La variación del contenido de fósforo en el suelo se detectó mediante el análisis de varianza (DBCA con Arreglo trifactorial). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.14).

**Cuadro 4.14** Análisis de varianza para la variable Fósforo en el suelo.

F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	35	12272,63					
Especies (E)	1	413,31	413,31	1,44	NS	4,26	7,82
Composta (C)	2	142,17	71,09	0,25	NS	3,40	5,61
Labranza (S)	1	222,31	222,31	0,77	NS	4,26	7,82
E X C	2	1806,28	903,14	3,14	NS	3,40	5,61
E X S	1	74,59	74,59	0,26	NS	4,26	7,82
C X S	2	489,21	244,60	0,85	NS	3,40	5,61
E X C X S	2	2215,57	1107,78	3,85	*	3,40	5,61
Error experimental	24	6909,20	287,88				

NS: No significativo

\*: Significativo

CV: 42,13 %

PROMEDIO: 29,87 ppm

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

En el análisis de varianza para la variable contenido de fósforo en el suelo (Cuadro 4.14), se observa que no se detectó diferencias significativas entre especies, niveles de composta, sistemas de labranza y tampoco en las interacciones E x C, E x S y C x S. Pero existe diferencia estadística para la interacción E x C x S al 5 %.

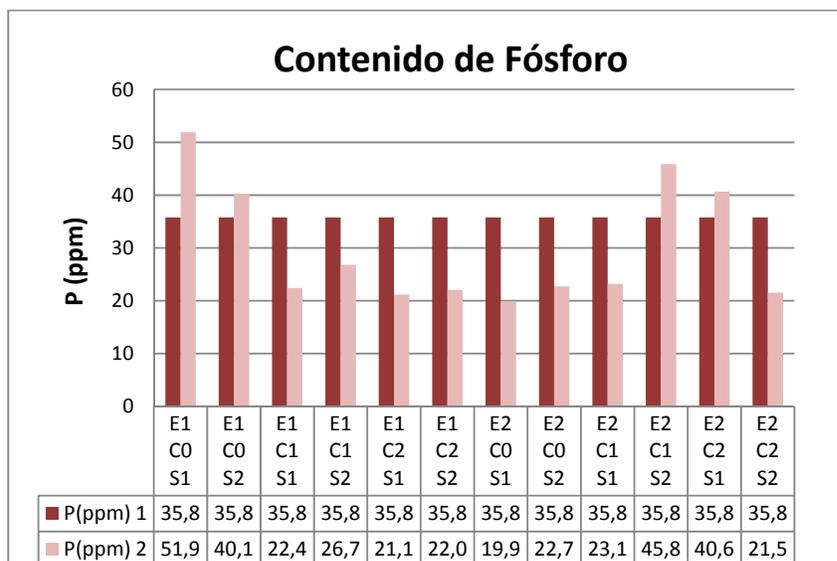
El coeficiente de variación fue de 42,13 % con un promedio de 29,87 ppm de fósforo en el suelo.

**Cuadro 4.15** Prueba de Tukey al 5% para tratamientos para la variable contenido de fósforo en el suelo.

Tratamientos	Medias	Rangos
E <sub>1</sub> C <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	51,91	a
E <sub>2</sub> C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	45,84	b
E <sub>2</sub> C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	40,67	b
E <sub>1</sub> C <sub>0</sub> S <sub>2</sub>	40,17	b
E <sub>1</sub> C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	26,79	b
E <sub>2</sub> C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	23,19	b
E <sub>2</sub> C <sub>0</sub> S <sub>2</sub>	22,72	b
E <sub>1</sub> C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	22,41	b
E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	22,08	b
E <sub>2</sub> C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	21,5	b
E <sub>1</sub> C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	21,17	b
E <sub>2</sub> C <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	19,93	b

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento

En el Cuadro 4.15 luego de realizar la prueba de Tukey al 5% se observa que existen dos rangos, la variación existente es de 43.13% lo que indica que existe una marcada diferencia entre tratamientos pudiendo ser la causa las limitaciones externas observadas en la preparación del terreno. (Gráfico 4.4).



**Fig. 4.4** Contenido de Fósforo en el suelo antes y después del experimento.

**P ppm. 1:** Análisis antes del experimento.

**P ppm. 2:** Análisis luego del experimento.

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

El contenido de fósforo en el suelo de 29.87 ppm significa que es un nivel alto, este valor comparado con el valor inicial de 35.7 ppm indica que hubo una notable disminución en el contenido de este elemento en el suelo, pudiendo ser la causa la absorción de este elemento por las plantas en su etapa de crecimiento y maduración. Kaffka y Koepf (1989), demostraron que en una finca con cultivo biodinámico (una modalidad de agricultura ecológica) desde 1929, los análisis de suelos mostraban solo pequeñas diferencias en fósforo, potasio y magnesio asimilables entre 1972 y 1982 y que después de 50 años los niveles de potasio y fósforo eran todavía apropiados para obtener buenas producciones. Por lo que ésta variable podría ser probada en otros ensayos para ver sus efectos al paso de los años. La variación del contenido de fósforo en el suelo, después de aplicados los factores en estudio en las parcelas tuvo una mínima variación dando como resultado significativo en la interacción E x C x S (Fig. 4.4).

#### 4.3.5 Potasio

La variación del contenido de potasio en el suelo se detectó mediante el análisis de varianza (DBCA con Arreglo trifactorial). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.16).

**Cuadro 4.16** Análisis de varianza para la variable Potasio en el suelo.

F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	35	0,33					
Especies (E)	1	0,01	0,01	1,65	NS	4,26	7,82
Composta (C)	2	0,01	0,01	0,72	NS	3,40	5,61
Labranza (S)	1	0,00	0,00	0,13	NS	4,26	7,82
E X C	2	0,04	0,02	2,25	NS	3,40	5,61
E X S	1	0,00	0,00	0,02	NS	4,26	7,82
C X S	2	0,01	0,00	0,36	NS	3,40	5,61
E X C X S	2	0,04	0,02	2,42	NS	3,40	5,61
Error experimental	24	0,21	0,01				

NS: No significativo

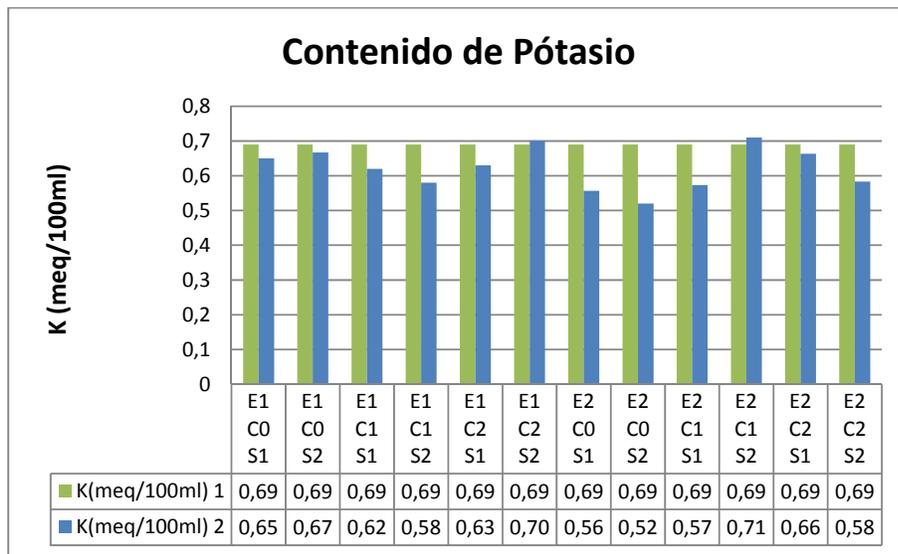
CV: 15,22 %

Promedio: 0,62 meq/100ml

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

En el análisis de varianza para el contenido de potasio en el suelo (Cuadro 4.16), se observa que no detectó diferencias significativas entre especies, niveles de composta, sistemas de labranza y tampoco en las interacciones.

El coeficiente de variación fue de 15,22 % con un promedio de 0,62 meq/100ml de potasio en el suelo.



**Fig. 4. 5** Contenido de Potasio en el suelo antes y después del experimento.

**K meq/100ml. 1:** Análisis antes del experimento.

**K meq/100ml. 2:** Análisis luego del experimento.

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

El contenido de potasio en el suelo de 0.62 meq/100ml, significa que está en un nivel alto y apropiado para cualquier cultivo. Siguiendo los estudios realizados por Arden–Clarke y Hodges (1988), en donde pusieron de manifiesto que los elevados contenidos en materia orgánica encontrados en los suelos bajo manejo ecológico, incrementaban la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumentándose así la capacidad de retención de nutrientes como el potasio por lo tanto el aporte de un manejo ecológico al suelo es indispensable para la comunidad.

### 4.3.6 Zinc

La variación del contenido de zinc en el suelo se detectó mediante el análisis de varianza (DBCA con Arreglo trifactorial). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.17).

**Cuadro 4.17** Análisis de varianza para la variable contenido de Zinc en el suelo.

F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	35	25,70					
Especies (E)	1	0,00	0,00	0,00	NS	4,26	7,82
Composta (C)	2	2,59	1,30	1,99	NS	3,40	5,61
Libranza (S)	1	1,35	1,35	2,07	NS	4,26	7,82
E X C	2	0,27	0,13	0,21	NS	3,40	5,61
E X S	1	1,23	1,23	1,88	NS	4,26	7,82
C X S	2	4,34	2,17	3,33	NS	3,40	5,61
E X C X S	2	0,28	0,14	0,22	NS	3,40	5,61
Error experimental	24	15,65	0,65				

NS: No significativo

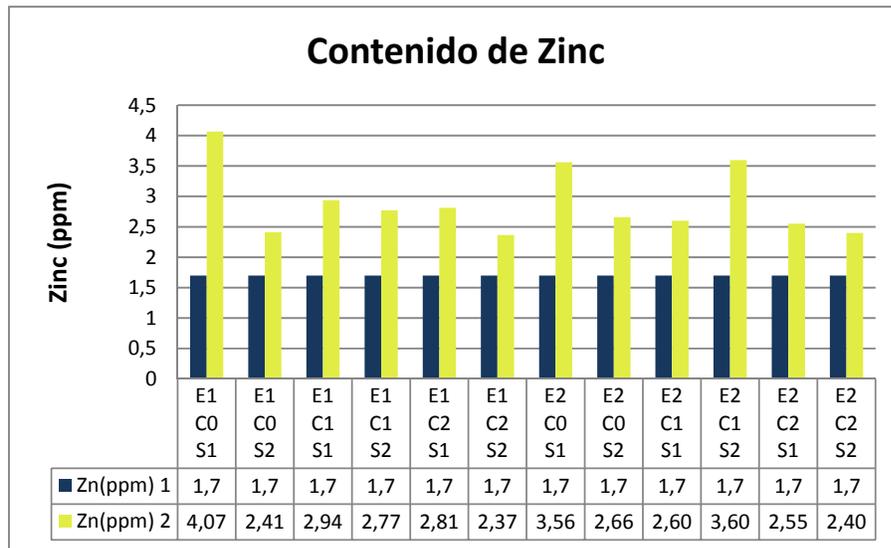
CV: 29.00 %

PROMEDIO: 2.89 ppm

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

En el análisis de varianza para el contenido de Zinc en el suelo (Cuadro 4.17), se observa que no detectó diferencias significativas entre especies, niveles de composta, sistemas de labranza y tampoco en las interacciones.

El coeficiente de variación fue de 29.00 % con un promedio de 2.89 ppm de zinc en el suelo.



**Fig. 4.6** Contenido de Zinc en el suelo antes y después del experimento.

**Zn ppm.1:** Análisis antes del experimento.

**Zn ppm. 2:** Análisis luego del experimento.

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

El contenido de Zinc en el suelo es de 2.89 ppm lo que significa que se mantuvo en un nivel bajo para el cultivo de hortalizas, a pesar de que se observa que hubo incremento de este elemento en el suelo comparado con el valor inicial de 1.7 ppm, esto indica que la utilización del método si es efectivo para la aportación de micro elementos al suelo.

Benzing (2001), encontró que la disponibilidad de micronutrientes depende del alto grado del pH. Deficiencias de Hierro, Zinc y Manganeso se presentan sobre todo en suelos neutros y alcalinos. La regulación de pH (óptimo 6 a 6.5) es muchas veces más eficiente que el suministro de determinados micronutrientes. Además, considerando que el abono orgánico es la fuente más importante de micronutrientes es aconsejable seguir incorporando composta al suelo para obtener resultados a largo plazo.

### 4.3.7 Hierro

La variación del contenido hierro en el suelo se detectó mediante el análisis de varianza (DBCA con Arreglo trifactorial). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.18).

**Cuadro 4.18** Análisis de varianza para la variable contenido de Hierro en el suelo.

F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	35	1008,70					
Especies (E)	1	16,24	16,24	0,51	NS	4,26	7,82
Composta (C)	2	44,50	22,25	0,70	NS	3,40	5,61
Labranza (S)	1	18,69	18,69	0,58	NS	4,26	7,82
E X C	2	33,79	16,90	0,53	NS	3,40	5,61
E X S	1	27,46	27,46	0,86	NS	4,26	7,82
C X S	2	74,39	37,19	1,16	NS	3,40	5,61
E X C X S	2	26,01	13,00	0,41	NS	3,40	5,61
Error experimental	24	767,62	31,98				

NS: No significativo

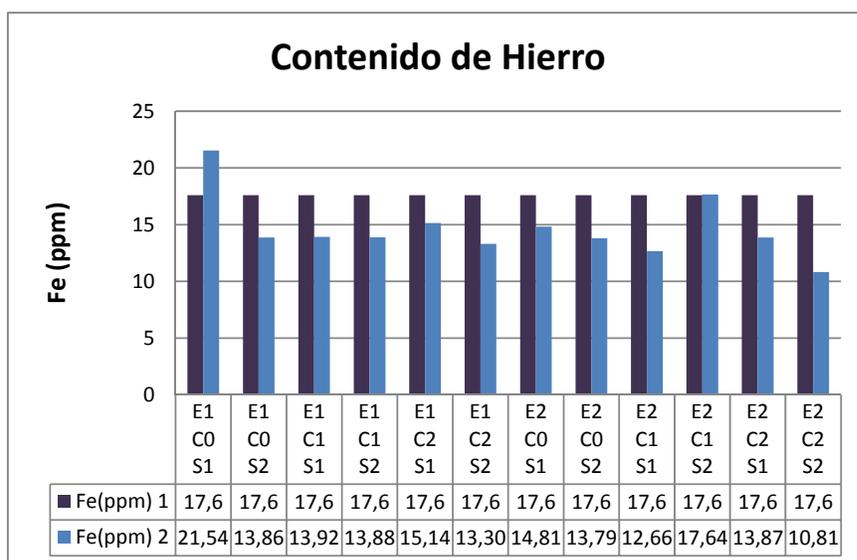
CV: 40.98 %

PROMEDIO: 14.60 ppm

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

En el análisis de varianza para la variable contenido de hierro en el suelo (Cuadro 4.18), se observa que no detectó diferencias significativas entre especies, niveles de composta, sistemas de labranza y tampoco en las interacciones.

El coeficiente de variación fue de 40.98 % con un promedio de 14.60 ppm de hierro en el suelo.



**Fig. 4.7** Contenido de Hierro en el suelo antes y después del experimento.

**Fe ppm. 1:** Análisis antes del experimento.

**Fe ppm. 2:** Análisis luego del experimento.

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

El contenido de hierro en el suelo es de 14.60 ppm lo que indica un nivel bajo y una variación amplia entre parcelas de 40.98% pudiendo ser la causa factores externos que impidieron su aporte al suelo, como también el pH alcalino que pudo ser el que impidiera que las raíces puedan absorber hierro, aunque esté disponible.

#### 4.3.8 Densidad aparente

La densidad aparente del suelo se detectó mediante el análisis de varianza (DBCA con Arreglo trifactorial). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.19).

**Cuadro 4.19** Análisis de varianza para la variable densidad aparente en el suelo.

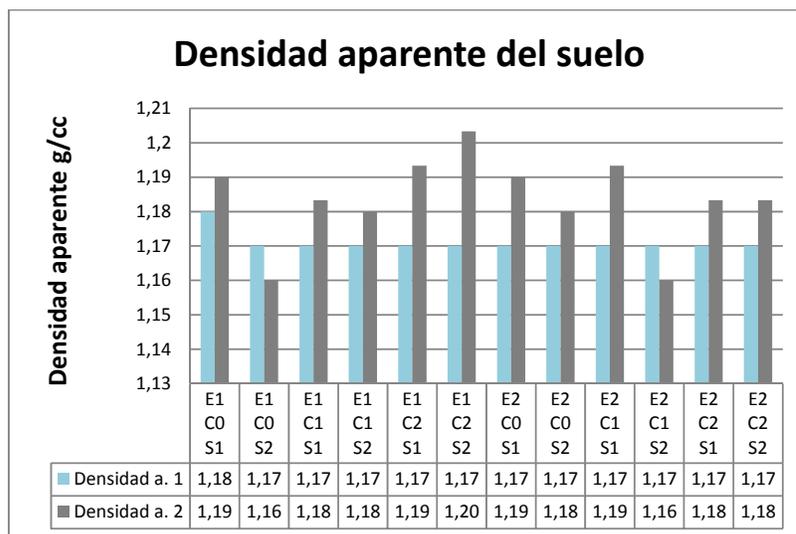
F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	35	0,02					
Especies (E)	1	0,00	0,00	0,13	NS	4,26	7,82
Composta (C)	2	0,00	0,00	0,64	NS	3,40	5,61
Libranza (S)	1	0,00	0,00	1,40	NS	4,26	7,82
E X C	2	0,00	0,00	0,60	NS	3,40	5,61
E X S	1	0,00	0,00	0,13	NS	4,26	7,82
C X S	2	0,00	0,00	0,74	NS	3,40	5,61
E X C X S	2	0,00	0,00	0,60	NS	3,40	5,61
Error experimental	24	0,02	0,00				

NS: No significativo  
 CV: 2.71 %  
 PROMEDIO: 1.18 g/cc

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

En el análisis de varianza (Cuadro 4.19), se observa que no se detecto diferencias significativas para la variable densidad aparente.

El coeficiente de variación fue de 2.71 % con un promedio de 1.18 g/cc



**Fig. 4.8** Densidad aparente del suelo expresado en g/cc antes y después del experimento.

**Densidad a. 1:** Análisis antes del experimento.

**Densidad a. 2:** Análisis luego del experimento.

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

La densidad aparente del suelo de 1.18 g/cc significa que después de realizar la combinación entre especies, niveles de composta, sistemas de labranza en las parcelas no alcanzó niveles críticos para las raíces, no obstante comparado con la densidad aparente inicial del terreno (1.17 g/cc), se observa que no tuvo efecto en la capacidad de amortiguamiento del suelo.

Para Benzing (2001), al igual que la materia orgánica, la actividad biológica y la fauna del suelo son influenciadas positivamente por la aplicación de abono orgánico y esto se refleja en la densidad aparente y en la agregación del suelo, lo que a su vez mejora la retención del agua y la aireación.

#### 4.3.9 Contenido de humedad en el suelo

El contenido de humedad en el suelo se detectó mediante el análisis de varianza (DBCA con Arreglo trifactorial). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.20).

**Cuadro 4.20** Análisis de varianza para la variable contenido de humedad en el suelo.

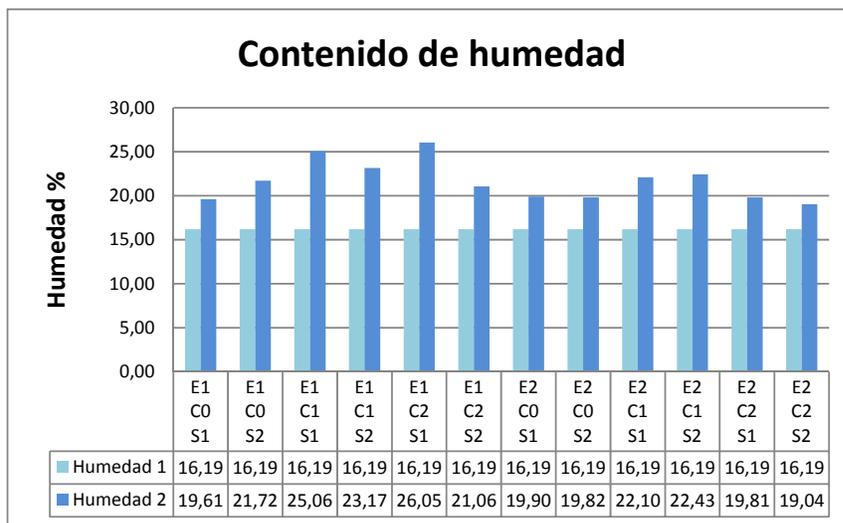
F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	35	688,08					
Especies (E)	1	46,08	46,08	2,12	NS	4,26	7,82
Composta (C)	2	51,75	25,87	1,19	NS	3,40	5,61
Labranza (S)	1	7,03	7,03	0,32	NS	4,26	7,82
E X C	2	17,33	8,66	0,40	NS	3,40	5,61
E X S	1	4,49	4,49	0,21	NS	4,26	7,82
C X S	2	22,87	11,43	0,53	NS	3,40	5,61
E X C X S	2	16,18	8,09	0,37	NS	3,40	5,61
Error experimental	24	522,36	21,77				

NS: No significativo  
 CV: 28.68 %  
 PROMEDIO: 20.52%.

FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT

En el análisis de varianza (Cuadro 4.20), se observa que no detectó diferencias significativas para la variable contenido de humedad en el suelo.

El coeficiente de variación fue de 28.68 % con un promedio de 20.52%.



**Fig. 4.9** Contenido de humedad en el suelo antes y después del experimento.

**Densidad a. 1:** Análisis antes del experimento.

**Densidad a. 2:** Análisis luego del experimento.

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

El contenido de humedad de 20.52% significa que hemos superado el valor inicial de 16.19% lo que indica que el método incrementa el contenido de humedad en el suelo mejorando la retención de humedad para el aprovechamiento de las plantas.

#### 4.3.10 Altura de las especies

La altura de las especies evaluadas (acelga, frejol) se detectó mediante el análisis de varianza (DBCA). Los modelos estadísticos se calificaron con el coeficiente de variación (Cuadro 4.21).

**Cuadro 4.21** Análisis de varianza para la variable Altura de la planta (Acelga)

F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	17,00	324,6952					
Repeticiones	2,00	79,07	39,53	3,15	NS	4,10	7,56
Tratamientos	5,00	120,22	24,04	1,92	NS	3,33	5,64
Error Experimental	10,00	125,40	12,54				

NS: No significativo

CV: 15.63 %

PROMEDIO: 22.66 cm

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

En el análisis de varianza para la variable altura de la planta (acelga) (Cuadro 4.21), no se detectó diferencias significativas para la especie Acelga.

El coeficiente de variación fue de 15.63 % con un promedio de 22.66 cm.

A pesar de observar una falta de humedad en el sitio de estudio con respecto al cultivo de acelga no hubo inconvenientes ya que se obtuvo un promedio de altura de 22.66 cm, lo que indica su crecimiento normal.

**Cuadro 4.22** Análisis de varianza para la variable Altura de la planta (frejol)

F de V	gl	SC	CM	F.cal		F. tab	
						0,05	0,01
Total	17,00	83,765					
Repeticiones	2,00	4,22	2,11	0,45	NS	4,10	7,56
Tratamientos	5,00	32,77	6,55	1,40	NS	3,33	5,64
Error Experimental	10,00	46,77	4,68				

NS: No significativo

CV: 9.75 %

PROMEDIO: 22.18 cm

*FUENTE: Datos de laboratorio del experimento, LABORNORT*

En el análisis de varianza para la variable altura de la planta (frejol) (Cuadro 4.21), no se detectó diferencias significativas para ésta especie.

El coeficiente de variación fue de 9.75 % con un promedio de 22.18 cm.

Con respecto al cultivo de frejol se observó bajo rendimiento con una altura máxima de 22.18 cm, lo que indica que tuvo problemas en la etapa de crecimiento dando como resultado un déficit en su producción, siendo la causa la propagación de plagas en este cultivo.

#### **4.3.11 Características biológicas del suelo**

Del conteo de las poblaciones de macro invertebrados presentes en el suelo antes de aplicar los niveles de composta, los sistemas de labranza y cultivar las dos especies, se tuvo como resultado cero individuos por m<sup>2</sup>, mientras que en el conteo después de haber concluido el experimento se tuvo como resultado dos individuos (Lombriz de tierra) en uno de los seis puntos observados.

#### **4.4 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE AGRICULTURA BIOINTENSIVA EN LA COMUNIDAD LOS LAVANDEROS**

Según Farshad y Zinck (1993), la sostenibilidad en la agricultura no solo significa satisfacer las necesidades de las presentes y futuras generaciones, ya que a menudo requieren de infraestructuras mejoradas y economías estables; la equidad para este autor es una de las mayores herramientas de la sostenibilidad, lo que implica un estado de equilibrio entre las actividades humanas y la producción de alimentos. Además, menciona que muchos recursos naturales renovables fueron sostenibles antes de la intervención humana. Concluye que agricultura sostenible supone que las fuentes de producción de alimentos sean manejadas de manera que no causen degradación.

Para Jeavons (2002), la agricultura sustentable (sostenibilidad = sustentabilidad Mx), corresponde al bien vivir y de manera indefinida, con recursos suficientes, en un ambiente vivo variado y prospero, asumiendo que se puede lograr una

agricultura orgánica, sin que se tenga que depender de combustibles fósiles, agrotóxicos, ni de nutrientes o biomasa que provenga de otros terrenos.

En sí, la agricultura ecológica u orgánica, se define como un sistema agrario cuyo objetivo fundamental es la obtención de alimentos de máxima calidad, respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad del suelo mediante la utilización óptima de los recursos naturales y sin el empleo de productos químicos de síntesis, procurando así un desarrollo agrario perdurable (Labrador, 1996).

Los sistemas de agricultura convencional están basados, fundamentalmente, en la aplicación de abonos minerales solubles y en muchos casos, se minimizan las relaciones entre los mecanismos de absorción de la planta, los equilibrios existentes entre ésta y el suelo y los bloqueos o sinergias entre nutrientes. Esta estrategia de fertilización se basa en la aportación de nutrientes, en exceso, para obtener los máximos rendimientos, aún a costa de dar lugar a consumos de lujo, favorecer la aparición de plagas debido a cambios en la composición nutritiva de los tejidos vegetales y producir degradación ambiental por lixiviación de nutrientes, pérdida de materia orgánica del suelo, erosión y la obligación de emplear grandes cantidades de plaguicidas con altos índices de toxicidad.

El modelo de agricultura convencional, que se utiliza en la comunidad Los Lavanderos se rige netamente por la aplicación de agrotóxicos y abonos minerales solubles, con la finalidad de obtener altos rendimientos de sus cultivos ocasionando la pérdida de nutrientes en el suelo y, a lo largo del tiempo la degradación cada vez más de sus tierras de cultivo. La introducción del Método Biointensivo en este tipo de ambiente se dificulta, ya que los fertilizantes que emplean en el sector, hacen que el aumento de plagas en un huerto se intensifique considerablemente.

Jeavons (1991), menciona que el Método Biointensivo es sumamente adecuado para la producción seria de alimento en pequeña escala de manera sustentable. La aplicación del método de agricultura biointensiva en la Comunidad Los

Lavaderos, es una de las alternativas para la conservación del suelo y agua en pequeña escala, pero por ser una comunidad donde la principal fuente de ingresos es de tipo agrícola, donde se cultiva grandes extensiones de terreno se recomienda el uso de otro tipo de enfoque en el marco de agricultura ecológica, ya que persigue los mismos objetivos de conservación.

La agricultura ecológica enfocada de manera extensiva en la comunidad Los lavaderos, puede ser una alternativa para el desarrollo agrícola de todos sus habitantes. Esta propuesta puede ser enfocada en el mismo ámbito biointensivo, es decir, utilizando los mismos principios del método biointensivo que se basan en: la preparación profunda o doble excavación, el uso de composta como abono, el espaciamiento cercano entre plantas o siembra cercana, la rotación y asociación de cultivos, la siembra de cultivos eficientes en la producción de carbono (materia orgánica) y/o calorías, la producción de semillas de polinización abierta y sobre todo la integración de estas técnicas.

Si bien es cierto, la agricultura ecológica puede producir rendimientos bajos en su etapa de transición, la producción no es suficiente por la falta de Nitrógeno y sin el uso de un compost adecuado, no es capaz de combatir las malezas y esto puede requerir demasiada mano de obra, pero todo esto con un manejo adecuado y a largo plazo puede revertirse de una manera sorprendente por el aumento de la capacidad productiva del suelo, generando costos de producción bajos, menos uso de energía y agrotóxicos, reduciendo la vulnerabilidad de sistemas de producción convencionales y mejorar las condiciones ambientales y económicas.

Las técnicas del modelo de agricultura biointensiva enfocadas a extensiones considerables de terreno, se puede reforzar en base a los avances tecnológicos actuales como la utilización de maquinaria para mejorar o que pueda asemejarse a la técnica de doble escavado, y así, facilitar la preparación del suelo que dé a las plantas la oportunidad de un mayor desarrollo y con mayor resistencia a los insectos y plagas.

Así pues, desarrollar modelos de producción basados en la sostenibilidad significa, aplicar los avances científicos y tecnológicos actuales sin desconocer los aportes de la agricultura ancestral, sino con la finalidad de obtener alimentos de calidad, competitivos en el mercado, producidos a costos razonables para el agricultor y teniendo en cuenta la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales y el paisaje.

#### **4.5 CONFIRMACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Del análisis estadístico se determinó que, al aplicar combinaciones entre especies, niveles de composta y sistemas de intervención del suelo para las variables evaluadas, todos los tratamientos van a tener el mismo comportamiento por lo que para este estudio se acepta la hipótesis planteada (H<sub>0</sub>).

#### **4.6 ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DEL MÉTODO DE AGRICULTURA BIOINTENSIVA**

El presente análisis beneficio/costo se sustenta en el estudio de la especie acelga, ya que tuvo mayor adaptación durante el transcurso del experimento.

##### **4.6.1 Rentabilidad y rendimiento**

Para conocer la rentabilidad y rendimiento del cultivo de acelga se definieron, los costos de producción detallándose las actividades desarrolladas durante el proceso de cultivo y se estimó el rendimiento en base a los precios del mercado local durante el mes de marzo 2009, tanto para la agricultura biointensiva y convencional.

Los costos de herramientas e insumos fueron asumidos por la organización financiera y el terreno en donde fue realizado el experimento estuvo a disposición de la familia Juma por lo que no se considero dentro de la inversión.

#### 4.6.1.1 Rentabilidad y rendimiento de la Agricultura Biointensiva

Los resultados del análisis se basan en los siguientes indicadores: rendimiento productivo por m<sup>2</sup> y por cama de 10 m<sup>2</sup>, precio en kg por m<sup>2</sup>, ingreso bruto, costo total, relación beneficio/costo (B/C) y costo de mano de obra.

En el Cuadro 4.28, se presentan los costos de mano de obra invertida en las labores del ciclo de cultivo de la acelga durante un periodo de cuatro meses con respecto al método de cultivo biointensivo.

**Cuadro 4.23** Costos de mano de obra de una cama de 10 m<sup>2</sup> cultivado con el método biointensivo.

<b>Costos de mano de obra de una cama de 10 m<sup>2</sup></b>			
<b>Rubros (Actividades de cultivo)</b>	<b>Tiempo invertido (horas)</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Costo Total</b>
Preparación del suelo	0,50	1,00	0,50
Doble excavado	6,00	1,00	6,00
Limpieza	3,30	1,00	3,30
Semilleros	1,00	1,00	1,00
Fertilización	1,00	1,00	1,00
Siembra	0,34	1,00	0,34
Transplante	0,38	1,00	0,38
Deshierbe	1,98	1,00	1,98
Aporque	0,32	1,00	0,32
Control fitosanitario	4,00	1,00	4,00
Cosecha	0,12	1,00	0,12
Elaboración de composta	1,78	1,00	1,78
Manejo de composta	0,48	1,00	0,48
Riego	0,30	1,00	0,30
<b>Costos totales</b>	<b>21,50</b>		<b>21,50</b>

Para el análisis de los costos de mano de obra invertida por la agricultura biointensiva, durante la etapa de cultivo se tomo el costo por jornal de USD 8,00. El costo total invertido fue de USD 21.50 en un tiempo mensual invertido en 21.50 horas (Cuadro 4.28).

Analizando los resultados del Cuadro 4.28, se observa que las actividades de mayor costo por inversión de mano de obra son: Doble excavación (USD 6.00), el cual se realiza una vez por año al implementar una cama de cultivo; control fitosanitario (USD 5.00) por razón de la adquisición de productos para contrarrestar plagas; la limpieza (USD 3.30), la deshierba (USD 1.98) y la elaboración de composta (USD 1.78). Los costos de producción del cultivo estudiado se estimo en base a información recopilada y experiencia del agricultor.

#### **4.6.1.2 Rentabilidad y rendimiento de la Agricultura Convencional**

Los resultados del análisis se basan en los siguientes indicadores: rendimiento productivo por  $m^2$  y por área de  $10 m^2$ , precio en  $kg /m^2$ , ingreso bruto, costo total, relación beneficio/costo (B/C) y costo de mano de obra.

En el Cuadro 4.29 se presentan los costos de mano de obra invertida en las labores del ciclo de cultivo de la acelga durante un periodo de cuatro meses con respecto al cultivo convencional.

**Cuadro 4.24** Costos de mano de obra de un área de 10 m<sup>2</sup> cultivado con el método de agricultura convencional.

<b>Costos de mano de obra de una cama de 10 m<sup>2</sup></b>			
<b>Rubros (Actividades de cultivo)</b>	<b>Tiempo invertido (horas)</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
Preparación del suelo	0,50	1,00	0,50
Labranza de agricultor	1,50	1,00	1,50
Limpieza	0,90	1,00	0,90
Semilleros	0,90	1,00	0,90
Fertilización	0,90	1,00	0,90
Siembra	0,20	1,00	0,20
Transplante	0,30	1,00	0,30
Deshierbe	0,50	1,00	0,50
Aporque	0,15	1,00	0,15
Control fitosanitario	2,00	1,25	2,00
Cosecha	0,12	1,00	0,12
Adquisición de abono	1,00	1,00	1,00
Manejo de abono	0,48	1,00	0,48
Riego	0,15	1,00	0,15
<b>Costos totales</b>	<b>9,60</b>		<b>9,60</b>

FUENTE: Los Autores

Para el análisis de los costos de mano de obra invertida por la agricultura convencional, durante la etapa de cultivo se tomó el costo por jornal de USD 8,00. El costo total invertido fue de USD 9,60 en un tiempo mensual invertido en 9,60 horas (Cuadro 4.29).

Analizando los resultados del Cuadro 4.29, se observa que las actividades de mayor costo por inversión de mano de obra son: La labranza de agricultor (USD 2,00), el cual se realiza una vez por ciclo de cultivo; control fitosanitario (USD 2,00) por razón de la adquisición de productos para contrarrestar plagas; la limpieza (USD 1,00), la deshierba (USD 1,00) y la adquisición de abono (USD 1,50). Los costos de producción del cultivo estudiado se estimó en base a información recopilada y experiencias de los agricultores.

#### 4.6.2 Producción por m<sup>2</sup> y costos por kg (USD/kg) de acelga

**Cuadro 4.25** Producción por m<sup>2</sup> y costos por kg (USD/kg) de Acelga.

<b>Producción por m<sup>2</sup> y Costos por kg (USD/kg)</b>				
Método	Producción por m <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	Rendimiento estimado a 10 m <sup>2</sup> (kg)	Costo (USD/kg)	Ingreso Bruto (USD/ m <sup>2</sup> )
Biointensivo	44.24	442.4	0.75	<b>33.18</b>
Convencional	18.96	189.6	0.60	<b>11.37</b>

FUENTE: Los Autores

De acuerdo al Cuadro 4.30 la producción del cultivo de la acelga, utilizando el método biointensivo con un total de 14 plantas por m<sup>2</sup> sembradas a una distancia entre planta de 25 cm en tres bolillo, fue de 44.24 kg por m<sup>2</sup>, con un rendimiento estimado de 442.4 kg por cama de 10 m<sup>2</sup>, dando un ingreso bruto de 33.18 USD por m<sup>2</sup>.

La producción del cultivo de acelga, utilizando el método convencional con un total de 6 plantas por m<sup>2</sup> con una distancia entre planta de 25 cm y entre surcos 50 cm, fue de 18.96 kg por m<sup>2</sup>, con un rendimiento estimado de 189.6 kg por cama de 10 m<sup>2</sup>, dando un ingreso bruto de 11.37 USD por m<sup>2</sup>. (Cuadro 4.30).

**Cuadro 4.26** Relación beneficio/costo del método biointensivo y convencional.

<b>RELACION BENEFICIO/COSTO</b>				
Método	Ingreso	Costos	Ganancia	Relación B/C
Biointensivo	33.18	21.50	11.68	<b>1.54</b>
Convencional	11.37	9.60	1.77	<b>1.18</b>

FUENTE: Los Autores

Observado los resultados del Cuadro 4.31, el ingreso bruto por metro cuadrado del método biointensivo es de USD 33.18 comparado con el convencional es de USD 11.37 lo que indica que el método biointensivo es rentable, dando un

beneficio/costo de 1.54, lo que significa que por cada dólar invertido y recuperado se ganan USD 0.54.

#### **4.7 SOCIALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS**

El método de agricultura biointensiva es un sistema a pequeña escala, que se está difundiendo cada vez más en el planeta, ya que es un modelo destinado a mejorar la alimentación de la población de una manera sana y nutritiva.

El objetivo del trabajo fue el de evaluar a este modelo de agricultura ecológica en la comunidad Los Lavaderos, para lo cual se comenzó con una introducción de lo que es y cómo funciona el método de agricultura biointensiva, mediante charlas, experiencias de otros sitios en donde ya se ha aplicado este modelo, con la intención de que la comunidad Los Lavaderos comience el interés por mejorar sus técnicas de agricultura.

Posteriormente, se inició el aprendizaje a través de la práctica con la participación del propietario del terreno y personas que viven cerca al lugar, se comenzó con la elaboración del compost, diseño y trazado de las camas a ser analizadas. En los siguientes días se inició con talleres prácticos de los principios del método de agricultura biointensiva, derivándose de allí el interés de la comunidad por adquirir nuevas técnicas de cultivo a través de la práctica.

Una vez concluida la etapa de cultivo y analizados los resultados la idea de desarrollar un modelo de agricultura ecológica de acuerdo con las necesidades de la comunidad ya que se necesitó de mucha experiencia para contrarrestar las plagas que se generaron, debido a la incorporación de pesticidas y fertilizantes químicos en los cultivos adyacentes.

El desarrollo de un modelo de agricultura orgánica no se descartó, es más el cultivo Biointensivo fue considerado para aplicarlo con un nuevo enfoque, y optar para que la familia del agricultor tenga una seguridad alimentaria garantizada, en donde cada agricultor de la comunidad Los Lavaderos cuente con un huerto basado en el modelo que se impartió y practicar agricultura ecológica de manera que abarque las necesidades de los pobladores, y así inclinarse por la conservación de los suelos y crear un ecosistema sustentable y equilibrado que dará alimentos por años.