

CORPORACIÓN EDUCATIVA PARA EL DESARROLLO COSTARRICENSE.
INVESTIGACIÓN: GASES DE INVERNADERO Y AGRICULTURA ORGÁNICA.



AVANCE DE INVESTIGACIÓN.

***GASES DE INVERNADERO Y
AGRICULTURA ORGÁNICA.***

III FASE: AMPLIACIÓN
FEBRERO 2008-ENERO 2009.



SAN JOSÉ, COSTA RICA.

MARZO, 2009.

CORPORACIÓN EDUCATIVA PARA EL DESARROLLO COSTARRICENSE.
INVESTIGACIÓN: GASES DE INVERNADERO Y AGRICULTURA ORGÁNICA.



AVANCE DE INVESTIGACIÓN.

***GASES DE INVERNADERO Y
AGRICULTURA ORGÁNICA.***

III FASE: AMPLIACIÓN
DICIEMBRE 2006-ENERO 2008.



SAN JOSÉ, COSTA RICA.

FEBRERO, 2008.

ÍNDICE.

I. INTRODUCCIÓN.	1
II. AVANCES DE TRABAJO 2008.	
2.1. REGIONES Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EVALUADOS, PROFUNDIZACIÓN DE LA MUESTRA.	4
2.1.1 Región Jaris de Mora	4
2.1.2. Región Zona Norte	4
2.1.3. Región Talamanca	5
III. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS TÉCNICOS.	7
3.1. DATOS DE SEGUIMIENTO EN FINCAS HORTÍCOLAS, CAÑERAS Y DE CAFÉ.	7
3.1.1 Emisión de gases desde suelos.	7
3.1.2. Eficiencia Energética.	15
3.1.3. Evaluaciones Sociales, Culturales e Históricas.	28
3.1.4. Variables Económicas.	32
3.2. DATOS EXPLORATORIOS EN NUEVAS ZONAS ABORDADAS	38
3.2.1. Zona Norte.	38
3.2.2. Talamanca.	41
3.2.3 Secuestro de carbono para las nuevas regiones de trabajo.	43
3.3. AVANCE Y DESARROLLO DEL MODELO.	48
IV. ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO.	57
4.1 PUBLICACIONES.	57
4.2 PARTICIPACIÓN EN EVENTOS INTERNACIONALES.	57
V. ACTIVIDADES DE ACOMPAÑAMIENTO DE INVESTIGACIONES	
A NIVEL CONTINENTAL.	58
5.1. PROYECTO INCA, CUBA	58
5.2. ACTIVIDADES CENTRO ECOLÓGICO, BRASIL	58
5.3. EXPLORACIÓN INVESTIGACIÓN NICARAGUA	59
5.3. INTERCAMBIO IDEAC REPUBLICA DOMINICANA	59
5.4. EXPLORACIÓN DE POSIBILIDADES DE PROYECTO EN PANAMÁ	59
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	63
VII. CONCLUSIONES.	70
VIII. PERSPECTIVAS.	71

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Distribución de la muestra de investigación 2008

Figura 2. Evolución del promedio de emisión de gases desde suelos agrícolas, en kg de carbono equivalente por ha, para fincas de producción orgánica, convencional y en transición de Culantro (*Coriandrum sativum* L.) en Zarcero Costa Rica.

Figura 3. Evolución del promedio de emisión de gases desde suelos agrícolas, en kg de carbono equivalente por ha, para fincas de producción orgánica y convencional de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la región de Zarcero Costa Rica

Figura 4. Evolución del promedio de emisión de gases desde suelos agrícolas, en kilogramos de carbono equivalente por ha, para fincas orgánicas y convencionales certificada de Café (*Coffea arabica* L.) en la región Caraigres, Costa Rica.

Figura 5. Evolución del promedio de emisión de gases desde suelos agrícolas en kg de carbono equivalente por ha para fincas orgánicas y convencionales de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Ramón de Alajuela, Costa Rica.

Figura 6. Evolución de la producción total en toneladas por hectárea para fincas de producción orgánica, y convencional de Café (*Coffea arabica* L.) en la región Caraigres, Costa Rica.

Figura 7. Evolución de la Promedio de Inversión energética en Mega calorías por hectárea para fincas de producción orgánica, y convencional de Café (*Coffea arabica* L.) en la región Caraigres, Costa Rica.

Figura 8. Evolución de la producción total en toneladas por hectárea para fincas de producción orgánica, y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum Offcinarum* L.) en la región Caraigres, Costa Rica.

Figura 9. Evolución del Promedio de Inversión energética, en Mega calorías por ha, para fincas de producción orgánica, y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum Offcinarum* L.) en la región de San Ramón de Alajuela, Costa Rica.

Figura 10. Evolución de la Eficiencia Energética para fincas de producción orgánica, en transición y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la región de San Ramón de Alajuela, Costa Rica.

Figura 11. Evolución de la producción total, en toneladas por hectárea, para fincas de producción orgánica, en transición y convencional de Culantro (*Coriandrum sativum* L.) en la región de Zarcero, Costa Rica

Figura 12. Evolución de la Eficiencia Energética para fincas de producción orgánica, en transición y convencional de Culantro (*Coriandrum sativum* L.) en la región de Zarcero, Costa Rica.

Figura 13. Evolución de la producción total, en toneladas por hectárea, para fincas de producción orgánica y convencional de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la región de Zarcero, Costa Rica.

Figura 14. Evolución de la Eficiencia Energética para fincas de producción orgánica y convencional de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la región de Zarcero, Costa Rica.

Figura 15. Evolución del Ingreso Agrícola Bruto e Inversión Económica por hectárea para fincas de producción de café (*Coffea arabica* L.) orgánico y convencional en la Región Caraigres, Costa Rica

Figura 16. Evolución del Ingreso Agrícola Bruto e Inversión Económica por hectárea para fincas de producción orgánico y convencional de Culantro (*Coriandrum sativum* L.) en la Región de Zarcero, Costa Rica.

Figura 17. Evolución del Ingreso Agrícola Bruto e Inversión Económica por hectárea para fincas de producción orgánico y convencional de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la Región de Zarcero, Costa Rica.

Figura 18. Evolución del Ingreso Agrícola Bruto e Inversión Económica por hectárea para fincas de producción orgánica y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Ramón de Alajuela, Costa Rica.

Figura 19. Evolución del Ingreso Agrícola Neto por hectárea para fincas de producción orgánica y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Ramón de Alajuela, Costa Rica.

Figura 20. Emisión de gases desde suelos agrícolas, en kilogramos de carbono equivalente por ha, para fincas en tres modalidades de producción de piña (*Ananas comosus* L.) en la región de San Carlos de Alajuela, Costa Rica.

Figura 21. Eficiencia Energética para fincas de producción orgánica y convencional de Piña (*Ananas comosus* L.) en la Zona Norte, Costa Rica.

Figura 22. Emisión de gases desde suelos agrícolas en kilogramos de carbono equivalente por hectárea, para fincas de plátano convencional (*Musa paradisiaca* L.) y sistemas diversificados en la región de Talamanca, Limón, Costa Rica.

Figura 23. Eficiencia Energética para fincas de producción diversificada y convencional de Plátano (*Musa paradisiaca* L.) en la región de Talamanca, Limón, Costa Rica.

Figura 24. Almacenamiento y distribución de carbono orgánico de suelos, en toneladas por ha, a diferentes profundidades para sistemas de producción orgánicos y convencionales de Caña de Azúcar (*Saccharum officinales* L.) en Jaris de Mora, Costa Rica.

Figura 25. Almacenamiento y distribución de carbono orgánico de suelos, en toneladas por ha para sistemas de producción Diversificados y convencionales de plátano (*Musa paradisiaca* L.) en la región de Talamanca, Limón, Costa Rica.

Figura 26. Almacenamiento y distribución de carbono orgánico de suelos, en toneladas por hectárea a diferentes profundidades para sistemas de producción orgánicos y convencionales de piña (*Ananas comosus* L.) en la Zona Norte, Costa Rica

Figura 27. Almacenamiento promedio de carbono orgánico de suelos, en toneladas por hectárea a un metro de profundidades, para sistemas de producción orgánicos y convencionales para diferentes regiones y cultivos en Costa Rica.

Figura 28. Sistemas de producción enfatizados para el desarrollo del modelo de análisis.

Figura 29. Ejemplo de diagrama de correlación utilizado para la selección de variables cuantitativas.

Figura 30. Ejemplo de diagrama de cajas utilizado para la selección de variables cualitativas.

Figura 31. Consistencia de las variables de salida del modelo para fincas organizáis y convencionales.

Figura 32. Árbol de regresión para la variable de respuesta Inversión energética.

Figura 33. Árbol de regresión para la variable de respuesta Emisión de gases de suelos.

LISTA DE CUADROS.

Cuadro 1. Resúmenes estadísticos para variables de emisión de gases de suelos por fertilización nitrogenada en el cultivo de hortalizas en la región de Zarcero, Costa Rica.

Cuadro 2. Resúmenes estadísticos para variables de emisión de gases de suelos por fertilización nitrogenada en el cultivo de café.

Cuadro 3. Resúmenes estadísticos para variables de emisión de gases de suelos por fertilización nitrogenada en el cultivo de Caña de azúcar.

Cuadro 4. Resúmenes estadísticos para variables de eficiencia energética en el cultivo de café en la región Caraigres.

Cuadro 5. Resúmenes estadísticos para variables de eficiencia energética en el cultivo de caña de azúcar en la región de San Ramón

Cuadro 6. Resúmenes estadísticos para variables de eficiencia energética en el cultivo de Culantro en la región Zarcero.

Cuadro 7. Resúmenes estadísticos para variables de eficiencia energética en el cultivo de Lechuga en la región Zarcero.

Cuadro 8. Resumen de Medias para las variables cuantitativas evaluadas en el área social en fincas orgánicas y convencionales.

Cuadro 9. Análisis de frecuencias para variables sociales, culturales e históricas analizadas en fincas Orgánicas y Convencionales.

Cuadro 10. Resumen de indicadores económicos para fincas en evaluación.

Cuadro 11. Inversión energética (Mcal/ha/ciclo) en 9 fincas certificadas y 8 fincas convencionales con cultivos de lechuga, culantro y café, Costa Rica, 2003-2008.

Cuadro 12. Emisión de dióxido de carbono equivalente (kg/ha/ciclo) en 9 fincas certificadas y 8 fincas convencionales con cultivos lechuga, culantro y café, Costa Rica, 2003-2008 (Datos fueron colapsados entre años para obtener una media total).

Cuadro 13. Variables explicativas seleccionadas para ajustar modelos lineales generalizados.

Cuadro 14. Matriz de coeficientes de correlación producto momento de Pearson (intervalos de confianza entre paréntesis) para las 4 variables explicativas continuas consideradas en el ajuste de modelos.

Cuadro 15. Modelos ajustados para la variable inversión energética (Mcal/ha/ciclo) incluyendo número de parámetros (k), valor de CIAC, delta CIAC y peso de Akaike.

Cuadro 16. Coeficientes e intervalos de confianza al 95% del modelo con el valor de AICc más bajo (acidez + respiración).

Cuadro 17. Modelos ajustados para la variable emisión de carbono equivalente (kg/ha/ciclo) incluyendo número de parámetros (k), valor de CIAC, delta CIAC y peso de Akaike.

Cuadro 18. Coeficientes e intervalos de confianza al 95% del modelo con el valor de AICc más bajo (acidez + respiración).

Cuadro 19. Resumen de sinergias proyectos CEDECO-Costa Rica / INCA-Cuba.

Cuadro 20. Marco Lógico de desarrollo del proyecto y alcance de resultados.



I. INTRODUCCIÓN.

En el contexto mundial, el tema del cambio climático sigue ganando la atención de la sociedad. Ante un mayor número de evidencias que apuntan a una interferencia humana en el clima, la sociedad se identifica y conoce cada vez más sobre la contaminación atmosférica, el efecto invernadero y el cambio climático.

Las negociaciones internacionales alrededor del clima han tratado, durante los últimos años, conseguir acuerdos de mitigación del cambio climático a través de alianzas internacionales. El diseño en 1997 del protocolo de Kyoto logra un consenso mundial en el diseño de la estrategia global. En noviembre del año 2004, entra en vigor el protocolo. Este acuerdo internacional plantea compromisos individuales de países desarrollados en reducción de emisiones de gases de invernadero, usando incluso mecanismos flexibles y de cooperación que incluyen países en vías de desarrollo.

Al mismo tiempo que la política internacional evoluciona, se plantea una acelerada preocupación por el tema del cambio climático. El panel intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), publica en febrero del 2007 su cuarto informe de evaluación del clima mundial. Este reporte demuestra, con una mayor y mejor argumentación, la interferencia del hombre en el sistema climático planetario, a través del aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera. (IPCC. 2007).

El reporte de evaluación del IPCC para el año 2007 demuestra como existe un aumento de las concentraciones atmosféricas de los principales gases de efecto invernadero (CO_2 , CH_4 y N_2O), además de relacionarlo, con un alto nivel de confianza, con un aumento de las temperaturas medias mundiales desde 1750. El informe también proyecta un futuro poco alentador en varios escenarios. En general, aun manteniendo niveles de emisión de gases de invernadero constantes, se tendría un aumento sostenido de temperatura en el próximo siglo de alrededor de $0.1\text{ }^\circ\text{C}$ por década, y de continuar el actual incremento de emisiones, será muy probable observar nuevos y mas grandes cambios en el sistema climático mundial

El contexto actual plantea un reto a la investigación en el tema de la agricultura orgánica. Por un lado, fomentar procesos de investigación que a través de metodologías validadas demuestren al potencial aporte de las actividades en los sistemas de producción orgánicos en mitigar gases de invernadero, y por otra parte, el generar los espacios de promoción e incidencia para lograr la participación en este tipo de iniciativas.

Desde CEDECO se ha abordado esta coyuntura para lograr, a través de la investigación, validar el aporte potencial de las fincas orgánicas en mitigar gases de efecto invernadero y las consecuencias del cambio climático. La investigación Gases de Invernadero y Agricultura Orgánica desarrollada por CEDECO busca la generación de metodologías para evaluar el aporte de pequeñas fincas orgánicas en reducir emisiones de gases de invernadero y secuestrar carbono. A través del trabajo coordinado con centros de investigación y productores en varias regiones de costa rica ha sido posible la evaluación de diferentes sistemas de cultivos orgánicos en el proceso de construcción metodológica.



Se busca, a través de la generación de un modelo de análisis estadístico, examinar variables de carácter físico, químico, biológico, social y económico que conforman la finca orgánica que genera Servicios Ambientales. Se trata de proponer una nueva ruta de acreditación que, con fundamento técnico y científico, valide y acredite los servicios de reducción de emisiones de gases, secuestro de carbono y eficiencia en el uso de la energía.

La investigación también ha centrado su trabajo en la promoción del tema a nivel de Latinoamérica. Ha fortalecido vínculos con organizaciones de apoyo a pequeños productores orgánicos invitándolas a desarrollar procesos paralelos de investigación en el tema del cambio climático y la agricultura. La primera experiencia ha sido con el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas en Cuba que inicia un proceso de investigación aplicada en el tema. También, se ha coordinado con el Centro Ecológico, en Río Grande do Sul, Brasil, quien desarrolla campañas de promoción y educación en el tema. Recientemente se han establecido vínculos con el Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL) de Suiza, con el cual se espera desarrollar una etapa de incidencia, promoción e investigación del tema a nivel global.

Actualmente también se establecen vínculos con la Autoridad Nacional de Ambiente de Panamá, en coordinación con las unidades de Cambio Climático y de Desertificación, para promover investigación en relación del aporte de sistemas de producción orgánica en áreas de mayor riesgo en el tema de la degradación desuelo, desertificación y cambio climático.

En la Republica Dominicana se ha explorado preliminarmente el potencial de la zona cafetalera de Polo Barahona. Esta región se caracteriza por una producción de café con alto grado de diversificación y sombra. La producción se agrupa en un gremio de productores y procesadores orgánicos. Junto al Instituto de Desarrollo de la Economía Asociativa, IDEAC, se pretende evaluar la potencialidad de esta zona para brindar Servicios Ambientales desde las fincas de productores organizados.

Para la región norte de Nicaragua, se explora la potencialidad de los productores de café orgánico agremiados con PRODECOOP, en validar sus sistemas agroforestales como prestadores de Servicios Ambientales. PRODECOOP es una organización cooperativa de segundo grado que agrupa a 39 cooperativas de base integradas por 2,300 pequeños productores

El desarrollo del proyecto de investigación para la etapa desarrollada en el año 2008 contempló tres actividades fundamentales: a) Abordar nuevas regiones de estudio y ampliar la muestra de investigación a nuevos cultivos y áreas; b) Correr el modelo de análisis estadístico en función de la generación de la Normativa que servirá de base al pilotaje de la propuesta de pago en Costa Rica y c) Acompañar los emprendimientos de investigación y ubicar nuevas experiencias con potencial a nivel continental.

El abordaje de nuevas zonas de trabajo implicó la incorporación de productores en la Zona Norte de Costa Rica, con producción de piña en tres modalidades, Convencional y Orgánico (Orgánico en dos niveles de apropiación del modelo agroecológico), la región de Jaris de Mora para estudios de caña de azúcar reemplazando a la región de San Ramón y la región de Talamanca, en sistemas indígenas diversificados en contraste de sistema de



plátano convencional. Esta última zona presentaba un énfasis particular, ya que es donde se desarrollará el pilotaje de Normativa y Sello para el año 2009.

Mediante la cooperación con personal del Instituto de Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional (ICOMVIS-UNA) fue posible finalizar la construcción del Modelo Estadístico y generar las orientaciones para la confección de la Normativa. Se rediseñaron las bases de datos y utilizando nuevas herramientas de software y métodos estadísticos se determinaron las correlaciones de variables y niveles de variables relacionados a los Servicios Ambientales determinados.

En este periodo de trabajo se logró consolidar el intercambio metodológico de la plataforma continental con énfasis en Cuba. El Instituto de Nacional de Ciencias Agrícolas se encuentra en el segundo año de investigación y logran articular más rápidamente un modelo de representatividad nacional para validar aportes de sistemas diversificados en la isla de generar Servicios Ambientales. En esta misma línea de trabajo se ha dado seguimiento al desarrollo de propuestas de investigación en Nicaragua y Brasil y de exploración de oportunidades para República Dominicana y Panamá.

El Avance de Resultados reúne los detalles técnicos del seguimiento a las metodologías de evaluación y la consolidación del modelo. El abordaje en nuevas regiones de trabajo. Además de los detalles de la coordinación a nivel continental que realiza el proyecto como parte de sus objetivos de incidencia.



II. AVANCES DE TRABAJO 2008.

2.1. Regiones y Sistemas de Producción Evaluados, profundización de la muestra.

El desarrollo de la investigación históricamente se ha desarrollado en regiones donde CEDECO ha participado, junto a organizaciones de productores, en la promoción del tema de la agricultura orgánica, con el enfoque de cadena. Esto incluye organizaciones con las que se ha trabajado la fase productiva, de transformación y de exportación. La distribución del diseño experimental de fincas, regiones y cultivos se aprecia en la figura 1.

Para el periodo de trabajo 2008 se han profundizado algunas de las regiones y cultivos incluidos en la investigación (Hortalizas en Zarcerro, Café en la región Caraigres y Caña de Azúcar en San Ramón) y se han incluido nuevas experiencias (Caña de azúcar en Jaris de Mora, Piña en la Zona Norte y Sistemas Diversificados en Talamanca, Caribe Sur). Con este enfoque de diseño experimental se buscan dos objetivos principales, consolidar los datos que dan origen al modelo y explorar nuevas regiones potenciales generadoras de Servicios Ambientales.

2.1.1. Región Jaris de Mora: Debido a la reducción de fincas de producción de caña de azúcar ocurrida en la región de San Ramón, se optó por una nueva región que pudiera generar inferencias sobre este cultivo. Jaris de mora, al suroeste del valle central de Costa Rica, es una región de agricultura tradicional. Dentro de las actividades más representativas está la de caña de azúcar para producción de panela. Allí se ha desarrollado una experiencia asociativa de productores de caña de azúcar para industrializar panela granulada para mercado internacional. La Asociación ASOPRO-O-DULCE reúne aproximadamente a 30 productores que manejan orgánicamente sus plantaciones y procesan en instalaciones propias. Están certificados por la agencia Eco-Lógica de Costa Rica. En la región se abordaron preliminarmente seis sistemas de producción: tres sistemas de producción orgánicos vinculados a la asociación y tres de producción convencional.



2.1.2. Región Zona Norte: En 1997 nació el Programa de Desarrollo Agroindustrial de la Zona Norte, como resultado de un Convenio de Conversión de Deuda entre los Gobiernos de Costa Rica y Holanda, cuyos recursos, manejados mediante un fideicomiso, se deberían destinar al mejoramiento de la calidad de vida de los pequeños y medianos agricultores y sus familias, por medio del otorgamiento de crédito, asistencia técnica, capacitación, investigación y fortalecimiento de la gestión empresarial de los productores del área de influencia del Programa. Por solicitud de la Embajada de Holanda, se estableció la Fundación PROAGROIN.





PROAGROIN es una organización que facilita el desarrollo empresarial de pequeños y medianos agricultores de la zona norte del país, mediante la prestación de servicios integrados de excelencia, en las áreas de crédito, asistencia técnica, capacitación y comercialización. Lo anterior dentro de un marco social, ecológico y económicamente sostenible. En el año 2006 se terminó la fase de validación e investigación para producir Piña MD2 Orgánica, y a su vez se inicio la fase de siembras en una producción comercial, dando sus excelentes resultados con exportaciones a partir de abril del 2007 y en forma continua e incremental para los próximos años. Estas siembras cuentan con las respectivas certificaciones para exportar tanto a Europa como a Estados Unidos. Actualmente los productores están certificados por Eco-Lógica de Costa Rica. En la zona, la fundación PROAGROIN recomendó seis sistemas de producción para el estudio, tres convencionales y tres orgánicos.

Mediante una propuesta conjunta entre CEDECO y PROAGROIN se logro el financiamiento de una etapa preliminar de investigación en la zona. Se pretendía determinar, a través de las metodologías por CEDECO, el potencial aporte de las fincas de producción de piña orgánica vinculadas a PROAGROIN en mitigar gases de efecto invernadero. El proyecto fue financiado por AgroFair Assistance & Development (AFAD), de Holanda (hoy TASTE, Technical Assistance for Sustainable Trade & Environment).

Paralelamente al trabajo en el marco de PROAGROIN, desde la investigación se abordaron adicionalmente tres productores independientes de piña orgánica en la zona, que están vinculados en términos de capacitación y asesoría por la asociación APODAR de hortalizas orgánicas de Zarcero, incluida desde años anteriores en la investigación.

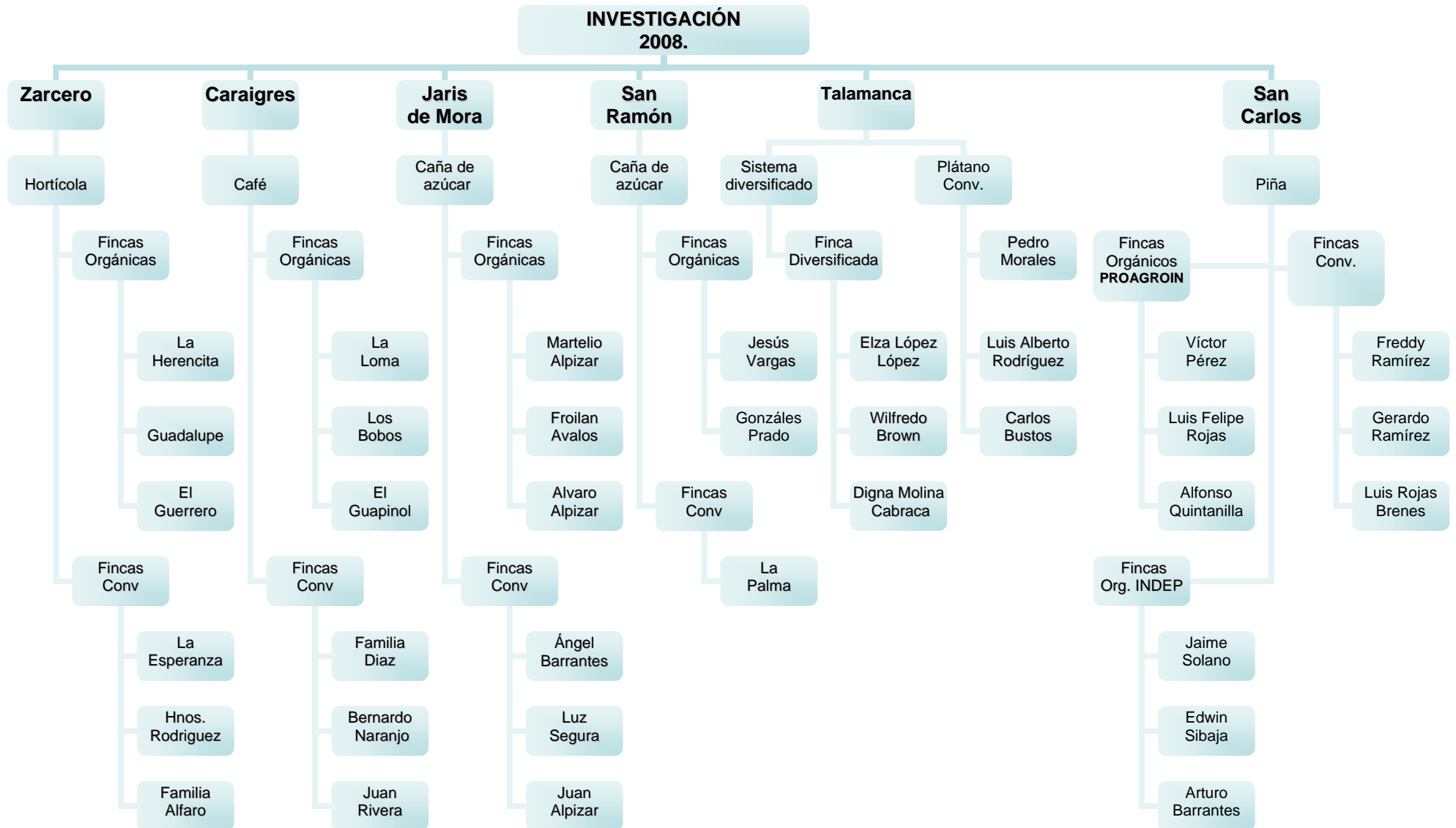
2.1.3. Región Talamanca: En el cantón de Talamanca se produce cacao, banano, plátano, una diversidad enorme de frutas y madera. Muchos productores y productoras crían animales para consumo o para la venta, su mayoría en fincas de indígenas. La producción agrícola de la región estaba destinada a satisfacer la economía de subsistencia y la generación de ingresos para satisfacer otras necesidades básicas. La región se mantuvo prácticamente aislada del resto del país hasta finales de la década de los 70's. En 1984, bajo el liderazgo de asociación ANAI se inicia un proceso social para dar respuesta a esta problemática con el impulso de la diversificación agrícola. De esta propuesta social, nace APPTA

(Asociación de Pequeños Productores de Talamanca). Desde 1994 por medio de APPTA se comercializa banano orgánico como materia prima para puré, cacao para consumo local y exportación. El sistema de producción indígena se caracteriza por ser diversificado en donde hay cacao y banano conjunto con otros cultivos para la salud y seguridad alimentaria, y bajo sombra de árboles frutales y forestales; este sistema de producción brinda una serie de servicios ambientales como: fijación de carbono, reduce presión sobre el bosque, protección de fuentes de agua, conservación de la biodiversidad. Actualmente posee más de 1000 miembros activos. Están certificados por Eco-Lógica de Costa Rica. En la zona se abordaron siete sistemas de producción, tres de ellos en modalidad diversificada, tres de producción de plátano convencional como referentes de la producción agrícola tecnificada y uno de producción de plátano a bajo insumo dentro de territorio indígena.





Figura 1. Distribución de la muestra de investigación 2008.





III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS TÉCNICOS.

Para el periodo de investigación 2008, los resultados obtenidos por la investigación se agrupan en tres categorías: a) Datos de seguimiento a las experiencias abordadas desde cuatro años atrás, b) datos exploratorios en nuevas zonas abordadas y c) datos de corrido del modelo de análisis. Los resultados se presentan de manera sintética y con los análisis estadísticos respectivos agrupados por cada una de las áreas de investigación enfatizadas.

Para conocer el detalle metodológico del abordaje en cada área consultar Castro, J y M Amador. 2006. Emisión de Gases de Efecto Invernadero y Agricultura Orgánica. CEDECO. San José, Costa Rica. 59 p. disponible en

<http://www.cedeco.or.cr/documentos/avanceinvestCEDECO.pdf>

3.1. Datos de seguimiento en fincas hortícolas, cañeras y de café.

Cada una de las fincas abordadas en la investigación ha sido monitoreada en términos de la utilización del nitrógeno y de su intervención en la dinámica de gases de efecto invernadero según las metodologías determinadas por el proyecto.

La tendencia general de ciclos de medición para el período 2008 ha seguido la tendencia de los ciclos anteriores. Al realizar el análisis estadístico en conjunto no han variado significativamente de los resultados obtenidos en los anteriores ciclos de medición.

3.1.1 Emisión de gases desde suelos.



Figura 2. Evolución del promedio de emisión de gases desde suelos agrícolas, en kilogramos de carbono equivalente por hectárea, para fincas de producción orgánica, convencional y en transición de Culantro (*Coriandrum Sativum* L.) en la región de Zarcero Costa Rica.

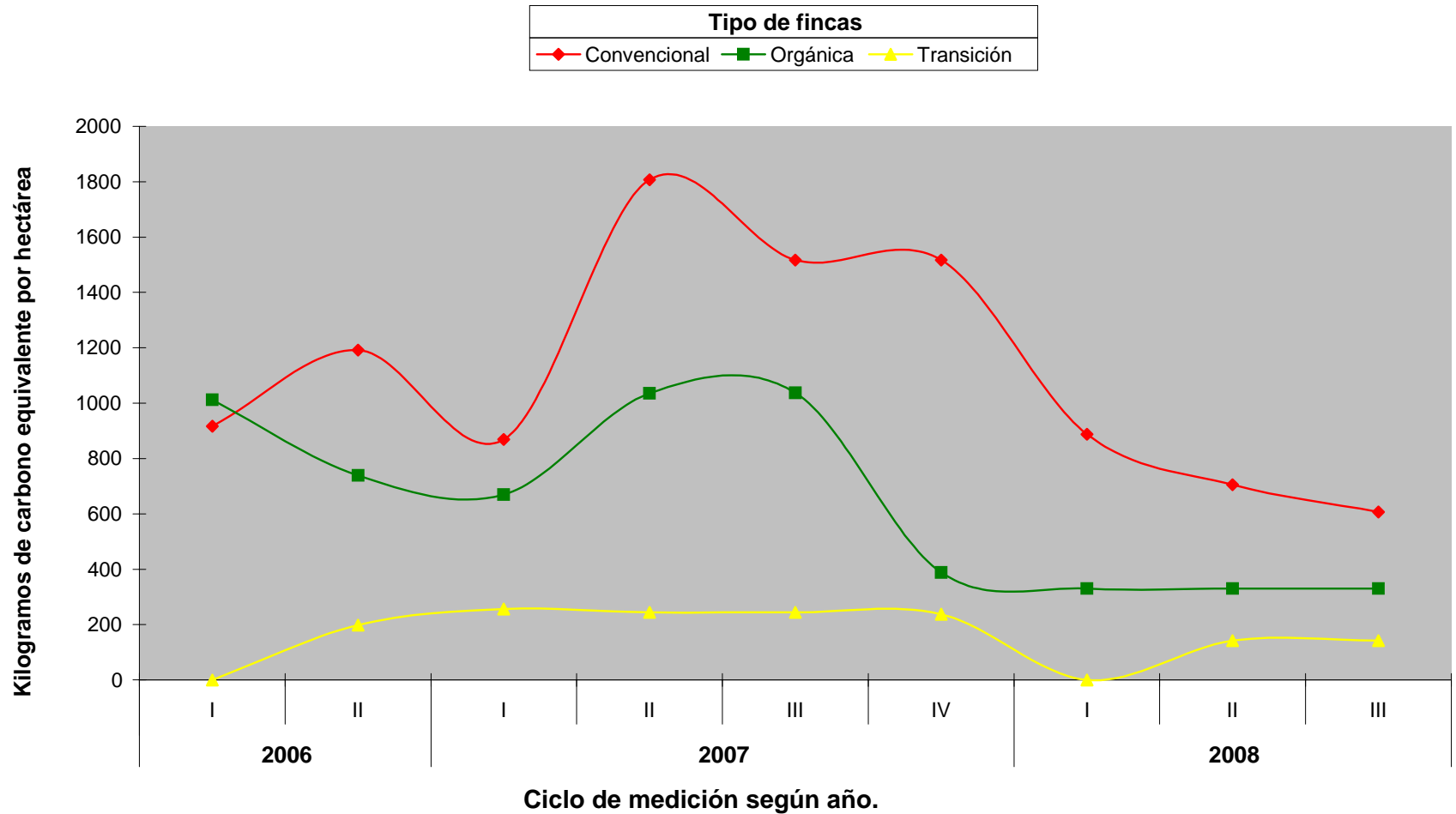
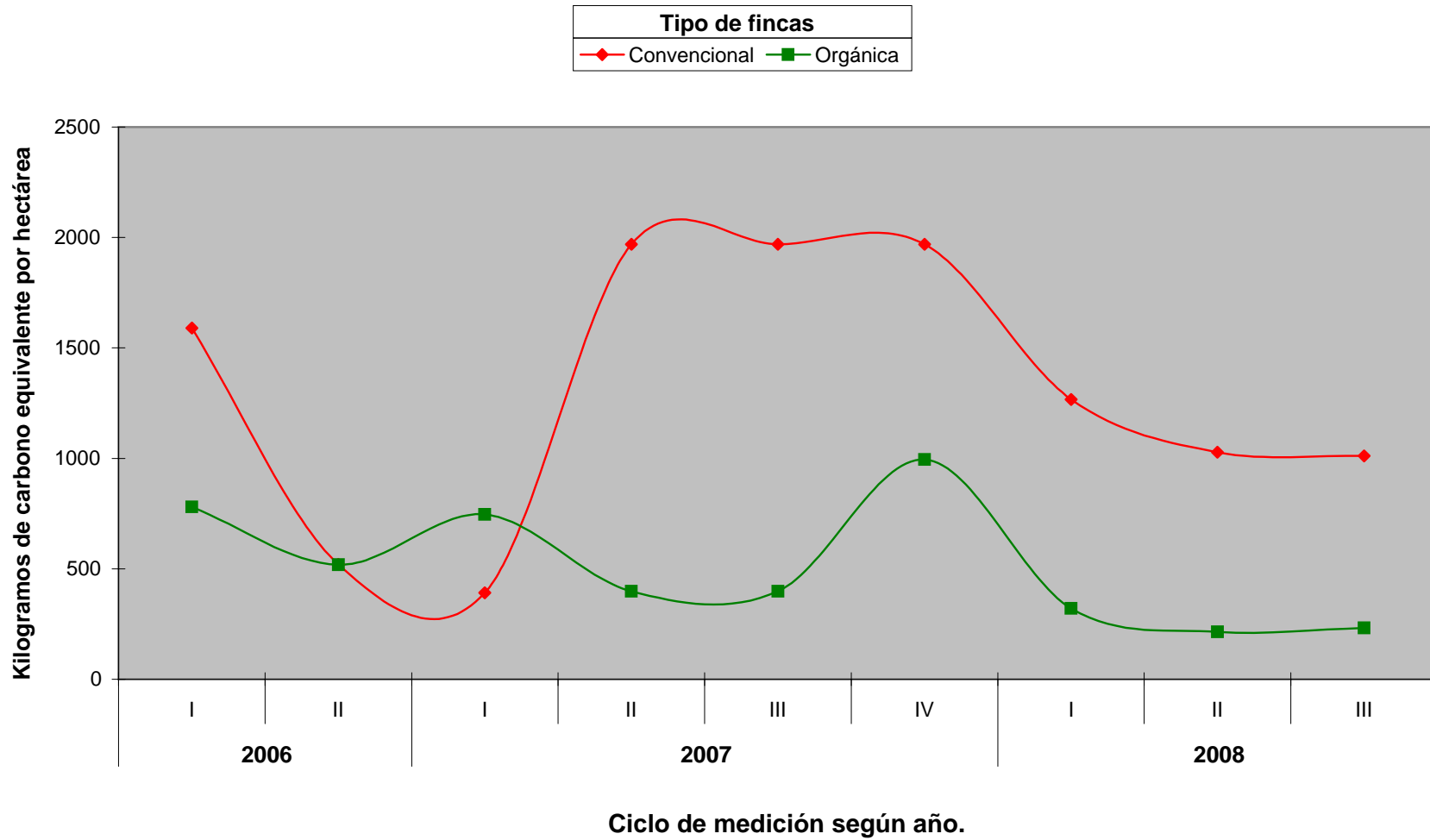




Figura 3. Evolución del promedio de emisión de gases desde suelos agrícolas, en kilogramos de carbono equivalente por hectárea, para fincas de producción orgánica y convencional de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la región de Zarcero Costa Rica.





Cuadro 1. Resúmenes estadísticos para variables de emisión de gases de suelos por fertilización nitrogenada en el cultivo de hortalizas en la región de Zarcero, Costa Rica.

Cultivo	Avance Agricultura Orgánica	Medias Total de kilogramos de N ₂ O / ha	Medias Total de kilogramos de CO ₂ / ha
Culantro	Convencional	3,69 a	1091,24 a
	Transición	0,57 b	167,89 b
	Orgánica	2,24 c	664,34 c
Lechuga	Convencional	4,65 a	1375,87 a
	Transición	2,49 b	737,41 b
	Orgánica	1,77 c	523,27 c

Letras distintas indican diferencias significativas para test de LSD Fisher Alfa: =0.05 ($p \leq 0.05$)

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Culantro	Total CO ₂ / ha	65	0,28	0,26	75,54
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Modelo	7356672,55	2	3678336,28	12,34	<0,0001
Avance AO	7356672,55	2	3678336,28	12,34	<0,0001
Error	18476025,52	62	298000,41		
Total	25832698,07	64			

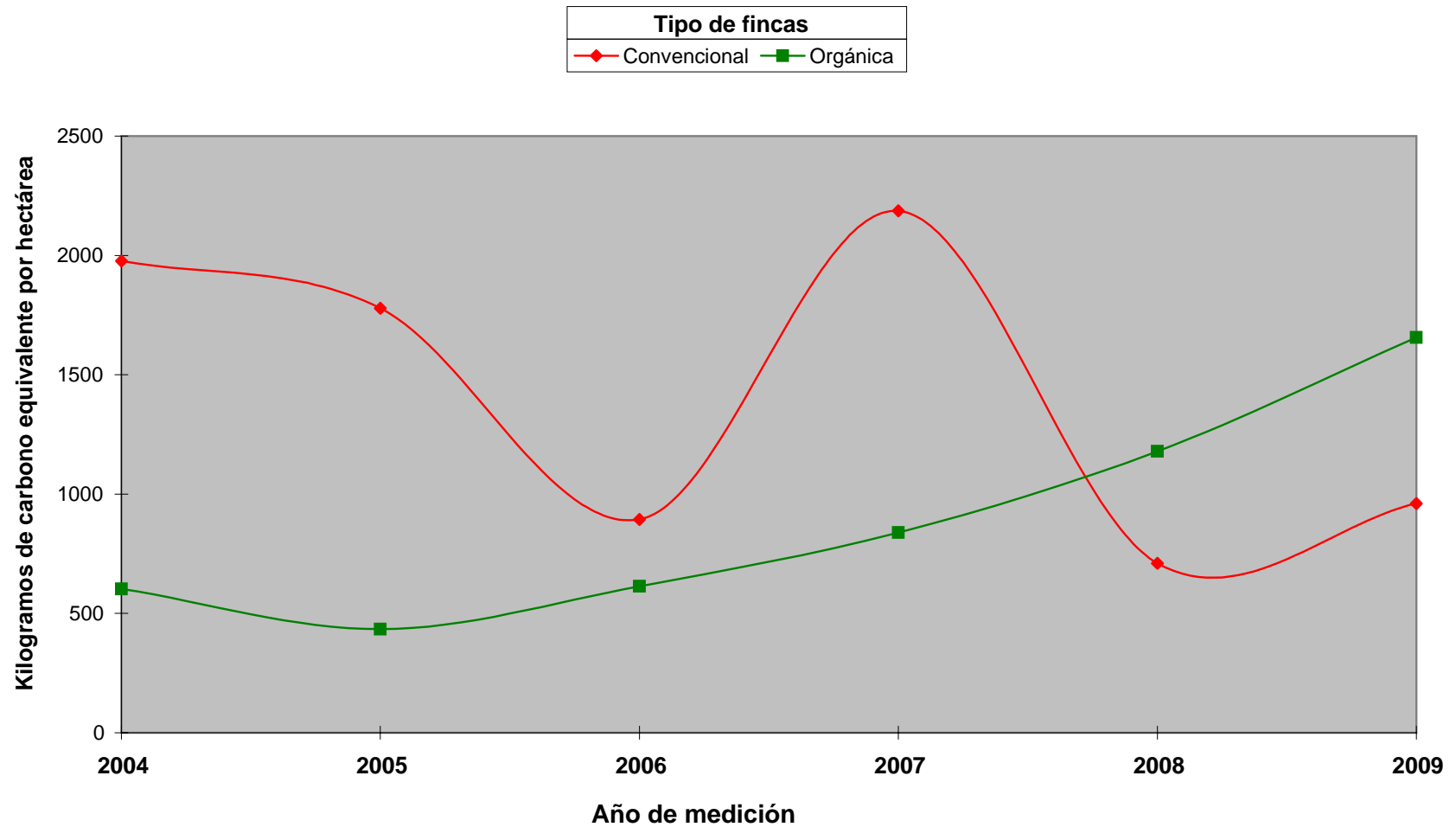
Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Culantro	Total N ₂ O / ha	65	0,28	0,26	75,54
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Modelo	83,96	2	41,98	12,34	<0,0001
Avance AO	83,96	2	41,98	12,34	<0,0001
Error	210,88	62	3,40		
Total	294,84	64			

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lechuga	Total CO ₂ / ha	40	0,40	0,37	57,53
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Modelo	6767275,36	2	3383637,68	12,58	0,0001
Avance AO	6767275,36	2	3383637,68	12,58	0,0001
Error	9955393,43	37	269064,69		
Total	16722668,80	39			

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lechuga	Total N ₂ O / ha	40	0,40	0,37	57,53
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Modelo	77,24	2	38,62	12,58	0,0001
Avance AO	77,24	2	38,62	12,58	0,0001
Error	113,63	37	3,07		
Total	190168	39			



Figura 4. Evolución del promedio de emisión de gases desde suelos agrícolas, en kilogramos de carbono equivalente por hectárea, para fincas de producción orgánica y convencional certificada de Café (*Coffea arabica* L.) en la región Caraiques. Costa Rica.





Cuadro 2. Resúmenes estadísticos para variables de emisión de gases de suelos por fertilización nitrogenada en el cultivo de café.

Cultivo	Avance Agricultura Orgánica	Medias Total de kilogramos de N ₂ O / ha	Medias Total de kilogramos de CO ₂ / ha
Café	Orgánica	2,67 a	791,39 a
	convencional	4,20 a	1244,10 a

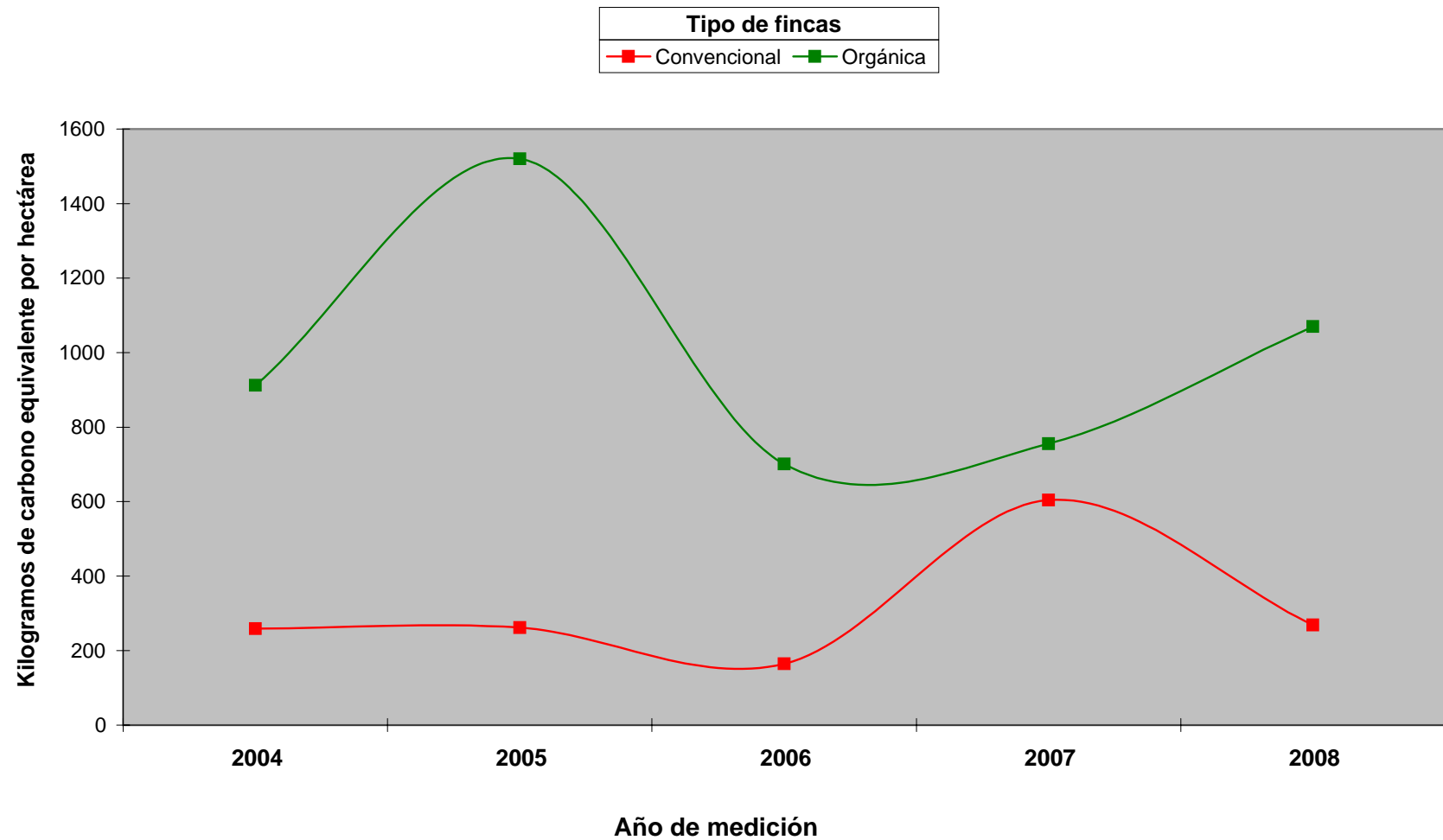
Letras distintas indican diferencias significativas para test de LSD Fisher Alfa: =0.05 ($p \leq 0.05$)

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Café	Total CO ₂ / ha	27	0,08	0,05	78,84
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Modelo	1366336,47	1	1366336,47	2,23	0,1478
Avance AO	1366336,47	1	1366336,47	2,23	0,1478
Error	15308761,73	25	612350,47		
Total	16675098,20	26			

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Café	Total N ₂ O / ha	27	0,08	0,05	78,84
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Modelo	15,59	1	15,59	2,23	0,1478
Avance AO	15,59	1	15,59	2,23	0,1478
Error	174,73	25	6,99		
Total	190,32	26			



Figura 5. Evolución del promedio de emisión de gases desde suelos agrícolas en kilogramos de carbono equivalente por hectárea para fincas de producción orgánica y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la región de San Ramón de Alajuela, Costa Rica.





Cuadro 3. Resúmenes estadísticos para variables de emisión de gases de suelos por fertilización nitrogenada en el cultivo de Caña de azúcar.

Cultivo	Avance Agricultura Orgánica	Medias Total de kilogramos de N ₂ O / ha	Medias Total de kilogramos de CO ₂ / ha
Caña de azúcar	Convencional	0,95 a	280,65 a
	Orgánica	3,42 b	1011,56 b

Letras distintas indican diferencias significativas para test de LSD Fisher Alfa: =0.05 ($p \leq 0.05$)

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Caña de azúcar	Total CO ₂ / ha	20	0,35	0,32	71,23
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Modelo	2564318,04	1	2564318,04	9,77	0,0058
Avance AO	2564318,04	1	2564318,04	9,77	0,0058
Error	4723244,38	18	262402,47		
Total	7287562,42	19			

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Caña de azúcar	Total N ₂ O / ha	20	0,35	0,32	71,23
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Modelo	29,27	1	29,27	9,77	0,0058
Avance AO	29,27	1	29,27	9,77	0,0058
Error	53,91	18	2,99		
Total	83,18	19			



3.1.2. Eficiencia Energética.

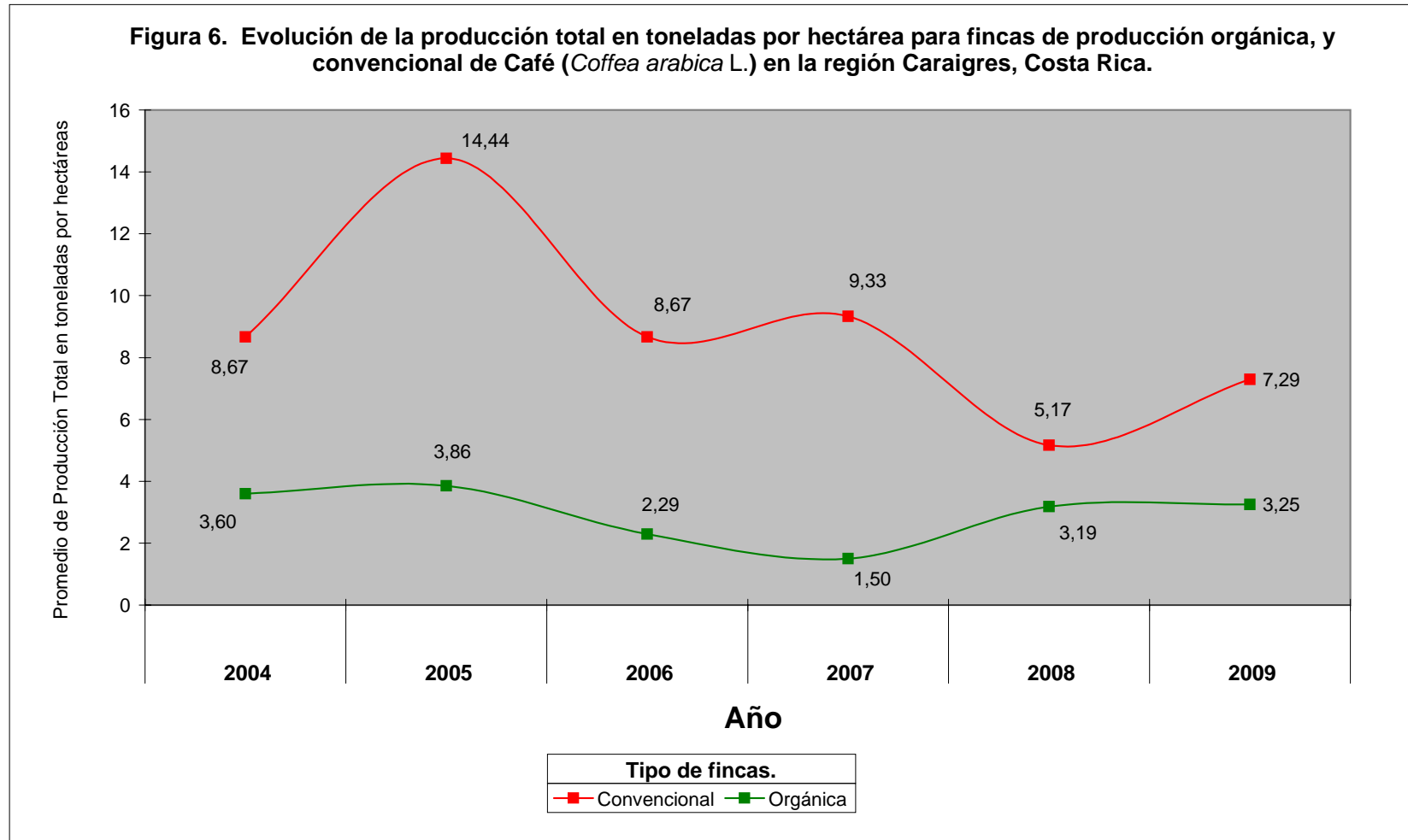
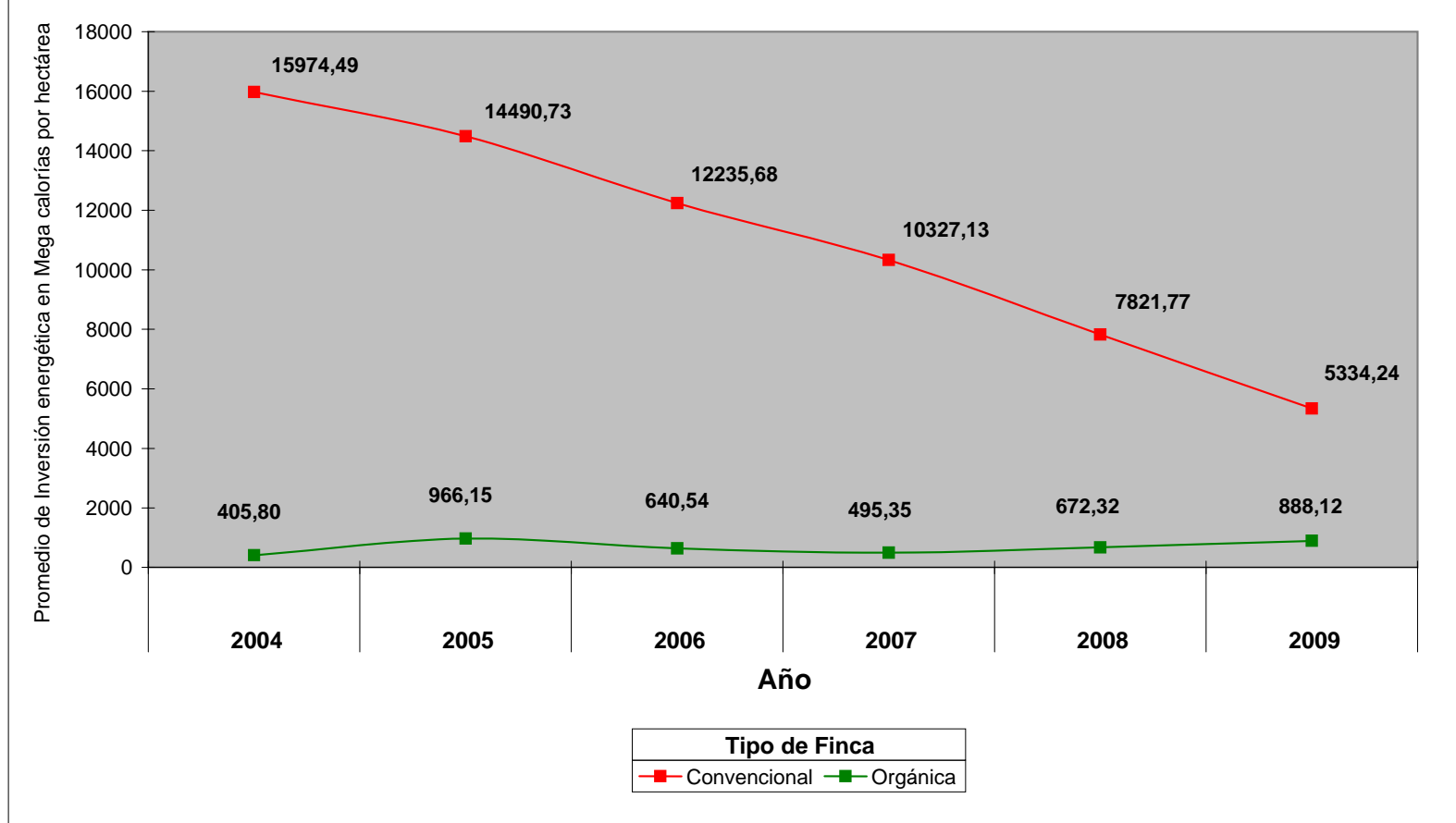




Figura 7. Evolución de la Promedio de Inversión energética en Mega calorías por hectárea para fincas de producción orgánica, y convencional de Café (*Coffea arabica* L.) en la región Caraiques, Costa Rica.





Cuadro 4. Resúmenes estadísticos para variables de eficiencia energética en el cultivo de café en la región Caraigres.

Cultivo	Avance Agricultura Orgánica	Producción Total (Ton /ha)	Energía (Mcal / ha)	Proteínas (Kg. /ha)	Costo energético de la proteína (Mcal / Kg. Proteína)	Inversión energética por hectárea (Mcal / ha)	Relación Energética.
Café	Orgánica	2.89 a	5.04 a	294.95 a	2.96 a	655.56 a	N. D.
	Convencional	8.10 b	16.41 b	959.78 b	11.83 b	9429.196 b	N. D.

Letras distintas indican diferencias significativas para test de LSD Fisher Alfa: =0.05 ($p < 0.05$)

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Café	Producción Total	27	0.38	0.36	65.84
	Energía	27	0.42	0.39	68.75
	Proteínas	27	0.42	0.39	68.47
	Costo energético de la proteína	27	0.51	0.49	64.70
	Inversión energética por ha	27	0.57	0.55	86.47
	Relación Energética.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
Variable	Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Producción Total (Ton /ha)	Modelo	180,50	1	180,50	15,36	0,0006
	Avance AO	180,50	1	180,50	15,36	0,0006
	Error	293,69	25	11,75		
	Total	474,18	26			
Energía (Mcal / ha)	Modelo	860,58	1	860,58	17,87	0,0003
	Avance AO	860,58	1	860,58	17,87	0,0003
	Error	1203,62	25	48,14		
	Total	2064,21	26			
Proteínas (Kg. /ha)	Modelo	2946646,23	1	2946646,23	17,89	0,0003
	Avance AO	2946646,23	1	2946646,23	17,89	0,0003
	Error	4118104,07	25	164724,16		
	Total	7064750,30	26			
Costo energético de la proteína	Modelo	524,06	1	524,06	26,28	<0,0001
	Avance AO	524,06	1	524,06	26,28	<0,0001
	Error	498,55	25	19,94		
	Total	1022,62	26			
Inversión energética por hectárea	Modelo	513177040,04	1	513177040,04	33,08	<0,0001
	Avance AO	513177040,04	1	513177040,04	33,08	<0,0001
	Error	387795378,46	25	15511815,14		
	Total	900972418,50	26			
Inversión energética por hectárea	Modelo	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
	Avance AO	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
	Error	N. D.	N. D.	N. D.		
	Total	N. D.	N. D.			



Figura 8. Evolución de la producción total en toneladas por hectárea para fincas de producción orgánica, y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum Offcinarum* L.) en la región Caraigres, Costa Rica.

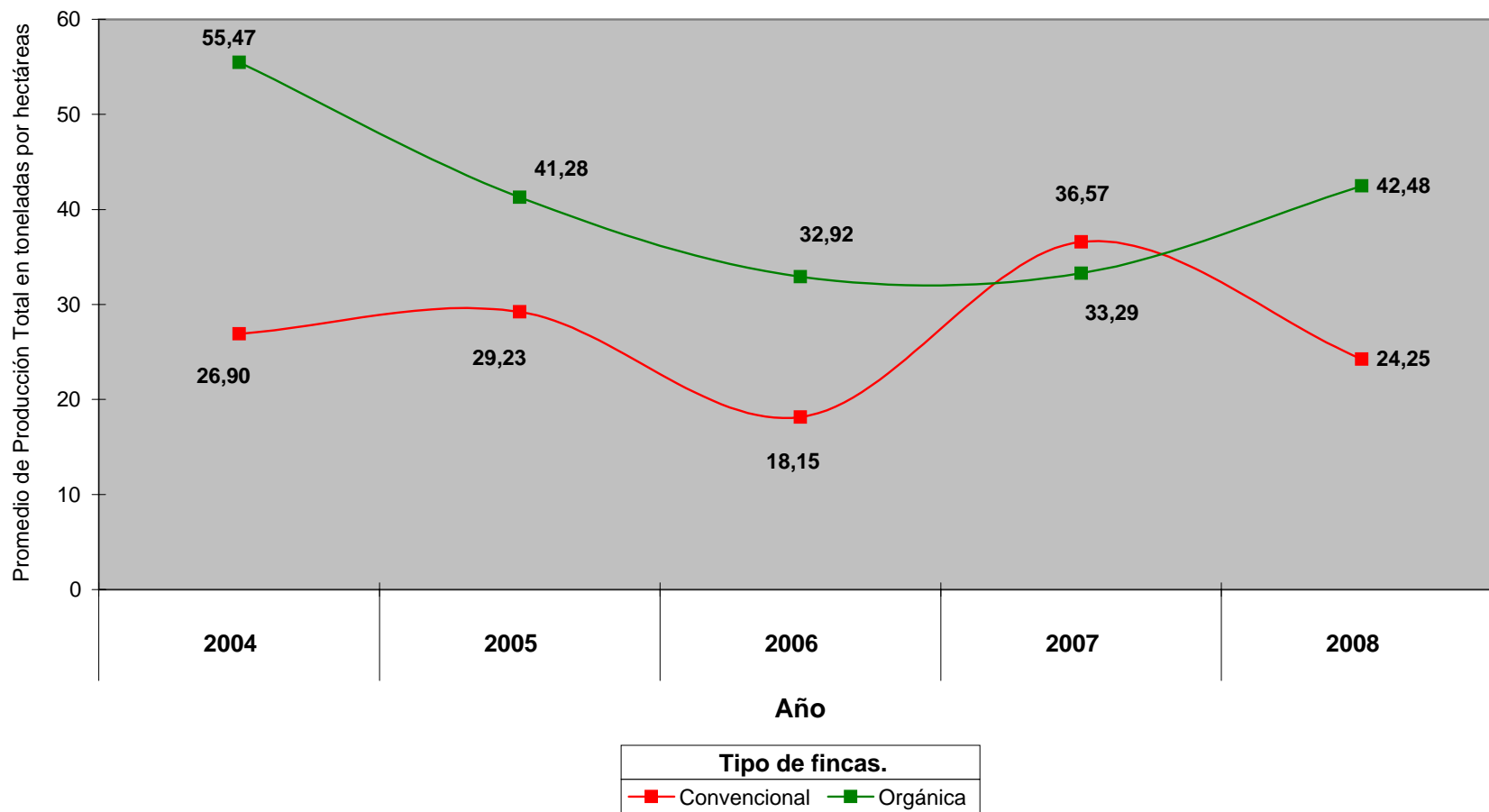




Figura 9. Evolución del Promedio de Inversión energética en, Mega calorías por hectárea, para fincas de producción orgánica, y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum Officinarum* L.) en la región de San Ramón de Alajuela, Costa Rica.

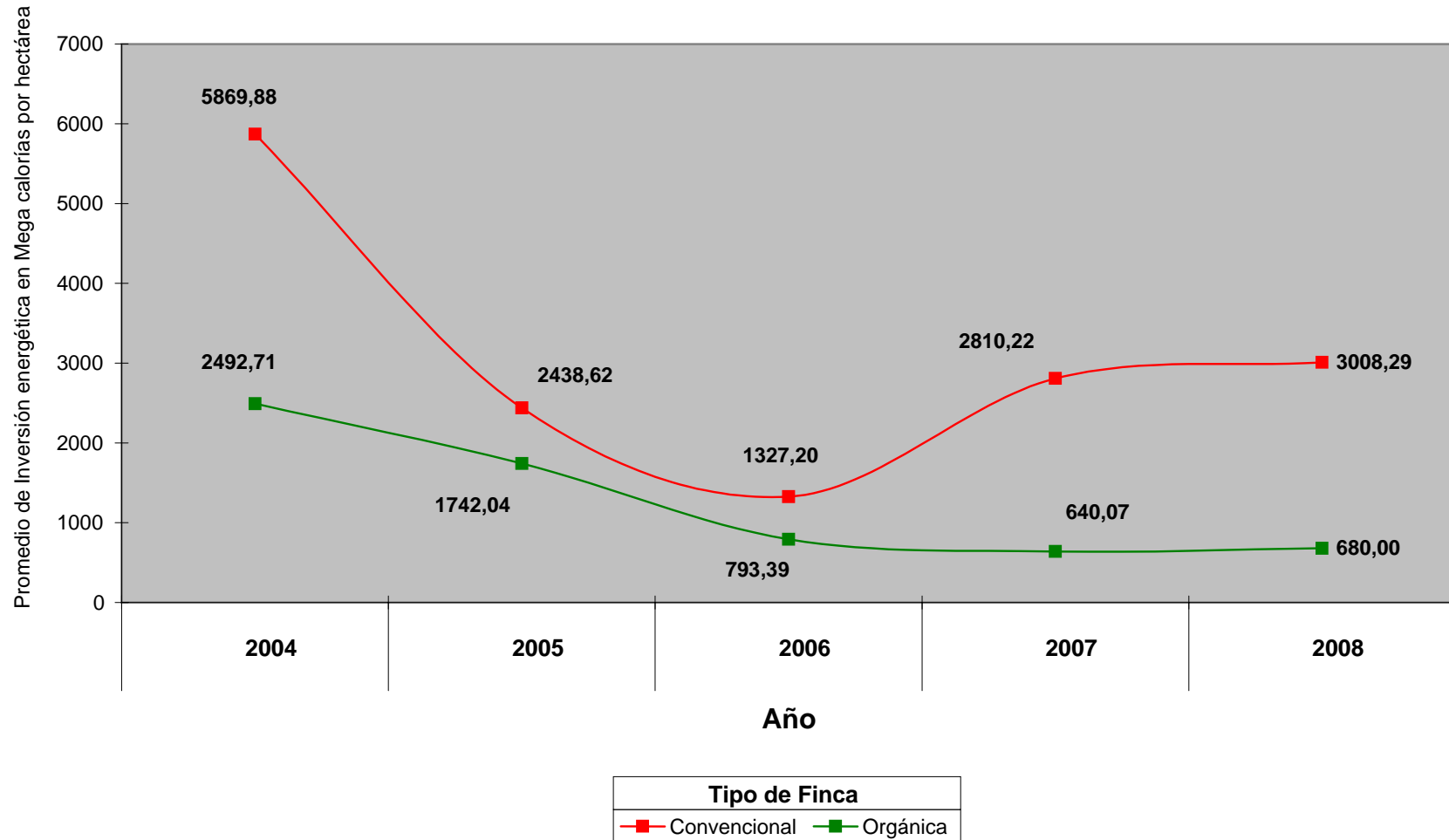
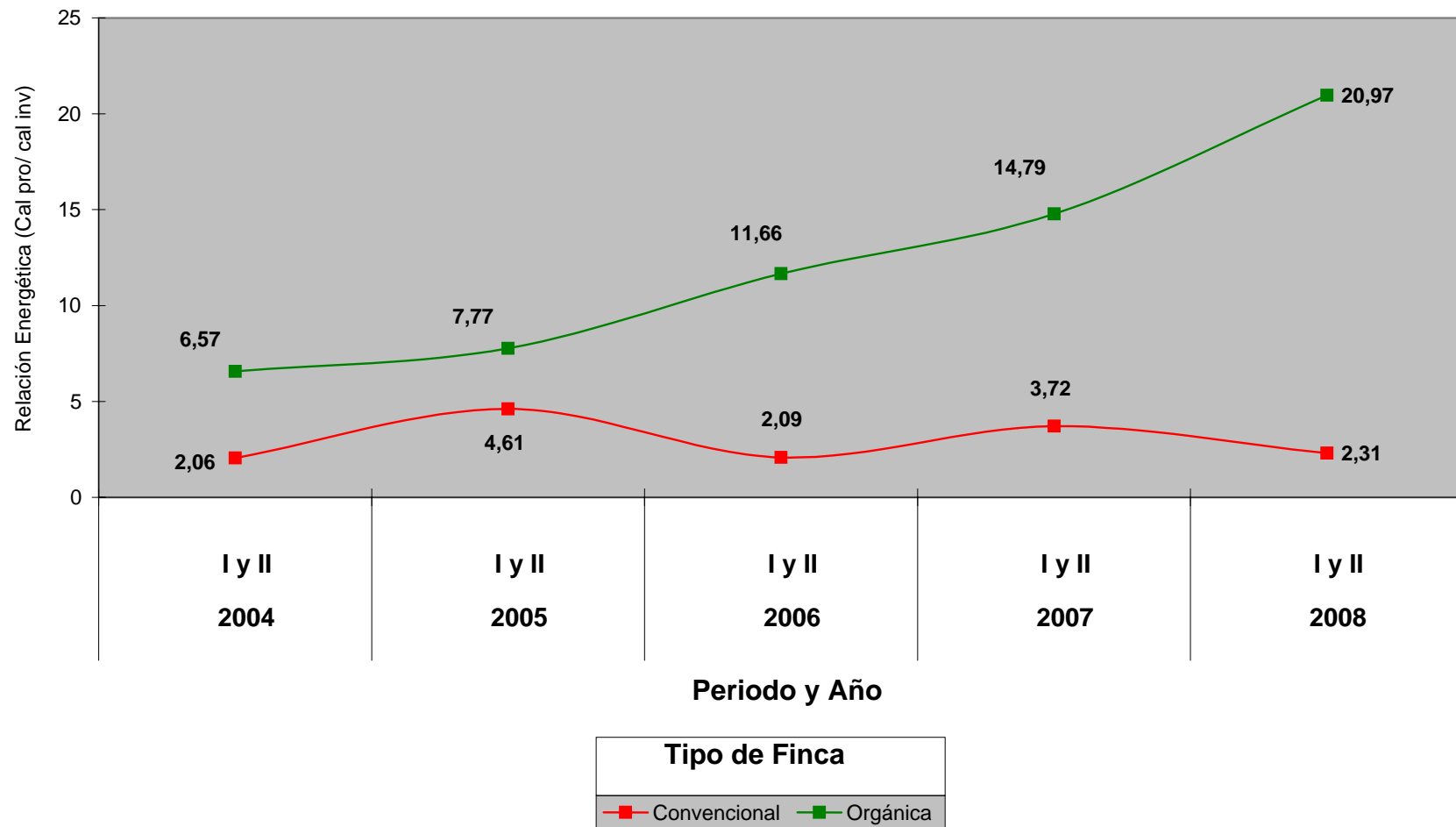




Figura 10. Evolución de la Eficiencia Energética para fincas de producción orgánica, en transición y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la región de San Ramón de Alajuela, Costa Rica.





Cuadro 5. Resúmenes estadísticos para variables de eficiencia energética en el cultivo de caña de azúcar en la región de San Ramón.

Cultivo	Avance Agricultura Orgánica	Producción Total (Ton /ha)	Energía (Mcal / ha)	Proteínas (Kg. /ha)	Costo energético de la proteína (Mcal / Kg. Proteína)	Inversión energética por hectárea (Mcal / ha)	Relación Energética.
Caña de azúcar	Orgánica	26.17 a	7484.14 a	1203.76 a	0.71 a	1269.32 a	2.94 a
	Convencional	40.42 a	11560.14 a	1810.39 a	2.51 b	3136.24 a	11.91 b

Letras distintas indican diferencias significativas para test de LSD Fisher Alfa: =0.05 ($p <= 0.05$)

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Caña de azúcar	Producción Total	20	0.19	0.14	43.87
	Energía	20	0.19	0.14	43.88
	Proteínas	20	0.17	0.13	43.83
	Costo energético de la proteína	19	0.39	0.35	83.31
	Inversión energética por ha	20	0.19	0.15	97.77
	Relación Energética.	20	0.4	0.37	67.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
Variable	Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Producción Total (Ton /ha)	Modelo	975,10	1	975,10	4,20	0,0552
	Avance AO	975,10	1	975,10	4,20	0,055
	Error	4177,03	18	232,06		
	Total	5152,13	19			
Energía (Mcal / ha)	Modelo	79746173,71	1	79746173,71	4,20	0,0553
	Avance AO	79746173,71	1	79746173,71	4,20	0,0553
	Error	341669792,86	18	18981655,16		
	Total	421415966,57	19			
Proteínas (Kg. /ha)	Modelo	1766399,79	1	1766399,79	3,74	0,0690
	Avance AO	1766399,79	1	1766399,79	3,74	0,0690
	Error	8500412,72	18	472245,15		
	Total	10266812,51	19			
Costo energético de la proteína	Modelo	14,28	1	14,28	10,86	0,0043
	Avance AO	14,28	1	14,28	10,86	0,0043
	Error	22,36	17	1,32		
	Total	36,63	18			
Inversión energética por hectárea	Modelo	16729782,47	1	16729782,47	4,31	0,0526
	Avance AO	16729782,47	1	16729782,47	4,31	0,0526
	Error	69934578,62	18	3885254,37		
	Total	86664361,09	19			
Relación Energética	Modelo	386,36	1	386,36	12,20	0,0026
	Avance AO	386,36	1	386,36	12,20	0,0026
	Error	570,26	18	31,68		
	Total	956,62	19			



Figura 11. Evolución de la producción total, en toneladas por hectárea, para fincas de producción orgánica, en transición y convencional de Culantro (*Coriandrum sativum* L.) en la región de Zarcero, Costa Rica.

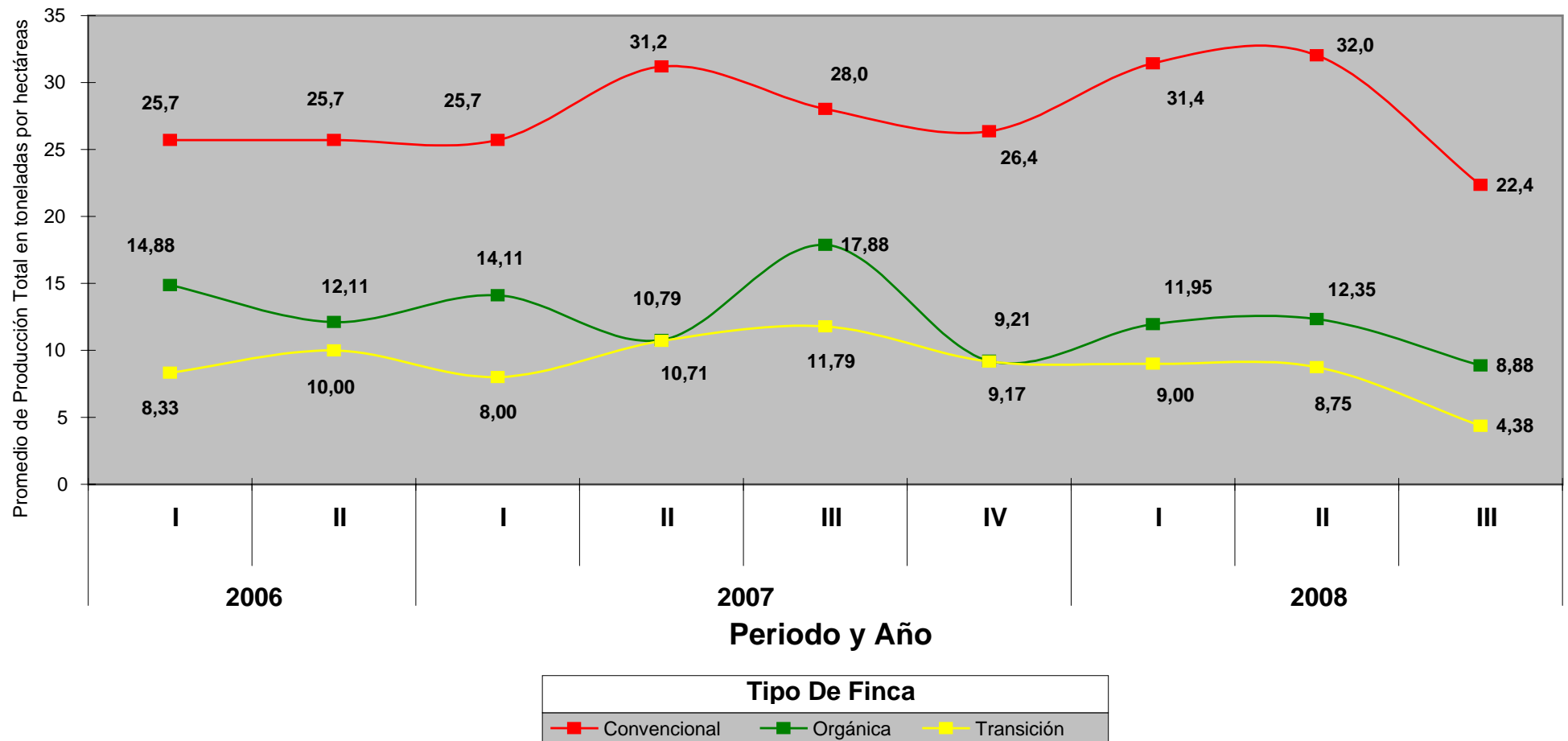
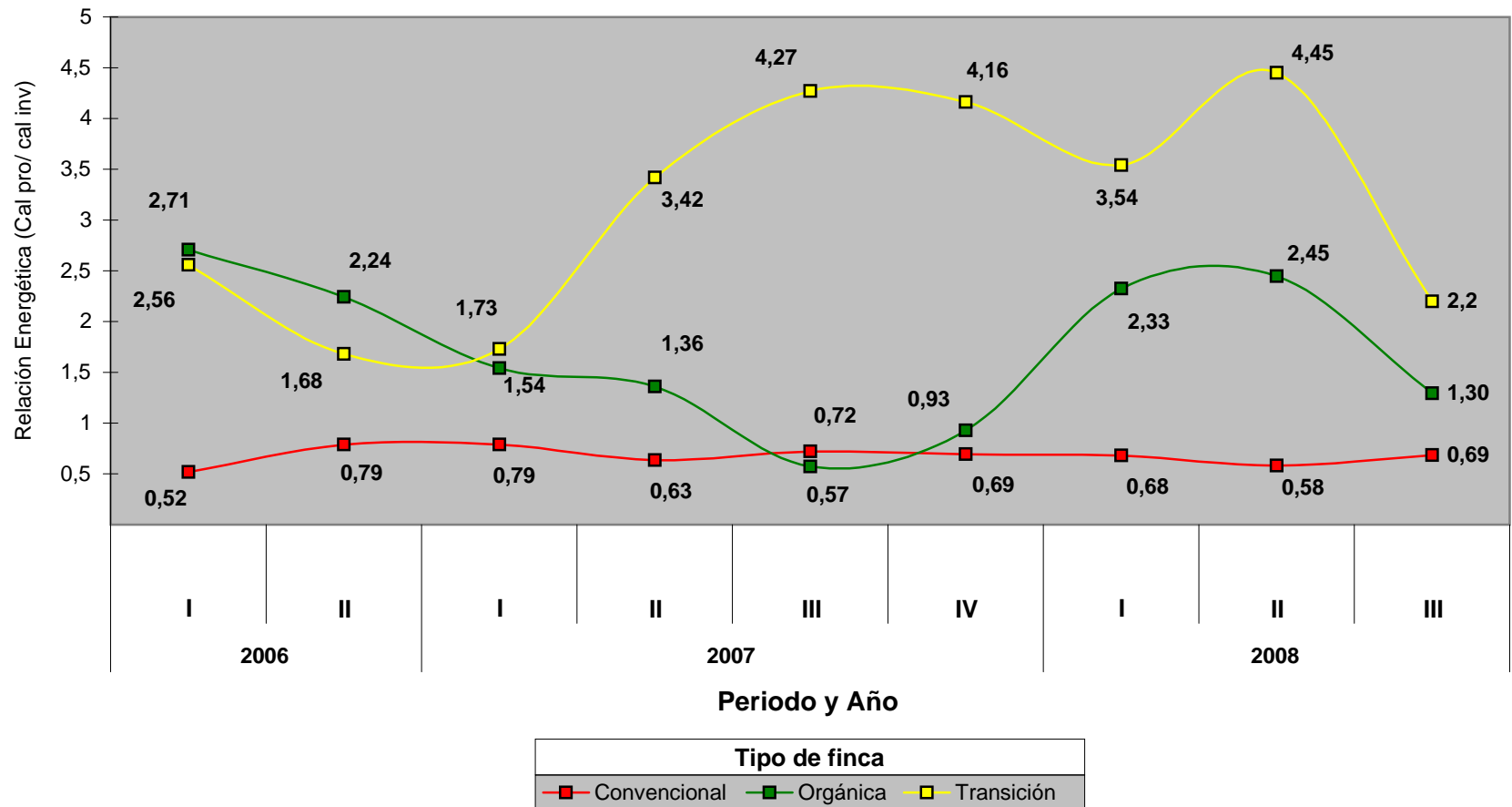




Figura 12. Evolución de la Eficiencia Energética para fincas de producción orgánica, en transición y convencional de Culantro (*Coriandrum sativum* L.) en la región de Zarcero, Costa Rica.





Cuadro 6. Resúmenes estadísticos para variables de eficiencia energética en el cultivo de Culantro en la región Zarcero.

Cultivo	Avance Agricultura Orgánica	Producción Total (Ton /ha)	Energía (Mcal / ha)	Proteínas (Kg. /ha)	Costo energético de la proteína (Mcal / Kg. Proteína)	Inversión energética por hectárea (Mcal / ha)	Relación Energética.
Culantro	Transición	10.78 a	2479.09 a	2295.93 a	0.39 a	890.82 a	3.92 a
	Orgánica	13.30 a	3061.45 a	2935.29 a	1.36 ab	4722.18 ab	2.36 b
	Convencional	26.82 b	5872.63 b	5435.29 b	1.96 b	9203.98 b	0.65 c

Letras distintas indican diferencias significativas para test de LSD Fisher Alfa: =0.05 (p<= 0.05)

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Culantro	Producción Total	67	0.52	0.51	38.43
	Energía	67	0.52	0.51	35.82
	Proteínas	67	0.48	0.47	37.44
	Costo energético de la proteína	67	0.12	0.09	111.73
	Inversión energética por ha	67	0.12	0.09	152.37
	Relación Energética.	67	0.37	0.35	77.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
Variable	Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Producción Total (Ton /ha)	Modelo	3199,03	2	1599,52	34,75	<0,0001
	Avance AO	3199,03	2	1599,52	34,75	<0,0001
	Error	2945,86	64	46,03		
	Total	6144,89	66			
Energía (Mcal / ha)	Modelo	140526758,03	2	70263379,02	35,00	<0,0001
	Avance AO	140526758,03	2	70263379,02	35,00	<0,0001
	Error	128474849,99	64	2007419,53		
	Total	269001608,02	66			
Proteínas (Kg. /ha)	Modelo	115438349,21	2	57719174,60	29,96	<0,0001
	Avance AO	115438349,21	2	57719174,60	29,96	<0,0001
	Error	123278450,47	64	1926225,79		
	Total	238716799,68	66			
Costo energético de la proteína	Modelo	115438349,21	2	57719174,60	29,96	<0,0001
	Avance AO	115438349,21	2	57719174,60	29,96	<0,0001
	Error	123278450,47	64	1926225,79		
	Total	238716799,68	66			
Inversión energética por hectárea	Modelo	623120965,29	2	311560482,64	4,30	0,0176
	Avance AO	623120965,29	2	311560482,64	4,30	0,0176
	Error	4633208947,45	64	72393889,80		
	Total	5256329912,73	66			
Relación Energética	Modelo	95,55	2	47,78	18,89	<0,0001
	Avance AO	95,55	2	47,78	18,89	<0,0001
	Error	161,87	64	2,53		
	Total	257,43	66			



Figura 13. Evolución de la producción total, en toneladas por hectárea, para fincas de producción orgánica y convencional de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la región de Zarcero, Costa Rica.

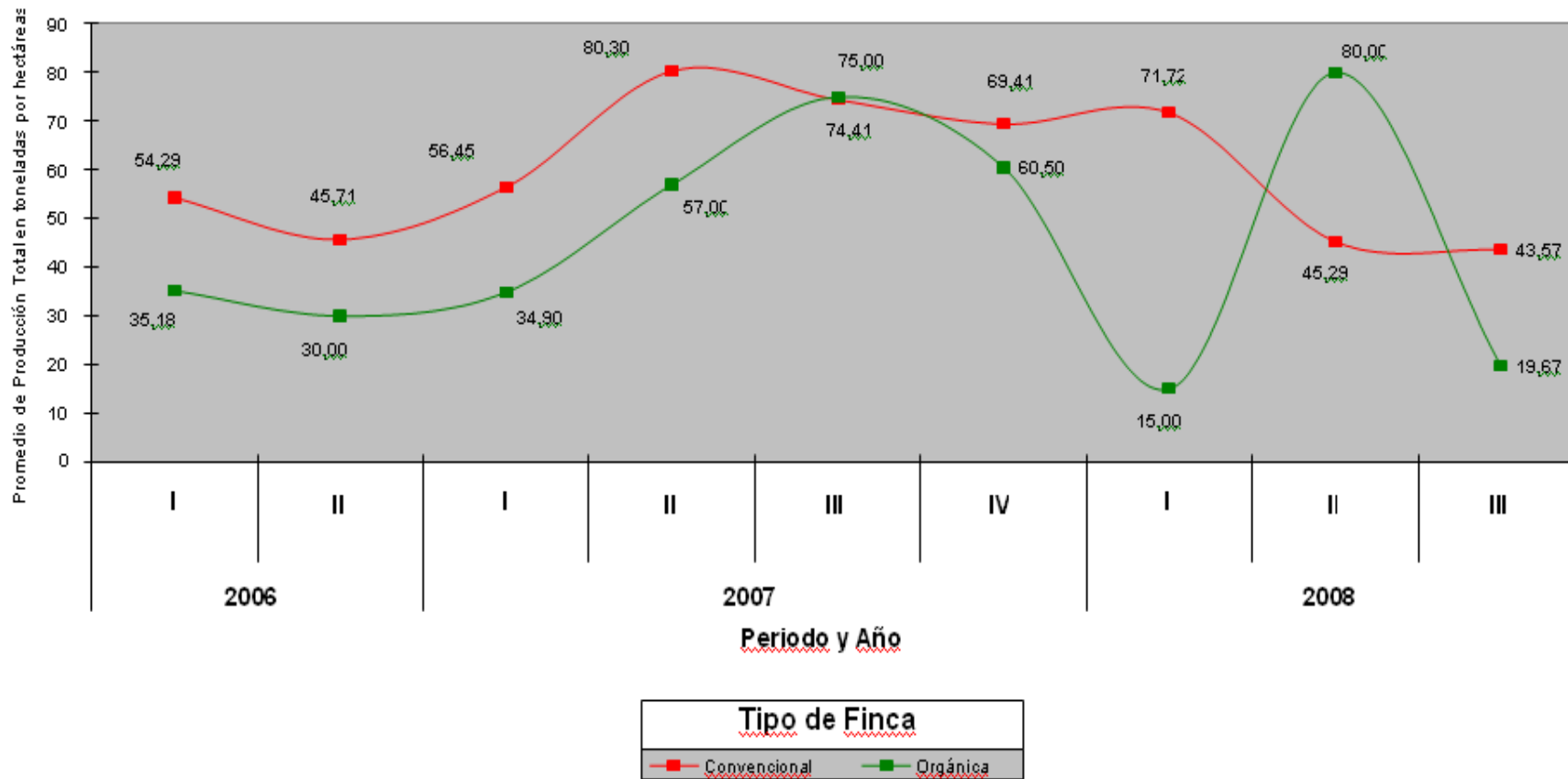
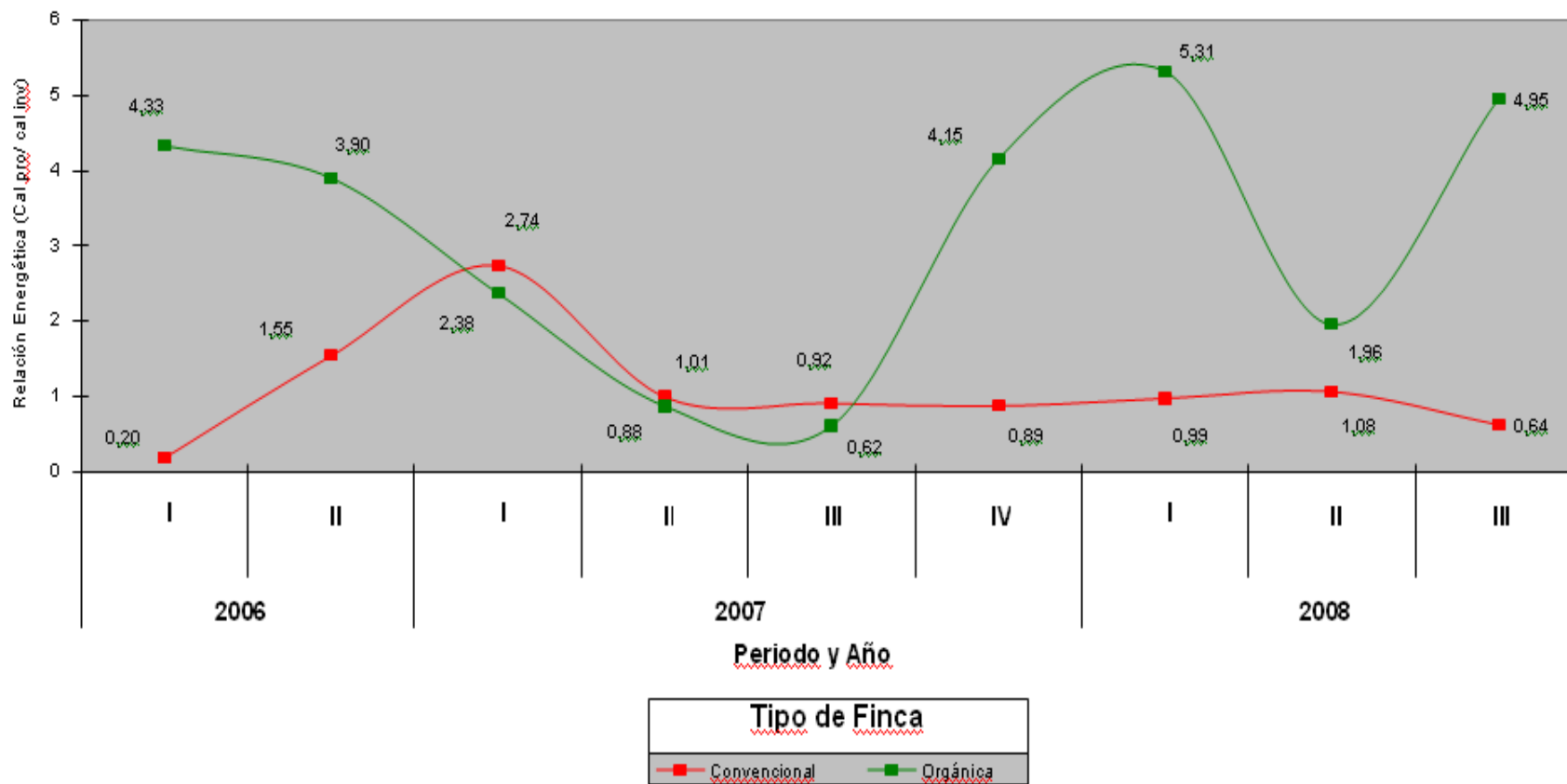




Figura 14. Evolución de la Eficiencia Energética para fincas de producción orgánica y convencional de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en la región de Zarcero, Costa Rica.





Cuadro 7. Resúmenes estadísticos para variables de eficiencia energética en el cultivo de Lechuga en la región Zarcero.

Cultivo	Avance Agricultura Orgánica	Producción Total (Ton /ha)	Energía (Mcal / ha)	Proteínas (Kg. /ha)	Costo energético de la proteína (Mcal / Kg. Proteína)	Inversión energética por hectárea (Mcal / ha)	Relación Energética.
Lechuga	Transición	68.54 a	11651.8 a	822.33 a	7.58 a	6560.27 ab	4.09 a
	Orgánica	42.93 b	7299.65 b	515.29 b	8.62 a	3336.92 a	4.81 a
	Convencional	59.07 ab	10475.10 b	738.93 ab	20.35 a	13595.32 b	1.01 a

Letras distintas indican diferencias significativas para test de LSD Fisher Alfa:=0.05 (p<= 0.05)

Cultivo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lechuga	Producción Total	42	0.08	0.04	61
	Energía	42	0.10	0.06	58.90
	Proteínas	42	0.10	0.06	58.96
	Costo energético de la proteína	42	0.18	0.14	96.88
	Inversión energética por ha	42	0.33	0.29	94.88
	Relación Energética.	42	0.27	0.23	96.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	Fuente de Variación.	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Estadístico F	p-valor
Producción Total (Ton /ha)	Modelo	3461,49	2	1730,75	1,77	0,1841
	Avance AO	3461,49	2	1730,75	1,77	0,1841
	Error	38183,89	39	979,07		
	Total	41645,38	41			
Energía (Mcal / ha)	Modelo	121237322,21	2	60618661,11	2,21	0,1235
	Avance AO	121237322,21	2	60618661,11	2,21	0,1235
	Error	1070636777,27	39	27452225,06		
	Total	1191874099,48	41			
Proteínas (Kg. /ha)	Modelo	601955,51	2	300977,75	2,20	0,1247
	Avance AO	601955,51	2	300977,75	2,20	0,1247
	Error	5343367,90	39	137009,43		
	Total	5945323,41	41			
Costo energético de la proteína	Modelo	1426,00	2	713,00	4,30	0,0205
	Avance AO	1426,00	2	713,00	4,30	0,0205
	Error	6468,10	39	165,85		
	Total	7894,10	41			
Inversión energética por hectárea	Modelo	1013515761,70	2	506757880,85	9,45	0,0005
	Avance AO	1013515761,70	2	506757880,85	9,45	0,0005
	Error	2092263111,32	39	53647772,09		
	Total	3105778873,03	41			
Relación Energética	Modelo	141,33	2	70,66	7,24	0,0021
	Avance AO	141,33	2	70,66	7,24	0,0021
	Error	380,54	39	9,76		
	Total	521,87	41			



3.1.3. Evaluaciones Sociales, Culturales e Históricas.

Las valoraciones sociales y económicas fueron realizadas en la totalidad de la muestra de la figura 1. Las observaciones fueron adicionadas a las bases de datos y reanalizadas según la metodología de análisis de medias para variables cuantitativas continuas y análisis de frecuencia para variables cualitativas

Cuadro 8. Resumen de Medias para las variables cuantitativas evaluadas en el área social en fincas orgánicas y convencionales.

Variable	Sistemas Convencionales		Sistemas Certificados	
	n	Media	n	Media
Número de intercambios	14	1,14	14	16,29
Total de eventos de capacitación recibidos.	14	1,5	14	3,29
% Capacitación en Agr. Org.	14	0	14	77,36
Años capacitándose	9	7,44	13	4,8
Total horas en capacitación	9	156,44	12	103,43
Media de valoración del proceso de capacitación	8	4	13	4,27
Años de poseer finca	14	24,07	14	24,36
Porcentaje de autoconsumo	14	15,71	14	26,86
Número total de miembros	14	4,86	14	4,71
Total de miembros femeninos	14	2,36	14	1,71
Total de miembros masculinos	14	2,5	14	3,07
Total de participantes en la finca	14	1,93	14	3,14
Cantidad de mano de obra contratada	10	1,3	9	3
Total de horas semanales contratadas	10	66,1	9	193,22
Costo semanal de la Mano de obra (¢)	10	45357,8	9	278598,22
Relación de mano de obra familiar / contratada.	10	0,7	9	0,72
Años de vinculación con seguimiento	6	9,17	11	10,01
Valoración del seguimiento	6	8,02	11	8,37
Distancia del punto de venta de productos	11	6,64	14	19,57

Cuadro 9. Análisis de frecuencias para variables sociales, culturales e históricas analizadas en fincas Orgánicas y Convencionales.

Variable	Categorías	Convencional		Orgánico	
		FA	FR (%)	FA	FR (%)
Ha recibido Información de Agricultura Orgánica	No	8	57	1	7
	Si	6	43	13	93
Conoce otras experiencias de Agricultura Orgánica.	No	9	64	0	0
	Si	5	36	14	100
Cual es su apreciación de los procesos que ha visitado	Ejemplo a seguir	2	40	7	50
	Interesante	1	20	7	50
	Poco Interesante	2	40	0	0
Ha aportado en el manejo de su finca el intercambio de experiencia	Aclara Panorama	1	20	8	57
	Adopta y Visita	2	40	6	43
	Nada	2	40	0	0
Cual ha sido el impacto de las practicas derivada de las experiencias	Impacto y Abandono	1	13	0	0
	No causo impacto	2	25	0	0
	Uso continuo	5	63	13	100



Variable	Categorías	Convencional		Orgánico	
		FA	FR (%)	FA	FR (%)
Tenían finca sus antepasados	No	2	14	3	21
	Si	12	86	11	79
Tipo de actividad a la que se dedicaban	Diversificados	4	33	4	36
	Ganadería	2	17	1	9
	Hortalizas	1	8	1	9
	Mixtos	3	25	5	45
	Perennes	2	17	0	0
Nivel de uso de agroquímicos	Itinerario Completo	1	8	5	45
	No usaba	4	33	1	9
	Uso Reducido	7	58	5	45
Uso de mano de Obra	MO familiar y contratación.	3	25	1	9
	Parte de MO Familiar	5	42	3	27
	Toda la MO Familiar	4	33	7	64
Prácticas conservacionistas	Ninguna	5	42	4	36
	Uso Conciente	4	33	7	64
	Uso Inconciente	3	25	0	0
Cual era el uso que daban sus antepasados a los recursos naturales de la zona	Respeto limites	6	46	7	50
	Transformación Gradual	7	54	5	36
	Uso racional	0	0	2	14
Consideracion de los recursos naturales de la zona actualmente	Alto Grado deterioro	4	31	6	43
	Transformado Agrícola	7	54	5	36
	Transformado Agrícola Sost..	2	15	3	21
Mantiene áreas para la regeneración natural de su finca	No	3	23	1	7
	Si	10	77	13	93
Que porcentaje de su finca	1 a 10%	6	60	6	46
	10 a 25%	4	40	4	31
	25% a 40%	0	0	3	23
Ha utilizado usted agroquímicos en su finca	No	0	0	3	21
	Si	14	100	11	79
Cual era la intensidad de uso	Cantidad Reducida	13	93	7	64
	Itinerario Completo	1	7	3	27
	Sobre dosificación	0	0	1	9
Cual es la ventaja que ofrece o ofrecían estos productos químicos	Combinación de anteriores	5	36	3	27
	Mejora Calidad del Product.	1	7	2	18
	Reduce Tiempo de Cosecha	1	7	3	27
	Reduce Costos	2	14	1	9
	Reduce MO	5	36	2	18
Actualmente utiliza agroquímicos en su finca	Mínimo	3	21	0	0
	Mínimo a eliminarlo	2	14	0	0
	No	2	14	0	0
	Si	7	50	0	0
Cual era el rendimiento de los productos convencionales sembrados en su finca	Buena	8	80	3	27
	Regular	2	20	6	55
	Excelente	0	0	2	18



Variable	Categorías	Convencional		Orgánico	
		FA	FR (%)	FA	FR (%)
Cual es la apreciación sobre el ingreso neto obtenido en la producción orgánica	Altos y Bajos	2	20	4	36
	Estable	6	60	5	45
	Tendencia a la baja	2	20	2	18
Cuales son los principales destinos de los productos que salen de la finca	Comercializadora	1	10	5	45
	Comunidad	1	10	2	19
	Intermediario	7	70	3	27
	Sin mercado fijo	1	10	1	9
Como eran las condiciones del mercado convencional	Difícil negociación	5	50	9	82
	Negociación	4	40	1	9
	Trato solidario	1	10	1	9
Cual es la percepción del precio recibido por su producción	Igual al de mercado	8	80	7	64
	Inferior al de mercado	1	10	3	27
	superior al de mercado	1	10	1	9
Sus cultivos demandan el uso de insumos externos a la finca	No	3	25	2	18
	Si	9	75	9	82
Económicamente que implicaba la adquisición de esos productos	Altas Sumas	4	44	4	44
	Costos Manejables	5	56	1	11
	Gastos Bajos	0	0	4	44
Apreciación del balance costo retribución de la producción convencional	Alta ganancia	1	10	3	33
	Ganancia	7	70	1	11
	Solo salda costos	2	20	5	56
Inconvenientes con el uso de agroquímicos a nivel familiar	Intoxicación	1	7	2	17
	Ninguno	12	86	10	83
	Trastornos de salud	1	7	0	0
Destinaba usted parte de su producto para el autoconsumo	Minima	11	79	7	50
	No	2	14	3	21
	Significativa	1	7	4	29
Destinaba usted parte de su producción para el autoconsumo	Considerado no peligroso	4	33	2	22
	No	1	8	3	33
	Seleccionados	7	58	4	44
Nivel educativo de los miembros que componen el núcleo familiar.	Algunos si terminar primar	2	14	1	7
	Mayoría Educación Primaria	11	79	13	93
	Universitaria	1	7	0	0
Total de disponibilidad de recursos en mano de obra familiar para la finca	Productor mas hijos	4	29	5	36
	Productor mas hijos, hijas	2	14	1	7
	Solo productor	8	57	4	29
	Productor mas hijos, hijas y ...	0	0	4	29
Alguna Institución le da o le dio seguimiento puntual	No	12	86	4	29
	Si	2	14	10	71
Cual fue la principal actividad de seguimiento por parte de la institución	Asesoría productiva	1	50	3	33
	Combinación de anteriores	1	50	5	56
	Asesoría comercial	0	0	1	11



Variable	Categorías	Convencional		Orgánico	
		FA	FR (%)	FA	FR (%)
Que valoración merece el seguimiento en general	Bueno	2	100	6	67
	Excelente	0	0	2	22
	Regular	0	0	1	11
Posee usted mano de obra contratada en su finca	No	3	21	5	36
	Si	11	79	9	64
Existen posibilidades de financiar su finca	No	7	50	2	14
	Si	7	50	12	86
Que instituciones brinda esas posibilidades	Bancos	4	80	8	67
	Otros	1	20	3	25
	Estado	0	0	1	8
Que accesibilidad posee usted a estas opciones de crédito	Accesible	2	33	9	75
	Condicionado	3	50	3	25
	Nula	1	17	0	0
La agricultura orgánica puede optar por crédito	No	1	33	6	46
	Si	2	67	7	54
Posee actualmente créditos a la labor productiva	No	8	67	10	71
	Si	4	33	4	29
Cuales son los principales destinos de los productos que salen de la finca	Intermediario	11	79	2	14
	Procesadora	3	21	10	71
	Distribución Propia	0	0	1	7
	Comunidad	0	0	1	7
Exigencia de certificación orgánica	Ninguna	13	93	13	93
	Participativa	1	7	1	7
Percepción del precio recibido por su producción orgánica	Igual al de mercado	0	0	5	38
	Inferior al de mercado	0	0	2	15
	Superior al de mercado	0	0	6	46



3.1.4. Variables Económicas.

Para las variables económicas se sumaron nuevos ciclos de medición que se unieron a las observaciones de ciclos anteriores. Con una mayor cantidad de datos fue posible modelar la evolución que han tenido los indicadores más relevantes en cuanto a ingresos e inversiones para la producción Convencional y Orgánica de los cultivos en estudio.

Cuadro 10. Resumen de indicadores económicos por cultivo y año, según sistema analizado para fincas en evaluación.

Cultivo	Año	Tipo de Finca					
		Convencional			Orgánica		
		Promedio de Ingreso Agrícola Bruto por ha	Promedio de Inversión Económica por ha	Promedio de Ingreso Agrícola Neto por ha	Promedio de Ingreso Agrícola Bruto por ha	Promedio de Inversión Económica por ha	Promedio de Ingreso Agrícola Neto por ha
Diversificado	2007	SD	SD	SD	₡216.403	₡17.165	₡199.237
Café	2003	SD	SD	SD	₡517.004	₡166.300	₡350.704
	2004	₡1.399.999	₡123.333	₡1.276.666	₡771.594	₡87.425	₡684.169
	2005	₡2.500.000	₡459.480	₡2.040.520	₡840.151	₡168.285	₡671.866
	2006	₡1.399.927	₡335.556	₡1.064.371	₡714.238	₡174.154	₡540.084
	2007	₡1.929.444	₡806.482	₡1.122.963	₡362.879	₡108.859	₡254.020
	2008	₡1.195.532	₡502.042	₡693.490	₡536.042	₡103.971	₡432.070
	2009	₡1.779.934	₡878.169	₡901.765	₡527.771	₡572.738	-₡44.967
Caña de azúcar	2004	₡209.259	₡121.644	₡87.615	₡621.212	₡480.327	₡140.885
	2005	₡285.033	₡115.893	₡169.141	₡641.753	₡497.110	₡144.642
	2006	₡362.857	₡235.960	₡126.897	₡583.711	₡239.646	₡344.066
	2007	₡548.571	₡216.939	₡331.633	₡491.037	₡223.157	₡267.880
	2008	₡363.814	₡164.973	₡198.841	₡930.092	₡728.184	₡201.908
Culantro	2004	SD	SD	SD	₡7.577.362	₡2.349.481	₡5.227.881
	2005	SD	SD	SD	₡8.021.541	₡5.801.344	₡2.220.197
	2006	₡1.660.713	₡850.452	₡810.261	₡2.787.998	₡1.429.045	₡1.358.953
	2007	₡4.160.958	₡1.260.521	₡2.900.438	₡5.124.998	₡1.146.282	₡3.978.716
	2008	₡3.550.072	₡1.159.134	₡2.390.938	₡2.585.487	₡1.251.898	₡1.333.589
Lechuga	2004	SD	SD	SD	₡1.395.949	₡452.538	₡943.411
	2005	SD	SD	SD	₡10.581.600	₡4.183.443	₡6.398.156
	2006	₡3.497.143	₡567.879	₡2.929.264	₡2.057.499	₡1.062.704	₡994.795
	2007	₡6.205.601	₡1.505.458	₡4.700.144	₡4.028.846	₡3.637.643	₡391.203
	2008	₡6.030.286	₡1.490.738	₡4.539.547	₡2.247.040	₡1.576.029	₡671.011
Piña	2006	₡11.699.200	₡5.543.391	₡6.155.809	Orgánico PROAGROIN		
					₡21.368.211	₡8.174.001	₡13.194.210
					Orgánico Independiente		
				₡30.461.013	₡12.577.716	₡17.883.298	
Plátano	2007	₡2.259.986	₡746.137	₡1.513.849	SD	SD	SD



Figura 15. Evolución del Ingreso Agrícola Bruto e Inversión Económica por hectárea para fincas de producción de café (*Coffea arabica* L.) orgánico y convencional en la Región Caraigres, Costa Rica

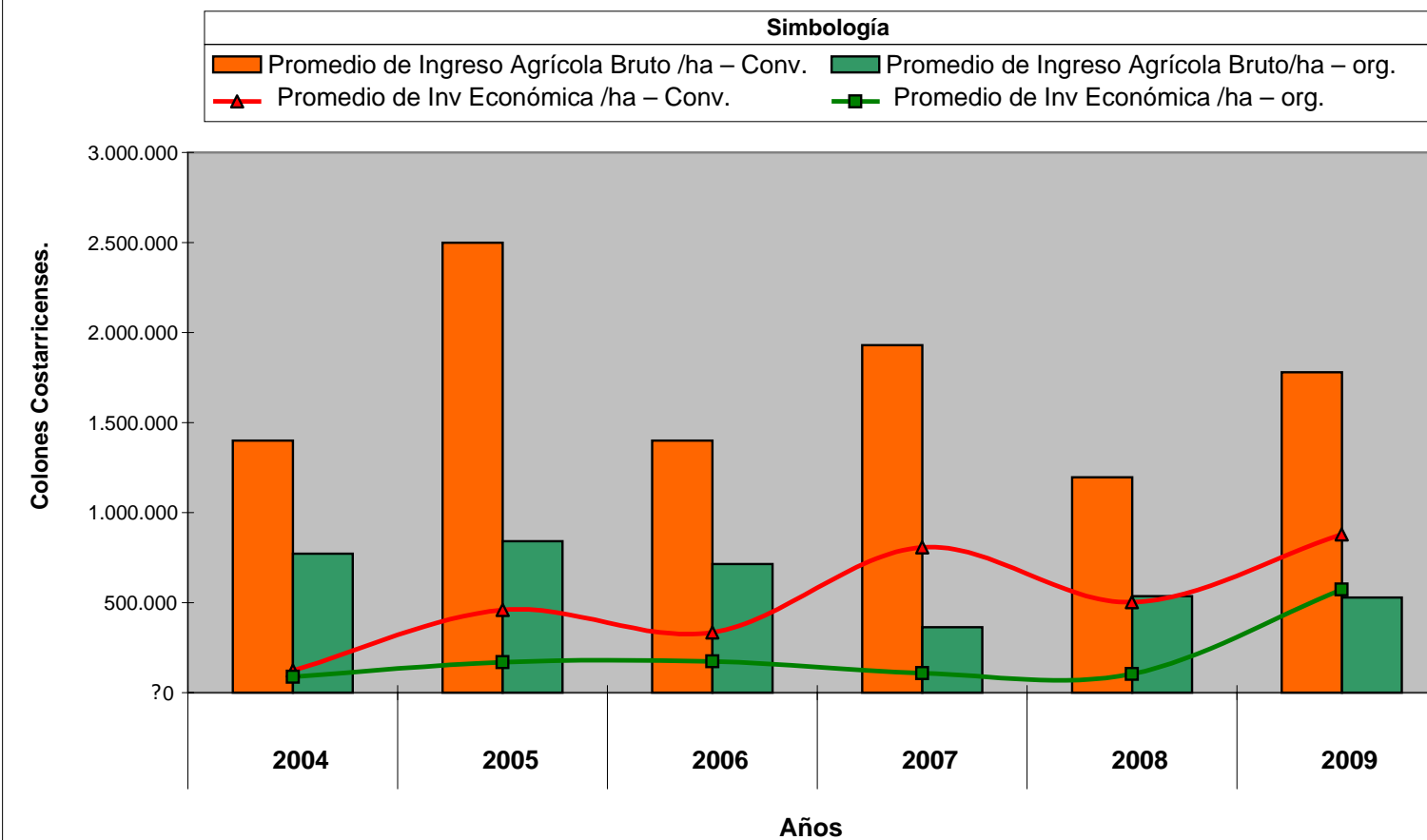




Figura 16. Evolución del Ingreso Agrícola Bruto e Inversión Económica por hectárea para fincas de producción orgánico y convencional de Culantro (*Coriandrum sativum* L.) en la Región de Zarcero, Costa Rica.

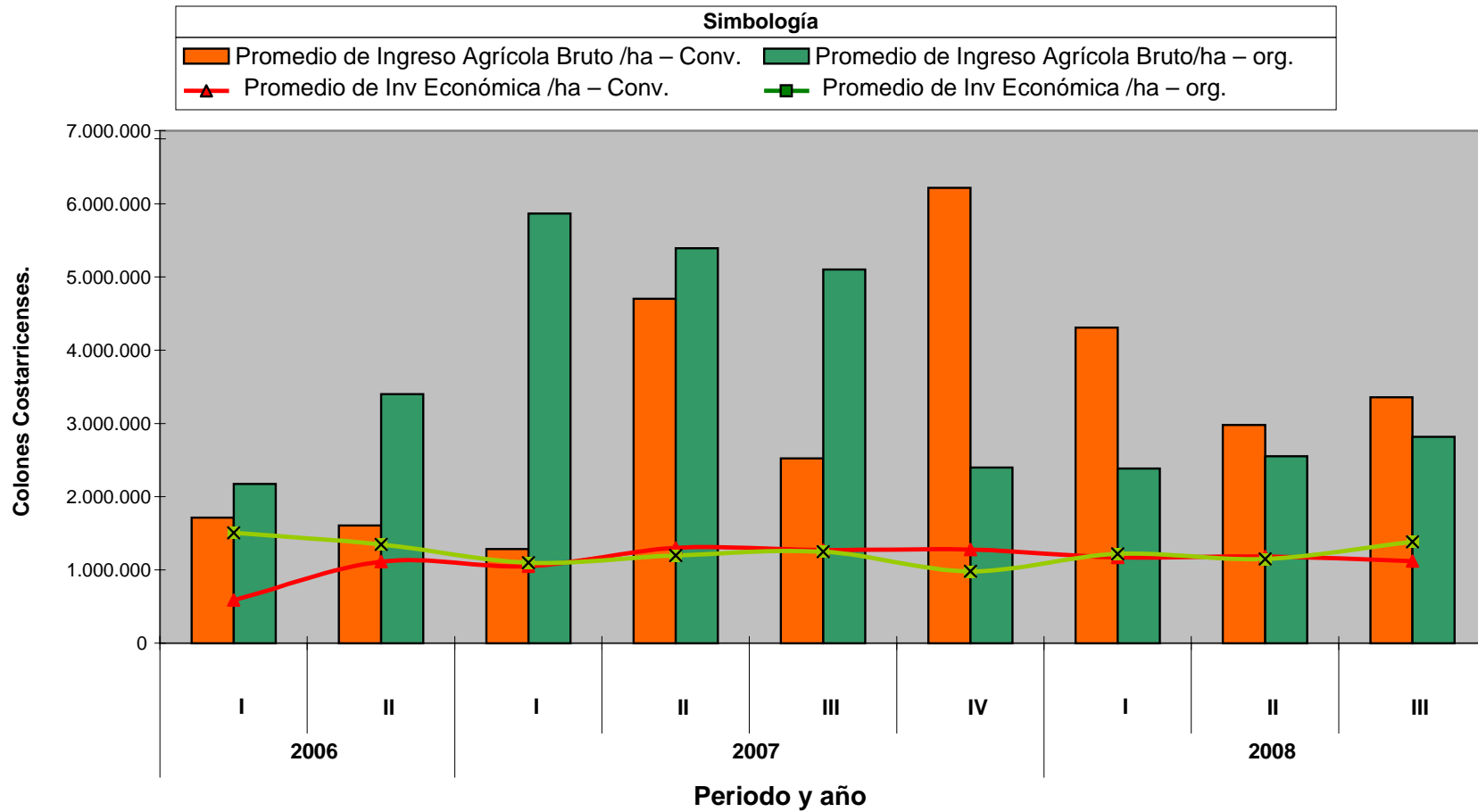




Figura 17. Evolución del Ingreso Agrícola Bruto e Inversión Económica por hectárea para fincas de producción orgánico y convencional de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la Región de Zarcero, Costa Rica.

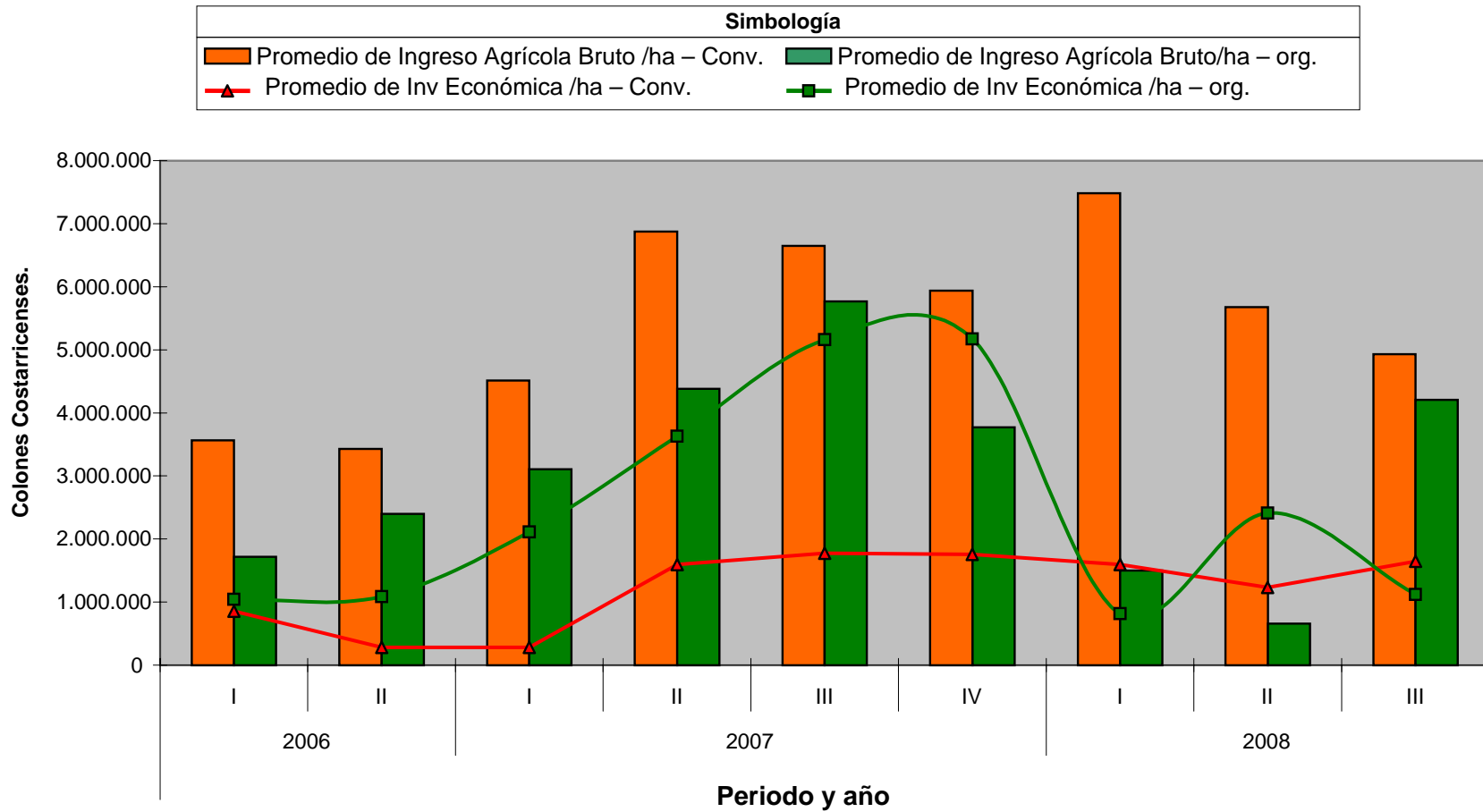
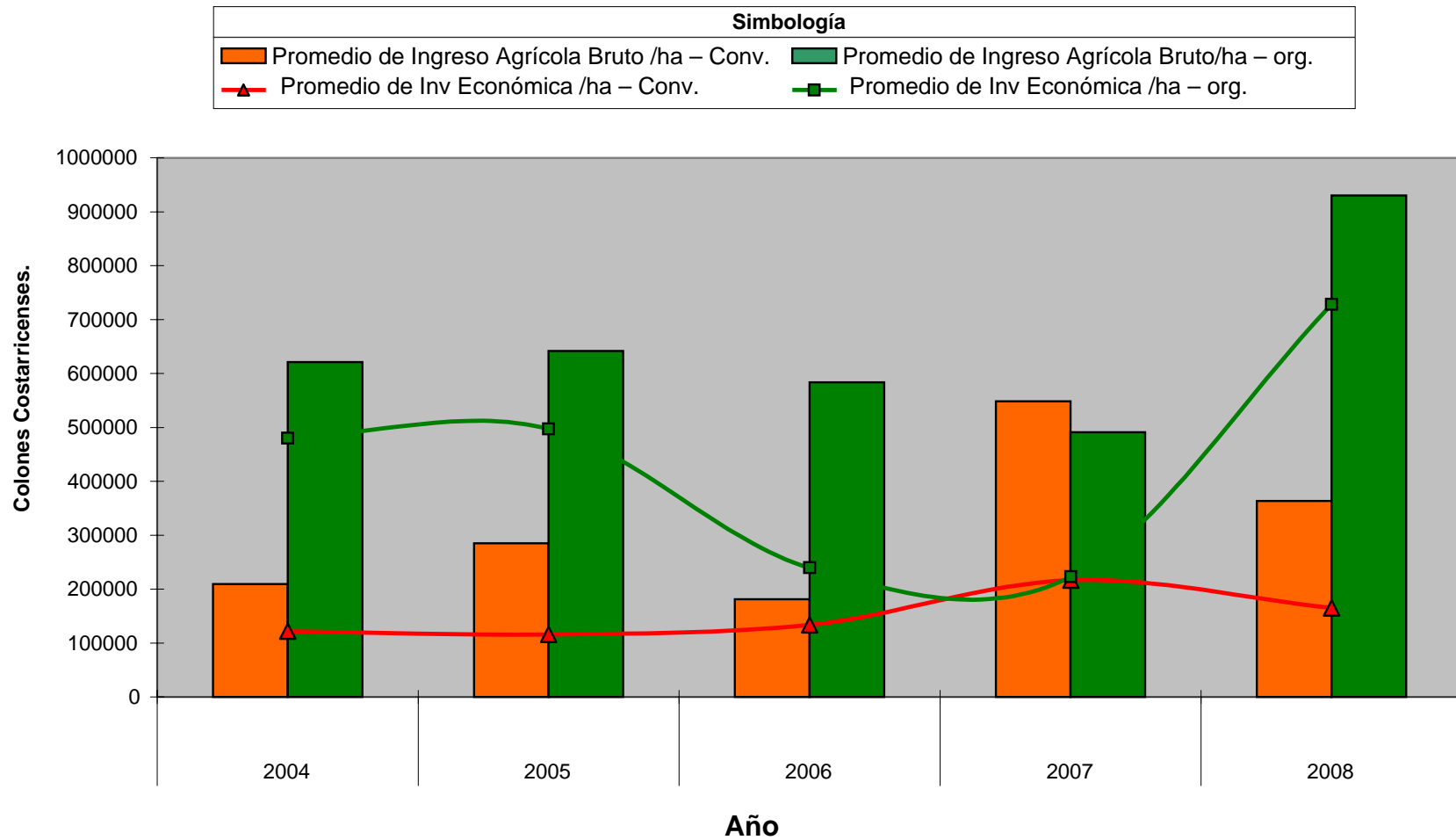


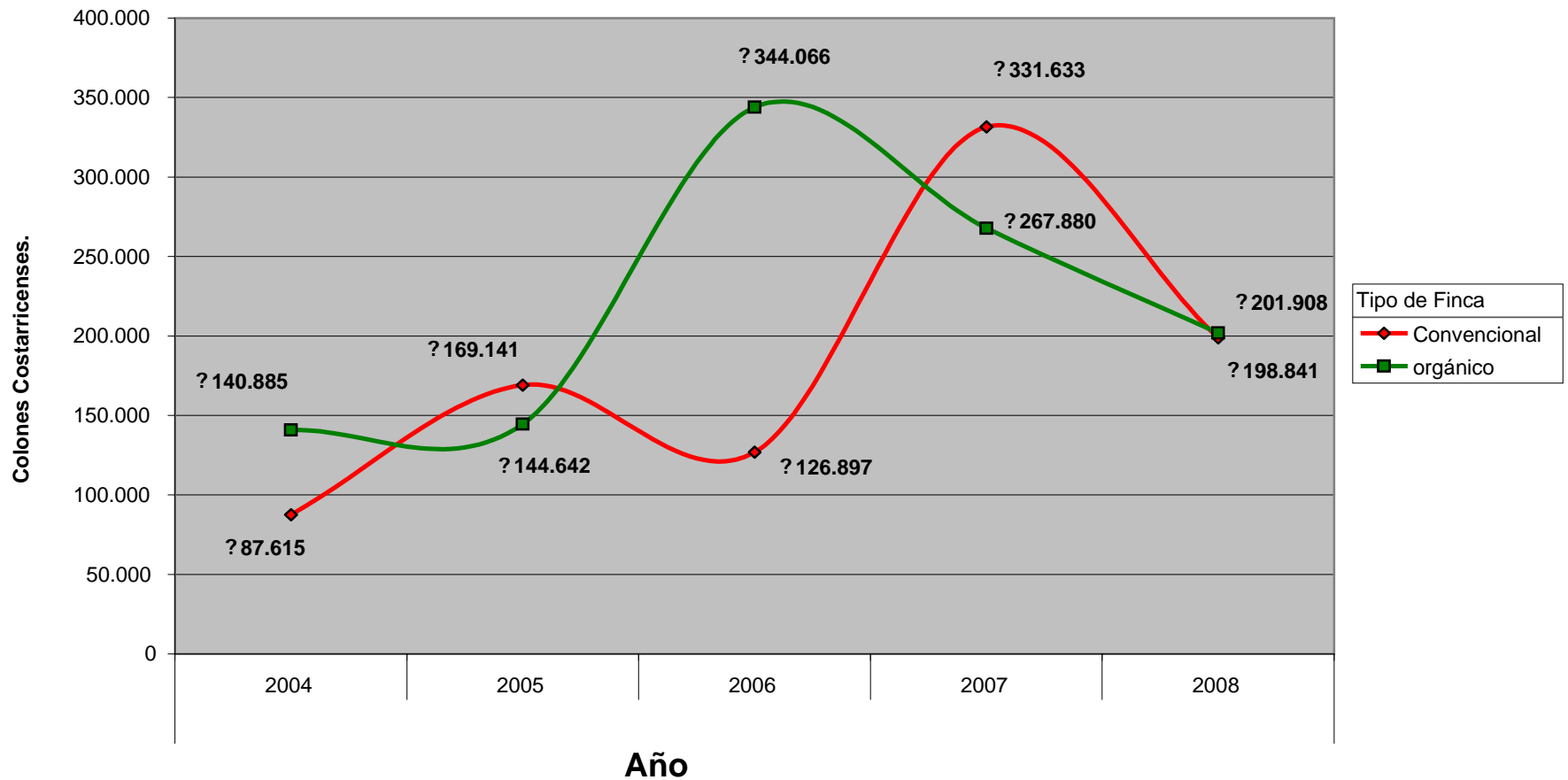


Figura 18. Evolución del Ingreso Agrícola Bruto e Inversión Económica por hectárea para fincas de producción orgánica y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L..) en San Ramón de Alajuela, Costa Rica.





19. Evolución del Ingreso Agrícola Neto por hectárea para fincas de producción orgánica y convencional de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Ramón de Alajuela, Costa Rica.





3.2. Datos exploratorios en nuevas zonas abordadas

3.2.1. Zona Norte.

El interés por el trabajo en la zona norte nació durante el II Encuentro Latinoamericano de Productores Orgánicos, llevado a cabo en Guatemala para el año 2007. Después de intercambiar sobre el trabajo que desarrolla CEDECO en varias regiones del país, y del pilotaje que ejecutaba PROAGROIN en la Zona Norte, se establecieron nexos formales para el desarrollo de la investigación. PROAGROIN poseía una relación con la agencia de cooperación holandesa AFAD, hoy TASTE, quien ya posee acciones alrededor del cambio Climático en sus contrapartes en América Latina. PROAGROIN planteó el proyecto de investigación en conjunto con CEDECO y fue financiado un abordaje preeliminar con la metodológica diseñada por CEDECO, en seis fincas en la región, tres convencionales y tres orgánicas.

Adicionalmente al trabajo convenido con PROAGROIN, la investigación adiciona tres productores independientes de piña en la zona. Se busca un plan de manejo orgánico con mayores fundamentos agroecológicos. Durante el desarrollo de la investigación en la zona, se pudo observar como el modelo propuesto por PROAGROIN era más de sustitución de insumos que de producción orgánica.

Los resultados obtenidos en la investigación fueron muy interesantes para plantear cambios en el manejo que hace PROAGROIN de su pilotaje de producción de piña Orgánica. A la vez, se pudieron ubicar sistemas con un mayor potencial de sustentabilidad de la producción del cultivo y generación de Servicios Ambientales, los productores independientes. En los resultados se omiten los nombres de las fincas ya que aun los datos no han sido cotejados y avalados por los productores para su publicación.



Figura 20. Emisión de gases desde suelos agrícolas, en kilogramos de carbono equivalente por hectárea, para fincas en tres modalidades de producción de piña (*Ananas comosus* L.) en la región de San Carlos de Alajuela, Costa Rica.

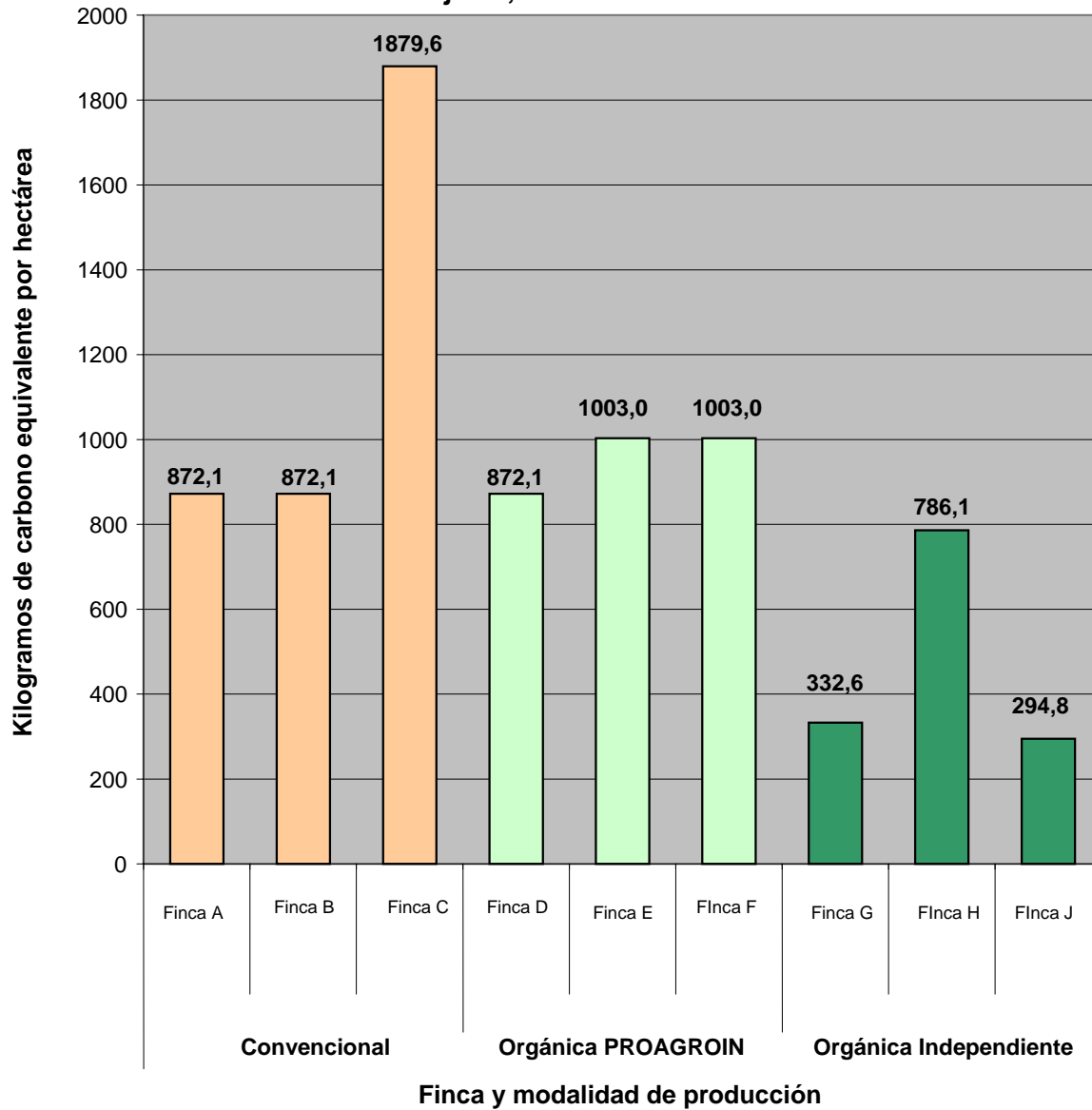
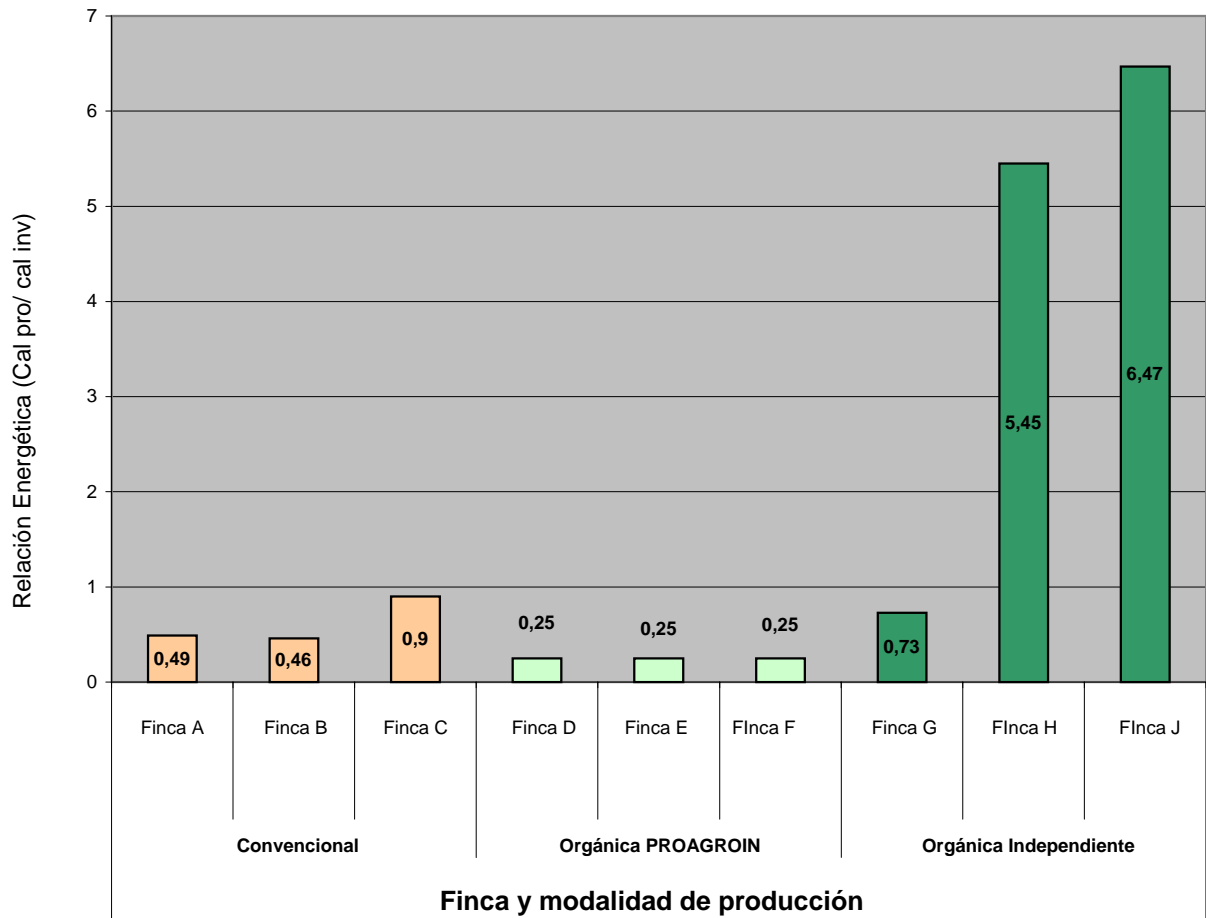




Figura 21. Eficiencia Energética para fincas de producción orgánica y convencional de Piña (*Ananas comosus* L.) en la Zona Norte, Costa Rica.





3.2.2. Talamanca.

En la región de Talamanca, a través del vínculo con la asociación APPTA, se abordaron tres sistemas diversificados característicos de la región en la Alta Talamanca, lugar donde se encuentra la población indígena. El contraste de estos sistemas de producción se realizó con tres fincas de producción de plátano convencional, que se constituye regionalmente como la opción de agricultura moderna mas difundida. Estas fincas se ubican en el valle del río Sixaola. Adicionalmente se agregó, como estudio de caso, un sistema de plátano convencional. En los resultados se omiten los nombres de las fincas ya que aun los datos no han sido cotejados y avalados por los productores para su publicación.

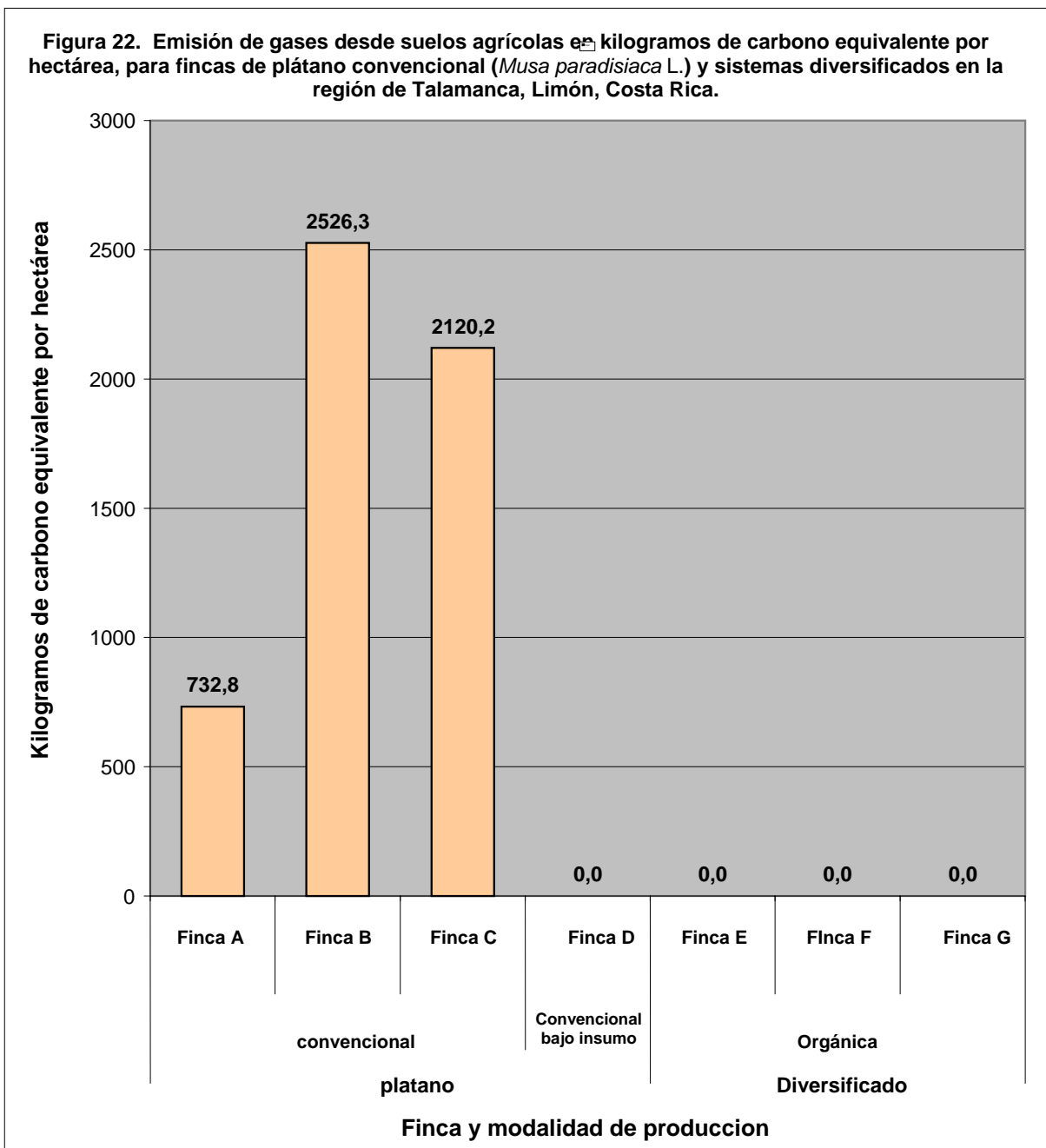
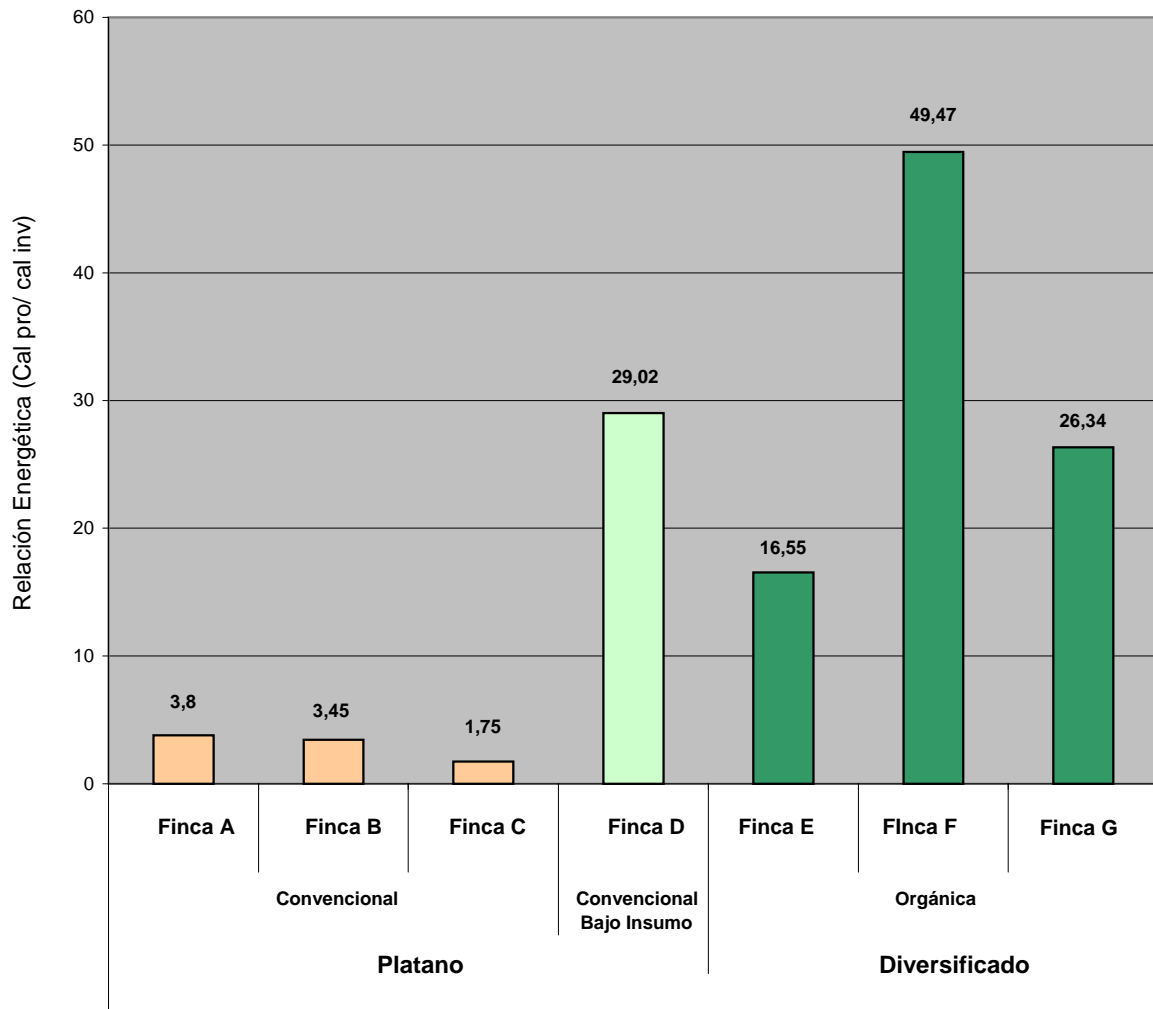




Figura 23. Eficiencia Energética para fincas de producción diversificada y convencional de Plátano (*Musa paradisiaca*. L.) en la región de Talamanca, Limón, Costa Rica.





3.2.3 Secuestro de carbono para las nuevas regiones de trabajo.

Figura 24. Almacenamiento y distribución de carbono orgánico de suelos, en toneladas por hectárea a diferentes profundidades para sistemas de producción orgánicos y convencionales de Caña de Azúcar (*Saccharum officinales* L.) en la región de Jaris de Mora, Costa Rica.

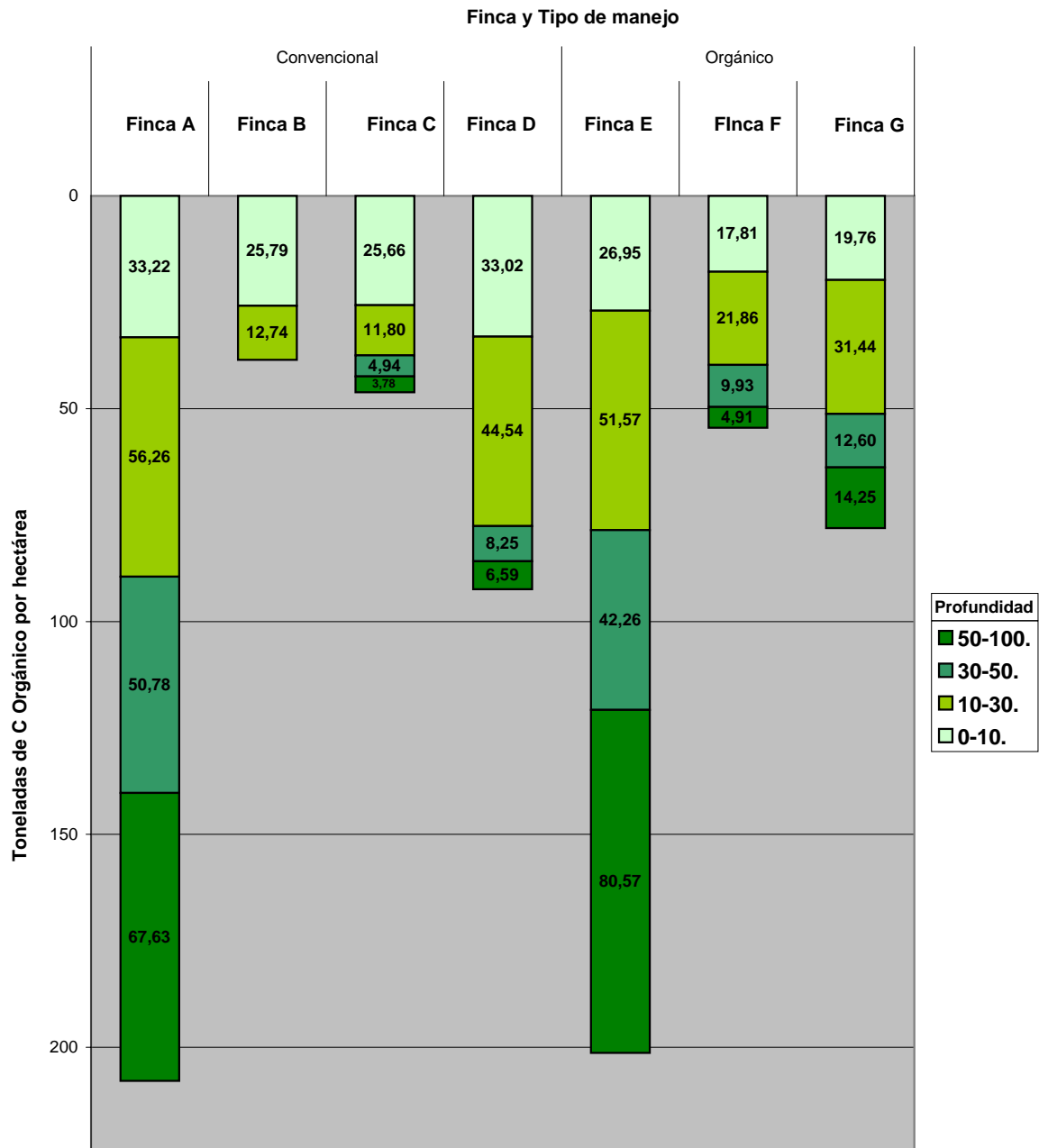




Figura 25. Almacenamiento y distribución de carbono orgánico de suelos, en toneladas por hectárea a diferentes profundidades para sistemas de producción Diversificados y convencionales de plátano (*Musa paradisiaca* L.) en la región de Talamanca, Limón, Costa Rica.

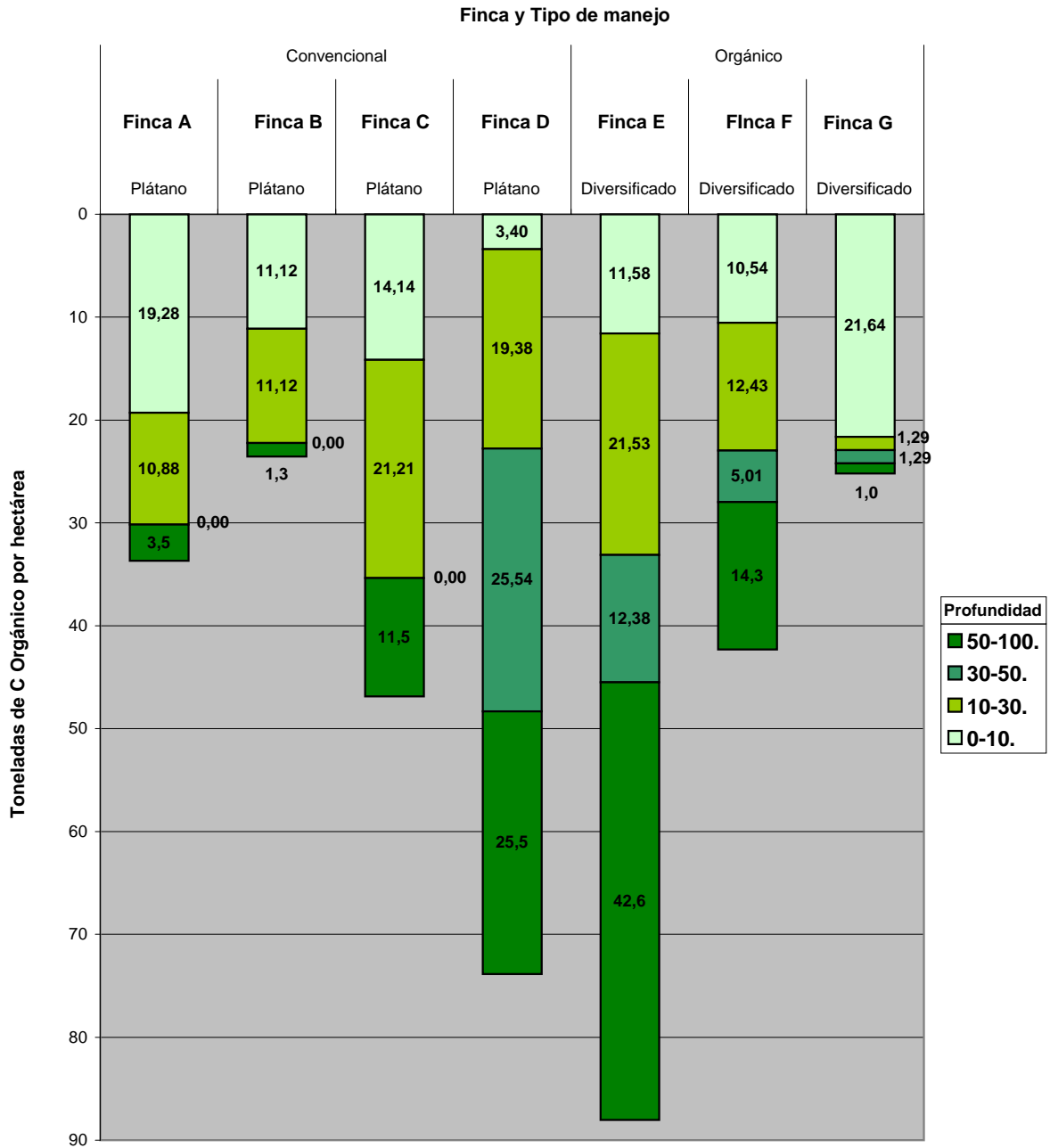




Figura 26. Almacenamiento y distribución de carbono orgánico de suelos, en toneladas por hectárea a diferentes profundidades para sistemas de producción orgánicos y convencionales de piña (*Ananas comosus* L.) en la Zona Norte, Costa Rica.

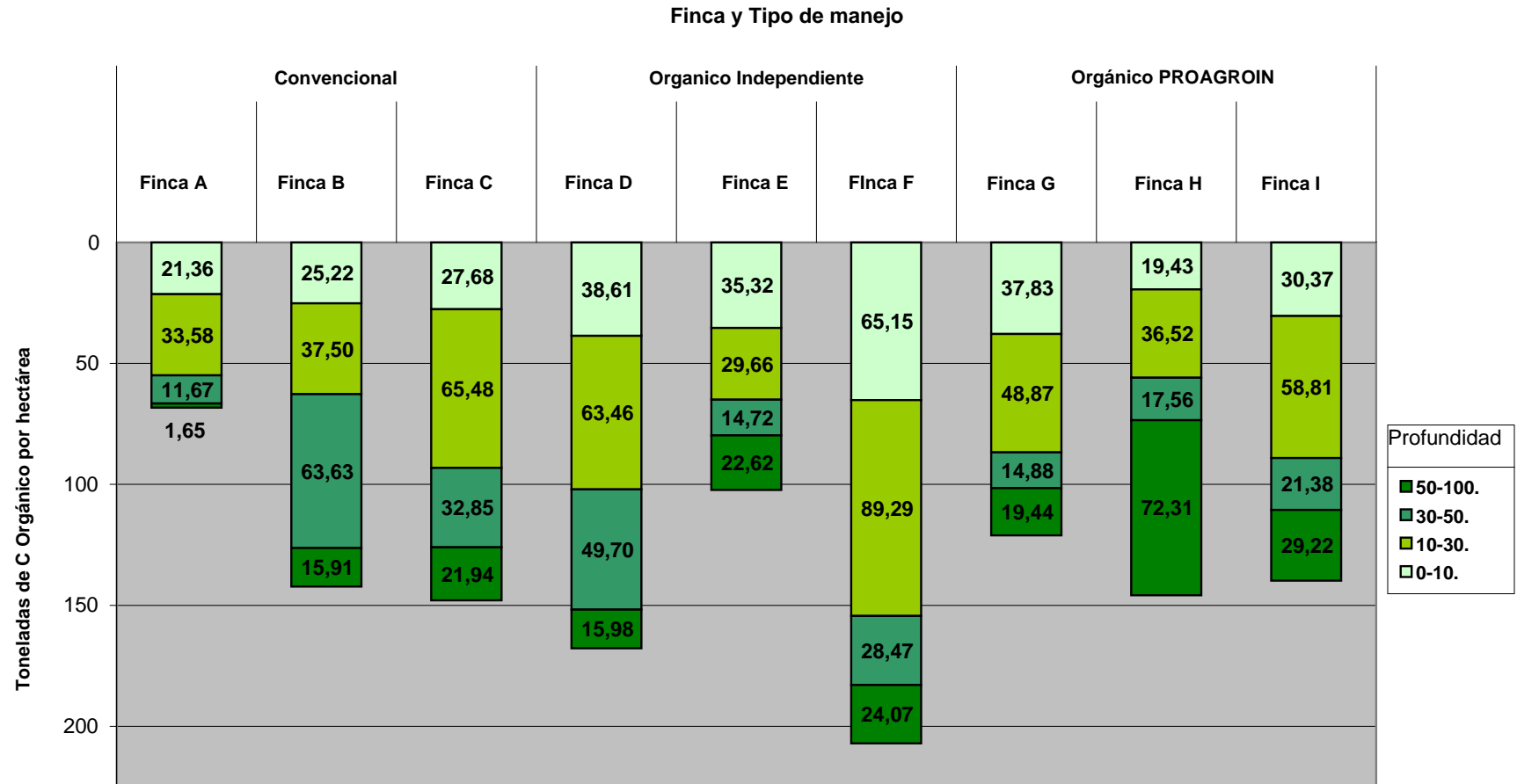




Figura 27. Almacenamiento promedio de carbono orgánico de suelos, en toneladas por hectárea a un metro de profundidades para sistemas de producción orgánicos y convencionales para diferentes regiones y cultivos en Costa Rica.

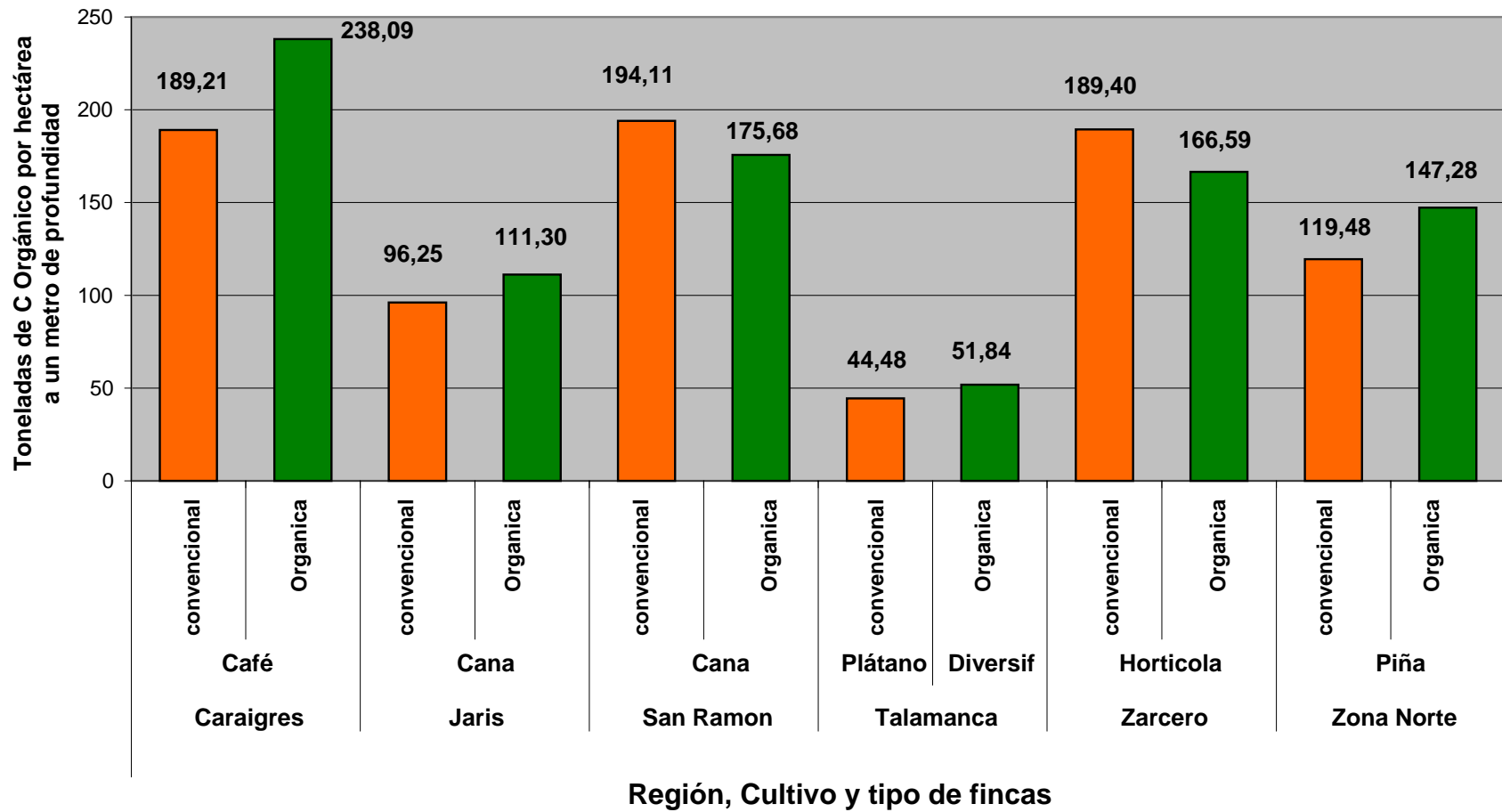
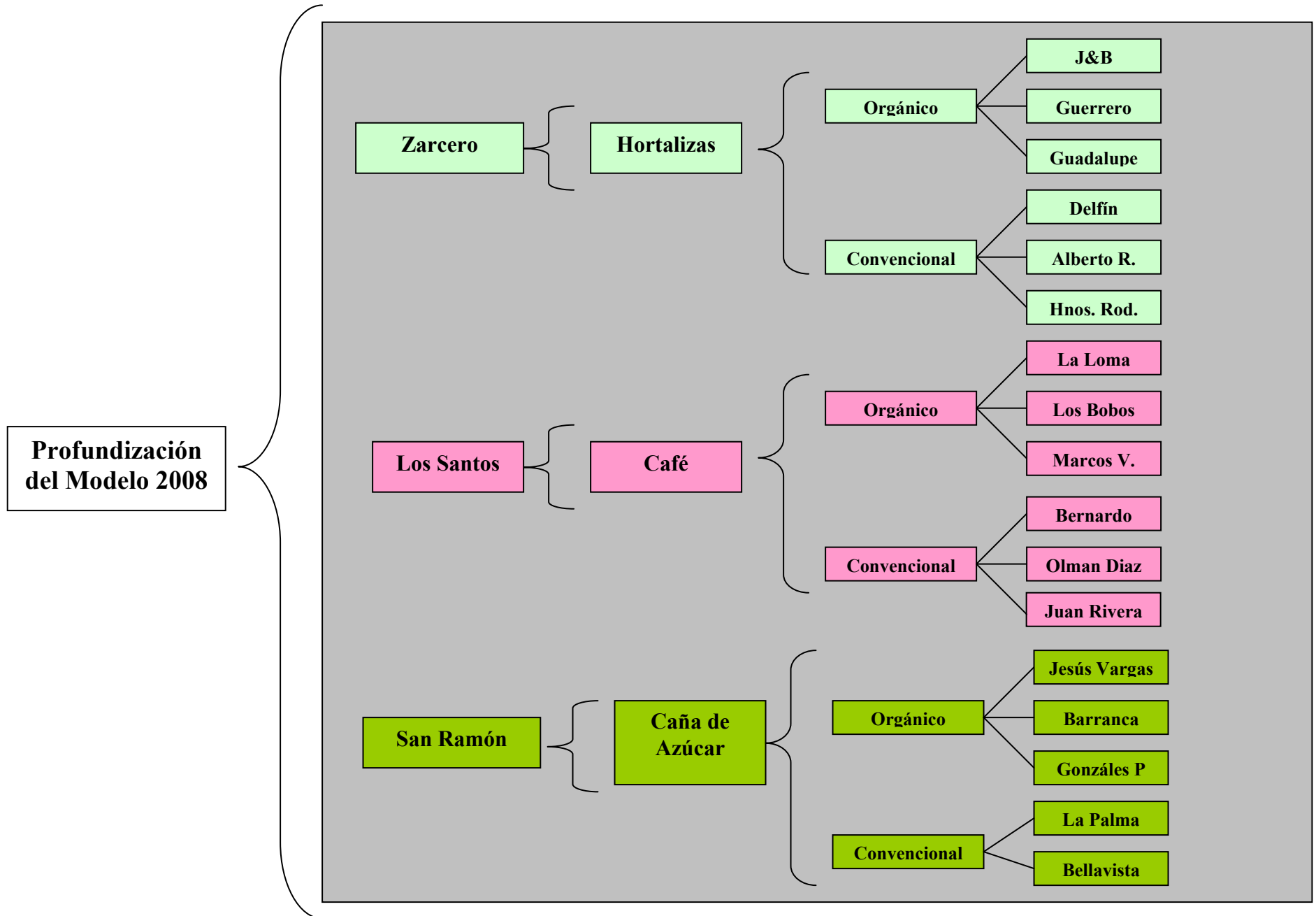




Figura 28. Sistemas de producción enfatizados para el desarrollo del modelo de análisis.



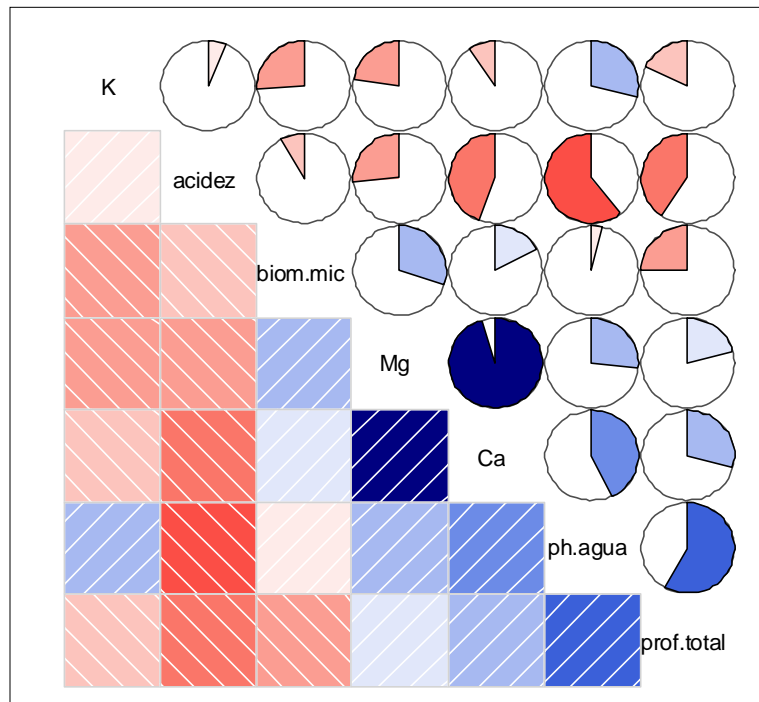
3.3. Avance y desarrollo del modelo.

Trabajo desarrollado en conjunto con Manuel Spínola (Ph. D.) y Mónica Retamosa (Ph. D.) del ICOMVIS, diciembre 2008.

El trabajo desarrollado alrededor del corrido del modelo retomó las orientaciones de la etapa anterior, desarrollada también con la Universidad Nacional. Básicamente existió una reorientación en las herramientas estadísticas (software) utilizado para el análisis. Además, se partió de sumar más observaciones para los sistemas de Hortalizas, Café y Caña de azúcar (Figura 28). Estos fueron los sistemas de referencia utilizados para generar el modelo.

Revisión de los datos, consistencia y repeticiones: Se realizaron dos distintos tipos de análisis exploratorio de los datos. Un análisis de correlación por medio de tablas y gráficos de correlograma para variables cuantitativas, y análisis de cajas relacionando variables cualitativas del área social con las variables de salida, “Emisión de CO₂ por hectárea”, “Inversión Energética” y “Carbono”. El análisis de correlación resultó en algunas aseveraciones que orientaron a la selección de variables. Los métodos hasta ahora utilizados son adecuados en la medida que los resultados del análisis estadístico generan resultados que rápidamente lleguen a la discriminación de variables en busca de una Normativa simplificada que caracterice fincas y sus Servicios Ambientales.

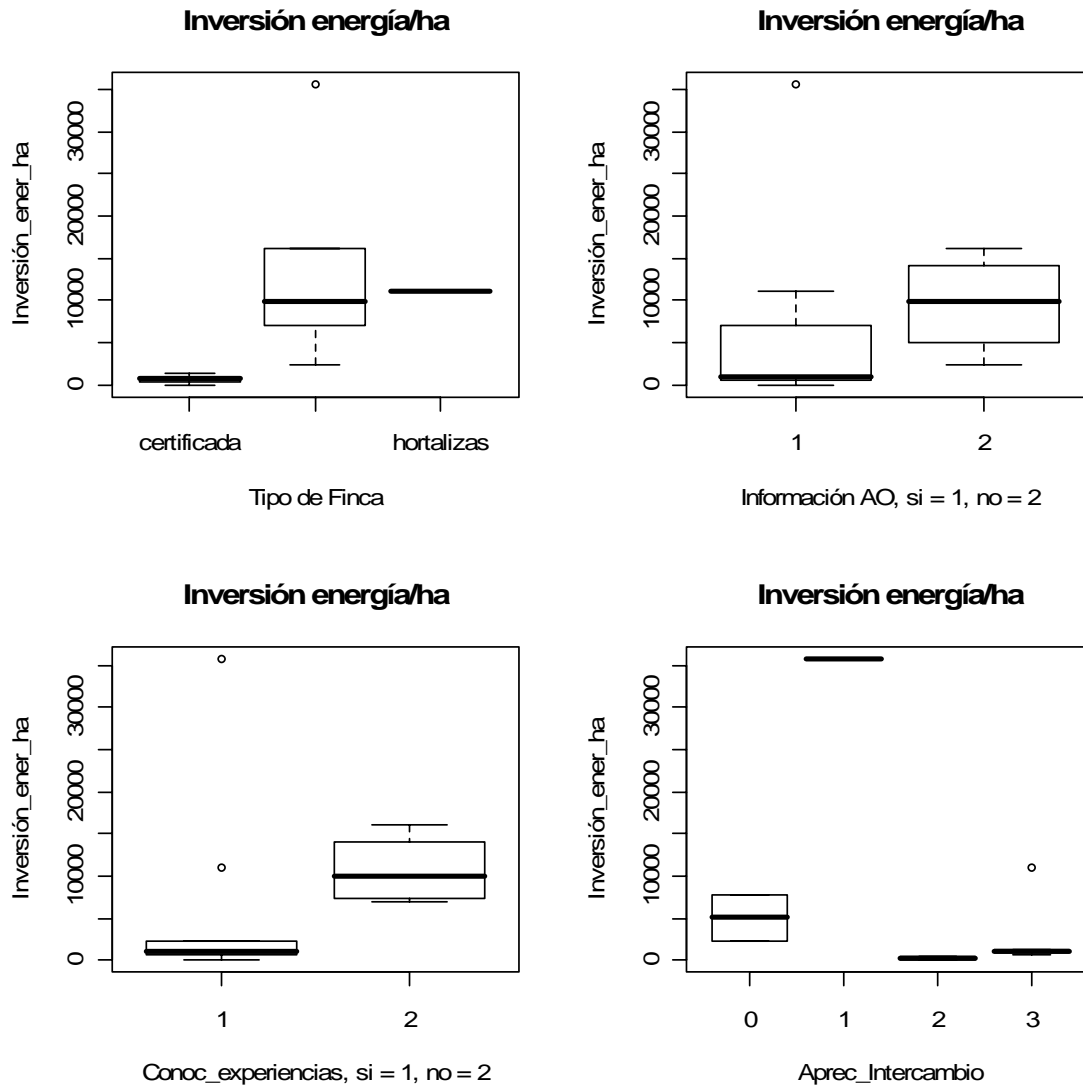
Figura 29. Ejemplo de diagrama de correlación utilizado para la selección de variables cuantitativas.



Las asociaciones positivas se visualizan en azul, las asociaciones negativas se visualizan en rojo. Al existir una mayor área sombreada en el diagrama circular individual indica una mayor correlación directa o inversamente proporcional según el color.



Figura 30. Ejemplo de diagrama de cajas utilizado para la selección de variables cualitativas.



El diagrama de cajas permite agrupar las variables explicativas por tendencias respecto a las variables de respuesta. El gráfico anterior, por ejemplo, muestra como la variable “Tipo de Finca”, al categorizarse como Certificada agrupa en bajas inversiones de energía. Igualmente la variable “Información AO” cuando es positivo (que si ha recibido información) agrupa a las fincas en bajos niveles de inversión. Igualmente discrimina entre variables que no agrupan las variables de respuesta como se aprecia para la variable “Aprec_intercambio” en donde no hay una tendencia de las variables de respuesta respecto a la variable explicativa.



Selección de Variables: Luego del análisis de correlación de las variables y el análisis de cajas, se procedió a seleccionar aquellas que representan de mejor manera cada una de los componentes del modelo (Físico, Químico, Biológico, Social y Económico). Con esta depuración se corrieron diversos **Modelos Lineales Generalizados**, probando la ingerencia de cada variable en la salida de Servicio Ambiental (Gases de suelo, Carbono almacenado e inversión energética),

Para ajustar modelos se debió colapsar la información colectada durante diferentes periodos de tiempo (años) y obtener así un dato para cada variable por finca monitoreada. Al colapsar la información se obtuvo que la inversión energética fue mayor en las fincas convencionales que en las fincas certificadas (Cuadro 11). En el caso de la emisión de carbono equivalente, también se observó una mayor emisión en las fincas convencionales que en las fincas certificadas (Cuadro 12).

El colapsado de los datos también mostró las tendencias confirmadas en ciclos anteriores de medición que confirman el aporte real de fincas orgánicas en emitir menos fincas de gases de efecto invernadero, demandar menos energía y secuestrar más carbono en el suelo (Figura 31.)

Cuadro 11. Inversión energética (Mcal/ha/ciclo) en 9 fincas certificadas y 8 fincas convencionales con cultivos de lechuga, culantro y café, Costa Rica, 2003-2008. (*Datos fueron colapsados entre años para obtener una media total*).

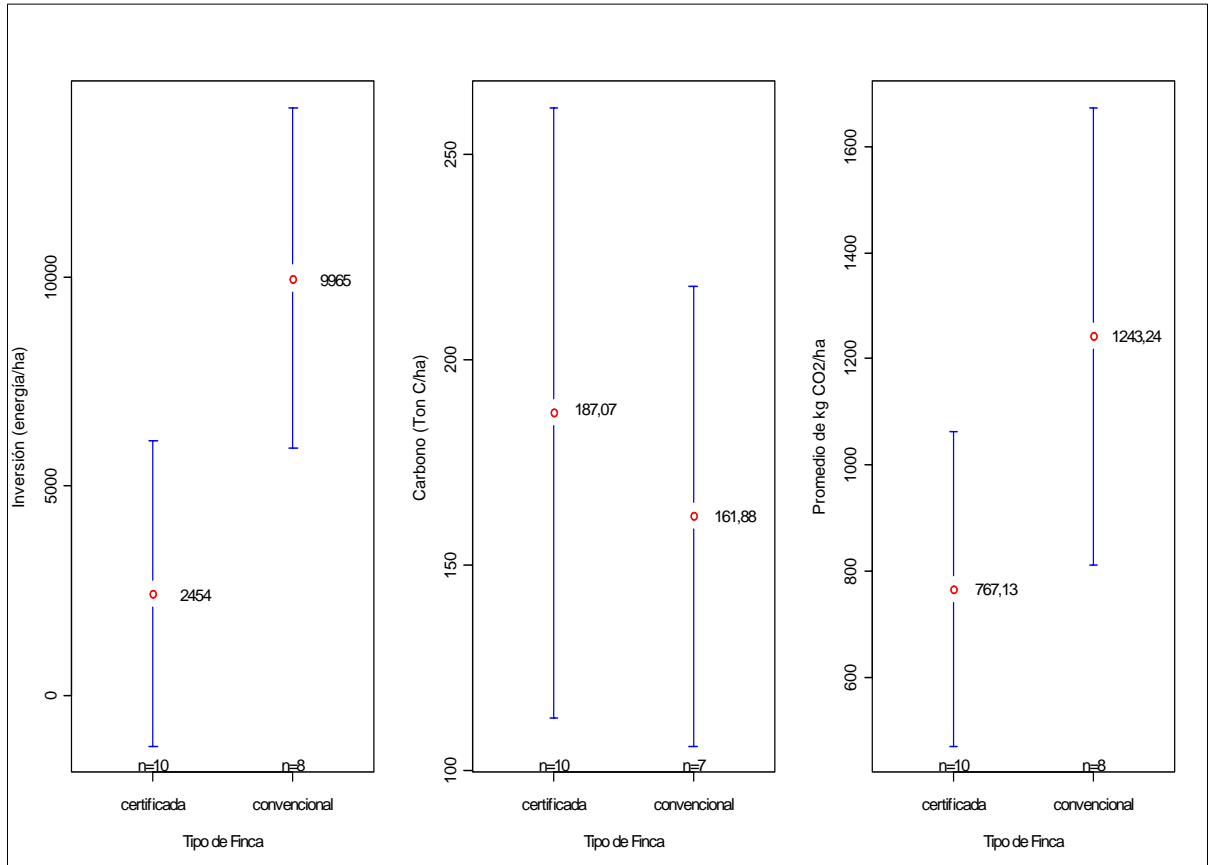
Tipo de Finca	n	Media	Intervalo de Confianza al 95%	
			Límite Inferior	Límite Superior
Convencional	8	9965.9	5893.3	14038.4
Orgánica	9	2620.8	0	6754.5
Diferencia de las medias		7345.1	2013.7	12676.5

Cuadro 12. Emisión de dióxido de carbono equivalente (kg/ha/ciclo) en 9 fincas certificadas y 8 fincas convencionales con cultivos lechuga, culantro y café, Costa Rica, 2003-2008 (*Datos fueron colapsados entre años para obtener una media total*).

Tipo de Finca	n	Media	Intervalo de Confianza al 95%	
			Límite Inferior	Límite Superior
Convencional	8	1243.2	812.6	1673.9
Orgánica	9	709.4	406.7	1012.1
Diferencia de las medias		533.8	63.2	1004.6



Figura 31. Consistencia de las variables de salida del modelo para fincas orgánicas y convencionales.



Ajuste de modelos

Con la información de las variables respuestas colapsadas y los diferentes modelos comprobados se procedió a realizar el ajuste en cada modelo.

Variable respuesta: Inversión Energética (Mcal/ha/ciclo)

Se examinó la influencia de 6 variables (4 continuas y 2 categóricas; Cuadro 13) sobre la variable respuesta, “Inversión Energética”. Para ello se ajustaron modelos lineales generalizados usando una distribución gaussiana y un enlace de identidad y se procedió a la selección de modelos usando el Criterio de Información de Akaike corregido para tamaño de muestras pequeñas (CIAc). El modelo con el menor valor de CIAc fue considerado el modelo que mejor se ajustó a los datos en comparación a los otros modelos considerados.



Cuadro 13. Variables explicativas seleccionadas para ajustar modelos lineales generalizados.

Variable Explicativa	Definición
Tipo	Tipo de finca. Dos niveles (convencional y certificada)
Cultivo	Tipo de cultivo implementado en la finca. Tres niveles (lechuga, culantro y café)
Profundidad A	Profundidad del horizonte A de suelo, o capa arable (cm)
PIE	Promedio de inversión económica por ha (colones/ha)
Acidez	Acidez intercambiable en Horizonte A expresado en Cmol/litro
Respiración	Expresión de la actividad biológica del suelo a partir de la emisión de CO ₂ (mgC-CO ₂ g-1h-1)

Examen preliminar de los datos para modelos lineales generalizados.

Primero se realizó un nuevo análisis exploratorio de los datos seleccionados para el corrido de modelos lineales generalizados. Se examinaron relaciones entre las variables para escoger el tipo de modelo a usar. Se realizaron análisis de correlación de producto momento de Pearson entre las variables explicativas para analizar posibles correlaciones lineales entre las variables explicativas. Ninguna de las variables explicativas presentó un alto coeficiente de correlación, por lo que se las mantuvo para el ajuste de los modelos (Cuadro 14).

Cuadro 14. Matriz de coeficientes de correlación producto momento de Pearson (intervalos de confianza entre paréntesis) para las 4 variables explicativas continuas consideradas en el ajuste de modelos.

	Profundidad A	PIE	Acidez	Respiración
Profundidad A		-0,08 (-0,55 - 0,43)	- 0,41 (-0,75 - 0,11)	-0,33 (-0,72 - 0,30)
PIE			-0,04 (-0,52 - 0,46)	0,38 (-0,21 - 0,77)
Acidez				-0,22 (-0,71 - 0,40)
Respiración				

Ajuste de Modelos

El mejor modelo ajustado fue el que incluyó “acidez” y “respiración” (Cuadro 15). La interpretación de los coeficientes es como sigue: por cada incremento de 1 unidad en la acidez se obtiene un incremento de 7676 Mcal/ha/ciclo (95% IC: 2302–13049 Mcal/ha/ciclo) en la inversión energética (Cuadro 8). En el caso de la respiración, por cada incremento en 1 unidad del promedio de respiración se obtiene un incremento de 17754 Mcal/ha/ciclo (95% IC: -185 – 35693 Mcal/ha/ciclo) en la inversión energética (Cuadro 16). Aunque está interpretación debe hacerse con cautela debido a la incertidumbre en los resultados obtenidos (intervalos de confianza muy amplios).



Cuadro 15. Modelos ajustados para la variable inversión energética (Mcal/ha/ciclo) incluyendo número de parámetros (k), valor de CIAC, delta CIAC y peso de Akaike.

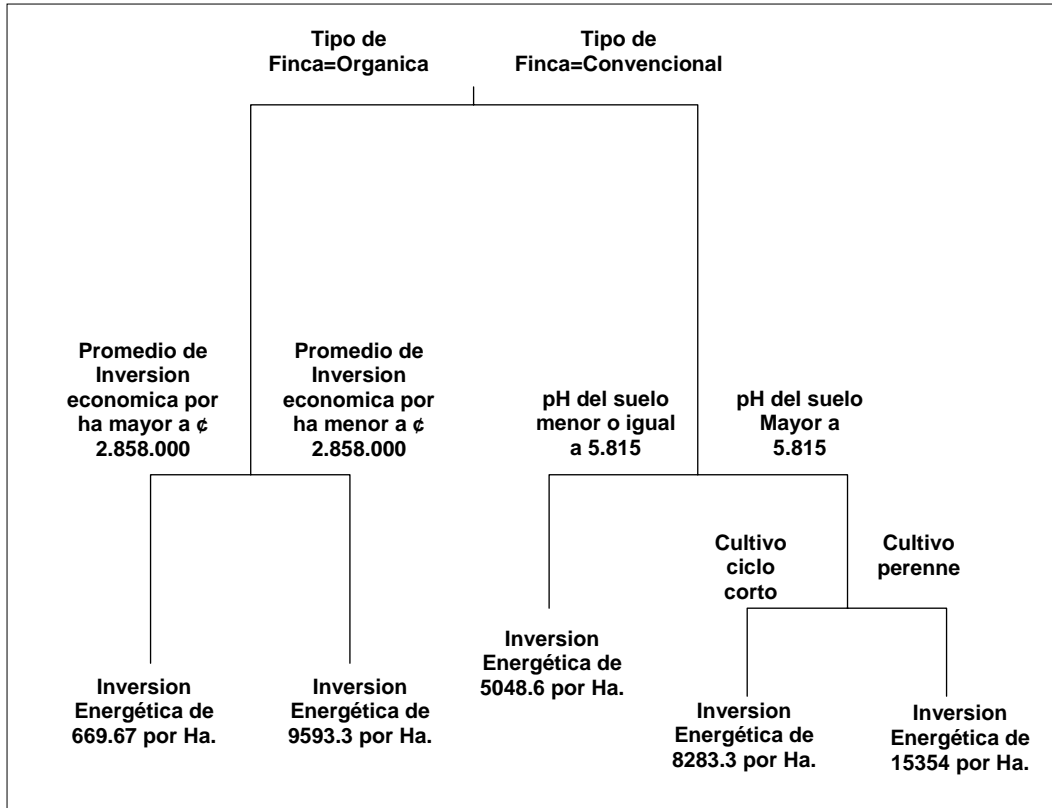
Modelo	k	CIAC	Δ CIAC	Peso de Akaike (w)
acidez + respiración	4	246,5	0,0	0,9471
cultivo + acidez + respiración	6	252,3	5,8	0,0529
tipo + cultivo + prof A + PIE + acidez + respiración	9	269,0	22,5	<0,001
respiración	3	270,0	23,5	<0,001
tipo + acidez	4	327,0	80,5	<0,001
acidez	3	328,6	82,0	<0,001
acidez + PIE	4	330,9	84,4	<0,001
tipo + cultivo + acidez	6	332,5	86,0	<0,001
cultivo + acidez + PIE	6	336,1	89,5	<0,001
tipo + PIE	4	343,8	97,3	<0,001
tipo	3	344,4	97,9	<0,001
nulo	2	349,2	102,7	<0,001
tipo + cultivo	5	350,5	103,9	<0,001
tipo*cultivo	7	355,7	109,2	<0,001

Cuadro 16. Coeficientes e intervalos de confianza al 95% del modelo con el valor de AICc más bajo (acidez + respiración).

Variable	Coeficiente	Intervalo de Confianza al 95%	
		Límite inferior	Límite superior
Intercepto	1359	-2696	5414
Acidez	7676	2302	13049
Respiración	17754	-185	35693

Los resultados obtenidos del modelaje lineal permiten construir árboles de regresión que orientan como se jerarquizan cada una de las variables según su influencia en la respuesta. Permite dilucidar por niveles de influencia, niveles de respuesta de la variable en estudio (Figura 32).

Figura 32. Árbol de regresión para la variable de respuesta Inversión energética.



Variable respuesta: Dióxido de Carbono equivalente (kg/ha/ciclo)

El mejor modelo ajustado fue el que incluyó “acidez” y “respiración” (Cuadro 17). La interpretación de los coeficientes es como sigue: por cada incremento de 1 unidad en la acidez se obtiene un incremento de 727 kg/ha/ciclo (95% IC: 312 – 1142 kg/ha/ciclo) en la emisión de carbono equivalente (Cuadro 10). En el caso de la respiración, por cada incremento en 1 unidad del promedio de respiración se obtiene un incremento de 1494 kg/ha/ciclo (95% IC: 108 – 2881 kg/ha/ciclo) en emisión de carbono equivalente (Cuadro 18). Aunque esta interpretación debe hacerse con cautela debido a la incertidumbre en los resultados obtenidos (intervalos de confianza muy amplios).



Cuadro 17. Modelos ajustados para la variable emisión de carbono equivalente (kg/ha/ciclo) incluyendo número de parámetros (k), valor de CIAC, delta CIAC y peso de Akaike.

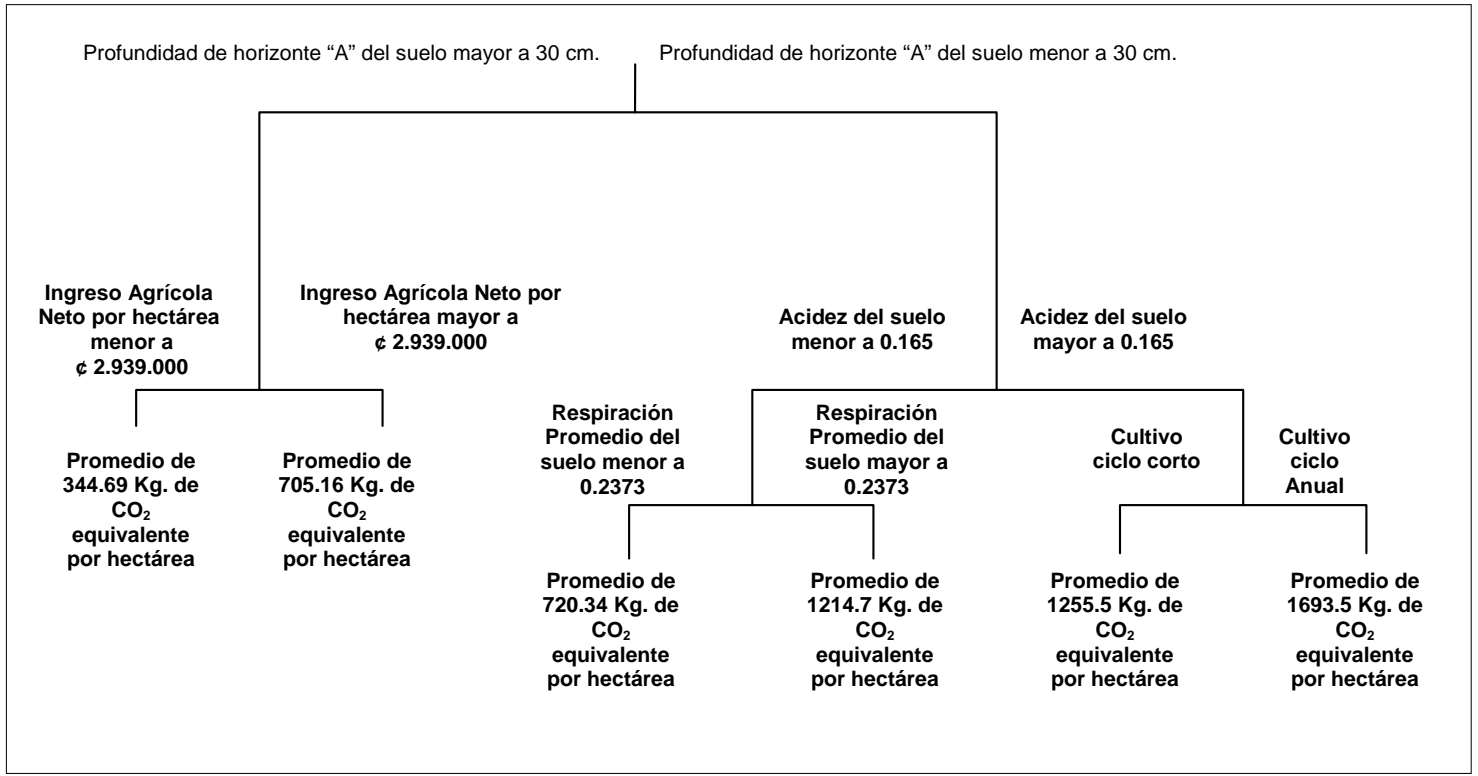
Modelo	k	CIAC	Δ CIAC	Peso de Akaike (w)
acidez + respiración	4	185,3	0,0	0,9599
cultivo + acidez + respiración	6	191,8	6,4	0,0381
tipo + cultivo + profundidad A + PIE + acidez + respiración	9	197,8	12,5	<0,001
respiración	3	208,9	23,6	<0,001
acidez + profundidad A	4	233,9	48,5	<0,001
tipo + acidez + profundidad A	5	236,8	51,5	<0,001
cultivo + PIE + profundidad A	6	241,2	55,8	<0,001
acidez	3	242,6	57,2	<0,001
tipo + acidez	4	244,7	59,3	<0,001
cultivo + acidez	5	244,7	59,3	<0,001
tipo	3	262,0	76,7	<0,001
nulo	2	264,6	79,3	<0,001
cultivo	4	271,0	85,6	<0,001
tipo + cultivo + PIE	6	272,2	86,9	<0,001

Cuadro 18. Coeficientes e intervalos de confianza al 95% del modelo con el valor de AICc más bajo (acidez + respiración).

Variable	Coeficiente	Intervalo de Confianza al 95%		R ² ajustado
		Límite inferior	Límite superior	
Intercepto	523	209	836	
Acidez	727	312	1142	0,51
Respiración	1494	108	2881	



Figura 33. Árbol de regresión para la variable de respuesta Emisión de gases de suelos.





IV. ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO.

Como parte de las actividades de promoción e incidencia el proyecto ha continuado con la publicación de diversos materiales relacionados al tema para diversos públicos. Igualmente se han participado en diferentes eventos científicos relacionados al tema del cambio climático, la agricultura orgánica.

4.1 Publicaciones.

4.1.1. Quinta Separata Informativa: Brinda información general del proyecto y reúne los últimos resultados obtenidos principalmente al modelo matemático. Se ha trabajado en la línea de la investigación tratando de utilizar textos sencillos e imágenes que guíen al lector. Da énfasis además a la próxima etapa de generación de Normativa y Sello para su pilotaje en Costa Rica.

4.1.2. Reedición del póster de investigación en español e inglés: Se Revisaron y tradujeron los textos al inglés. Se dio la edición en la nueva línea de combinación de colores e imágenes del proyecto.

4.1.3 Reedición de separata didáctica en español e inglés: La separata didáctica con información de contexto y general de la investigación fue revisada. Se tradujo al inglés y se dio la edición en la nueva línea de combinación de colores e imágenes del proyecto.

4.1.4. Edición del documento metodológica de investigación en inglés: Se logró una traducción técnica del documento metodológico generado en el año 2007.

4.1.5 Inscripción del dominio y publicación de página Web "Clima Agroecológico": A modo de preparación para la etapa de lanzamiento de la iniciativa "Clima Agroecológico" como la plataforma que identifica la Normativa y Sello en Costa Rica, se inscribió el dominio en el Internet <http://www.climaagroecologico.org>. La página fue separada del dominio institucional de CEDECO. Incluye las secciones originales sobre la información general del proyecto, contactos y descarga de documentos. Se adicionaron secciones especiales para el tema Análisis de Energía que servirá de plataforma para la difusión del Software de análisis, sección de noticias, sección de contrapartes en el continente y la sección sobre Normativa y Sello.

4.2 Participación en Eventos Internacionales.

4.2.1. Simposio Taller. "Efecto de los cambios globales sobre la salud humana y la vulnerabilidad alimentaria". Red de Cooperación Iberoamericana Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED: La red CYTED organizó el año 2007 un taller sobre metodologías de cuantificación de carbono para ecosistemas terrestres con la Universidad Nacional, en Costa Rica. Como parte de las actividades de la red, se organizó para abril de 2008 en Ciudad de Panamá y en coordinación con la Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM) de ese país, el Simposio "Efecto de los cambios globales sobre la salud humana y la vulnerabilidad alimentaria". La investigación fue invitada a compartir su experiencia enfocada a los aportes de la agricultura orgánica a la seguridad alimentaria en un contexto de la mitigación del cambio climático. Es importante rescatar que a partir de este intercambio inicio la relación con la ANAM, con quien hoy se desarrolla un proceso de investigación, en varias regiones y sistemas de producción orgánicos en ese país.



4.2.2. “VII Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible de la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, Conferencia Mesoamericana y del Caribe del Movimiento Agroecológico Latinoamericano”: Este eventos se han concebido como parte de un movimiento integrador de técnicos, productores, docentes, investigadores y promotores de la política agraria de nuestro país y del continente efectivamente a globalizar la propuesta de que un mundo mejor es posible.. Dicho movimiento tiene como objetivo principal el brindar un espacio de reflexión, intercambio y proposiciones para contribuir. Se desarrolló en el centro de La Habana y reunió a diversos representantes del sector campesino e institucional de la Agroecología en America Latina. La investigación participó en una sesión de conferencias dedicada al tema del papel de los sistemas agrícolas en la mitigación de cambio climático. Participaron diversos centros de investigación y universidades de Cuba que están vinculados a la investigación del INCA. Además, fue posible la participación de Andre Gonçalves, del Centro Ecológico con los planteamientos previos y avances actuales de investigación en el línea de servicio ambientales de la agricultura familiar en el sur de Brasil

4.2.2. III Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Productoras, Productores e Investigadores en Agricultura Orgánica: El evento fue llevado a cabo en Santa Cruz de Bolivia en el mes de setiembre. Por motivos particulares del contexto del país en ese momento, no fue posible la participación del equipo. A pesar de ello, fue enviada la ponencia y artículo de la investigación que actualmente figura en la memoria del evento.

4.2.2. Evento Científico INCA: En el marco de la cooperación con el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba, se participó en el XVI Congreso Científico Internacional del Instituto. Durante el evento se desarrollo un curso pre congreso titulado “Los manejos agrícolas y la mitigación de los gases de efecto invernadero”. Este reunió a los técnicos de Costa Rica y Cuba quienes de manera didáctica introdujeron a los participantes en la temática y la importancia actual del tema. Se desarrollo también el “II Taller Cambios Globales, Hombres y Actividad Agrícola”. Este taller fue enfocado a los resultados de las investigaciones desarrolladas en Costa Rica y Cuba, Se realizaron varias presentaciones de las diferentes zonas en estudio en Cuba y se realimentó el proceso actual en el que se encuentra la investigación en la isla, de generar un modelo particular para fincas diversificadas en función de los estímulos agrícolas del estado en programas de agricultura y ambiente.

4.2.3. Civil Society on Climate Change & Justice. Härnösand, Suecia: La Agencia Sueca para Desarrollo Internacional, SIDA, a través de su Centro para Sociedad Civil en Härnösand, desarrolla acciones en conjunto con diversas agencias de cooperación en el país alrededor del tema de la Justicia Social y el Cambio Climático. Este consorcio trata de discernir sobre las relaciones del cambio climático y el desarrollo de los países del sur, en relación a los modos de cooperación que se llevan a cabo. En este marco de trabajo se desarrollo entre los días 25 y 27 de agosto el evento “Civil Society on Climate Change & Justice”. En el evento se participó en el Workshop “Building resilience and facilitating adaptation, Sustainable agriculture; water harvesting, conservation and management”. En este espacio fue posible compartir la



experiencia de la investigación en Costa Rica y como, a través de la Normativa y Sello se espera lograr una inclusión de los sectores de pequeños agricultores a la mitigación del cambio climático. La invitación para el proyecto en Costa Rica fue a través del Centro Cooperativo Sueco, con quien actualmente se espera consolidar alguna relación de asesoría y seguimiento a la iniciativa de Justicia y Cambio Climático para sus contrapartes en la región Latinoamericana.

4.2.4 International Scientific and Professional Conference: Organic Agriculture and Climate Change, The contribution that Organic agriculture and our dietary choices can make to the mitigation of global warming. Clermont-Ferrand, Lempdes, France: La asociación francesa de miembros de IFOAM, en conjunto con la Escuela Nacional Superior par Ingeniería Agronómica (ENITA) y el Instituto Técnico de la Agricultura del Macizo Central de Francia organizaron entre el 17 y 18 de abril, en Clermont-Ferrand, el evento como marco para el intercambio de investigación alrededor del Cambio Climático y la Agricultura Orgánica. La investigación participo con una presentación magistral en el evento. Además, se logró conocer el contexto europeo de investigación en el tema de agricultura y cambio climático. En general las experiencias presentadas se enrumban a mejorar el desempeño de los sistemas agrícolas en general frente a los inventarios de gases de efecto invernadero por país y lograr un aseguramiento de cumplimiento de la reducción de emisiones de gases en Europa. A pesar de la diferencia en la meta de la cuantificación de gases de efecto invernadero, se pudo constatar que las metodologías por la investigación comparten criterios con las desarrolladas en países de la unión europea. Fue de especial interés el trabajo alrededor del tema de la energía de sistemas agrícolas y su relación con el trabajo desarrollado en Costa Rica, Cuba y Brasil.



V. ACTIVIDADES DE ACOMPAÑAMIENTO DE INVESTIGACIONES A NIVEL CONTINENTAL.

5.1. *Proyecto INCA, Cuba:* En el año 2008 se realizaron dos intercambios metodológicos con el proyecto “Efectos de la innovación agrícola local en la emisión de gases con efecto invernaderos y el balance energético de los sistemas productivos en Cuba” desarrollado por el INCA en Cuba. El énfasis actual con la cooperación con el INCA es la asesoría en ensayos técnicos y la orientación en el desarrollo de un Modelo local para articular las fincas en evaluación a las iniciativas gubernamentales de apoyo a la agricultura y conservación del ambiente.

Cuadro 19. Resumen de sinergias proyectos CEDECO-Costa Rica / INCA-Cuba.

Actividad	Fecha	Trabajo desarrollado	Alcances
Participación en evento ACTAF /Intercambio Metodológico	Mayo de 2008, La Habana, Cuba.	<ul style="list-style-type: none">• Participación en el “VII Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible de la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, Conferencia Mesoamericana y del Caribe del Movimiento Agroecológico Latinoamericano”• Exposición de resultados de proyecto Cuba 2008.• Intercambio Metodológico con Centro Ecológico de Brasil.	<ul style="list-style-type: none">• Presentación en Cuba de los socios de la alianza continental y los avances del trabajo.• Realimentación de avances del proyecto en Cuba.
Participación en Congreso Científico INCA /Intercambio Metodológico	Noviembre de 2008, La Habana, Cuba.	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo conjunto del taller “Los manejos agrícolas y la mitigación de los gases de efecto invernadero”.• “II Taller Cambios Globales, Hombres y Actividad Agrícola”• Perspectivas del proyecto• Orientaciones a la continuidad del proyecto.	<ul style="list-style-type: none">• Representación conjunta en el congreso científico alrededor del tema del cambio climático y los sistemas agrícolas, pasos previos para la incidencia en la isla alrededor del reconocimiento estatal de Servicios Ambientales.
ENERGÍA 3.	En los intercambios de Mayo y Noviembre de 2008.	<ul style="list-style-type: none">• Coordinación con creador del software, Fernando Funes y los desarrolladores de la Facultad de Montaña de la Universidad de Pinar Del Río.• Soporte técnico en el desarrollo del software.• Desarrollo de la Tercera versión del Software.	<ul style="list-style-type: none">• Tercera Versión del Software presenta mayores ventajas en al gestión de datos adecuadas a las orientaciones desarrolladas por las investigaciones en Cuba y Costa Rica.

5.2. *Actividades Centro Ecológico, Brasil:* André Gonçalvez, de Centro Ecológico de Brasil participó en los eventos desarrollados en mayo junto a INCA-Cuba. Conoció de la experiencia de investigación y se unió al grupo de discusión que trabajo en el diseño de la tercera edición de ENERGÍA. En la isla se visitaron sistemas agrícolas vinculados a la investigación, se revisaron las adecuaciones realizadas por el INCA y de la aplicación de las metodologías para evaluar sistemas agrícolas en Cuba.



La pasantía continuó en Costa Rica, en donde se visitó la región de análisis de fincas hortícolas para conocer el contexto de la investigación desarrollada los últimos años en Costa Rica. También se visitó la región de Talamanca para profundizar en los detalles del plan de pilotaje de Normativa y Sello. Se conocieron los sistemas de producción diversificados indígenas de la zona. Aprovechando la pasantía se generaron algunas ideas para consolidar una experiencia de investigación en el sur de Brasil, tomando como elementos de base la experiencia en Cuba y Costa Rica.

5.3. Exploración Investigación Nicaragua: Desde el proyecto de investigación en Costa Rica se dio seguimiento al proceso de cabildeo que están realizando en conjunto FiBL de Suiza y la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua. Se espera que exista un mayor protagonismo de los actores locales en desarrollar el proyecto en donde CEDECO y la investigación tienen la total anuencia de participar en las etapas de desarrollo y los intercambios necesarios.

5.3. Intercambio IDEAC Republica Dominicana: CEDECO ha tenido una relación histórica con el Instituto de Desarrollo de la Economía Asociativa (IDEAC), de la Republica Dominicana. El Instituto desarrolla servicios de Agroecología, comercialización, financiamiento, cambio organizacional y gerencia. Busca fomentar los conceptos de la economía solidaria en diferentes regiones de la Republica Dominicana, algunas veces en emprendimientos de productores orgánicos con vinculación a mercado. Actualmente IDEAC se encuentra en proceso de consolidación de una Finca-Escuela en la región de Polo Barahona. Esta región se caracteriza por las actividades agrícolas alrededor del café en sistemas agroforestales diversificados. Luego de una visita de intercambio se ha acordado la cooperación entre CEDECO-IDEAC para acompañar el plan de desarrollo de la Finca-Escuela. Adicionalmente a este objetivo, a través de la investigación, se intentará abordar la región de Polo Barahona desde la perspectiva de su potencial en generar Servicios Ambientales en fincas de café.

5.4. Exploración de posibilidades de proyecto en Panamá: La Autoridad Nacional del Ambiente, ANAM, es la entidad estatal rectora en temas ambientales de la República de Panamá. Dentro de su estructura operativa posee dos unidades dedicadas a temas de Desertificación y Sequía y Cambio Climático. La unidad de Cambio Climático posee como visión “entender mejor la vulnerabilidad ante los efectos adversos del clima y fortalecer la adaptación ante los mismos, mediante el uso apropiado de los recursos naturales y científicos. Además, contribuir a la desaceleración del calentamiento global y al desarrollo sostenible a través de la promoción e implementación de una filosofía de desarrollo en armonía con el ambiente”. Por su lado la unidad de Desertificación plantea como visión “un país (Panamá) que ha logrado prevenir y controlar las causas de la desertificación, mediante la eficiente y eficaz coordinación interinstitucional, la concienciación y participación ciudadana y la inversión apropiada de recursos financieros que mitigan los efectos de la sequía, disfrutando de la conservación de los recursos de tierras y agua, el desarrollo sostenible de las zonas vinculadas y la reducción de los niveles de pobreza, mejorando la calidad de vida de sus pobladores”. Derivado de la relación establecida en Abril del año 2008 se inicio con el intercambio de criterios de trabajo de ANAM en Panamá y CEDECO en Costa Rica. Ambas organizaciones ubicaron como puntos de encuentro la necesidad de ubicar y potenciar los mejores usos de la tierra en función de la sustentabilidad ambiental.



ANAM señaló como importante fortalecer la investigación en sus regiones de acción y la propuesta metodológica desarrollada en Costa Rica parece acertada en un análisis integral de las regiones y sistemas agrícolas involucrados.

En el mes de Enero de 2009 se programó una gira de intercambio. En esta gira se visitaron tres diferentes regiones de trabajo de las unidades de Desertificación y Cambio Climático. La región de Cerro Punta, Chiriquí, tiene énfasis en los procesos para revertir la degradación de suelos por erosión y cuentan con una contraparte local que trabaja el tema de producción orgánica en hortalizas y café ecológico.

Se visitó la Comarca Ngöbe Buglé, asentamiento indígena en la provincia de Veraguas, donde la ANAM actualmente coordina acciones relacionadas a la mitigación de la sequía. Allí se visitó la experiencia de productores indígenas organizados para la colocación de café bajo criterios de comercio justo en Europa. Se conocieron además sistemas indígenas diversificados muy en la línea de la región de Talamanca en Costa Rica.

Por último, se recorrió parte de la Sabana Veraguense, en donde se conocieron sistemas de agricultura comunitaria en zonas de ladera y sequía. Además de reconocer algunos emprendimientos agroindustriales a gran escala que podrían soportar interesantes experiencias de manejo de desechos y generación de biomasa y abonos orgánicos.

En el Centro Regional de Veraguas de la Universidad de Panamá se realizó un taller en donde se presentaron los ejes de trabajo de ANAM, los resultados de la gira de reconocimiento y las posibilidades de investigación. Participaron diferentes actores locales relacionados a instituciones como el Ministerio de Desarrollo Agrario, de la misma ANAM, de las organizaciones visitadas, de la Universidad entre otras. De allí se derivaron elementos para cerrar con una reunión de coordinación de ANAM donde se delinean acciones a seguir para diseñar un proyecto en las regiones visitadas que conjugue objetivos de mitigación del Cambio Climático, efectos de la Sequía y Degradación de Suelos a través del fomento de la agricultura orgánica. Se programó para el mes de mayo una participación activa de CEDECO en los talleres regionales de planificación de acciones de las unidades de ANAM en Cambio Climático y Desertificación. Actualmente se trabaja en el diseño del proyecto y búsqueda de fuentes de financiamiento.



VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS TÉCNICOS.

Emisión de gases desde suelos.

- **Hortalizas:** Tanto Lechuga como Culantro, siendo referentes de las actividades de fincas orgánicas y convencionales, no presentan mayores variaciones respecto a datos de medición de años anteriores. Existe una muy leve baja en todos los valores de emisión. Esto puede estar relacionado a un menor uso de insumos nitrogenados como fertilizantes al suelo por la coyuntura económica del año 2008. El año 2008 presentó importantes aumentos respecto a insumos para la producción orgánica, así como de los combustibles. Igualmente la competencia por acceder a nutrientes, en cualquiera de sus formas (química u orgánica) hizo bajar la disponibilidad de productos en el mercado. A pesar de las situaciones que se presentaron en el contexto, se mantienen las diferencias significativas para las variables medidas entre fincas convencionales y orgánicas, siendo estas últimas menores emisoras de gases de efecto invernadero. Las fincas orgánicas emiten alrededor de la mitad solamente de gases desde suelos agrícolas respecto a fincas convencionales (523 Kg. de CO₂ eq / ha / ciclo en fincas orgánicas, respecto a 1375.87 Kg. de CO₂ eq / ha / ciclo en fincas convencionales).
- **Café:** Datos observados en los últimos cinco años han demostrado un nivel de productividad más bajo del café orgánico respecto a convencional. Para el año 2008 se dio una situación particular que incidió en el manejo de fincas orgánicas especialmente. Los productores se han percatado de esto y han visto como poseen una deficiencia de la atención al suelo en términos de nutrientes en general. La acción inmediata para el último ciclo de medición abordado por la investigación fue el alto uso de abonos orgánicos. Consecuentemente, esto se tradujo en mayores tasas de emisión de gases desde suelo y un dato que afectó la variabilidad total de las observaciones perdiendo validez estadística de años anteriores. A pesar de esto la diferencia numérica de emisión sigue siendo substancialmente mayor en fincas convencionales (1244,10 Kg. de CO₂ eq / ha / ciclo) respecto a orgánicas (791.39 Kg. de CO₂ eq / ha / ciclo). Similar a los que sucede en el caso hortícolas, las emisiones desde suelos para fincas orgánicas de café son de alrededor de la mitad de lo que emiten fincas convencionales.
- **Caña de Azúcar, San Ramón:** El manejo de caña de azúcar en el cantón de San Ramón continúa una tendencia no tan positiva, en donde fincas orgánicas emiten hasta tres veces más óxido de nitrógeno de suelos por fertilización nitrogenada (1011.56 Kg. de CO₂ eq / ha / ciclo) respecto a fincas convencionales (280.65 Kg. de CO₂ eq / ha / ciclo). La abundancia del recurso orgánico para fertilización (bagazo de ingenio, subproducto agroindustrial) impulsa a un uso desmesurado no concordante con los requerimientos reales del cultivo. Por ejemplo, en el caso de la finca de Jesús María Vargas, según la interpretación de la fertilidad del suelo respecto a la productividad obtenida y las necesidades de abonamiento, se recomendó la utilización de 10.569 Kg. de compost hecho en finca. Para el periodo 2008 se aplicaron 15.960 Kg. Por otro lado en la finca convencional La Palma, existe una interpretación en donde se estima que con una entrada aproximada de 2700 Kg. brutos de fertilizante químico se suplirían las demandas por cosecha, pero



únicamente se está utilizando 1080 Kg. Es importante señalar que a pesar de esta diferencia que puede resultar contraproducente, hay que tomar en cuenta los resultados en cuanto a productividad, en donde se reflejan en términos de rendimientos este nivel de uso de insumos (ver resultados de Balance Energético).

- **Piña Zona Norte:** Para la región de San Carlos abordada para el ciclo de mediciones de 2008, es importante denotar la diferencia numérica entre fincas. Numero de repeticiones aun no permite análisis con métodos estadísticos. Los tres tipos de finca analizados son convencionales, orgánicos certificados acompañados por PROAGROIN y productores orgánicos independientes. Los resultados demuestran como una propuesta de sustitución de insumos para producción orgánica, como se plantea en el acompañamiento de PROAGROIN, no implica diferencias entre fincas convencionales y orgánicas respecto a la emisión adicional de gases desde suelo. Por otro lado, una propuesta mas integral y con enfoque Agroecológico, como la de los productores independientes, preliminarmente demuestran una tendencia de reducción de emisiones de gases desde suelos.
- **Región Talamanca:** En esta región es importante anotar que los sistemas diversificados estudiados poseen una lógica de agricultura de extracción y subsistencia, en donde el uso de insumos externos es minima o nula, por ello la intervención antropogénica en el ciclo del nitrógeno es inexistente y no hay emisiones adicionales relacionadas al manejo de las fincas. Los sistemas utilizados como contraste, plátano convencional, poseen tasas de emisión de gases por el orden de las 2 toneladas de carbono equivalente por hectárea por año, situación muy similar al cultivo de café en la región Caragres, dado que ambos son cultivos perennes con ciclos mayores a un año. Para los sistemas diversificados frente a convencionales es importante retomar la discusión sobre la productividad actual y beneficios económicos respecto a las mejoras a los que pueden ser sujetos.
- **Caña de azúcar Jaris de Mora:** A pesar que se realizaron recolecciones de datos en las fincas de caña de la región de Jaris de Mora, no se incluyen en el informe. Muchas de las fincas no están realizando fertilización nitrogenada a los suelos, y las fincas que si lo realizan poseen niveles despreciables de emisión de gases (menos de 40 Kg. de CO₂ equivalente por hectárea por año). Es importante retomar este aspecto concatenado con los análisis de suelo, ya que podría estarse calando la sostenibilidad del sistema por la ausencia de nitrógeno, pero también debe lograrse un efectivo manejo de la fertilidad del suelo que no se traduzca en fincas más emisoras de gases por encima de los niveles estrictamente necesarios.

A excepción de las fincas de caña de azúcar, la tendencia en todas las fincas de producción orgánica es a reducir la emisión de oxido di nitroso desde suelos, producto de una mejor gestión del nitrógeno en la fertilización. Fincas orgánicas emiten en promedio la mitad de lo que emite una finca convencional en término de gases desde suelos. Adicionalmente, mejoras técnicas podrían mejorar el desempeño de fincas orgánicas en este indicador.



Eficiencia energética.

- **Café:** Los indicadores de la eficiencia en el uso de la energía para fincas de café, adicionando un nuevo ciclo de medición, no presentan mayores variantes. Mantienen la rigurosidad estadística observada en ciclos anteriores. Es importante anotar que la inversión energética en fincas convencionales ha disminuido como reflejo de la coyuntura de costos (figura 7). Aun así, siguen siendo extremadamente dependientes del entorno respecto a fincas orgánicas (demanda 9429 mega calorías por hectárea respecto a 655 mega calorías en sistemas orgánicos). Sin embargo esta diferencia de inversión energética es reflejada en una reducción de los rendimientos productivos por área.
- **Caña de azúcar:** Los indicadores de desempeño energético para fincas de caña de azúcar poseen la misma tendencia que años anteriores. Se observa un aumento de la eficiencia energética para fincas orgánicas (figura 10). El ciclo de medición adicionado en 2008 mejoró también los indicadores del análisis estadístico. Aproximando a la significancia las diferencias observadas en producción y dando mayor consistencia estadística a las inferencias determinadas. Una mayor productividad de sistemas orgánicos parece estar respondiendo a un alto suministro de nutrientes, además, la técnica de cosecha de selección por planta frente a la cosecha total de lotes, hacen que el rendimiento sea casi del doble en producción orgánica.
- **Culantro:** Los datos confirman tendencias de años anteriores. Se observan diferencias en todos los indicadores. El indicador de inversión de energía por área resulta estadísticamente sin diferencias, aun cuando en fincas convencionales es de alrededor del doble (9203 mega calorías) respecto a fincas orgánicas (4722 mega calorías). Una reducción de insumos por aspectos de costos posiblemente han resultado en una menor entrada de energía de origen industrial a las fincas convencionales.
- **Lechuga:** La inversión energética en fincas convencionales bajo en promedio un 30% posiblemente por aspectos de costos, sin tener mayores repercusiones en la disminución en la productividad. Por esta razón, los datos no demuestran diferencias estadísticas respecto al balance general de energía. Numéricamente si es importante anotar que las fincas orgánicas siguen siendo poco más de cinco veces más eficientes en el uso de energía que finca convencionales. Los sistemas orgánicos de lechuga logran producir 4,8 veces la energía que se les invierte, mientras que los sistemas convencionales solo saldan la inversión con una tasa de balance del 1.01.
- **Piña Zona Norte:** De nuevo los sistemas orgánicos de productores independientes demuestran tasas de eficiencia positivas, y numéricamente más altas, que la producción convencional y la orgánica de sustitución. La producción orgánica de sustitución posee más bien niveles de eficiencia inferiores al modelo de producción convencional. El solo reemplazo de insumos y un aumento de las prácticas de manejo (mecanización principalmente) en el modelo de agricultura orgánica de sustitución inciden en estas bajas tasas de eficiencia.
- **Fincas diversificadas y de producción de plátano, región de Talamanca:** Indiscutiblemente los sistemas de producción diversificados que poseen una lógica



más de extracción que de manejo para la producción poseen tasas de eficiencia en el uso de la energía muy elevadas. Estas fincas se caracterizan por únicamente invertir mano de obra en labores mínimas de manejo y cosecha, aprovechando toda la energía del sistema. Los sistemas de producción de plátano muestran tasas de eficiencia en el uso de energía, modesto pero adecuado, ya que todas estaban por encima de uno. El caso particular de la finca Indalecio Molina, que trabaja bajo un esquema de bajo insumo, resulta de interés, ya que logra obtener una eficiencia en el uso de la energía similar a sistemas diversificados de solamente extracción.

Sistemas de producción orgánica en general resultan menos demandante de energía externa (de origen industrial) y manifiestan mejoras tasas de eficiencia en su proceso de transformación de la energía. Poseen la capacidad de producir alimentos de manera más eficientes respecto a la energía que demandan del entorno.

Almacenamiento de Carbono por los Suelos.

Para todos los sistemas de producción incluidos en la muestra de trabajo 2008 fue posible determinar su actual stock de carbono de suelo, indistintamente si se trata de fincas orgánicas o convencionales. Los datos como es de esperar son muy variables, dadas las condiciones de suelos cambiantes por las regiones y dentro de las regiones.

Observando el análisis por región y cultivo, no se observan diferencias numéricas amplias entre sistemas convencionales y orgánicos. Se observa más bien una tendencia muy similar en promedio del carbono almacenado del suelo. Estos datos de almacenamiento de carbono son un servicio concreto de secuestro de carbono, que bajo manejo orgánico se conserva y posiblemente aumente a través del tiempo.

La condición de suelos tropicales, generalizada para todas las fincas, se ha traducido en altas tasas de carbono orgánico almacenado. Existe una variación promedio desde 30 hasta 400 toneladas de carbono orgánico almacenado a un metro de profundidad, con una media representativa de 200 ton/ha a un metro de profundidad.

Variables sociales, históricas y culturales.

Se partió del nuevo análisis de frecuencias y medias para dilucidar el peso de las variables en la conformación de fincas. Cada set de variables, según sus características se discuten en grupo.

- Casi la totalidad de las fincas orgánicas (93%) han recibido información sobre agricultura orgánica, y en su totalidad han participado en intercambios de experiencias con otros productores con una media de 16 intercambios. De este proceso tres cuartas partes de las fincas orgánicas siguen utilizando prácticas adoptadas del intercambio. El grupo de fincas orgánicas analizadas se han vinculado en proceso de capacitación cinco años atrás y han participado en un promedio de 3 eventos por finca la gran mayoría en producción orgánica.



- Menos de la mitad de las fincas convencionales aseveran haber recibido información sobre agricultura orgánica (43%) y solo poco más de la mitad han participado en intercambio con productores. A pesar que el proceso de capacitación ha iniciado mucho antes que fincas orgánicas, 7,4 años atrás, tienen un promedio de participación en 1,5 eventos de capacitación por finca ninguno de ellos en agricultura orgánica.
- Todas los productores que actualmente manejan fincas orgánicas provienen de familias que anteriormente se dedicaban a labores agrícolas en fincas propias, en modalidades mixtas y diversificadas, menos de la mitad de ellas con un uso de químicos muy reducido.
- Un 20% de los productores convencionales no tienen antepasados relacionados a la actividad agrícola, el restante 80% proviene de familias que tenían sistemas agrícolas más especializados y menos diversificados.
- La posesión promedio de la actual finca es similar en los casos de fincas orgánicas y convencionales, 24 años en promedio. El manejo que aseveran hacían sus antepasados de los recursos productivos y naturales en la zona son muy similares en términos de inversión de mano de obra familiar, practicas de conservación, deterioro de las condiciones medioambientales. Igualmente ambos sistemas de manejo tienen una predominancia de poseer áreas de regeneración.
- Para variables relacionadas a productividad y mercado, los productores orgánicos aseveran que los rendimientos provenientes de la producción convencional eran de regulares a buenos abasteciendo comercializadoras que presentaban mediana dificultad de negociación de precios, en muchos casos no igual a los del mercado. En general determinan que en alrededor de solamente la mitad de los casos lograban saldar costos.
- Los convencionales aseguran que en su mayoría los rendimientos de la producción convencional eran buenos con un comportamiento estable a través del tiempo destinados a intermediarios en al zona. La intermediación tenía como desventaja un espacio difícil para negociar la venta del producto pero siempre manteniendo un nivel similar al predominante en el mercado. El 70% de estos productores aseveran percibir ganancias de su producción.
- La gran mayoría de fincas orgánicas presentan una tendencia al autoconsumo de productos desde sus fincas (70% de los casos) respecto a convencionales (Solo el 50% de los casos). Fincas orgánicas abastecen en promedio un 27% de su alimentación de la finca, respecto a sistemas convencionales que proveen un 15%. En ambos casos se mantiene una rigurosidad de selección del autoconsumo respecto al uso de agroquímicos.
- La estructura familiar ha sido una variable muy relacionada a la construcción de fincas orgánicas. A pesar que no difieren del número total de miembros (4.758 en promedio) un mayor número de estos miembros se vincula al trabajo de las fincas orgánicas (3.14 en promedio respecto a solo 1.93 en fincas orgánicas). Asimismo la contratación de mano de obra contratada aumenta en fincas orgánicas (en promedio 3 peones permanentes) dando como resultado una mayor inversión en este rubor.
- La vinculación al entorno institucional de fincas orgánicas es similar a fincas convencionales, teniendo mas o menos los mismos niveles de vinculación a instituciones de seguimiento. Pero recibiendo menos asesoría productiva las fincas



orgánicas. Con menor frecuencia las fincas orgánicas caracterizaron de buenos los seguimientos respecto a convencionales donde la totalidad de los casos la valoraron buena.

- La accesibilidad a crédito es mayor en fincas orgánicas que en convencionales, pero relacionado a instituciones y no al sistema bancario, al que si recurren los productores convencionales.
- El mercado más común de productos orgánicos son las procesadoras o las iniciativas de los mismos productores y en el caso de los productores convencionales se vinculan a intermediarios en su mayoría. Por esta situación la exigencia de alguna certificación o condición especial de producto es nula para productores convencionales. El desplazamiento desde la finca hasta el punto de venta es mayor en el caso de productores orgánicos (20 Km. en promedio) respecto a convencionales (6 Km.).

Variables Sociales, Culturales e Históricas están relacionadas en mayor o menor medida con la conformación y desarrollo de fincas orgánicas. Variables con mayor representatividad en fincas orgánicas podrían ser aspectos a desarrollar en el abordaje de regiones para reconocer y replicar modos de producción que generen Servicios Ambientales.

Datos económicos.

- Fincas orgánicas de **café** poseen un desempeño bajo y con tendencia a las pérdidas en términos económicos. A pesar de contar con un precio diferenciado, los rendimientos productivos no alcanzan niveles que puedan traducirse en rendimientos económicos netos similares o superiores a los convencionales. Para el periodo 2008 inclusive, demuestran una pérdida neta en la producción debido a la respuesta acrecentado de aplicación de abonos orgánicos.
- La producción de **culantro**, tanto orgánico como convencional, demuestra estabilidad de costos, pero variabilidad del ingreso bruto y consecuentemente del ingreso neto. Ha existido una tendencia en donde el último año la utilidad neta de la producción orgánica de este cultivo queda por debajo de lo obtenido en la producción convencional. Muy probablemente relacionada a una contracción del uso de insumos e inversión económica en sistemas convencionales no reflejados inmediatamente como reducción de producción.
- La producción de **lechuga** presenta costos variables a través de los ciclos evaluados tanto en producción orgánica como convencional. Existe una tendencia a pérdida o bajo margen de ganancia económica en producción orgánica.
- En **caña de azúcar** de la región de San Ramón la inversión económica y la remuneración obtenida por la producción para la producción para fincas orgánicas es variable a través de los años. La inversión en fincas orgánicas es superior a la inversión en fincas convencionales, pero igualmente la producción total y la remuneración obtenida es mayor. El margen de ganancias en ambos casos es muy similar.
- Para la región de **Talamanca** se observa como los dos niveles de finca analizados, diversificados y convencionales, poseen dos niveles muy diferentes de desempeño.



La producción de plátano convencional posee una inversión promedio por hectárea de ¢746.137, respecto a un ingreso bruto de ¢2.259.986, que implica un rendimiento del 66% de la inversión, ¢1.513.849. Las fincas diversificadas, por su manejo, invierten en promedio tan solo ¢17.165 y obtienen de manera bruta ¢216.403, para un rendimiento económico de 92% de la inversión. Se refleja la modalidad de extracción de los sistemas diversificados.

- La producción de **piña** en general se caracteriza por poseer altos niveles de inversión y de remuneración económica. La producción convencional maneja costos promedio de ¢5.543.391 por hectárea, pero a la vez generando ingresos por hectárea de ¢6.155.809. La producción orgánica aumenta significativamente los costos en ambos casos estudiados, pero igualmente el ingreso por la actividad también aumenta. Para la producción orgánica en modelo de sustitución de insumos el ingreso neto se duplica, alcanzando los ¢13.194.210. En sistema orgánico agroecológico el ingreso neto llega hasta ¢17.883.298. La diferenciación de precios por la piña producida orgánicamente es la que ha marcado la brecha respecto al ingreso en producción convencional. Diferencias productivas entre sistemas de sustitución y agroecológicos diferencia el ingreso esto entre estos sistemas.

Indicadores económicos en finca son contrastantes según zonas y cultivos de estudio. Se manifiestan los tres niveles clásicos, una pérdida economiza por decrecimiento de la producción (café), una estabilización media del sistema de producción (hortalizas) y altos ingresos económicos relacionados a productividad y precio (caña de azúcar y piña). El análisis independiente junto a variables técnicas deber el punto de partida para aliviar la fase rezagada en café, mantener la estabilidad de los otros sistemas. Un buen aprovechamiento de los ingresos debe diseccionarse al mejoramiento de algunos sistemas productivos (piña y caña de azúcar).

Modelo de Análisis Estadístico.

Para la presente etapa de desarrollo del proyecto fue posible correr el modelo y generar las orientaciones a la Normativa y Sello. Las variables evaluadas, su evaluación y selección pudieron finalmente articularse a un modelo que, mas allá de variables físicas y químicas, explican la generación de Servicios Ambientales en fincas. Los Modelos Lineales Generalizados permiten ubicar variables claves y los niveles que se relacionan con reducción de emisión de gases de suelo, uso de la energía y secuestro de carbono en fincas.



VII. CONCLUSIONES.

- Los datos obtenidos en todas las áreas técnicas permiten sustentar análisis, tendencias y determinaciones de ciclos anteriores de aporte real de sistemas orgánicos en reducir emisiones de gases de suelos, mejorar la eficiencia del uso de la energía y poseer carbono secuestrado en suelos.
- La confirmación de las tendencias en ciclos anteriores permite manejar la variabilidad y dar mejor sustento al diseño del modelo estadístico.
- El Modelo de Análisis ha sido diseñado y corrido. Genera efectivamente las orientaciones a las variables que compondrán la Normativa para acreditación de Servicios Ambientales.
- Nuevas zonas evaluadas orientan preliminarmente y con mayor velocidad el potencial de generar servicios ecosistémicos o de sus necesidades de mejoramiento de manejo agroecológico para brindarlos.
- Otros resultados no necesariamente comprueban la hipótesis de brindar Servicios Ambientales en fincas orgánicas. Principalmente por un manejo con poca orientación técnica (por ejemplo caña de azúcar en San Ramón). Reorienta la necesidad de un abordaje diferenciado por región y potenciación de Servicios Ecosistémicos.
- Derivado de los estudios técnicos desarrollados por el proyecto y la situación de las fincas analizadas se desprende la necesidad de implementación de mejoras a nivel de manejo agroecológico para potenciar el desempeño general de las fincas y su potencial prestación de Servicios Ambientales.
- El trabajo desarrollado en la región de Talamanca y consolidación del Modelo brindan los elementos necesarios para el pilotaje regional y validación de Normativa y Sello. Es necesario únicamente la gestión del patrocinador empresarial o de Sociedad Civil que soporte esta etapa.
- Trabajo desarrollado en otras regiones genera las condiciones previas para la consolidación de otras zonas como generadoras de Servicios Ambientales (Hortalizas en Zarcero, Café en la zona de los Santos y Piña en Zona Norte).
- La consolidación del todo el proceso metodológico de la investigación en Costa Rica marca un precedente y ruta que actualmente se comparte con Cuba y Brasil, dando soporte y orientación al desarrollo de las investigaciones, creación de modelos en diferentes contextos y procesos de incidencia para el reconocimientos de Servicios Ambientales para Agricultura Orgánica en esos países.
- Madures de la investigación y perspectivas de coordinación internacional han llevado a desencadenar procesos en tres nuevos países, Nicaragua, Republica Dominicana y Panamá. Se espera consolidar una iniciativa continental que valide el aporte de las fincas orgánicas en un problema de índole global.



VIII. PERSPECTIVAS.

- Concentrar los esfuerzos en el pilotaje regional de la Normativa y Sello en la región de Talamanca para la consolidación de la propuesta “Clima Agroecológico”.
- Enfocar parte del trabajo de Promoción e Incidencia en la consecución de una alianza con un patrocinador que de soporte al pilotaje en la región de Talamanca.
- Rediseñar el abordaje en las zonas que se han trabajado anteriormente en el proyecto, pasando de evaluaciones técnicas a implementación de condiciones para la certificación de las regiones en términos de Servicios Ambientales de Fincas Orgánicas mediante la Normativa y Sello validados, posterior al pilotaje.
- Profundizar evaluaciones técnicas relacionadas a Biodiversidad en la superficie de fincas orgánicas, esto para las regiones en preparación y en pilotaje de normativa y sello.
- Monitorear el desarrollo del pilotaje de Normativa y Sello en función del replanteamiento del modelo y mejoramiento del mismo. Posiblemente planteamiento de modelos regionales.
- Continuar las acciones de Promoción e Incidencia con base en los objetivos establecidos en el Plan de Incidencia, en función de la difusión de la iniciativa “Clima Agroecológico”.
- Intercambiar elementos del pilotaje de Normativa y Sello con las otras experiencias continentales (Cuba y Brasil) para orientar un camino metodológico más rápido a la consolidación de una propuesta continental de Pago de Servicios Ambientales y Fomento de la Agricultura Orgánica.
- Promover y dar seguimiento a otros emprendimientos de investigación negociados hasta ahora en Nicaragua, República Dominicana y Panamá.