

Estudio de Factibilidad para el establecimiento de un Relleno Sanitario Integral en la Región Occidental de la Provincia de Alajuela.

Etapa 1:

Para:
Federación Occidental de
Municipalidades de Alajuela
(FEDOMA)

Elaborado por:
Programa de Investigación en
Desarrollo Urbano Sostenible.
Universidad de Costa Rica
(ProDUS-UCR)

Financiado por:
Ministerio de Planificación
Nacional y Política Económica.
(MIDEPLAN)

Selección de Sitios Potenciales



Valverde Vega Valverde
iz Alfaro Ruiz Alfaro
ares Palmares Palma
laranjo Naranjo Nara
Atenas Atenas At
cia Grecia Grecia
s Poás Poás Poás

Programa de Investigación en
Desarrollo Urbano Sostenible
(ProDUS).

Teléfonos: 22-83-48-15
22-83-49-27

Fax: 22-83-76-34
Correo Electrónico:
produs@produs.ucr.ac.cr
Página en Internet:
www.produs.ucr.ac.cr



Abril 2008

Estudio de Factibilidad para el establecimiento de un Relleno Sanitario Integral en la Región Occidental de la Provincia de Alajuela.

Créditos

Dirección y Coordinación:

Rosendo Pujol Mesalles
Luis Zamora González

Consultores:

Marcelino Losilla Penón, Hidrogeólogo
Luis Guillermo Salazar Mondragón, Geólogo
Alicia Borja Rodríguez, Abogada

Equipo de Trabajo:

Tatiana Quirós Barrantes
Ing. Erick Orozco Orozco

Roger Mesén Leal
José Joaquín Trejos Chaves
Víctor Barquero Rojas
Josselyne Murillo Hidalgo
Emilio Corrales Chacón
Eduardo Vega Díaz
Gabriel Corrales Jiménez
Mario Rivera Caravaca

Colaboradores en el muestreo:

Luis Alfaro Herrera
Paola Vargas Rodríguez
Carlos Porras Quesada

Portada:

Cindy León Sequeira



ÍNDICE

CRÉDITOS	i
INTRODUCCIÓN	ii
ÍNDICE	iv
CAPÍTULO 1	
1. Metodología de muestreo para determinación de producción de desechos sólidos residenciales en los cantones que conforman FEDOMA	1-1
1.1 Objetivo	1-1
1.2 Aspectos generales de la metodología de muestreo	1-1
1.3 Zona de estudio	1-3
1.4 Selección de la muestra	1-4
1.5 Resultados del muestreo	1-5
1.6 Conclusiones preliminares	1-8
CAPÍTULO 2	
2. Selección de las zonas más aptas para la ubicación del relleno sanitario	2-1
2.1. Procedimiento utilizado para la ubicación de las zonas aptas para relleno sanitario	2-1
2.2. Mapas de las variables utilizadas	2-2
2.2.1 Mapa con ubicación de las carreteras nacionales y otras calles	2-2
2.2.2 Mapa de áreas silvestres protegidas	2-3
2.2.3 Mapa de fallas	2-3
2.2.4 Mapa de amenazas naturales	2-3
2.2.5 Mapa de ríos	2-4
2.2.6 Mapa de centro de población	2-4
2.2.7 Mapa de fuentes de agua	2-5
2.2.8 Mapa de isoyetas	2-6
2.2.9 Mapa de pendientes	2-6
2.2.10 Mapa de capacidad de uso de la tierra	2-6
2.2.11 Mapa de uso del suelo	2-7
2.2.12 Mapa geológico	2-8
2.2.13 Mapa geomorfológico	2-9
2.2.14 Mapa hidrogeológico	2-9
2.3. Criterios para la selección de los sitios más aptos para la ubicación del relleno sanitario	2-10
2.3.1 Criterios de exclusión	2-10

2.3.1.1 Red nacional y cantonal de carreteras.....	2-10
2.3.1.2 Áreas silvestres protegidas	2-10
2.3.1.3 Fallas.....	2-11
2.3.1.4 Amenazas naturales	2-11
2.3.1.5 Agua superficial	2-12
2.3.1.6 Centros de población.....	2-13
2.3.1.7 Fuentes de agua	2-14
a) Tomas para abastecimientos público.....	2-14
b) Pozos	2-15
c) Nacimientos.....	2-15
2.3.2 Criterios de preferencia	2-17
2.3.2.1 Precipitación	2-17
2.3.2.2 Pendientes	2-18
2.3.2.3 Capacidad de uso de la tierra	2-18
2.3.2.4 Uso del suelo	2-19
2.3.2.5 Geología	2-20
2.3.2.5.1 Grupo Aguacate	2-22
2.3.2.5.2 Unidad La Vieja.....	2-22
2.3.2.5.3 Unidad Alto Palomo	2-23
2.3.2.5.4 Lacustre Palmares.....	2-23
2.3.2.5.5 Formación Tiribí.....	2-23
2.3.2.5.6 Formación Andesitas Poás Plio-Pleistoceno	2-24
2.3.2.5.7 Unidad de lahares y depósitos aluvionales recientes	2-25
2.3.2.6 Geomorfología	2-26
2.3.2.6.1 Formas de origen volcánico.....	2-26
2.3.2.6.2 Formas de sedimentación aluvial y lacustre	2-28
2.3.2.6.3 Formas de origen tectónico.....	2-29
2.3.2.7 Hidrogeología	2-30
2.4. Superposición de los criterio de exclusión y preferencia.....	2-31
2.4.1 Zonas resultantes de la agrupación de las mejores categorías	2-32
2.4.2 Análisis de los sitios más aptos para un relleno sanitario	2-37

CAPÍTULO 3

3. Zonas con las mejores condiciones en la zona de estudio para la ubicación del relleno sanitario	3-1
3.1. Evaluación de las fincas para la ubicación del relleno sanitario	3-1

CAPÍTULO 4

4. Zonificación del Plan Regulador de Grecia y posibles zonas de ubicación.....	4-1
4.1 Plan Regulador de Grecia	4-1

4.1.1 Criterio jurídico sobre el procedimiento que se debe llevar a cabo para realizar una modificación al Plan Regulador de Grecia para permitir la construcción de un Relleno Sanitario en algunas zonas del cantón	4-10
4.2 Análisis de los costos del transporte de los desechos	4-17
4.3 Ventajas de la ubicación del relleno sanitario en Grecia.....	4-19
5. CONCLUSIONES	5-1
6. BIBLIOGRAFÍA	6-1

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Evaluación de fincas para colocación del relleno sanitario	Anexo I-1
ANEXO II. Distancias desde el centro de distrito hasta la entrada de la zona, según el tipo de carretera	Anexo II-1

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

CAPÍTULO 1

Tabla 1.1 Estimación de personas por vivienda en los distritos y cantones de la zona de estudio	1-7
Tabla 1.2 Resultados del muestreo para determinación de la composición de desechos sólidos en FEDOMA	1-9

CAPÍTULO 2

Tabla 2.3.1.1 porcentaje de áreas silvestres protegidas por cantón	2-11
Tabla 2.3.1.2 Zona de protección de ríos	2-13
Tabla 2.3.1.3 Densidad de la población	2-14
Tabla 2.3.1.4 Distancia de protección de la población	2-14
Tabla 2.3.1.5 Distancia de protección de fuentes de agua	2-15
Tabla 2.3.1.6 Resumen de criterios de exclusión.....	2-16
Tabla 2.3.2.1 Peso asignado por rango de precipitación promedio anual.....	2-17

Tabla 2.3.2.2 Peso asignado por clasificación de porcentaje de pendiente	2-18
Tabla 2.3.2.3 Peso asignado por clase de capacidad de uso de la tierra	2-19
Tabla 2.3.2.4 Peso asignado para clasificación de uso del suelo	2-20
Tabla 2.3.2.5 Peso asignado para la clasificación de la geología	2-26
Tabla 2.3.2.6 Peso asignado para la clasificación de la geomorfología	2-30
Tabla 2.3.2.7 Peso asignado para la clasificación de la hidrogeología	2-30
Tabla 2.4.1 Clasificación de la sumatorio final	2-31
Tabla 2.4.2 Cantidad de polígonos clasificados por área y rango de aptitud. Condición 1 ...	2-33
Tabla 2.4.3 Cantidad de polígonos clasificados por área y rango de aptitud. Condición 2 ...	2-34
Tabla 2.4.4 Cantidad de polígonos clasificados por área y rango de aptitud. Condición 3 ...	2-35
Tabla 2.4.5 Cantidad de polígonos clasificados por área y rango de aptitud. Condición 4 ...	2-36
Tabla 2.4.6 Porcentaje de polígonos por condición analizada	2-37
Tabla 2.4.7 Áreas en hectáreas de cada una de las zonas más aptas	2-38

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Distribución de porcentajes de las categorías, para cada una de las zonas con mejores condiciones.....	3-3
Tabla 3.2 Evaluación de fincas escogidas para colocación de Relleno Sanitario	3-8

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1. Usos de la tierra en la zonificación del Plan Regulador de Grecia en las zonas de interés	4-5
Tabla 4.2. Distribución de porcentajes de cada zonificación según el Plan Regulador de Grecia, para cada una de las zonas ubicadas en el cantón	4-9
Tabla 4.3. Distancias desde el parque central del cantón hasta la entrada de cada zona, según el tipo de carretera. Escenario actual	4-18
Tabla 4.4. Distancias desde el centro de Grecia hasta la entrada de la zona, según el tipo de carretera	4-18

ANEXO I

Cuadro I.1. Evaluación de fincas para colocación del relleno sanitario	Anexo I-1
------------------------------------------------------------------------------	-----------

ANEXO II

Tabla II.1. Distancias desde el centro de distrito hasta la entrada de la zona, según el tipo de carretera. Escenario actual	Anexo II-1
Tabla II.2. Distancias desde el centro de distrito hasta la entrada de la zona, según el tipo de carretera. Escenario del proyecto carretera Florencia – Naranjo	Anexo II-1
Tabla II.3. Distancias desde el centro de distrito hasta la entrada de la zona, según el tipo de carretera. Escenario del proyecto carretera Ciudad Colón – Caldera	Anexo II-1

ÍNDICE DE MAPAS

CAPÍTULO 2

- Mapa 2.2.1 Calles de la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.2 Áreas silvestres protegidas en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.3 Fallas presentes en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.4 Amenazas naturales potenciales en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.5 Distribución de ríos en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.6 Centros de población en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.7 Fuentes de agua en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.8 Fuentes de agua en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.9 Precipitación promedio anual en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.10 Distribución de pendientes en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.11 capacidad de uso de la tierra en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.12 Uso del suelo en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.13 Geología presente en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.2.14 Geomorfología presente en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.

- Mapa 2.2.15 Hidrogeología presente en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.3.1 Distancia de protección de la red nacional y cantonal de carreteras de la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.3.2 Franja de protección de fallas presentes en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.3.3 Zona de protección de los ríos en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.3.4 Área de protección a centros de población de la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.3.5 Zona de protección de las fuentes de agua de la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.3.6 Zona de exclusión en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.4.1 Zonas de preferencia para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.4.2 Condición 1: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.4.3 Condición 2: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.4.4 Condición 3: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.4.5 Condición 4: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 2.4.6 Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.

CAPÍTULO 3

- Mapa 3.1 Finca 1: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.

- Mapa 3.2 Finca 2: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.3 Finca 3A: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.4 Finca 3B: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.5 Finca 3C: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.6 Finca 4: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.7 Fincas 5A y 5B: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.8 Finca 6: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.9 Finca 7: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.10 Fincas 8A y 8B: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.11 Finca 8C: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.12 Finca 9: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.13 Finca 10: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.14 Finca 11: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.15 Finca 12A: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.16 Finca 12B: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.

- Mapa 3.17 Finca 13: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.18 Finca 14A: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.19 Finca 14B: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.
- Mapa 3.20 Finca 15: Zonas aptas para la ubicación del relleno sanitario integral en la región occidental de la provincia de Alajuela, cantones de Alfaro Ruiz, Atenas, Grecia (no incluye Río Cuarto), Naranjo, Poás, valverde Vega y Palmares.

CAPÍTULO 4

- Mapa 4.1 Zonificación según el Plan Regulador en el cantón de Grecia.
- Mapa 4.2 Zonificación del Plan Regulador y las posibles zonas de ubicación del relleno sanitario en el cantón de Grecia.
- Mapa 4.3 Zonificación del Plan Regulador de Grecia y zonas con las mejores condiciones para la ubicación del relleno sanitario.
- Mapa 4.4 Zonificación del Plan Regulador de Grecia en las zonas cercanas a la ruta 1, con mejores condiciones para la ubicación del relleno sanitario.

Estudio de Factibilidad para el establecimiento de un Relleno Sanitario Integral en la Región Occidental de la Provincia de Alajuela.

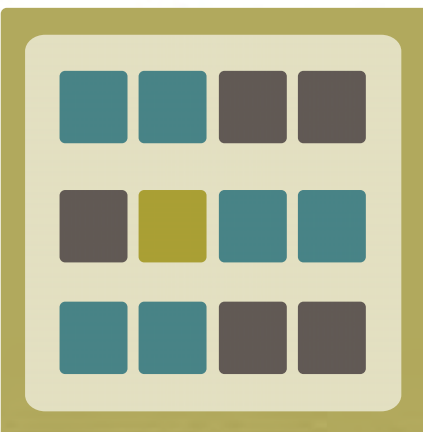
Etapa 2:

Para:
Federación Occidental de Municipalidades de Alajuela (FEDOMA)

Elaborado por:
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible. Universidad de Costa Rica (ProDUS-UCR)

Financiado por:
Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (MIDEPLAN)

Tramitación de permiso de ubicación ante el Ministerio de Salud



Valverde Vega Valverde Vega
Alfaro Ruiz Alfaro Ruiz
Palmares Palmares
Naranjo Naranjo
Atenas Atenas
Grecia Grecia
Poás Poás
San Ramón San Ramón
Alajuela Alajuela

Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS).
Teléfonos: 22-83-48-15
22-83-49-27
Fax: 22-83-76-34
Correo Electrónico: produs@produs.ucr.ac.cr
Página en Internet: www.produs.ucr.ac.cr



Marzo 2011