



J. J. J.

Atlantic

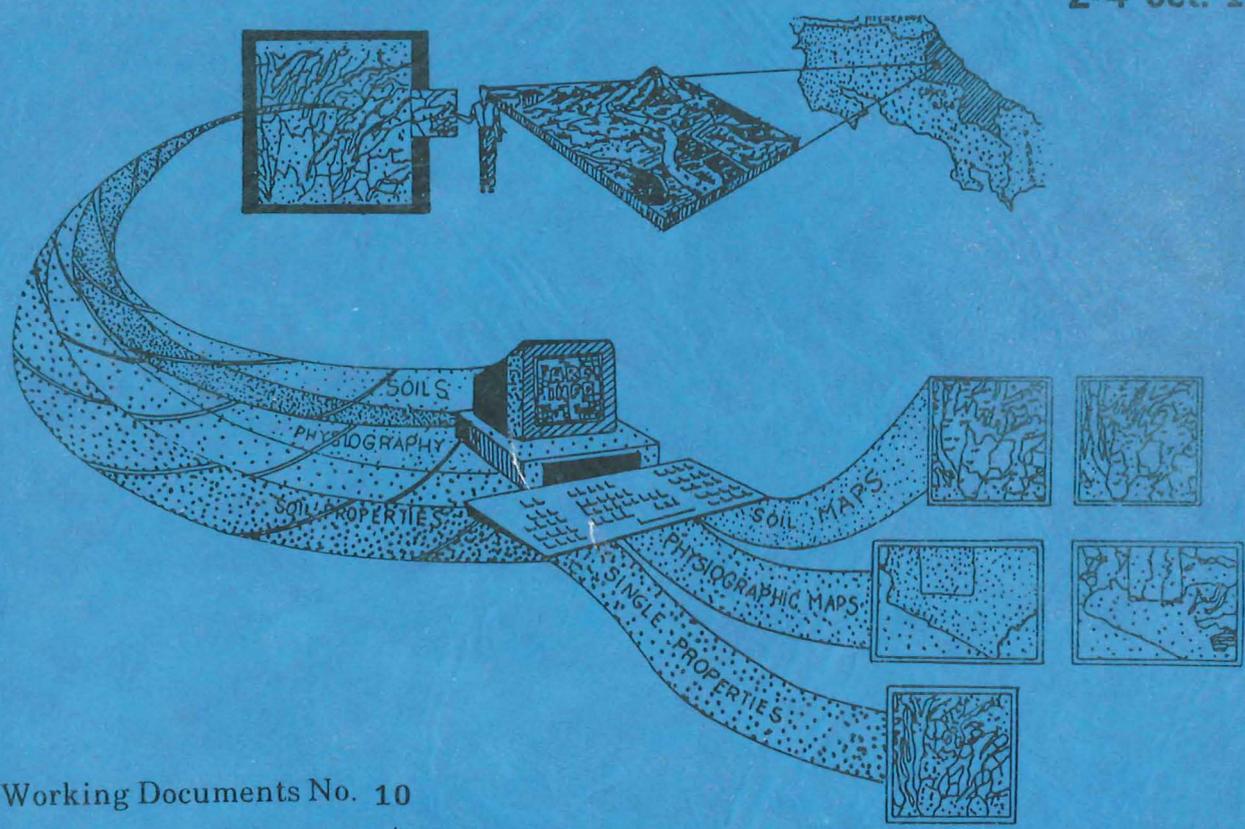
Zone

Programme

INFORME DE PRESENTACIONES

TALLER INFORMACION DE SUELOS

2-4 oct. 1990



Working Documents No. 10

Willem G. Wielemaker (ed)

ISRIC LIBRARY
 XC - 1990.02
 Wageningen
 The Netherlands

MAG
 Costa Rica

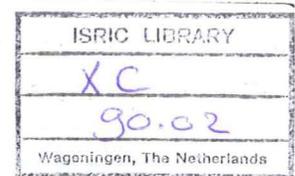

 Agricultural University
 Wageningen

The Atlantic Zone Programme (CATIE-AUW-MAG) is the result of an agreement for technical cooperation between the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), the Agricultural University Wageningen (AUW), The Netherlands and the Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) of Costa Rica. The Programme, that was started in April 1986, has as a long-term objective multidisciplinary research aimed at rational use of the natural resources in the Atlantic Zone of Costa Rica with emphasis on the small landowner.

El Programa Zona Atlántica (CATIE-UAW-MAG) es el resultado de un convenio de cooperación técnica entre el CATIE, la Universidad Agrícola Wageningen (UAW) Holanda y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica. El Programa, cuya ejecución se inició en abril de 1986, tiene, como objetivo a largo plazo la investigación multidisciplinaria dirigida a un uso racional de los recursos naturales, con énfasis en el productor pequeño de la Zona Atlántica de Costa Rica.

Working Documents comprise work plans, research proposals, progress reports and other documents with limited distribution. Opinions expressed and conclusions presented are not necessarily those of the Programme.

Working Documents comprenden planes de trabajo, propuestas para la investigación, informes de progreso y otros documentos con una distribución limitada. Las opiniones expresadas y las conclusiones presentadas no son necesariamente las del Programa.



INFORME DE PRESENTACIONES
TALLER INFORMACION DE SUELOS
2 - 4 oct. 1990

W.G. Wielemaker

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA - CATIE**

**AGRICULTURAL UNIVERSITY
WAGENINGEN - AUW**

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y
GANADERIA DE COSTA RICA - MAG**

PREFACIO

Durante el Taller titulado "Investigación y desarrollo en la Zona Atlántica de Costa Rica", realizado en agosto de 1988, el coordinador anterior del Programa, Dr. Jan F. Wienk, sugirió que se organizara un taller de carácter más técnico, concentrado en el tema de la "Generación y aplicación de la información de suelos".

En este informe se incluye el resumen de lo que se presentará en el Taller. La información todavía es muy preliminar, pues hay datos que deben verificarse otra vez antes de darse a conocer oficialmente. Pero esperamos poder publicar a la brevedad las Actas del Taller, con toda la información corregida y al día; en esas actas se incluirán las opiniones de los participantes sobre las perspectivas del sistema de información presentado y las posibilidades de perfeccionarlo durante la segunda fase del Programa.

Una aclaración necesaria: cuando en este informe se menciona el "área piloto" se está haciendo referencia, exclusivamente, al sitio que se visitará en la excursión del segundo día del Taller; esta área no tiene ninguna relación con el área piloto del gobierno/CATIE/REDCA en la Zona Atlántica.

Quisiera agradecer al gobierno de Costa Rica y al CATIE por la oportunidad brindada al Programa de hacer investigaciones en la Zona Atlántica. Esperamos que en el futuro la cooperación entre las instituciones involucradas sea aún mucho más estrecha.

El trabajo que se presentará a continuación fue realizado por un equipo multidisciplinario bajo la coordinación del Dr. Willem G. Wielemaker; la redacción de este informe preliminar también estuvo bajo su supervisión.

Hans Bronkhorst
Coordinador

INTRODUCCION

El tema central de este Taller es la información de suelos. Durante el estudio exploratorio realizado en 1986, cuando recién comenzaban las actividades del Programa Zona Atlántica, se hizo evidente la necesidad de realizar estudios de suelos para poder contribuir eficientemente al desarrollo sostenible de la tierra en la Zona Atlántica de Costa Rica.

El estudio exploratorio permitió constatar lo siguiente:

- 1) La zona se caracteriza por cambios muy rápidos en el uso de la tierra. Muchas áreas con una ecología frágil están siendo amenazadas por la deforestación, como resultado de la colonización reciente.
- 2) Algunos sitios son subutilizados mientras que, en la misma zona, sitios con ecosistemas muy frágiles son arrasados por una colonización descontrolada.
- 3) No hay información en cuanto a formas de producción sostenibles.
- 4) No se dispone de mapas ni de datos confiables y detallados sobre los suelos del área y su aptitud agrícola.

Esta realidad motivó al PZA para desarrollar los estudios que se presentarán en este Taller. Los objetivos específicos del Taller son:

- 1) Mostrar las relaciones entre el paisaje y el suelo.
- 2) Presentar diferentes posibilidades de manejo, estructuración y almacenamiento de la información sobre suelos y paisajes y sus formas de presentación geográfica.
- 3) Presentar métodos de verificación y aplicación de la información de suelos en diferentes escalas.
- 4) Discutir las posibles aplicaciones de la investigación en sistemas de información de suelos en la próxima fase del PZA.

La ventaja del sistema de información utilizado (ARC-INFO) es su flexibilidad para extraer y presentar los datos geográficos. Sin embargo, no es un producto acabado; debe perfeccionarse y complementarse con otro tipo de información, a fin de que pueda ser utilizado como guía para la adopción de decisiones sobre el uso de la tierra en la Zona Atlántica de Costa Rica. Esto deberá hacerse durante la segunda fase del Programa, por lo que también debería discutirse en este Taller, que marca el fin del primer ciclo de trabajo y el comienzo del segundo.

En las Actas del Taller se incluirán las opiniones de los participantes sobre las perspectivas y posibilidades de este sistema de información en la segunda fase del Programa.

A continuación encontrarán las presentaciones del primer día (exposiciones y paneles demostrativos) y del segundo (excursión), además de unos Anexos con información sobre posibles aplicaciones del sistema de información.

CONTENIDO

PREFACIO

INTRODUCCION

----- SECCION A -----
EXPOSICIONES (2 de octubre)

UN SISTEMA DE INFORMACION PARA PAISAJES Y SUELOS W.G. Wielemaker y A.P. Oosterom	1
UN METODO PARA INVENTARIAR EL USO ACTUAL DE LA TIERRA Jeroen Huising	5
LAND SURVEY AND GEOGRAPHIC INFORMATION TECHNIQUES USED IN SOIL AND LANDSCAPE STUDIES OF THE ATLANTIC ZONE (no incluido en este informe) A.P. Oosterom, H.J. stuiver, R.M Hootsman y W.K Krabbe	
GENESIS DE ANDISOLES EN EL NORESTE DE LA ZONA ATLANTICA A. Nieuwenhuyse	10
ESTUDIO DETALLADO DE LOS SUELOS DE LA FINCA EXPERIMENTAL "LOS DIAMANTES" Luis Guillermo Valverde y Marco Ugalde	15
FACTORES ECONOMICOS QUE INFLUYEN EN EL USO DE LA TIERRA A NIVEL DE FINCA Robert Schipper	18
LA PROBLEMÁTICA DEL CACAO (título provisional; no incluido en este informe) Henk Waaijenberg	
LA APTITUD DE LOS SUELOS EN EL ASENTAMIENTO NEGUEV Sytze de Bruin	27
POBLACIONES DE LOMBRICES DE TIERRA EN SUELOS AGRICOLAS DE LA ZONA ATLANTICA DE COSTA RICA E. Martínez, M. Chacón y J. Fraile	31
MACROARTROPODOS EDAFICOS CON RELACION AL TIPO DE SUELO Y TIPO DE USO EN LA ZONA ATLANTICA DE COSTA RICA. M. Chacón, E. Martínez y J. Fraile	34
USO DE INFORMACION DE SUELOS Y DE SENSORES REMOTOS PARA EXPLICAR VARIACIONES EN LA PRODUCCION DE BANANO E. Veldkamp, E.J. Huising, A. Stein y J. Bouma	37
QUIMICA Y MINERALOGIA DE ANDISOLES DE DIFERENTES EDADES EN UNA CRONOSECUENCIA DE SUELOS SOBRE LAHARES	39

ANDESITICOS EN COSTA RICA

**W.A. van Dooremolen, W.G. Wielemaker, N van Breemen N.,
E.M. Meijer y L.P. van Reewijk**

----- **SECCION B** -----
LOS SITIOS DE LA EXCURSIÓN (3 de octubre)

SITIO 1: LOS DIAMANTES	1
SITIO 2: TAJO DE JIMENEZ	8
SITIO 3: LAS DELICIAS	12
SITIO 4: EARTH	18
SITIO 5: EL ASENTAMIENTO NEGUEV	23

----- **SECCION C** -----
ANEXOS

ANEXO 1 MAPA DE GRAN PAISAJES	2
ANEXO 2 LITO STRATIGRAFIA	3
ANEXO 3 SUELOS CON RELACION A FASE DE DESARROLLO Y AMBIENTE FISICO	4
ANEXO 4 CRONOSECUENCIA DE SUELOS	6
ANEXO 5 APTITUD DE LOS SUELOS	7
ANEXO 6 APTITUD PARA CULTIVOS EXIGENTES	10
ANEXO 7 APTITUD PARA CULTIVOS NO EXIGENTES	17
ANEXO 8 MAPA DE CAPACIDAD DE USO EN GENERAL	18
ANEXO 9 MAPA DE IDENTIFICADORES DEL AREA DE POCORA	19
ANEXO 10 MAPA Y LEYENDA DE SUELOS DEL AREA DE POCORA	24
ANEXO 11 MAPA DE UNIDADES FISIOGRAFICAS	27

SECCION A

EXPOSICIONES (2 de octubre)

UN SISTEMA DE INFORMACION PARA PAISAJES Y SUELOS

W.G. Wielemaker y A.P. Oosterom

INTRODUCCION

El sistema de información presentado en este trabajo es uno de los productos del Programa Zona Atlántica, un programa de investigación multidisciplinario desarrollado a partir de un convenio entre el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda (UAW) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG).

Las actividades del Programa se iniciaron en 1986, con un estudio exploratorio del ambiente físico-biológico y socio-económico (SLUYS *et al.*, 1989) que arribó (entre otras) a las siguientes conclusiones:

- No hay mapas de suelos detallados y confiables; sólo se dispone de un mapa en escala 1 : 200.000 (VASQUEZ, 1979).
- Hay mucha discrepancia entre el uso actual y lo que podría considerarse como el uso sostenible de la tierra.
- Hacen falta mapas e información sobre los suelos para guiar el uso de la tierra y planificar la investigación.

A partir de estas conclusiones, se decidió realizar estudios semidetallados de suelos y paisajes (en el marco de una investigación multidisciplinaria) en subáreas representativas de la Zona Atlántica de Costa Rica (OÑORO, 1990, WAAIJENBERG, 1990 y WIELEMAKER, 1990) y también un estudio de reconocimiento (escala 1 : 100.000) para la provincia de Limón y el cantón de Sarapiquí de la provincia de Alajuela.

La información generada durante el trabajo de campo se introdujo en una base de datos. Para organizar esta base se utilizó el sistema ARC-INFO, que tiene la ventaja de ser muy flexible para recuperar y presentar datos geográficos.

METODOLOGIA Y APLICACION

Se utilizaron fotografías infrarojas en escala 1: 80.000 para identificar paisajes y suelos localizados al norte de la provincia de Limón y del cantón de Sarapiquí (provincia de Alajuela). Para cada uno de los paisajes se consideró: gran paisaje, litología, subpaisaje, edad relativa del suelo, relieve y tipo de depósito superficial (OOSTEROM *et al.*,).

En este estudio la unidad cartográfica es una asociación de fases de suelos. Los suelos se pueden considerar como segmentos del

paisaje; cada suelo varía poco en cuanto a tipo de horizontes, profundidad, textura, material parental y drenaje, por lo tanto su nivel de detalle es parecido a la Serie del Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 1975). Sin embargo, se estableció una escala de características de acuerdo con su apariencia en el campo y no según la escala de características definidas por la Soil Taxonomy. Las diferencias en cuanto a pedregosidad, pendiente o posición fisiográfica para un mismo tipo de suelo se reconocen al nivel de la fase del suelo.

El suelo es uniforme en cuanto a manejo y aptitud para cultivos, más aún cuando se consideran las fases. La fase del suelo es el elemento básico del sistema de información geográfica presentado. En la Figura 1 se aprecia que el sistema relaciona las fases del suelo (TU-ID o identificador de terreno) y sus porcentajes con las unidades cartográficas (area-identificador).

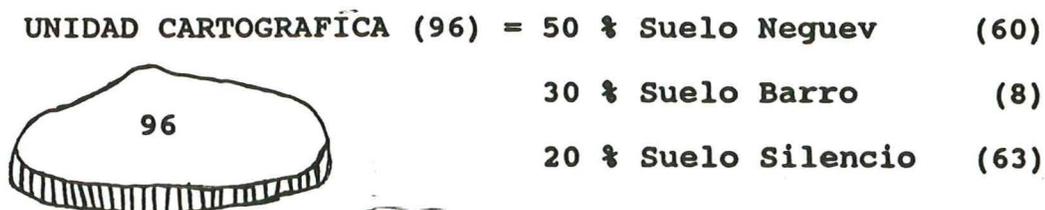


Figura 1. Relación entre la unidad cartográfica (por ejemplo, número 96) y su composición, en términos de porcentaje y tipo de suelo (por ejemplo, número 60 suelo Neguev).

En el Anexo 9 se aprecian las características (o atributos de información) de las fases del suelo. Cada atributo puede ser representado geográficamente. La descripción de los atributos pedológicos se basa en observaciones hechas con barreno, en análisis químicos y físicos de muestras y en descripciones de calicatas en sitios representativos (FAO, 1977). Los suelos se agruparon utilizando criterios derivados del Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 1975) y ICOMAND (1988); cada suelo fue clasificado hasta el nivel de subgrupo según Soil Taxonomy y ICOMAND. En el Anexo 10 se aprecia un ejemplo de la leyenda utilizada para la descripción de los suelos. La leyenda se introduce por "niveles" en el sistema de información para facilitar la recuperación.

En el Anexo 3 se muestra la relación entre el suelo, su grado de desarrollo (edad) y el ambiente físico en el que se formó. La edad relativa es un factor determinante y a la vez un atributo del TU-ID (en este caso, la fase del suelo), relacionado con otras características como grado de acidez, profundidad, textura y grado de disección del paisaje. Los ejemplos de cronosecuencias descritas

por NIEUWENHUIZE y DOOREMOLEN et al. ilustran muy bien estos aspectos.

El grado de desarrollo del suelo está muy relacionado con el grado de lixiviación, y por lo tanto, es un criterio dominante para evaluar su fertilidad. Comparando el grado de desarrollo o de lixiviación con los requerimientos de grupos de cultivos en cuanto a nutrientes, es posible determinar hasta qué punto estos requerimientos pueden ser satisfechos por el suelo (FAO, 1976). La aptitud también se determina evaluando otros factores, como requerimientos de oxígeno (el criterio de evaluación es el drenaje), riesgo de erosión (el criterio es la pendiente) y posibilidad de labranza (el criterio es la pedregosidad). En el Anexo 5 se describe esta clasificación y en los Anexos 6 y 7 se presentan dos mapas de aptitud, uno para cultivos muy exigentes y otro para cultivos poco exigentes en cuanto a nutrientes.

CONCLUSIONES

Este sistema de información puede servir de base, pero debe complementarse con información agronómica (producción), económica y sociológica. HUISING demuestra que es posible combinar información geográfica sobre tipo y tamaño de la explotación con información sobre la aptitud de la tierra para evaluar el uso actual con vistas a un uso más adecuado. Aplicando criterios de sostenibilidad (ecológica, económica y sociológica) se debieran elaborar diferentes escenarios de uso de la tierra y comprobar hasta donde cumplen con esos criterios. El sistema de información presentado debería encuadrarse dentro de esta línea de trabajo en el próximo programa.

REFERENCIAS

FAO, 1976. A framework for landevaluation. Soils Bulletin Nº 32. FAO. Rome, Italy.

FAO, 1977. Guía para la descripción de perfiles de suelos. FAO. Roma, Italia.

ICOMAND, 1988. Circular letter Nº 10. International Committee on the clasificación of Andisols, DSIR. Private Bag, Lower Hutt, New Zealand.

OÑORO, T. (ed.), 1990. El asentamiento Neguev. Interacción de campesinos y estado en el aprovechamiento de los recursos naturales. Serie Técnico, Informe Técnico Nº 162. Programme paper Nº 7, Atlantic Zone Programme CATIE-UAW-MAG. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

SOIL SURVEY STAFF, 1975. A basic system of soil classification for

making and interpreting soil surveys. United States Dep. of Agriculture. Agr. Handbook Nº 436. Government Printing Office. Washington D.C., U.S.A.

SLUYS, F.R. VAN, WAAIJENBERG H., WIELEMAKER W.G. Y J.F. WIENK, 1989. Agricultura en la Zona Atlántica de Costa Rica, informe de estudio exploratorio. Serie Técnica, Informe Técnico Nº 141. Programme paper Nº 4, Atlantic Zone Programme CATIE-UAW-MAG. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

VASQUEZ, A., 1979. Mapa de suelos de Costa Rica escala 1:200.000. MAG. San José, Costa Rica.

WAAIJENBERG, H. (ed.), 1990. Río Jiménez, ejemplo de la problemática agraria de la Zona Atlántica de Costa Rica. Un análisis con enfoque histórico. Serie Técnico, Informe Técnico Nº 160. Programme paper Nº 5, Atlantic Zone Programme CATIE-UAW-MAG. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

WIELEMAKER, W.G. (ed.), 1990. Colonización de las lomas de Cocorí. Deforestación y utilización de los recursos de tierra en la Zona Atlántica. Serie Técnico, Informe Técnico Nº 157. Programme paper Nº 6, Atlantic Zone Programme CATIE-UAW-MAG. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

UN METODO PARA INVENTARIAR EL USO ACTUAL DE LA TIERRA

Jeroen Huising

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del Programa Zona Atlántica (PZA) es evaluar el uso actual de la tierra con la finalidad de contribuir al desarrollo sostenido de la región.

La información sobre el uso y cobertura de la tierra en la Zona Atlántica de que se dispone actualmente es antigua y muy general (NUHN, 1978; HALL, 1984); por esa razón, se decidió hacer un inventario del uso de la tierra en la Zona Atlántica de Costa Rica.

OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

La información sobre el uso de la tierra debe cubrir dos aspectos: uno se refiere a la cobertura misma y se puede registrar directamente mediante fotografías aéreas imágenes de satélite; el otro tiene que ver con el uso socio-económico del recurso (los sistemas de producción y los sistemas de finca). El uso socio-económico y su distribución espacial ni se pueden registrar directamente, de modo que deben deducirse a partir de la información sobre la cobertura y sobre las características espaciales de que se disponga. El tamaño de la finca es un dato importante por medio de que se puede traducir estas características espaciales en información sobre el uso.

El concepto de "zona de uso de la tierra" alude a una zona que se caracteriza por un determinado patrón de uso de la tierra. Este patrón tiene que ver tanto con el aspecto espacial (división del terreno) como con la cobertura específica de la tierra.

Un aspecto importante del uso de la tierra es que no es estático; por lo tanto, se debe facilitar la actualización de la información disponible sobre el tema. Para ello se debe contar con una metodología adecuada, que maneje información y criterios cuantitativos, que son los que permiten una descripción formal del proceso de clasificación.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los párrafos anteriores, los objetivos del estudio fueron:

- Definir un método para inventariar y mapear el uso de la tierra usando información y criterios cuantitativos y formales para la clasificación del uso de la tierra.
- Mapear el uso de la tierra en la Zona Atlántica de Costa Rica.

METODOLOGÍA

Se usó una imagen de satélite (LANDSAT-Mapeador Temático, 26-2-1986) para obtener información sobre la cobertura de la tierra en el área bajo estudio. Esta se aprecia mejor mediante la información espectral de la imagen de satélite que con fotografías aéreas.

Sin embargo, por su alta resolución, las fotografías aéreas permiten discernir mejor las áreas con base en las características espaciales (se usaron aerofotos infrarojas, con escala 1:80.000 de 1984). Las fotografías aéreas se usaron para la delineación de las zonas de uso de la tierra (ZUT), con base en las siguientes características de la fotografía:

- tipo de límites entre zonas
- presencia de lineamientos y de "caras"*
- tipo y claridad de los límites de las caras
- tamaño de las caras
- forma y arreglo de las caras
- presencia de árboles dispersos en el campo
- homogeneidad de la zona (homogénea, compuesta o compleja)
- tono y textura
- tamaño de la unidad

Información sobre la composición de la cobertura de las zonas de uso se obtiene mediante un cruce del mapa de zonas de uso con la clasificación de la cobertura de la tierra. Así se dispone, de cada ZUT, sobre datos referente a la composición de la cobertura de la tierra, la distribución de tamaño de las caras y a la información sobre el arreglo espacial.

Estos datos se usan para probar la interpretación. Se analiza si las zonas muestran una diferencia significativa en cuanto a sus características mencionadas. También se usan análisis estadísticos para definir las clases de cobertura y las clases de tamaño de las caras (a nivel de la zona de uso).

Con base en los resultados obtenidos (la clase de cobertura por zona y la clase de tamaño de finca) y en el arreglo espacial, se definen las clases definitivas de uso de la tierra.

* Las "caras" son las superficies homogéneas se pueden distinguir en las aerofotos, separadas de otras superficies por líneas o por diferencias de tono; muchas veces corresponden a parcelas o apartos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las imágenes de satélite se han usado con frecuencia para inventariar el uso y la cobertura de la tierra (LILLESAND & KIEFER, 1987; AHMAD, 1986). Sin embargo, por las razones ya mencionadas, en este estudio, los datos de sensores remotos sólo se usaron para el reconocimiento de la cobertura.

A continuación se presenta una lista de los tipos de cobertura que fueron diferenciados y mapeados con la información proporcionada por los sensores remotos, con el porcentaje de exactitud de la clasificación.

banano	80%
bambú	82%
ornamentales	64%
bosque	94%
vegetación secundaria	89%
área arbolada	84%
pasto 1	70%
pasto 2 (pasto suamposo o mal atendido)	72%
suelo desnudo y área de construcción	
bosque pantanoso	
bosque secundario	
plantaciones (coco, péjibaye, palmito)	
ríos y canales	
nubes y sombra de nubes	

El reconocimiento de los tipos de cobertura no se hizo a un nivel más detallado porque la clasificación resultó poco precisa. Sin embargo, los tipos de cobertura permiten contar con varias interpretaciones con respecto al uso de la tierra. La interpretación depende del contexto espacial, que refleje el enfoque del uso y del manejo.

La hipótesis que fundamentó el uso del tamaño de las caras como criterio de clasificación fue que el tamaño de caras se correlaciona con el área de las fincas. Si se excluyen las empresas comerciales, como fincas de ornamentales y plantaciones bananeras, la correlación entre el tamaño de la cara y la clase promedio del tamaño de la finca (ambos inventariados por zona de uso) fue alta. Las empresas comerciales se excluyeron porque el tamaño de las parcelas depende más del cultivo y menos del área de la finca.

Para el análisis se definieron clases de tamaño de finca y no se usó el tamaño promedio de la finca por zona. En esta manera fue posible corregir para la variación progresiva del tamaño de finca, que se muestra con un tamaño promedio aumentativa.

Se obtuvo un valor de 0.81 para R-cuadrado cuando se consideró

un modelo de regresión lineal, y de 0.87 para un modelo de regresión no-lineal.

Sin embargo, el promedio del tamaño de caras tiene poco valor para la comparación de las zonas cuando no se toma en cuenta la variación en el tamaño de las caras o de las fincas por zona de uso, por lo que se aplicó un análisis de varianza (STEEL & TORRIE, 1980). Con base en los resultados obtenidos se pudieron definir las siguientes clases de tamaño promedio de caras, con sus respectivas clases de tamaño de finca:

Clase	Tamaño prom. - de caras (ha)	Tamaño de finca (ha)
I	1.0 - 3.8	0 - 29
II	2.4 - 5.5	10 - 60
III	4.9 - 11.0	30 - 260
IV	9.9 - 17.6	85 - 1000
V	13.8 -	>400

Las características espaciales de las zonas de uso se codificaron; con base en esos códigos y en las clases de cobertura y de tamaño de finca definidas, se establecieron las clases definitivas de uso de la tierra. Para la asignación de las clases a las zonas de uso se pueden establecer normas de clasificación con base en criterios cuantitativos.

CONCLUSIONES

1. El tamaño de las "caras" muestra una clara correlación con el área de la finca y es posible cuantificar este criterio. Por lo tanto es un criterio importante para el inventario de uso de la tierra.

2. Se hizo evidente que había claras diferencias entre grupos de zonas de uso, tanto en lo referente a la composición de la cobertura de la tierra como el tamaño de la finca. La zona de uso es un concepto útil para el inventario de uso de la tierra.

3. El uso de la información proporcionada por los sensores remotos en combinación con la interpretación de las fotografías aéreas permite disponer de un método cuantitativo para la clasificación del uso de la tierra.

REFERENCIAS

AHMAD, W. 1986. Land use/cover mapping using remotely sensed data with special emphasis on application to forestry. A review of

literature: 1973-1984. Divisional report 86/1, CSIRO, Institute of Biological Resources; division of water and land resources. Canberra A.C.T.

HALL, C. 1983. Costa Rica: una interpretación geográfica con perspectiva histórica. Editorial Costa Rica, San José. Costa Rica.

LILLESAND, T.M. & R.W. Kiefer, 1987. Remote sensing and image interpretation. Second edition, John Wiley & Sons, New York.

NUHN, H. 1978. Atlas preliminar de Costa Rica.

STEEL, R.G.D. and J.H. torrie, 1980. Principles and procedures of statistics. A bio metrical approach. Second edition. McGraw-Hill Book Company, Singapore.

GENESIS DE ANDISOLES EN EL NORESTE DE LA ZONA ATLANTICA

A. Nieuwenhuyse

INTRODUCCION

En el noreste de Costa Rica, a lo largo de la costa caribeña se encuentra una serie de barras costeras holocénicas de diferentes edades, paralelas a la playa. Los suelos que las cubren revelan diferentes desarrollos: desde suelos muy jóvenes cerca de la playa, hasta Andisoles bien desarrollados a cierta distancia de ella. Como el material de partida es muy homogéneo, y los otros factores que influyen en la formación de los suelos también son constantes, se trata de una excelente oportunidad para estudiar su génesis. La ausencia de cenizas volcánicas, que en regiones volcánicas muchas veces dificultan el estudio, también es un factor positivo. Se estudió una cronosecuencia de 7 perfiles; algunos de los resultados se presentan en el panel demostrativo.

Los suelos se han desarrollado en un clima permanentemente húmedo (la precipitación promedio anual es de unos 5400 mm/año), bajo bosque tropical.

MATERIALES Y METODOS

En el Parque Nacional de Tortuguero se describieron 7 perfiles ubicados en una línea perpendicular a la costa. Después de destruir la materia orgánica con H_2O_2 , se separó la arcilla usando NaOH o HCl como dispersantes. El contenido de arena de la muestra se determinó mediante mallas. Para calcular el contenido de materia orgánica se usó el método de Walkley-Black. El pH en H_2O se midió en una solución suelo-agua 1:2.5. Después de lavarla con NH_4Ac , pH 7, se midieron los cationes intercambiables en la solución colada. Se determinó la CIC midiendo el Na absorbido después de saturar la muestra con 1M NaAc, pH 7, y lavar con 1M NH_4Ac , pH 7. Se determinó el pH en NaF, la fijación de P y las extracciones de Fe y Al según los métodos de Blakemore et al. (1987).

La mineralogía de la arena se estudió con métodos micromorfológicos y la de la arcilla con rayos X y TEM. Se trató de establecer la edad de los perfiles analizando con C-14 las turbas encontradas en la llanura costera.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se aprecian algunas de las características generales de los perfiles.

Cuadro 1. Características generales de los perfiles estudiados.

número del perfil	clasificación*	drenaje**	edad (años)
AT1	Typic Tropopsamment	excesivo	<100
AT2	Typic Tropopsamment	excesivo	<100
AT3	Typic Tropopsamment	algo excesivo	<500
AT4	Typic Hapludand	moderado	appr. 2000
AT5	Acrudoxic Hapludand	bueno	>2000
AT6	Acrudoxic Hapludand	bueno	>2000
AT7	Aquic Hapludand	moderado	<4500

* Soil Survey Staff, 1990

** FAO, 1977

El material de partida se compone exclusivamente de arena andesítica; los granos tienen entre de 53 y 425 micrómetros de diámetro. La composición mineralógica de la arena es idéntica a la de las rocas de la Cordillera Central de Costa Rica. El material de partida está compuesto, básicamente, por:

- fragmentos rocosos, cuyo contenido de vidrio volcánico es muy difícil de determinar, pero por lo menos es del 3 - 9%
- plagioclasas
- pyroxenas
- magnetitas
- granos de arcilla pre-meteorizada

Al aumentar la edad del suelo, aumenta el contenido de materia orgánica y la CIC, mientras que el pH-H₂O y la saturación de bases disminuyen; el pH gradualmente, la saturación de bases en forma acelerada (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio ponderado de los 50 cm superficiales de materia orgánica, pH-H₂O, CIC y cationes intercambiables (Ca+Mg+K+Na).

número del perfil	mat.org. (%)	CIC (meq/100 g suelo)	cationes
AT1	1.1	12.3	5.8
AT2	3.4	12.8	5.8
AT3	2.7	11.2	2.8
AT4	5.9	24.8	3.1
AT5	6.8	24.3	1.7
AT6	5.8	27.1	1.9
AT7	10.8	33.0	1.8

En el Cuadro 3 se aprecian los valores promedio de algunas de las variables usadas actualmente para caracterizar los Andisoles. Todos los valores se incrementan conforme aumenta la edad del suelo; esto se debe a que el suelo tiene más profundidad y a que la meteorización de los horizontes estimula el desarrollo de las características ponderadas, las que se originan al aumentar el contenido de alofanos y de complejos de Al y materia orgánica.

Cuadro 3. Promedios ponderados para los 50 cm superficiales del pH-NaF, de fijación de P, el Al y el Fe extraíbles con oxalato y el contenido del alofano (calculado según Parfitt y Wilson, 1985).

número del perfil	pH-NaF	fijación de P (%)	Al(ox) (%)	Fe(ox) (%)	Alofano (%)
AT1	8.2	24	0.1	0.6	0.0
AT2	8.8	31	0.2	0.3	0.4
AT3	9.5	50	0.5	0.5	1.1
AT4	10.6	91	1.7	0.4	4.5
AT5	10.7	94	2.2	0.4	6.0
AT6	10.7	96	2.4	0.6	6.8
AT7	10.8	95	2.6	1.2	7.3

El contenido de arena disminuye con la antigüedad del suelo y aumenta con la profundidad, lo que concuerda con el grado de la meteorización (Fig.1). En la Figura 2 se aprecia que durante la meteorización, el tamaño de los granos disminuye gradualmente debido a la meteorización pelicular.

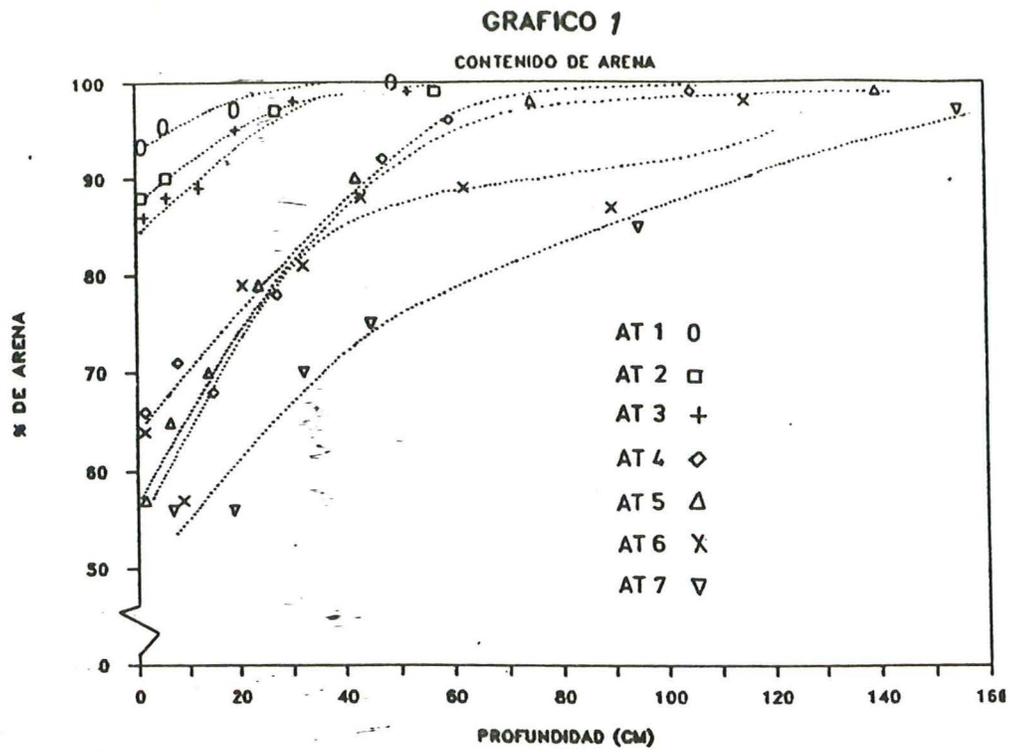


Figura 1. Contenido de arena de los perfiles en relación con la profundidad.

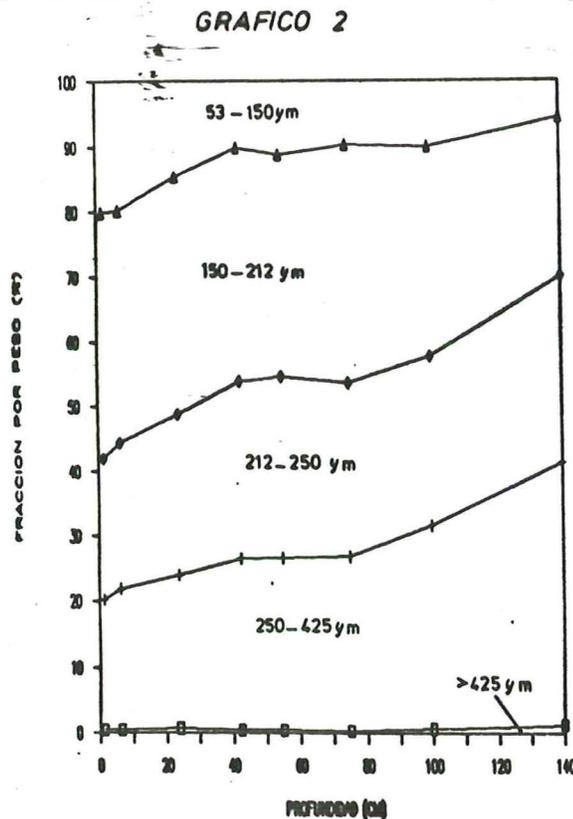


Figura 2. Tamaño de los granos de arena en relación con la profundidad

En la fracción de arcilla predominan los componentes amorfos, como el alofano (Cuadro 3). Las arcillas cristalinas, la caolinita y una vermiculita/esmectita, probablemente son restos de los granos pre-meteorizados.

CONCLUSIONES

En las barras holocénicas de la costa caribeña de la Zona Atlántica se encuentran Andisoles que se han formado en unos 2000 años.

REFERENCIAS

BLAKEMORE, L.C., P.L. SEARLE & B.K. DALY, 1987. Methods for chemical analysis of soils. N.Z. Soil Bureau Sci. Rep. 80. Soil Bureau. Lower Hutt, New Zealand.

FAO, 1977. Guía para la descripción de perfiles de suelos. FAO. Roma.

PARFITT, R.L. & A.D. WILSON, 1985. Estimation of allophane and halloysite in three sequences of volcanic soils, New Zealand. In: E. Fernandez Caldas and D.H. Yaalon (eds.) Volcanic Soils. Catena Suppl. 7:1-8.

SOIL SURVEY STAFF (1990). Keys to Soil Taxonomy, fourth edition. SMSS technical monograph N° 19. Blacksburg, Virginia.

ESTUDIO DETALLADO DE LOS SUELOS DE LA FINCA EXPERIMENTAL "LOS DIAMANTES"

Luis Guillermo Valverde y Marco Ugalde

INTRODUCCION

El objetivo de este estudio, realizado a escala 1:10.000 en la finca experimental Los Diamantes, es conocer los diferentes tipos de suelos para poder evaluar su potencial de uso.

Si se dispone de información sobre los diferentes tipos de suelos, el uso actual y el uso potencial así como los rendimientos, es posible establecer algunos criterios para adecuar las actividades agropecuarias que se desarrollan actualmente en la finca, ya sea, restringiendo unas, impulsando otras e incluso iniciando otras.

MATERIALES Y METODOS

En primer término se hizo una fotointerpretación de la finca; se utilizaron fotografías en blanco y negro a escala 1:10.000 (1989). Para la verificación en el campo se usaron calicatas; la descripción se hizo según FAO (1977) y se muestreo por horizonte; los suelos se clasificaron según la taxonomía de suelos (SOIL SURVEY STAFF), por puntos de barreno (barreno tipo Edelman) hasta los 120 cm de profundidad, por observaciones en canales de drenaje y por diferencias en el relieve. Una vez verificados y ajustados los límites de la fotointerpretación se procedió a caracterizar y mapear las unidades.

Para determinar la capacidad de uso de las tierras se usó el manual del Centro Científico Tropical (1985); para caracterizarla, la clave correspondiente a la zona de vida "Bosque muy húmedo tropical", con un sistema de manejo avanzado. También se utilizó el Manual para la Clasificación de Tierras para el Cultivo del Banano de ASBANA (1990).

Con base en los sistemas de clasificación mencionados, se diseñó una posible reorganización de la finca, de acuerdo con las pautas dadas por cada sistema.

RESULTADOS

La mayor parte de la finca (75% aproximadamente) está sobre un abanico aluvial muy grueso, con pedregones en la parte superior, y más fino en la sección terminal. Los sedimentos son de origen volcánico, de composición andesítica. Todos los suelos son bien drenados, pues el subsuelo está compuesto por material arenoso con grava y piedras no cementadas.

De acuerdo con el desarrollo, se distinguen tres tipos de suelos:

- a - Suelo Flores: de poca profundidad (35-45 cm), con textura moderadamente gruesa, de muy bien a excesivamente drenado, con pedregones en el interior y sobre la superficie (Andic Fluventic Tropofluvents).
- b - Suelo Los Diamantes: moderadamente profundo (70 a 80 cm), de textura media, bien drenado; en las partes bajas se distinguen fases por pedregosidad y mal drenaje (Eutric Hapludands).
- c - Suelo Cartagena: ligeramente profundo (70 a 110 cm), textura media, bien drenado, con fases pegregosas y mal drenadas (Pachic Hapludands).

La otra parte de la finca (25%) es de origen lahárico (corriente de lodo); en contraste con el material aluvial, el material de lahar es poco surtido y muy cementado. Aquí también se identifican tres tipos de suelos; los dos primeros tienen la misma fase de desarrollo que los suelos aluviales, el tercero es más desarrollado.

- a - Suelo Guineas: poco profundo, con grava angular, bien drenado, textura media, material cementado entre los 40-50 cm (Andic Humitropepts, Typic Hapludands).
- b - Suelo El Prado: se desarrolló sobre material fino a grueso, poco organizado, con un C endurecido y suelos enterrados. Textura es media a moderadamente fina, moderadamente profundo a profundo (>110 cm), con problemas de drenaje, sin piedras (Andic Dystropepts).
- c - Suelo Chirripó: moderadamente profundo, de textura media a moderadamente fina, bien drenado, con un C cementado (entre los 60-75 cm) (Typic Hapludands).

En cuanto a la capacidad de uso de la finca, los suelos pertenecen a cuatro clases:

- Clase II: adecuados para cultivos anuales de alto rendimiento: suelo Cartagena y parte de los suelos Los Diamantes y Prado.
- Clase III: tierras adecuadas para cultivos anuales de rendimiento moderado: suelos Los Diamantes, Cartagena y Prado.
- Clase VI: tierras para pastoreo extensivo: gran parte del suelo Los Diamantes y, en menor escala, el suelo Cartagena.

Clase XI: tierras para producción forestal extensiva: suelos Flores y Guineas.

Los factores más limitantes de estos suelos son la profundidad efectiva, la presencia de piedras y el mal drenaje en algunos sectores de la finca.

En la evaluación de la aptitud de las tierras para el cultivo del banano se encontró que hay tierras moderadamente aptas, pero que casi la mitad de las tierras de la finca (incluida gran parte de la plantación actual) no son adecuadas para banano. Las limitantes más importantes son la profundidad efectiva, la presencia de piedras, los problemas con las texturas y el drenaje deficiente.

Una vez que se dispuso de toda la información, se hizo una proyección de la reorganización de las actividades de la finca, con base en los parámetros de las clasificaciones de uso y de aptitud.

La selección de los cultivos se hizo de acuerdo con el mapa de ubicación de las principales actividades agrícolas y pecuarias de la finca (DELGADO, G., 1990).

Para priorizar las actividades, se tuvieron en cuenta varios factores; el primero fue la necesidad de fomentar la producción bananera y de reemplazar algunas zonas por otras de mejor rendimiento. También se consideraron las necesidades inherentes a cada actividad y los factores de producción más exigentes. Por último se determinó la actividad de uso correspondiente a cada unidad de acuerdo con la clasificación del manual de capacidad de uso del CCT (1985).

El orden de escogencia fue el siguiente:

- 1 - actividad bananera
- 2 - cultivos anuales y perennes
- 3 - actividad ganadera
- 4 - producción de bambú
- 5 - producción de cacao y frutales
- 6 - actividad forestal

FACTORES ECONOMICOS QUE INFLUYEN EN EL USO DE LA TIERRA A NIVEL DE FINCA

Robert Schipper

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL USO DE LA TIERRA

En términos generales, es posible distinguir dos tipos de factores que influyen en el uso de la tierra: factores físico-biológicos y factores socio-económicos. En este capítulo se presenta un ejemplo de cada uno de ellos.

El primer ejemplo permite apreciar la relación entre el tipo de suelo, el uso de la tierra y el rendimiento físico. En el asentamiento Neguev se pueden distinguir cuatro clases de suelo, tres de tierra roja y uno de tierra negra: (1) tierras negras y suamos (Suelos Parismina y Destierro), (2) tierra bermeja o café (Suelo Milano), (3) tierra colorada (Suelo Neguev) y (4) tierra muy roja (Suelo Silencio) (van UFFELEN, 1990). En el Cuadro 1 se aprecia que los cultivos de maíz, frijol y arroz tienen rendimientos muy diferentes para cada uno de estos suelos.

Cuadro 1. Relación entre el tipo de suelo y el rendimiento (q/ha) de maíz, frijol y arroz en diferentes uelos del asentamiento Neguev.

Suelo	maíz	frijol	arroz
Parismina/ Destierro	85	12	55
Milano	35	10	20
Neguev	25	5	10
Silencio	0	2	5

Fuente: van UFFELEN, 1990.

Aunque la información presentada en el cuadro anterior se debe interpretar cuidadosamente, es obvio que el tipo de tierra tiene una influencia determinante en el rendimiento físico y por ende, también en el rendimiento económico del cultivo. Es por eso que el concepto de "evaluación de la tierra" tiene tanta importancia. El objetivo de la evaluación es establecer la aptitud físico-biológica de las unidades para diferentes tipos de uso.

El segundo ejemplo muestra la influencia de dos factores socio-económicos: la localización y el tamaño de la finca. La información

proviene de una encuesta aplicada a 149 productores de Neguev, Río Jiménez y Cocorí en 1987 por los técnicos del Programa Zona Atlántica (ANON., 1987; WAAIJENBERG, 1990). En el Cuadro 2 se presenta una clasificación de las fincas según el porcentaje del área total de la explotación dedicado a cultivos anuales.

Cuadro 2. Clasificación de las fincas encuestadas de acuerdo con el porcentaje del área total dedicado a cultivos anuales.

Porcentaje del área total con cultivos anuales							
Sub-área	n=	0-19%	20-39%	40-59%	60-79%	80-100%	total
Neguev	53	51	21	15	11	2	100%
Río Jiménez	46	30	26	22	11	11	100%
Cocorí	50	92	8	0	0	0	100%
Total	149	58	18	12	7	4	100%

Fuente: SCHIPPER (1989)

Se aprecia que las fincas del área de Río Jiménez son las que dedican el mayor porcentaje de área total a los cultivos anuales, en tanto que las de Cocorí son las que dedican menos porcentaje; Neguev es un caso intermedio.

En el Cuadro 3 se presenta una clasificación de las fincas agrupadas según el tamaño de la finca y el uso de la tierra.

Cuadro 3. Clasificación de las fincas encuestadas de acuerdo con el tamaño y con el uso de la tierra (en % del total de fincas).

Porcentaje del área con cultivos	Clasificación de acuerdo con el tamaño (ha)						total
	< 4	4-20	20-50	50-200	>=200		
n=	11	73	31	25	10	149	
menos de 20%	69	0	30	55	80	100	46
más de 20%	80	100	70	45	20	0	54
Total	149	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: SCHIPPER (1989)

En el cuadro anterior se aprecia que cuando aumenta el tamaño de la finca, el porcentaje del área total dedicado a cultivos es menor. Evidentemente, tanto la localización como el tamaño de la finca tienen una influencia determinante sobre el uso de la tierra. Estos dos factores no solamente influyen sobre el tipo de uso sino también sobre la intensidad del mismo.

La intensidad del uso puede calcularse en términos de mano de obra/ha, de insumos/ha, de carga animal, etc. Pero las relaciones difieren en cada situación, de modo que cada caso exige un análisis específico.

Estos ejemplos evidencian la necesidad de hacer un análisis a nivel de finca para evaluar y planificar el uso de la tierra. Pero el análisis de los sistemas de finca no es suficiente para ponderar los factores socio-económicos, pues hay otros factores, que están fuera de la influencia de los productores y que también son muy importantes. El análisis sería mucho más profundo si los factores físico-biológicos se pudieran relacionar con los socio-económicos a fin de determinar la influencia conjunta de ambos tipos de factores sobre el uso de la tierra.

NIVELES DE ANALISIS Y FACTORES QUE INFLUYEN EN EL USO DE LA TIERRA

Como los factores que influyen en el uso de la tierra son muy numerosos, es útil distinguir varios niveles de análisis: internacional, nacional, regional, sub-regional (local), finca y actividad. Aunque los factores a nivel nacional e internacional son muy importantes (por ejemplo, los precios del mercado mundial), en este trabajo sólo se han considerado tres niveles: sub-regional, finca y actividad. La idea es que los factores a nivel nacional e internacional se manifiestan suficientemente a nivel regional.

El nivel de "actividad" incluye todas las actividades económicas de los miembros de la unidad familiar de la finca: tanto las labores agropecuarias (cultivos, ganado), como el trabajo fuera de la finca (agrícola/no-agrícola) y las labores del hogar. Las actividades agropecuarias se podrían considerar como sistemas de producción o como tipos de uso de la tierra. El concepto de sistemas de producción deriva de las teorías sobre los sistemas de finca ("farming systems analysis") (HART, 1985). El concepto de tipos de uso de la tierra proviene de la evaluación de la tierra ("land evaluation") (FAO, 1976; FAO, 1983).

En tres de los niveles considerados (nacional, sub-regional y finca) hay "actores" que toman decisiones acerca del uso de la tierra. Desde el punto de vista económico, estas decisiones están determinadas por los objetivos de los actores, las alternativas en cuanto al uso de la tierra (y sus costos y beneficios en términos

de los objetivos) y los recursos disponibles.

Los objetivos difieren según el nivel. Por ejemplo, los objetivos a nivel nacional podrían ser el crecimiento del producto interno bruto, el equilibrio de la balanza nacional (divisas) y el empleo; a nivel regional, la producción agrícola, el empleo y el estímulo de la exportación; los objetivos a nivel de finca podrían ser los ingresos en efectivo y el autoabastecimiento de la unidad familiar. En cuanto al tema de discusión actual: la conveniencia de un uso sostenible de la tierra, podría ser un objetivo adicional para todos los niveles considerados.

Las alternativas y los recursos de producción también difieren según el nivel de análisis. Por ejemplo, a nivel regional, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) tiene como alternativas, entre otras, la extensión de diferentes cultivos, y como recursos, su personal y los fondos aprobados por el presupuesto nacional. A nivel de finca, el productor tiene como alternativas diferentes cultivos (por ejemplo, maíz, yuca o pejíbaye), varios tipos de actividad ganadera y la posibilidad de trabajar fuera de la explotación (por ejemplo, en las fincas bananeras). En cuanto a recursos, el productor cuenta con la mano de obra familiar, su capital, los tipos de suelo de su finca y las posibilidades (o no) de financiamiento y crédito para insumos.

Un aspecto importante y que cabe destacar es que normalmente hay conflictos entre la realización de los diversos objetivos, tanto en los del nivel de análisis, como en los de los actores de los diferentes niveles.

¿Qué factores influyen en el uso de la tierra a nivel subregional, de finca y de actividad? En la Figura 1, tomada de FRESCO *et al.*, (1990) se presenta una lista de temas por nivel de análisis (en inglés); son temas muy globales, que pueden subdividirse. Por eso, los autores ofrecen un listado de comprobación ("checklist") que puede consultarse en la obra citada. Para cada tema, se destacan los puntos más importantes; por ejemplo, a nivel regional, para el tema "mercados y precios de productos agropecuarios", los puntos claves podrían ser:

- Localización de mercados.
- Medios de transporte.
- Canales de distribución.
- Márgenes de comercialización.
- Tipos y formas de competencia.
- Agentes de venta.
- Funciones del mercado.
- Normas de calidad, pesos y medidas.
- Precios.

Information topics at different hierarchical levels.

(A) REGIONAL AND/OR SUBREGIONAL SYSTEMS (REGIONAL AND SUBREGIONAL LEVEL):

Socio-economic part:

1. norms/beliefs
2. community structure/politics
3. policies/programmes/projects
4. institutions: health/education
research/extension
input supply
credit
land tenure
cooperatives
marketing boards
5. markets/prices: labour
land
capital goods
current inputs
farm products
6. agro-industries
7. farmer organizations
8. set of farming systems

Biophysical part/land use systems:

1. climate
2. soils/topography
3. water/irrigation
4. location/access
5. vegetation
6. land use:
crops/fodder/fishponds/trees
7. land use: animals
8. pests/diseases

(B) FARMING SYSTEMS (FARM LEVEL):

* household

- needs/preferences
- composition, age/sex division
- money availability
- consumption
- management: how, when and where
- decisions: who decides what

* farm

- goals
- land: availability per unit
- capital items
- labour: availability (age/sex)
- management: how, when and where
- decisions: who decides what

(C) HOUSEHOLD, CROPPING, AND LIVESTOCK (SUB)SYSTEMS (ACTIVITY* LEVEL):

- | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| 1. household production | 2. off-farm | 3. on-farm (land use types) |
| -child care | -off-farm work | -crop activities |
| -collecting water
and firewood | -renting out
of land and
capital | -livestock activities |
| -cooking | | -forestry activities |
| -artisanal activities | | -others (fishponds, etc.) |

* Activities are used in this figure and in the text as equivalents to '(semi-)detailed' land use types and to 'farm level' subsystems, and used in an economic sense: within activities, inputs (land + labour + money + capital items + current inputs) are combined together with a technology to produce outputs.

- inputs are coming from the farming system, or from other activities, or from outside the farming system, i.e. the regional and/or subregional systems.
- outputs are going to the farm (household consumption), or exchanged with regional systems (product markets); or 'feedbacks' are being felt at the (sub)regional system(s), both in the socio-economic part, as well as in the physical-biological part.

Figura 1. Temas de interés, por nivel de análisis.

Fuente: Fresco *et al.* (1990)

Otro ejemplo, este a nivel de finca: para el tema "factores de producción", los puntos a destacar podrían ser el tipo, la calidad y la disponibilidad de tierra, mano de obra y capital.

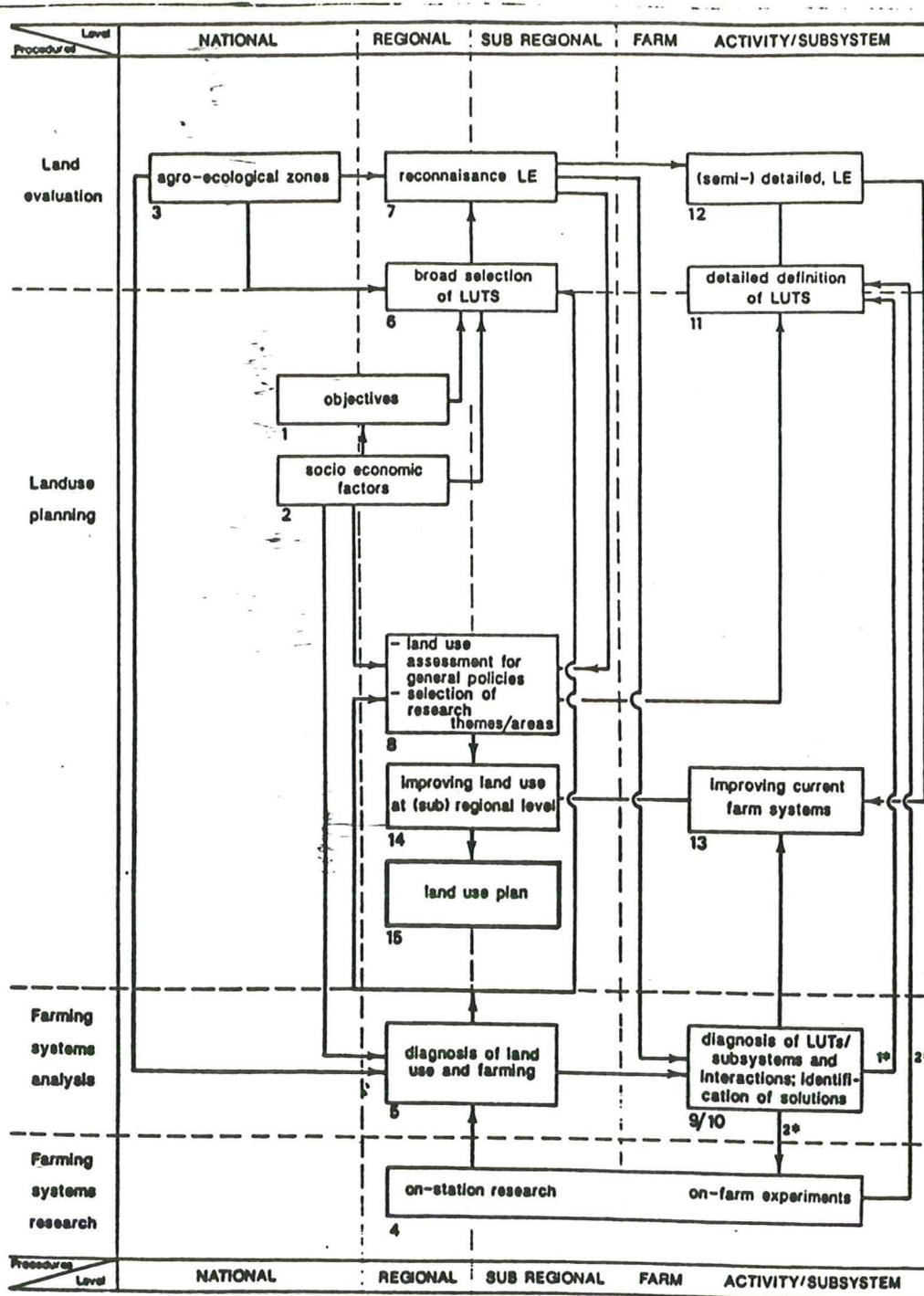
INTEGRACION DE LA EVALUACION DE LA TIERRA Y EL ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE FINCA PARA PLANIFICAR EL USO DE LA TIERRA

Evidentemente son muchos los factores que influyen o podrían influir en el uso de la tierra. Por eso, es preciso centrar el análisis y la planificación del uso de la tierra en los factores relevantes para cada estudio específico, en este caso, los cantones de Pococí y Guácimo en la Zona Atlántica de Costa Rica.

Como marco de referencia se utilizó la secuencia "LEFSA" (Land Evaluation & Farming Systems Analysis) mediante la cual se pretende integrar el análisis de los sistemas de finca con la evaluación de la tierra. Esta secuencia fue desarrollada conjuntamente por la Universidad Agrícola de Wageningen (UAW), el Instituto Internacional para Levantamientos Aeroespaciales y Ciencias Terrestres (ITC), ambos en Holanda, y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

La secuencia LEFSA combina por un lado, la evaluación de la tierra (con un énfasis relativo en suelos y recursos naturales y procedimientos cuantitativos y formales para compatibilizar los usos con las unidades de tierra) y por otro, el análisis de los sistemas de finca (con su aproximación socio-económica y su metodología de diagnóstico y pruebas en el campo); LEFSA es un esfuerzo para integrar la evaluación de la tierra y el análisis de los sistemas de finca en un marco metodológico que pueda utilizarse para la planificación del uso de la tierra.

La secuencia LEFSA consta de 15 pasos, que abarcan desde el nivel nacional y hasta el de finca y sus sub-sistemas, pasando por el nivel sub-regional. A nivel regional se hace un reconocimiento de tierras y un levantamiento rural (sondeo/"rapid rural appraisal"). A nivel de finca y de actividad se hace una evaluación de tierras semi-detallada y un diagnóstico de las alternativas y las restricciones de las fincas. La secuencia es iterativa dentro y entre los niveles ("dos pasos adelante, un paso atrás") para que en cada nivel se vayan comprobando los datos. En la Figura 2 se resume la secuencia LEFSA (en inglés); los 15 pasos se presentan en un diagrama de flujo. Para una descripción más detallada consultar FRESCO et al., (1990).



1* If current, tested technology is available for the definition of relevant LUTs.

2* If further research is needed for the definition of LUTs ('research loop'; Young, 1985).

Figura 2. La secuencia LEFSA para la planificación del uso de la tierra.

Fuente: FRESCO et al. (1990)

Para integrar la evaluación de la tierra y el análisis de los sistemas de finca se utilizarán fundamentalmente estas tres líneas de trabajo:

- a - Igualar el concepto de "tipo de uso de la tierra" de la evaluación de tierra con el concepto de "sistemas de producción" (de cultivos y/o de animales) del análisis de los sistemas de finca y con el concepto de "actividad" de las teorías económicas sobre el análisis de la actividad y de la administración rural.
- b - Distinguir, tanto en la evaluación de la tierra como en el análisis de los sistemas de finca, los mismos niveles de análisis: nacional, regional, sub-regional, finca y actividad.
- c - Utilizar un sistema de información geográfica común para compatibilizar los datos recolectados, tanto en la evaluación de tierra como en el análisis de los sistemas de finca.

En este momento, la secuencia LEFSA no es más que un modelo teórico; aunque casi todos sus pasos se aplicaron en la práctica, nunca se completó la secuencia. El supuesto básico de que la evaluación de la tierra y el análisis de los sistemas de finca se puede integrar en forma tal que el total sea más que sus partes, todavía requiere verificación. Esta verificación es uno de los objetivos de un programa de investigación propuesto por los representantes de la Universidad Agrícola de Wageningen.

PROPUESTA PARA UN PROGRAMA DE INVESTIGACION

En Wageningen se ha preparado una propuesta para un programa de investigación a desarrollar en colaboración entre el CATIE, el MAG y la Universidad Agrícola de Wageningen dentro del marco del Programa Zona Atlántica. La idea principal es contribuir al desarrollo de una metodología para la planificación del uso de la tierra en forma sostenible, utilizando el área piloto Guácimo/Pococí en la Zona Atlántica de Costa Rica como estudio de caso. Las principales líneas del trabajo de investigación serían las siguientes:

- I Definir y hacer operativo el concepto de "sostenibilidad" para cada nivel de análisis.
- II Determinar el uso actual y el uso potencial a nivel subregional, mediante una evaluación de tierra y un levantamiento rural e integrar los datos en un modelo de programación lineal con objetivos múltiples.
- III Hacer una evaluación de la tierra y un análisis de los sistemas de producción a nivel de finca (incluyendo una encuesta de fincas) para varios grupos de fincas y diseñar

modelos de programación lineal para estos tipos de finca.

- IV Desarrollar modelos de uso de la tierra que consideren conjuntamente los niveles de finca y de sub-región. Los resultados de las versiones alternativas de los modelos de fincas se integrarán en un modelo del área piloto. Como los objetivos, las alternativas y los recursos difieren para cada nivel, se deberán simular diferentes guiones de desarrollo posibles con base en diferentes suposiciones en cuanto a los objetivos y a los demás parámetros ("método escenario").

El programa consta de cuatro sub-programas y nueve proyectos de investigación. Próximamente se discutirá y profundizará la propuesta conjuntamente con el CATIE, el MAG y otras instituciones que participan en trabajos de investigación en el área.

REFERENCIAS

- ANON., 1987. Programa de investigación agropecuaria en la Zona Atlántica. Programme Document N° 3. Atlantic Zone Programme (CATIE-UAW-MAG). CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- FAO, 1976. A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin N° 32. FAO. Rome.
- FAO, 1983. Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture. FAO Soils Bulletin N° 52. FAO. Rome.
- FRESCO, L.O., H HUIZING, H van KEULEN, H. LUNING & R.A. SCHIPPER, 1990. Land evaluation and farming systems analysis for land use planning. FAO Guidelines: Working Document. ITC. Enschede, Holanda & Wageningen Agricultural University. Wageningen, Holanda.
- HART, R.D., 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- SCHIPPER, R.A., 1989. Una caracterización de fincas en Neguev, Río Jiménez y Cocorí; Zona Atlántica, Costa Rica. Programa Zona Atlántica CATIE-UAW-MAG. Guápiles, Costa Rica. (Draft Paper).
- UFFELEN, J.G.van. 1990. Conocimientos endogenos y científicos en determinar la aptitud de las tierras en el asentamiento Neguev. Field Reports N° 53. Programa Zona Atlántica CATIE-UAW-MAG. Guápiles, Costa Rica.
- WAAIJENBERG, H. (ed.), 1990. Río Jiménez, ejemplo de la problemática agraria de la Zona Atlántica de Costa Rica. Un análisis con enfoque histórico. Serie Técnico, Informe Técnico N° 160. Programme paper N° 5, Atlantic Zone Programme CATIE-UAW-MAG. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

LA APTITUD DE LOS SUELOS EN EL ASENTAMIENTO NEGUEV

Sytze de Bruin

INTRODUCCION

Actualmente se dispone de metodologías que permiten estimar la aptitud de los suelos para el uso agrícola con base en parámetros simples. La ventaja de estos métodos es que permiten obtener resultados rápidos y objetivos. En este caso, se ha estudiado la correlación entre el pH del suelo y el rendimiento del maíz; los resultados se comparan con el éxito del cultivo en tres suelos de baja fertilidad del asentamiento Neguev.

METODOLOGIA

Estudio de suelos

Entre 1986 y 1990, varios estudiantes del Programa Zona Atlántica realizaron estudios edafológicos en el asentamiento Neguev y produjeron mapas de suelo a diferentes escalas.

Con base en la interpretación de fotos aéreas a escala 1:10.000 del año 1989 y en comprobaciones de campo, se recopiló la información para elaborar un mapa de suelos a escala 1:20.000.

Entrevistas con parceleros

Van UFFELEN (1990) entrevistó a 24 parceleros del asentamiento Neguev para obtener información sobre:

- el conocimiento del agricultor acerca de los suelos
- el rendimiento de algunos cultivos en diferentes suelos
- la opinión de los parceleros sobre la calidad de los suelos.

RESULTADOS

Mapa de suelos

La mayor parte del asentamiento Neguev tiene suelos arcillosos, de reacción ácida, bastante pobres pero bien drenados y localizados en sitios relativamente altos. En estos sitios, es posible reconocer tres tipos de suelo: MILANO, NEGUEV y SILENCIO.

El suelo MILANO es moderadamente profundo, pardo amarillento oscuro, franco arcilloso a arcilloso, con cascajo poco meteorizado hasta los 120 cm de profundidad. Se clasifica como Andic

Humitropept.

El suelo NEGUEV es el más extendido en el asentamiento. Es profundo a muy profundo, pardo amarillento oscuro, arcilloso, con cascajo poco meteorizado a profundidades superiores a los 120 cm. Se clasifica como Andic Humitropept.

El suelo SILENCIO es muy profundo, pardo rojizo, arcilloso, sobre estratos arenosos y limosos meteorizados. Se clasifica como Oxic Humitropept.

Los valores de $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ para la capa superior (5 a 20 cm de profundidad) son los siguientes:

- MILANO: 4.6 y 5.8, con un promedio de 5.2 (n=7)
- NEGUEV: 4.2 y 5.8, con un promedio de 4.8 (n=21)
- SILENCIO: 4.0 y 5.2, con un promedio de 4.5 (n=6)

Correlación entre el pH del suelo y el rendimiento del maíz

En 12 observaciones, que incluyeron entrevistas y mediciones del $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$, van UFFELEN (1990) no encontró ninguna correlación entre el pH del suelo y el rendimiento del maíz (Figura 1).

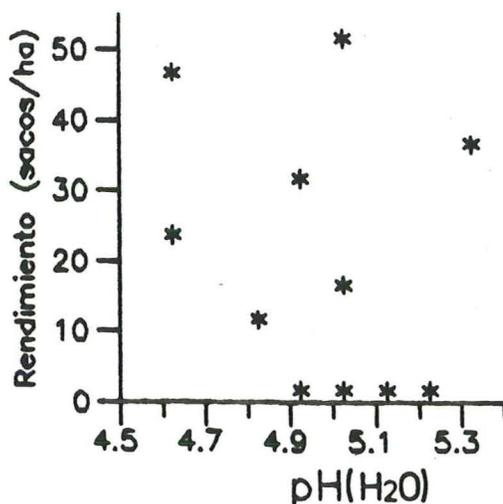


Figura 1. Correlación entre el $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ del suelo y el rendimiento del maíz en los suelos ácidos del asentamiento Neguev (van UFFELEN, 1990).

Nota: El peso promedio de un saco de maíz es de 38 kg.

Evaluación de los suelos según el parcelero

Los parceleros entrevistados distinguieron el grupo de los suelos MILANO, NEGUEV Y SILENCIO ("tierra colorada" o "bermeja") de los suelos en una posición relativamente más baja ("tierra negra") y de los pantanos ("suampos"). La tierra colorada o bermeja fue considerada mala para frijoles, maíz y arroz y buena para piña y para chile (van UFFELEN, 1990).

En la Figura 2 se aprecia el número de parceleros entrevistados que sembraban maíz en los suelos MILANO, NEGUEV y SILENCIO antes de 1989, y el número de los que todavía lo sembraban en 1989.

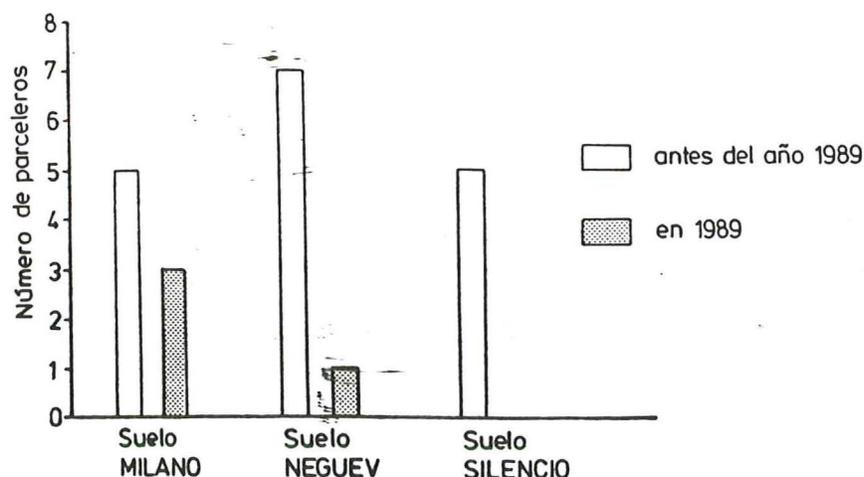


Figura 2. Parceleros que sembraban maíz en los suelos MILANO, NEGUEV y SILENCIO antes de 1989 y parceleros que siguen sembrando en 1989 (van UFFELEN, 1989).

DISCUSION

En la escala de $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ considerada, es muy arriesgado evaluar la aptitud de un suelo para la siembra de maíz con base en su pH .

Cualquiera de los suelos MILANO, SILENCIO y NEGUEV puede tener un pH en esta escala. Sin embargo, aparentemente la siembra de maíz en los suelos SILENCIO y NEGUEV fue un fracaso, mientras que en el suelo MILANO tuvo cierto éxito y por eso se mantuvo.

Los agricultores entrevistados distinguen varios tipos de "tierra colorada"; en algunos de ellos pudieron mantener la siembra de maíz, mientras que en otros debieron abandonar el cultivo.

El conocimiento de los agricultores sobre sus suelos puede ser muy útil al evaluar la aptitud de los suelos para diferentes usos. También es muy valioso para la comprobación de los mapas de suelo.

REFERENCIAS

UFFELEN, J.G.van. 1990. Conocimientos endogenos y cientificos en determinar la aptitud de las tierras en el asentamiento Neguev. Field Reports Nº 53. Programa Zona Atlántica CATIE-UAW-MAG. Guápiles, Costa Rica.

POBLACIONES DE LOMBRICES DE TIERRA EN SUELOS AGRICOLAS DE LA ZONA ATLANTICA DE COSTA RICA

Martínez, E., Chacón M. & Fraile, J.

El objetivo de esta investigación es contribuir al estudio de la sostenibilidad de diferentes usos de la tierra en la Zona Atlántica, al analizar y comparar la abundancia y biomasa de Lombrices de Tierra en suelos de diferente fertilidad con cultivos anuales y perennes.

Se estudiaron dos tipos de suelos con diferente fertilidad: uno, el más fértil, se considera como Typic Dystrandept (Suelo Guineas) y se ubica en la Estación Experimental de ASBANA (La Rita de Guápiles) y el otro, el menos fértil y ácido como Andic Humitropept (Suelo Neguev), ubicado en Neguev cerca de Pocora.

Cada tipo de suelo presenta tres tratamientos, consistentes en cultivos anuales y perennes comunes (ver cuadro 1).

En cada tratamiento se tomaron ocho muestras, por medio del método manual hasta 25 cm. de profundidad, utilizando un cuadrado de madera de 50 X 50 cm.; los ejemplares colectados se preservarán en formol al 10%.

Para el cultivo de pejibaye y palmito, ubicado en ASBANA, se muestreo el depósito de mantillo que se encuentra entre las plantas, de la misma manera, se procedió en el cacao y palmito, en el suelo Neguev.

Aunque a todos los cultivos se le aplican biocidas y fertilizantes; sólo a la piña en Neguev y el palmito en Suelo Guineas, recientemente estuvieron expuestos a agroquímicos en cantidad variable.

Con respecto a los resultados, los valores obtenidos tanto para la abundancia y biomasa, se muestran en el cuadro 2. La mayor abundancia de lombrices se encontró en los cultivos de pejibaye (208), cacao (153) y palmito de Suelo Guineas (122 ind/m²); los números menores aparecieron en la piña (9), el tubérculo (18) y el palmito de Neguev (44 ind/m²), ver figura 1.

En cuanto a la biomasa, los pesos mayores de lombrices se encontraron en el pejibaye y cacao (93.7 y 72.1 g/m², respectivamente), luego el palmito de Guineas (53.6 g/m²). Las biomásas menores fueron en la piña, tubérculo y palmito de Neguev (3.4, 3.0 y 13.9 gr/m², respectivamente)

La abundancia y biomasa mayores se encuentran en cultivos perennes (pejibaye y cacao, 180 ind/m² y 82.9 g/m² en promedio). Los cultivos que tienen poca cobertura y no presentan mantillo,

como la piña y el tubérculo, poseen menores números y pesos (13.5 ind/m² y 3.19 g/m² en promedio).

La abundancia y biomasa de lombrices es mayor en un suelo más fértil, Guineas (117 y 50) que en el suelo Neguev (69 ind/m² y 29.8 g/m², en promedio).

La abundancia y biomasa en el palmito varía según sea el tipo de suelo; en el más fértil, ambas se asemejan a las del pejibaye y cacaco (122 ind/m² y 53.6 g/m²), pero en el palmito del suelo menos fértil, se parecen a las encontradas en la piña y el tubérculo (44 ind/m² y 13.8 gm², respectivamente).

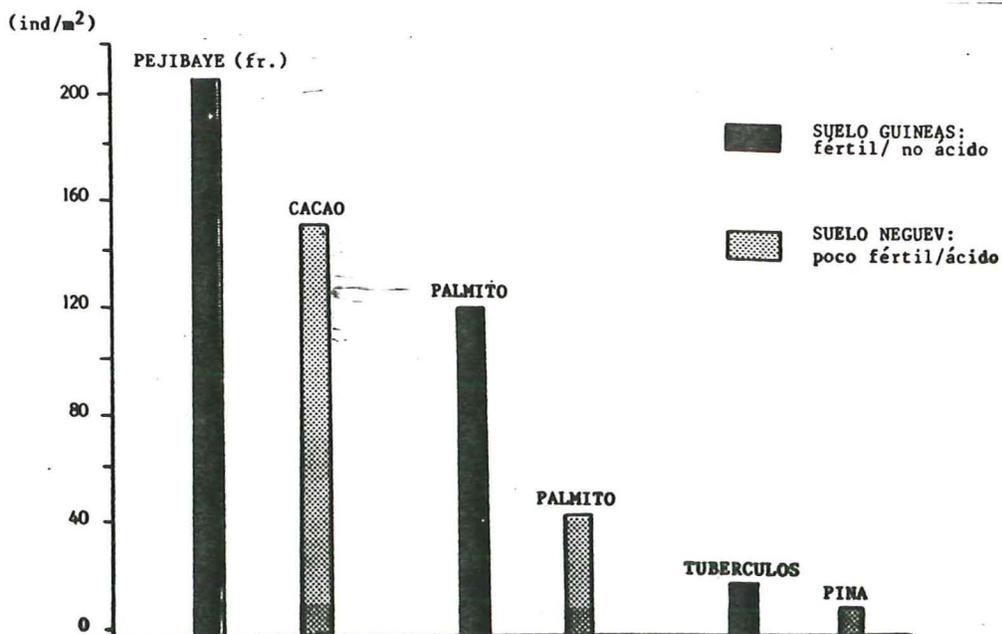


Figura 1. Densidad promedio de lombrices con relación al tipo de suelo y tipo de uso.

Cuadro 1. Tratamiento de los cultivos

Tratamiento	Suelo	
	Guineas	Neguev
1	Tubérculo (ñampi y camote)	Piña
2	Palmito	Palmito
3	Pejibaye	Cacao

Cuadro 2. Densidad y biomasa de las lombrices de tierra en los diferentes cultivos de los suelos investigados.

Cultivo	Guineas		Neguev	
	Abundancia (ind/m ²)	Biomasa (g/m ²)	Abundancia (ind/m ²)	Biomasa (g/m ²)
Pejibaye	20 ^a ±14.08	93.69 ^a ±10.54	-----	-----
Palmito	122 ^a ±11.47	53.62 ^{ab} ±7.44	44 ^b ±7.23	13.87 ^b ±4.27
Tubérculo	18 ^b ±4.92	3.02 ^b ±2.67	-----	-----
Piña	-----	-----	9 ^b ±3.12	3.36 ^b ±2.07
Cacao	-----	-----	153 ^a ±9.89	72.10 ^a ±6.09

Nota: Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas, PRM Duncan (significancia p<0.05).

MACROARTROPODOS EDAFICOS CON RELACION AL TIPO DE SUELO Y TIPO DE USO EN LA ZONA ATLANTICA DE COSTA RICA.

Chacón, M., Martínez, E. & Fraile, J.

Diversas instituciones nacionales e internacionales han realizado estudios sobre los sistemas de uso de la tierra en la Zona Atlántica de Costa Rica con énfasis en la sostenibilidad de su fertilidad natural. Con este objeto, se han iniciado investigaciones sobre aspectos de la biología del suelo en general; y por medio de este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de los macroartrópodos edáficos presentes en algunos de esos sistemas.

Se estudió la abundancia y la biomasa de macroartrópodos del suelo en tres cultivos en dos sitios de diferente fertilidad en la Zona de Guápiles. En uno de ellos denominado Guineas (en la Estación Experimental de ASBANA) el suelo más fértil, se estudiaron suelos bajo cultivo de palmito, pejibaye y tubérculo (ñampí y camote); en el otro sitio denominado Neguev, se estudiaron suelos con cultivos de piña, cacao y palmito. Las muestras fueron tomadas en agosto y octubre de 1989 y extraídas mediante método manual.

Los coleópteros fueron el grupo más abundante en todos los cultivos, aunque también se hallaron representados otros grupos como Hymenoptera (hormigas), Dermaptera (tijeretas), Miriapoda (diplópodos y quilópodos). Los grupos menos abundantes fueron Hemiptera (chinchas), Orthoptera (saltamontes y grilotalpidos) y Arachnida entre otros.

La mayor abundancia de macroartrópodos se encontró en los cultivos de palmito y pejibaye (24.0 y 23.0 ind/m², respectivamente). Los menores valores se presentaron en piña (2.5 ind/m²) y cacao (2.0 ind/m²), siendo diferentes estadísticamente de los anteriores (figura 1 y cuadro 1).

Respecto a la biomasa de los macroartrópodos, los mayores valores fueron en los de palmito 3.01 g/m² y el pejibaye 2.7 g/m² los cuales difirieron de los restantes: cacao (0.16), piña (0.27), palmito (Neguev) (0.95) y el tubérculo (0.99 g/m²). Ver cuadro 2.

En el sitio Neguev (menos fértil) la abundancia así como la biomasa fueron más bajas que las encontradas en Guineas (más fértil).

Se determinó que los cultivos con mayor cubierta vegetal se encontraron más en macroartrópodos pejibaye-palmito en Guineas palmito en Neguev. Por otro lado cultivos como el tubérculo y la piña que no presentan mantillo, la cubierta vegetal es menor y están sometidos a un laboreo más intenso, tienen menor densidad

numérica y biomasa.

Se comparó la diversidad entre ambos sitios, siendo muy similares; en Guineas se obtuvo un valor para el Índice de Simpson de 0.638 y el Neguev de 0.66. No obstante cuando se compararon los cultivos entre sí los valores del índice de diversidad mencionado variaron entre 0.7 para el pejibaye y 0.25 para el tubérculo.

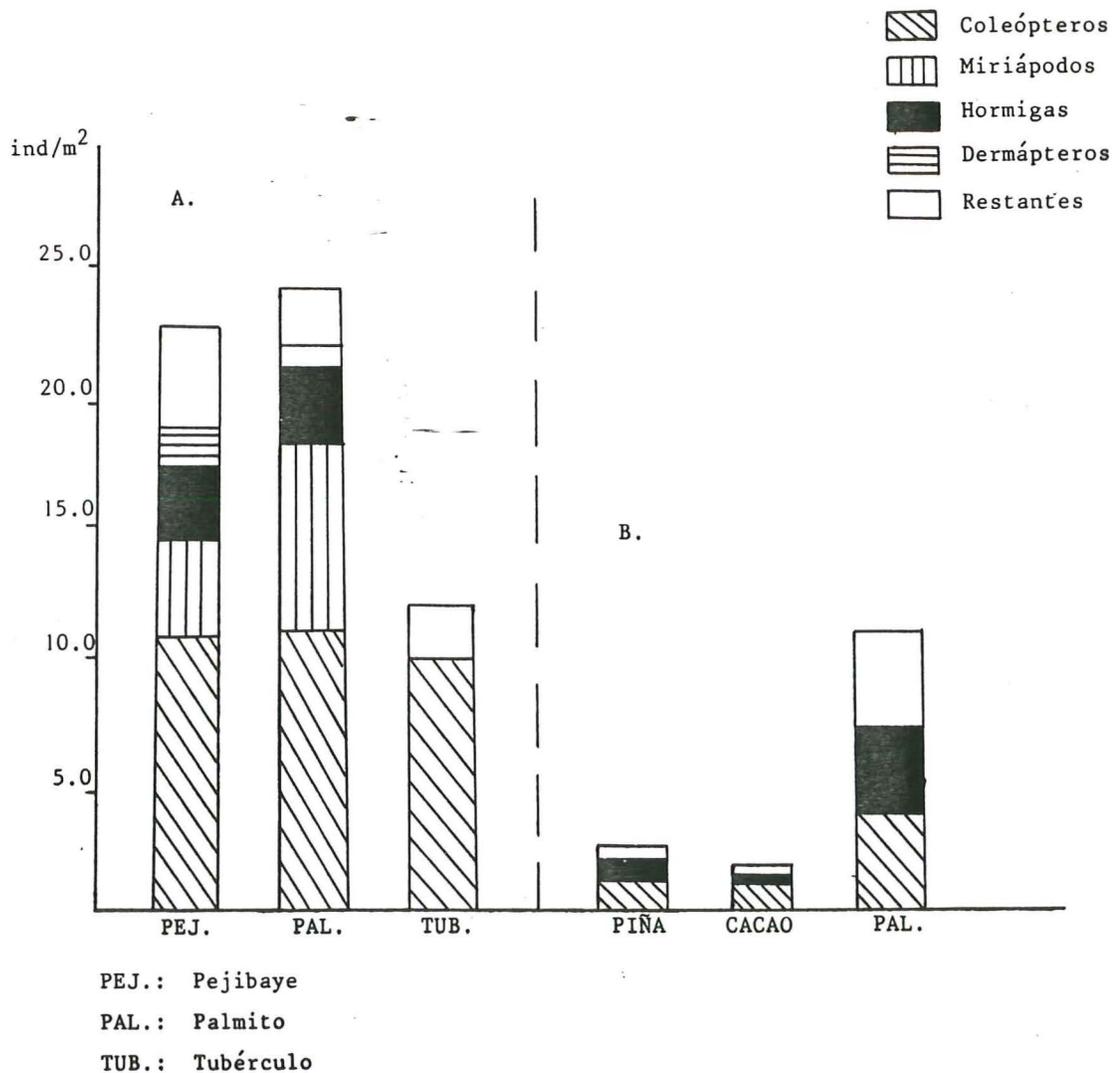


Figura 1. Densidad numérica total (ind/m²) de cada grupo de macroartropodos con relación al cultivo en los suelos Guineas (A) y Neguev (B).

Cuadro 1. Densidad promedio (ind/m²) de macroartrópodos en los sitios estudiados.

	<u>GUINEAS</u>			<u>NEGUEV</u>		
	<u>PEJ.</u>	<u>PAL.</u>	<u>TUB.</u>	<u>PIÑA</u>	<u>CACAO</u>	<u>PAL.</u>
Coleópteros	10.75	11.0	10.0	1.25	1.25	3.75
Miriápodos	3.5	8.73	0	0	0	0
Hormigas	3.25	1.5	0	1.0	0.25	3.5
Dermápteros	1.25	0.5	0	0	0.25	0
Restantes	4.12	2.5	1.75	0.25	0.25	3.5
TOTAL	22.75	24.25	11.75	2.5	2.0	10.75

Cuadro 2. Biomasa promedio (g/m²) de macroartrópodos en los sitios estudiados.

	<u>GUINEAS</u>			<u>NEGUEV</u>		
	<u>PEJ.</u>	<u>PAL.</u>	<u>TUB.</u>	<u>PIÑA</u>	<u>CACAO</u>	<u>PAL.</u>
Coleópteros	1.487	1.45	0.48	0.064	0.11	0.56
Miriápodos	0.562	1.43	0	0	0	0
Hormigas	0.044	0.02	0	0.015	0.01	0.05
Dermápteros	0.157	0.08	0	0	0.02	0
Restantes	0.462	0.11	0.52	0.187	0.02	0.34
TOTAL	2.705	3.01	0.99	0.266	0.16	0.95

PEJ.: Pejibaye
 PAL.: Palmito
 TUB.: Tubérculo

USO DE INFORMACION DE SUELOS Y DE SENSORES REMOTOS PARA EXPLICAR VARIACIONES EN LA PRODUCCION DE BANANO

E. Veldkamp, E.J. Huising, A. Stein y J. Bouma

INTRODUCCION

El objetivo del estudio fue explicar las variaciones en la cosecha de banano mediante datos de satélite (LANDSAT THEMATIC MAPPER) y datos de suelo, a fin de investigar la utilidad de la información espectral obtenida mediante sensores remotos para el manejo del cultivo y demostrar la influencia de las características del suelo en la producción de banano. Un aspecto importante del estudio fue la integración de la información geográfica en diferentes formas y a diferentes escalas.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la finca bananera "Santa María" localizada en el distrito de Río Jiménez, en la Zona Atlántica de Costa Rica; el área de la finca es de 370 ha. La información utilizada para este estudio fue la siguiente:

- 1 - Un mapa de suelos a escala 1:15.000 hecho con base en fotografías aéreas (escala 1:30.000) e inspección en el campo.
- 2 - Una imagen del satélite "Thematic Mapper" (TM) que contiene información espectral en siete bandas. Cada "pixel" cubre un área de 30 x 30 m.
- 3 - Datos de las cosechas de banano, por sección de la finca (área: 6-12 ha).

Se digitalizó la información correspondiente al mapa de suelos y a la cosecha/secciones y se registró y clasificó la imagen del LANDSAT-TM. Se seleccionaron los pixeles clasificados como "banano" para obtener una imagen de la plantación que contenía información en siete bandas espectrales. La información espectral se relacionó con la cosecha de banano. Se estimaron algunas posibles combinaciones (por ejemplo, diferentes índices de vegetación) para evaluar sus posibilidades de predecir la cosecha.

Las imágenes de satélite se superpusieron con los mapas digitalizados; para cada polígono se calculó tanto el promedio como la desviación estándar de los valores de los pixeles.

Para explicar la variación en la cosecha se usaron los siguientes modelos estadísticos:

- 1 - Promedio del valor de los pixeles de la imagen TM or sección.

- 2 - Area de cada tipo de suelo por sección.
- 3 - Promedio del valor de los pixeles para el área de cada tipo de suelo, en cada sección.

Para calcular la cosecha se utilizaron tres métodos diferentes:

- 1 - Número de racimos/ha/semana.
- 2 - Peso/racimo (promedio de la sección).
- 3 - Producción total (producto de 1 y 2).

RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto al método para medir la cosecha, los mejores resultados se alcanzaron con el cálculo de la producción total. Usando la información de los sensores remotos, los mejores resultados se obtuvieron con TM banda 4 (infrarrojo cercano) y un índice de vegetación (TM4-TM3). Las unidades de suelo en el modelo 2 fueron las que dieron mejores resultados. Con ello se pudo explicar el 67% de la variación. La cosecha estimada por unidad de suelo varía considerablemente: de 504 kg/ha/semana para el tipo de suelo Bosque (Andic Aquic Eutropept) hasta 896 kg/ha/semana para el tipo de suelo Dos Novillos (Typic Udivitrand). La combinación de ambos modelos en el modelo 3 no mejoró el porcentaje de variación explicada por el modelo 2. La incorporación del TM-banda 4 en el modelo 2 no aumentó el R-cuadrado.

Si la cosecha de banano se calcula por unidad de suelo, probablemente los resultados mejorarán. En esta forma, también se puede esperar mejoría en la correlación de la cosecha con el TM-banda 4. Los resultados también podrán perfeccionarse midiendo la cosecha por clase espectral (hay que definir las clases). La interpretación visual sugiere la existencia de una relación entre la información espectral y la de suelos. Es preciso contar con datos de cosecha más detallados para determinar si la información del TM permite estimar la cosecha de banano. Cuando se disponga de más observaciones, se podrán obtener mayores beneficios del uso de la geoestadística.

QUIMICA Y MINERALOGIA DE ANDISOLES DE DIFERENTES EDADES EN UNA CRONOSECUENCIA DE SUELOS SOBRE LAHARES ANDESITICOS EN COSTA RICA

W.A. van Dooremolen, W.G. Wielemaker, N van Breemen N., E.M. Meijer y L.P. van Reewijk

(Traducción del artículo: "Chemistry and mineralogy of andisols of various age in a soil chronosequence on andesitic lahars in Costa Rica". Geochemistry of the earth's surface and of mineral formation. 2nd International Symposium, July 2-8-1990, Aix en Provence, France. 139-141.)

INTRODUCCION

En este estudio se analiza la relación entre la edad de los depósitos volcanoclásticos y las propiedades de los suelos que se han formado sobre ellos; es una cronosecuencia sobre lahares en la Zona Atlántica de Costa Rica.

MATERIAL Y METODOS

En el pie de monte del volcán Turrialba, en la Cordillera Central del país, se encuentran corrientes volcánicas de lodo (lahares) ocurridas entre las edades Holocénica y Pleistocénica. Los depósitos laháricos derivados de lahares andesíticos se encuentran hasta los 100 msnm.

Los suelos considerados en este estudio están localizados entre los 100 y los 300 msnm. La precipitación promedio anual oscila entre 3500 y 4500 mm, sin una época seca definida. El promedio mensual de lluvia nunca es inferior a los 250 mm. La temperatura promedio anual es de 24 °C.

Los depósitos laháricos se caracterizan por la presencia de materiales muy poco variados (desde pedregones hasta material con partículas de menos de 2 micrones) y de fragmentos gruesos que no se tocan y que aparentemente flotan en una matriz de textura más fina. Se seleccionaron seis lahares de diferentes edades (números 1 a 6), con base en la geomorfología y el desarrollo del suelo. Los criterios para estimar la antigüedad fueron: el incremento en el relieve superficial del terreno y el aumento en la profundidad hasta el material parental poco alterado. Se seleccionó un perfil representativo para cada lahar (Wil.1 a Wil.6) en un sitio bien drenado, bajo pasto; todos estos suelos estaban bajo bosque hace menos de 50 años. Los perfiles se describieron según el manual de la FAO (1977).

Las muestras se secaron al aire antes de analizarlas. El contenido de arcilla de la fracción fina del suelo se estimó según

el método de la pipeta, después de destruir la materia orgánica con H_2O_2 y dispersión en una solución de pirofosfato de sodio al 4% y carbonato de sodio al 1%. El carbón orgánico se midió según el método de Walkley-Black; el pH se midió en 1M KCl (usando una relación suelo-líquido de 1:2.5). El pH.NaF y la retención de P se determinaron según Blakemore (1987); el Fe y el Al se determinaron en un extracto de 0.1M Na-pirofosfato y Fe, el Al y el Si en un extracto de 0.2M ácido de amonio oxalato-oxálico. La mineralogía de las arcillas se estudió mediante difracción con rayos X.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al aumentar la edad del suelo, disminuye el grosor del horizonte A y el color cambia de pardo muy oscuro (10YR 2/2) a pardo (7.5YR a 10YR 3/3). El grosor del horizonte B (10YR 4/4) aumenta y su color cambia de pardo a pardo oscuro (7.5YR 4/6) en el perfil más antiguo. El contenido de arcilla del horizonte A aumenta y el de arena disminuye al aumentar la edad del suelo. Estos cambios en la textura, que deben atribuirse a la meteorización de fragmentos andesíticos en productos secundarios, confirman la supuesta edad relativa de los suelos a través de la cronosecuencia.

Los niveles de C-orgánico en el horizonte superficial primero aumentan (Wil.1 a Wil.4) y luego disminuyen (Wil.4 a Wil.6) al aumentar la antigüedad.

Los valores de pH en KCl (i) tienden a aumentar con la profundidad (de 1 a 0.5 unidad) en los cuatro suelos más recientes, (ii) muestran poca variación con respecto a la profundidad en los dos suelos más antiguos y (iii) disminuyen al aumentar la edad de 4.5-5 en los horizontes superficiales de Wil.1 y Wil.2 hasta alrededor de 4.0 en Wil.6. El pH en 1M NaF es 11-12 en Wil.1, 9-10 en Wil.6 y 10-11 en los suelos de edades intermedias. En estos suelos no-calcáreos, valores altos de pH en NaF (>10) indican la presencia de Al en forma de hidróxido libre, alófono o Al-orgánico.

La difracción con rayos-X muestra la presencia de kaolinita, illita, haloisita (0.7 nm y 1.0 nm), gibsitita y goetitita. Al aumentar la edad, los contenidos de gibsitita, goetitita y haloisita (0.7 nm) tienden a aumentar, mientras que la haloisita (1.0 nm) tiende a disminuir. No se observó kaolinita en Wil.1, Wil.1; se encontró en cantidades pequeñas en los suelos de edad intermedia y con frecuencia en el horizonte superficial de Wil.6.

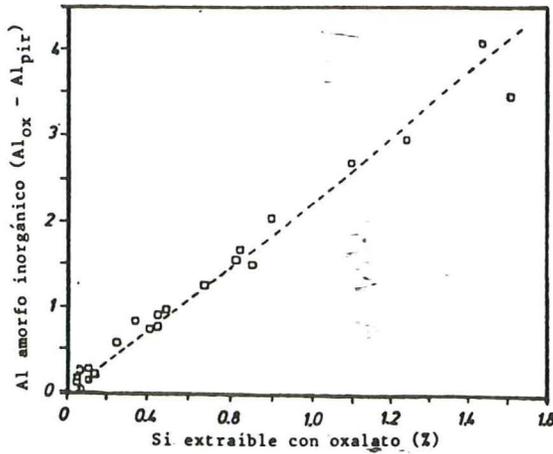


Fig. 1. Relación entre Si_{ox} y $Al_{ox}-Al_{pir}$ en muestras de todos los suelos en la cronosecuencia.

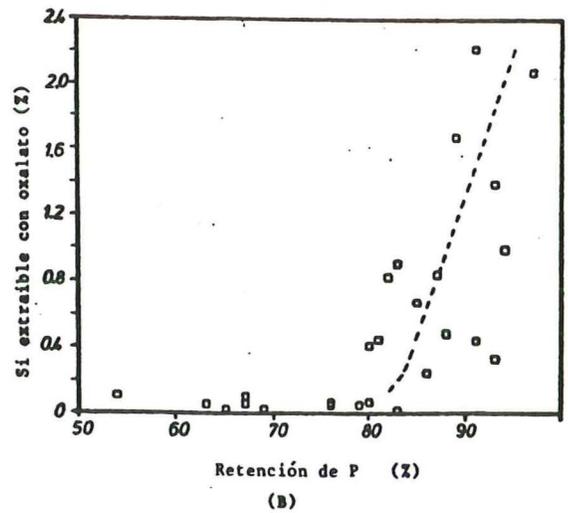
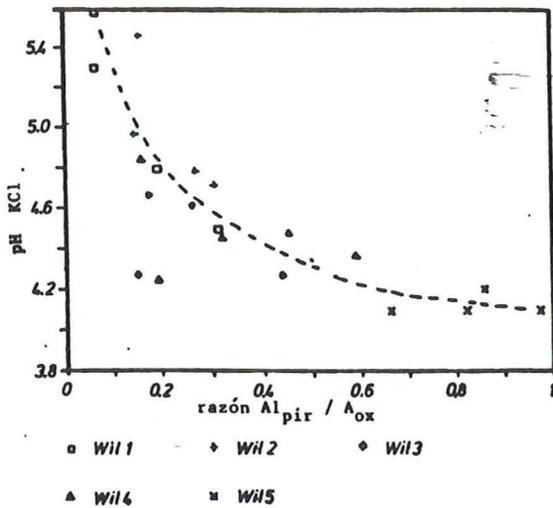
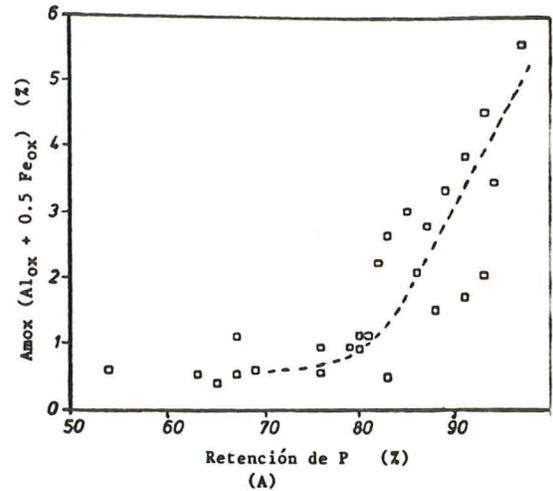


Fig. 2. Relación entre Al_p/Al_o y $pH(KCl)$ en muestras de los perfiles Wil1 a Wil5.

Fig. 3. Relación entre retención de P y $Al_{ox} + 0.5Fe_{ox}$ (A); Si_{ox} (B) en todas las muestras.

El Fe, Al y Si extraíbles con oxalato son una medida de las fases amorfas y para-cristalinas que contienen estos elementos. En los horizontes A y B, el Fe extraíble con oxalato (0.3 a 1.5%), Al (0.4 a 5%) y Si (0.05 a 2.2%) tiende a disminuir en forma regular al aumentar la edad. El Fe extraíble con pirofosfato (0.03 a 1.4%) y Al (0.04 a 1.2%), que se supone representa las fases ligadas a

materia orgánica, tiene estrecha correlación con el C orgánico. El Al pir/C orgánico varía poco entre los suelos, pero el Fe pir/C orgánico aumenta con la edad, lo que sugiere que la asociación de Fe y materia orgánica también aumenta con la edad. El Al amorfo e inorgánico (Al ox - Al pir) muestra una buena correlación lineal con el Si ox (Fig. 1), lo que sugiere que el Al amorfo inorgánico se asocia con el Si en una relación molar de Al/Si de aproximadamente 2 (composición de imogolita).

Como los grupos orgánicos (C-O-) y Si-O- compiten por el Al, la fórmula Al pir/Al ox da una buena medida del grado en que un Andisol es de tipo alófono (Al pir/Al ox = 0) o no-alófono (=1). La relación Al pir/Al ox aumenta cuando desciende el pH y aumenta la edad del suelo (Fig. 2); esto demuestra que en suelos más antiguos, aumenta la importancia del Al amorfo orgánico en comparación con el Al amorfo inorgánico.

La retención de P tiende a disminuir cuando aumenta la edad del suelo: del 90% en Wil.1 hasta un 60-70% en las muestras de Wil.6. El contenido de Al y Fe extraíbles con oxalato (el así llamado Al y Fe "activo", calculado con base molar común Al ox + 0.5 Fe ox, donde Al y Fe representan fracciones de masa en %) tiene una correlación estrecha y positiva con la retención de P (Fig. 3A). La retención de P también aumenta con el Si ox a contenidos de Si ox superiores al 0.2% (Fig. 3B), pero no muestra una relación clara con el Fe y el Al orgánicos.

CONCLUSIONES

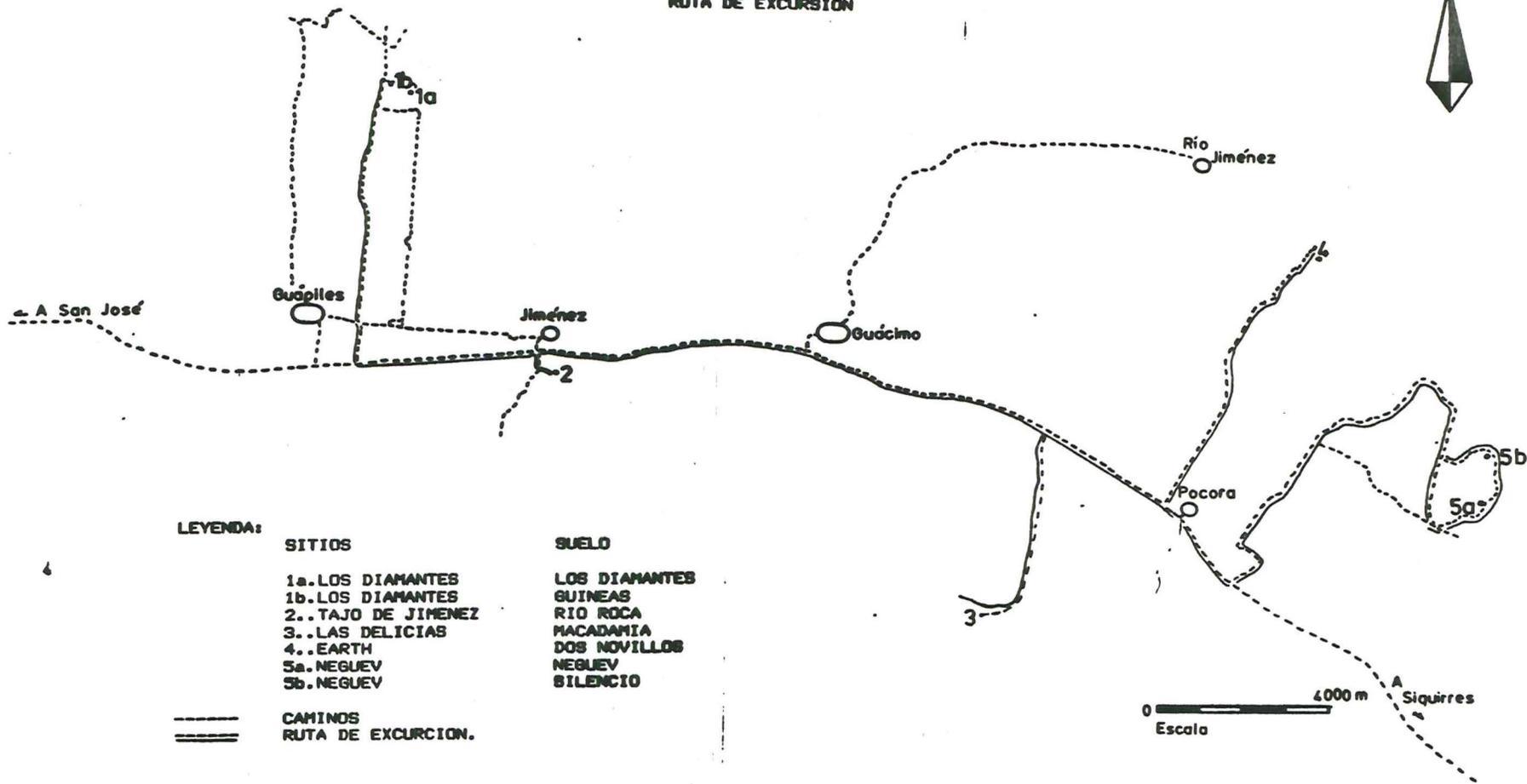
Los datos químicos y mineralógicos confirman las observaciones de campo en cuanto a la presencia de una relación cronosecuencial en la química y la mineralogía de los suelos estudiados. Los suelos más recientes se caracterizan por 1) un perfil delgado de textura gruesa a media, 2) contenidos relativamente bajos de materia orgánica, 3) valores de pH relativamente altos y 4) predominio de los compuestos inorgánicos de Al sobre los complejos de Al-humus.

Además de un pH más bajo y contenidos de materia orgánica y de arcilla más altos, la formación progresiva del suelo conduce a un aumento de complejos de Fe-humus. La difracción con rayos-X muestra la formación de haloisita y kaolinita a expensas de arcillas amorfas. El Al y el Fe inorgánicos predominan sobre el Al y el Fe orgánicos en la retención de P.

SECCION B

LOS SITIOS DE LA EXCURSION **(3 de octubre)**

MAPA DE UBICACION DE LOS SITIOS
Y
RUTA DE EXCURSION



LEYENDA:

SITIOS

- 1a. LOS DIAMANTES
- 1b. LOS DIAMANTES
- 2. TAJO DE JIMENEZ
- 3. LAS DELICIAS
- 4. EARTH
- 5a. NEGUEV
- 5b. NEGUEV

SUELO

- LOS DIAMANTES
- GUINEAS
- RIO ROCA
- MACADAMIA
- DOS NOVILLOS
- NEGUEV
- SILENCIO



CAMINOS
RUTA DE EXCURSION.

SITIO 1: LOS DIAMANTES

TEMAS

Diferencias entre corriente de lodo (Sitio 1b) y depósito aluvial (Sitio 1a) y su relación con las características de los dos suelos. Aptitud para cultivos y sostenibilidad del uso.

INFORMACION GENERAL

El sitio se encuentra a 185 msnm y colinda con el límite norte de la estación experimental "Los Diamantes" del MAG.

CLIMA

La precipitación promedio anual es de 4.500 mm con una temperatura máxima de 29 °C y una mínima de 19 °C (promedio anual correspondiente a Los Diamantes).

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

El suelo Los Diamantes corresponde a un abanico aluvial. En un estudio detallado de los suelos de la estación, VALVERDE (1990) observó una pequeña inclusión correspondiente a una corriente de lodo, con un suelo diferente (Guineas). Los dos depósitos se diferencian en esta forma:

El depósito aluvial está constituido por arena con grava y a veces piedras redondeadas depositadas por ríos y arroyos; no se ha cementado y es permeable.

El depósito de la corriente de lodo incluye arena, limo y grava angular no estratificada que se depositó rápidamente, como una avalancha de material proveniente del Volcán Turrialba. Probablemente el alto contenido de agua y la solubilidad del sílice propició la cementación.

SUELOS

Los suelos representativos para las dos formaciones son fértiles y poco lixiviados, por lo que corresponden a la fase 3 de desarrollo (Anexo 3). La diferencia más notoria es que en el caso del suelo Guineas, la permeabilidad del subsuelo provoca un drenaje impedido sobre la corriente de lodo, en tanto que el suelo Los Diamantes, que está sobre material aluvial, es bien drenado y permeable. Además, es un suelo muy poroso que favorece el arraigamiento.

Cuadro 1. Descripción de un perfil representativo del suelo Los Diamantes (Andic Dystropept/Typic Hapludand).

- Au1** 0 - 20 Negro parduzco (10 Yr 2/3) en húmedo; franco con poca grava; estructura moderada, en bloques subangulares muy finos a finos; friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; pocos poros, muy finos y finos, continuos, vesiculares; raíces comunes y muy finas a finas; límite neto y plano; tixotrópico.
- Au2** 20 - 50 Pardo oscuro (10 Yr 3/3) en húmedo; franco arenoso, con poca grava; macizo poroso; friable en húmedo, ligeramente adherente y no plástico en mojado; frecuentes poros, muy finos, continuos, vesiculares; raíces comunes y muy finas a finas; límite neto y ondulado; tixotrópico.
- Au3** 50 - 70 Pardo oscuro (10 Yr 3/4) en húmedo; arena francosa, con poca grava y ligeramente pedregosa; estructura débil, migajosa, fina; muy friable en húmedo; pocos poros, muy finos a finos, discontinuos, intersticiales; pocas raíces, finas; límite brusco y ondulado; tixotrópico.
- C** + 70 Arena, grava y piedras redondeadas; todo el material está suelto.

Cuadro 2. Descripción de un perfil representativo del suelo Guineas (Typic Hapludand).

- Ap** 0 - 20 Pardo oscuro (10Yr 3/3) en húmedo; franco, con poca grava; estructura maciza en bloques angulares; ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; pocos poros muy finos, continuos e intersticiales; muy pocas raíces finas; límite brusco plano.
- Bw** 20 - 38 Pardo (10Yr 4/6) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura maciza porosa; ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; muchos poros muy finos continuos e intersticiales; límite neto ondulado; poco tixotrópico.
- Cr** + 38 Pardo amarillo (10 Yr5/2) en húmedo; poca grava; pocos moteados pequeños, definidos, bruscos, de color naranja; poros frecuentes muy finos a finos, discontinuos e intersticiales.

Observaciones: En el horizonte Cr se aprecia arena y grava angular, sementada.

Cuadro 3. Datos analíticos de un perfil representativo del suelo Los Diamantes.

Profundidad	0-20	20-50	50-75
pH(H₂O)	5.4	5.6	6.1
pH(KCl)	4.8	5.1	5.7
pH(NaF)	10.7	10.5	10.2
Acidez extr (meq/100g)			
CIC (meq/100g)	21.2	33.5	31.6
Intercambio cationes			
Ca (meq/100g)	1.8	7.3	7.7
Mg (meq/100g)	0.3	2.1	2.0
K (meq/100g)	0.2	0.8	0.4
Na (meq/100g)			
Materia orgánica (%)	8.8	6.2	2.1
Extr. por ácido oxal.			
Fe (%) (húmedo)	1.0	1.4	1.4
Al (%) (húmedo)	2.2	2.4	2.2
Retención de P (%)	89	92	88
Textura			
Arcilla (%)	18	14	8
Limo (%)	24	20	12
Arena (%)	58	66	80
Densidad aparente			
Ret. agua a pF4.2 (%)			

Cuadro 3. Datos analíticos de un perfil representativo del suelo Guineas.

Profundidad	0-30	30-50
pH(H ₂ O)	5.6	6.1
pH(KCl)	4.7	5.2
pH(NaF)	11.0	11.0
Acidez extr (meq/100g)		
CIC (meq/100g)	38.5	18.7
Intercambio cationes		
Ca (meq/100g)	4.5	2.6
Mg (meq/100g)	0.7	0.5
K (meq/100g)	0.3	0.5
Na (meq/100g)	0.3	0.2
Materia orgánica (%)	5.9	1.6
Extr. por ácido oxal.		
Fe (%) (húmedo)	1.1	1.2
Al (%) (húmedo)	2.3	2.1
Retención de P (%)	86	82
Textura		
Arcilla (%)	12	10
Limo (%)	28	24
Arena (%)	60	66
Densidad aparente		
Ret. agua a pF4.2 (%)		

APTITUD

Suelo Los Diamantes es apto para todos los cultivos de la zona.

Sus problemas son la alta pedregosidad en los sitios más cercanos a la cordillera y la alta retención de P. La aptitud es Clase 1.1 (Anexo 5).

Suelo Guineas tiene buena fertilidad química; los principales limitantes son el drenaje y el arraigamiento. La aptitud es Clase 1.1 (Anexo 5).

Capacidad de uso según CCT (1985): IIIs1 en el caso de Los Diamantes y IXs1 en el caso del suelo Guineas (s1: limitante por profundidad del suelo).

INFORMACION SOBRE ALGUNOS CULTIVOS

Maíz (fuente: Ing. Carlos Calderón, MAG)

Rendimiento: 4-5 ton/ha en condiciones experimentales 3-4 ton/ha en fincas con tecnología recomendada; 1.5-3 ton/ha promedio de la zona. El maíz rinde mejor cuando se siembra en enero/febrero (cosecha junio/julio).

Suelos: El maíz es un cultivo exigente en cuanto a fertilidad; crece bien en suelos con un grado de desarrollo entre 2 y 6 (Anexo 6).

Manejo: Fertilización con 200 kg 10-30-10 y 200 kg de nutrán por ha. Combate de plagas (como el gusano cogollero) y malezas. Para evitar la pudrición de la mazorca, doblarla después de 100 - 110 días.

Problemas: Precio muy bajo (¢ 13.00/kg en 1990) y alta incidencia de plagas por el exceso de humedad.

Raíces y tubérculos (fuente: Ing. Jorge Mora, MAG)

En la zona se cultiva: ñame blanco (D. Alata) y yampi (D. trifida), ambos del género Dioscorea y además chamol (Colocasia esculenta var. antiquorum) y tiquisque (Xanthosoma Sagittifolium y Violaceum) que son aráceas. También hay yuca (Manihot esculenta). El cultivo más promisorio es el ñame blanco; el cultivar Diamantes 22 es resistente a la Antracnosis y resulta menos afectado por los nemátodos.

Ñame blanco

Rendimientos: De 30.000 kg/ha hasta un máximo de 45.000 kg/ha. Necesita entre 8 y 9 meses para madurar. El precio para el agricultor es de ¢ 20 a ¢ 35/kg.

Suelos: El ñame es bastante exigente en cuanto a suelos; no hay información sobre rendimientos en suelos ácidos (grado de lixiviación 6,7 y 8; Anexo 7).

Manejo: Fertilización a la siembra con 150 kg/ha de 10-30-10; al segundo mes 150 kg/ha de 18-5-15/6-2 y al cuarto mes 150 kg de 26-0-26. Combate de malezas hasta el cuarto mes. Debe utilizarse una varilla? que cuesta alrededor de ¢ 45.000/ha.

Problemas: Pocos.

Yampi

El manejo es parecido al del ñame blanco; produce más tubérculos/planta pero son más pequeños. Por la alta incidencia de plagas, este cultivo es mucho menos atractivo.

Aráceas (chamol y tiquisque)

Rendimiento: 8.000 - 12.000 kg/ha.

Suelos: Ver ñame blanco

Manejo: El tiquisque necesita un año para madurar; el chamol entre 7 y 8 meses. La fertilización debe hacerse como en el ñame. Se necesita un buen drenaje para limitar el ataques de hongos y bacterias, especialmente en el caso de la pudrición radical del tiquisque.

Problemas: En condiciones de drenaje impedido (como las del suelo Guineas) sufren enfermedades, en especial el tiquisque.

Yuca

Actualmente no hay investigación sobre este cultivo.

Rendimiento: En condiciones rústicas se obtienen de 8 a 32 ton/ha/año, sin fertilización.

Suelos: Crece en suelos con un grado de lixiviación de hasta 8 (Anexo 7).

Problemas: Si el precio es bueno, este cultivo es muy atractivo porque el manejo es fácil.

Especies (fuente: Ing. Antonio Bogantes, MAG)

Se realizan trabajos de investigación con pimienta, nuez moscada y vainilla. En este momento, la pimienta es el cultivo que recibe más atención.

Pimienta:

Es un cultivo perenne que se reproduce por enraizamiento de esquejes. Necesita dos meses en el vivero; la primera cosecha se hace al año del transplante. La vida útil es de 10 años.

Rendimiento: Para el segundo año produce alrededor de 500 kg de fruta seca/ha, y a partir del tercero o cuarto, entre 2000 y 3000 kg/ha. El precio al agricultor es de ₡ 180/kg de fruta seca; puede rendir hasta ₡ 450.000/ha/año.

Suelos: La pimienta es muy exigente en cuanto al drenaje del suelo y moderadamente exigente en cuanto a su fertilidad. No hay información sobre su desempeño en suelos ácidos.

Manejo: Se debe fertilizar con tres aplicaciones de 120 kg de 10-30-10/ha durante el primer año y de 18-5-15/6-2 durante el segundo. El ataque de Fusarium (hongo del suelo) se debe combatir con buen drenaje y sembrando en lomillos.

Rendimiento: Durante los primeros tres años, el costo de producción es de ₡ 600.000 (siembra, drenaje, poda de tutores y plantas, combate de malezas, fertilización y aplicación de fungicidas).

Problemas: El cultivo es económicamente rentable y atractivo pero la alta inversión necesaria y el manejo son un obstáculo importante para el pequeño agricultor.

SITIO 2: TAJO DE JIMENEZ

TEMA

Variabilidad en la unidad debido a factores geológicos y climatológicos.

INFORMACION GENERAL

El sitio está localizado unos 500 m al sur de la carretera Guápiles - Limón, a 300 msnm. La unidad de mapeo llega hasta los 2000 msnm.

CLIMA

Se supone que el clima del lugar es similar al de Guápiles, por lo tanto, se considera que "Los Diamantes", localizada unos 5 km al oeste del sitio, es una estación meteorológica representativa. Como el sitio es un poco más elevado, es posible que la precipitación promedio (anual) esté entre los 4500 y los 5000 mm y la temperatura promedio alrededor de los 24 °C.

En lugares más altos el clima es más lluvioso y más frío. Por ejemplo, en La Isleta, ubicada unos 8 km al sureste del sitio a unos 670 msnm, la precipitación promedio es de unos 6500 - 7000 mm anuales y la temperatura promedio está entre los 22 y los 23 °C.

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

El tajo de Jiménez se encuentra en una corriente de lava de gran volumen, que es la más reciente de la Cordillera Central. Hasta hace poco se creía que la lava de Cervantes, en el flanco sur del volcán Irazú, con unos 14000 años de antigüedad, era la última emisión importante. Sin embargo, REAGAN (1987) demostró que la lava de Jiménez tiene menos de 2000 años. Es de composición andesítica (58 - 59% SiO₂) y tiene un volumen estimado en 3 km³, de modo que es mucho más grande que las corrientes provocadas por erupciones más recientes.

Por lo general, las lavas se caracterizan por su viscosidad. Como la mayoría de las corrientes de lava de la Cordillera Central, la lava de Jiménez es andesítica, lo que implica que fluyó lentamente porque su viscosidad es moderada. Cuando el movimiento de la corriente es lento, las capas exteriores pueden endurecerse, pero como en el interior la lava sigue fluyendo, la capa exterior endurecida se resquebraja y se forman bloques angulares que cubren extensas áreas en la superficie. En el tajo se aprecia mucho material fino debido a la fricción que se produce en la corriente.

En la superficie de las corrientes de lava hay canales por donde fluyó el material que, al endurecerse, pueden funcionar como cauces de río, dando lugar a la formación de terrenos aluviales sobre corrientes de lava.

SUELO

A continuación se presentan los datos de dos perfiles típicos para la unidad:

Suelo Río Roca, variante aluvial: un suelo bien drenado, franco arenoso, con poca grava o piedra en la parte superior y muy pedregoso en la parte inferior; de unos 60 cm de profundidad y moderadamente fértil. El grado de desarrollo es 3 (Anexo 3).

Suelo Río Roca variante pedregosa: un suelo excesivamente drenado, franco arenoso, de muy a extremadamente pedregoso y poco profundo. El grado de desarrollo es 2 (Anexo 3).

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las descripciones y los datos analíticos de dos perfiles representativos.

Cuadro 1a: Descripción de un perfil representativo del suelo Río Roca, variante aluvial.

- Ah 0-10 cm. Negro pardusco (10 YR 2/3) en húmedo; franco arcilloso con poca grava; estructura en bloques angulares y subangulares, muy finos y finos, fuerte; muy friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; frecuentes poros muy finos y finos; abundantes raíces de todo tamaño; no tixotrópico; límite neto ondulado.
- AB 10-27 cm. Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura en bloques subangulares, finos, débil; muy friable en húmedo; ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; frecuentes poros muy finos, finos y medianos; abundantes raíces de todo tamaño; ligeramente tixotrópico; límite neto plano.
- Bw 27-50 cm. Pardo (10 YR 4/4) en húmedo; franco arenoso pedregoso, con grava; estructura en bloques subangulares, finos, débil; muy friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; frecuentes poros muy finos, finos y medianos; comunes raíces de todo tamaño; ligeramente tixotrópico; límite difuso y plano.
- BC 50-70+cm. Pardo (10 YR 4/4) en húmedo, franco arenoso muy pedregoso, con grava; estructura en bloques subangulares, medianos, débil; muy friable en húmedo, no adherente y ligeramente plástico en mojado; frecuentes poros muy finos; comunes raíces de todo tamaño; ligeramente tixotrópico.

Cuadro 1b: Descripción de un perfil representativo del suelo Río Roca, variante pedregoso.

- Ah 0-15 cm. Negro pardusco (10 YR 3/2) en húmedo; franco, con grava,

piedras y pedregones; estructura migajosa, muy fina, fuerte; suelto en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; abundantes poros finos; comunes raíces finas; ligeramente tixotrópico; límite brusco y plano.

- Bw 15-40 cm. Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco, con grava, piedras y pedregones; estructura en bloques subangulares, finos, fuerte; friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; abundantes poros muy finos; pocas raíces finas; ligeramente tixotrópico; límite neto y ondulado.
- BC 40-51 cm. Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenoso con grava, piedras y pedregones; estructura migajosa, muy fina, débil; muy friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; muy pocas raíces finas; tixotrópico; límite neto y ondulado.
- C 51+ cm. Material de partida.

Cuadro 2: Datos analíticos de los perfiles representativos del suelo Río Roca.

Suelo Río Roca	variante aluvial				variante pedregoso	
	1-9	13-24	30-45	60-70	0-15	15-40
Profundidad (cm)						
pH-H ₂ O	5.0	5.3	5.7	5.8	5.7	5.6
pH-KCl	na	na	na	na	na	na
pH-NaF	10.3	10.8	10.2	10.6	na	na
Acidez extr (meq/100g)	na	na	na	na	0.1	0.2
CIC (meq/100g)	35.2	29.7	19.0	16.8	33.9	28.8
cationes intercamb.						
Ca (meq/100g)	4.6	1.7	1.5	1.5	6.1	0.9
Mg (meq/100g)	3.5	0.4	0.4	0.4	1.3	0.5
K (meq/100g)	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
Na (meq/100g)	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
Materia orgánica (%)	13.9	8.0	3.6	2.1	15.5	10.7
Extr. por ácido oxal.						
Fe (%)	0.9	0.9	0.8	0.6	na	na
Al (%)	3.4	4.8	4.5	3.6	na	na
Retención de P (%)	96	98	98	97	96	96
Textura						
Arcilla (%)	} 61	} 43	} 39	} 25	13	12
Limo (%)	} 39	} 57	} 61	} 75	37	60
Arena (%)	39	57	61	75	50	28
Densidad aparente	na	0.50	na	na	na	na
Ret. agua a pF4.2 (%)	61	62	49	36	na	na

CLASIFICACION

Suelo Río Roca variante aluvial: Typic Hapludand.

Suelo Río Roca variante pedregosa: Lithic Hapludand/Lithic Udivitrand.

APTITUD DEL SUELO

La aptitud del suelo se determinó mediante el sistema del CCT. Se consideraron las dos variantes del suelo Río Roca, aunque hay muchas otras variantes. Se señala la aptitud para dos zonas de vida, porque la unidad se extiende desde el tajo, a unos 300 msnm, hasta más allá de los 2000 msnm. Se consideró un sistema de manejo tradicional.

A: Zona de vida "Bosque muy húmedo tropical"

Río Roca aluvial: clase III s1,4

Río Roca pedregoso: clase X s1,4

B: Zona de vida "Bosque pluvial premontano"

Río Roca aluvial: clase VI c1,s1

Río Roca pedregoso: clase X s1,4

La aptitud (Anexo 5) es de 1.1 para la variante aluvial y de 1.3 para la variante pedregosa.

REFERENCIA

REAGAN, M.K., 1987. Turrialba Volcano, Costa Rica: Magmatism at the Southeast Terminus of the Central American Arc. University of California, Santa Cruz.

SITIO 3: LAS DELICIAS

TEMAS

Variabilidad de la unidad. Aptitud para cultivos en general y para la macadamia en particular, con énfasis en el clima.

INFORMACION GENERAL

El sitio a visitar se encuentra en la finca Kailuba, unos 4 km al sur de Iroquois y a unos 240 msnm.

CLIMA

Por su localización se supone que el clima de la finca es similar al de la estación Los Diamantes. Desde 1987 la finca cuenta con su propia estación meteorológica. Aunque los registros corresponden a un período muy corto, se ha incluido la información. La precipitación promedio es de unos 4700 mm/año. Los promedios mensuales de temperatura se presentan en la Figura 1; cabe aclarar que entre diciembre y abril la temperatura nocturna puede descender hasta los 15 a 18 °C.

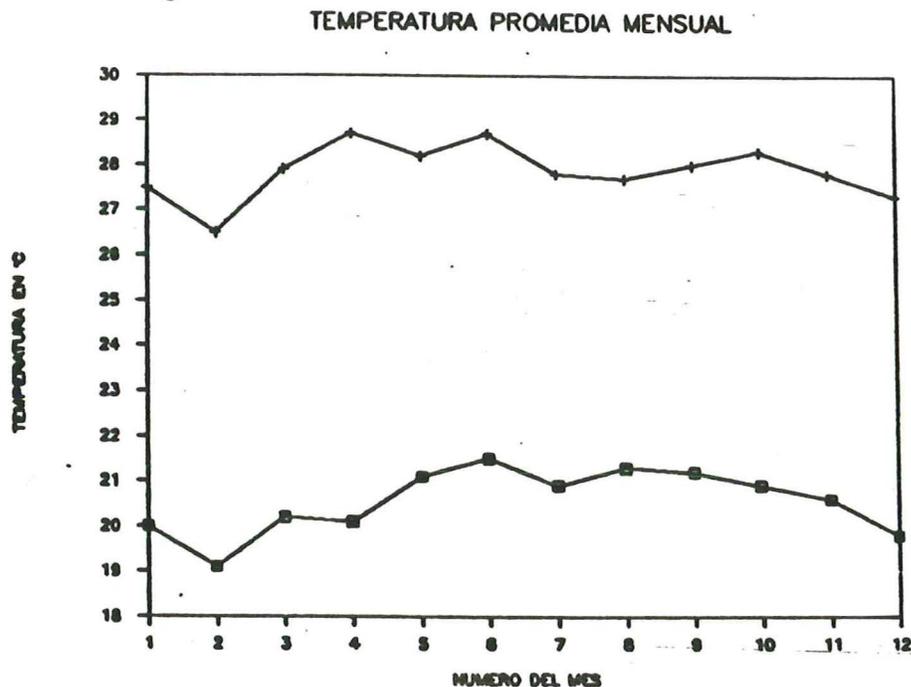


Figura 1: temperatura promedio mensual en la finca Kailuba.

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Al igual que en el tajo de Jiménez, el material sobre el que se desarrolló el suelo es una corriente de lava en bloques. Aunque siempre es posible apreciar sus formas externas, se observa que el terreno está más disectado que en la corriente de Jiménez por los procesos de erosión. También en este caso - y por las mismas razones - la variabilidad dentro de la unidad es grande. Tan pronto se encuentran suelos muy pedregosos, como suelos con pocas piedras. Es posible que también se depositaron lahares encima de la lava.

SUELOS

El grado de desarrollo del suelo es 5, de modo que es moderadamente lixiviado y moderadamente fértil. En algunos sitios el drenaje es bueno por la pendiente y por la permeabilidad del material de partida. Sin embargo, en extensas secciones de la unidad, el perfil muestra una capa cementada a diferentes profundidades que provoca un drenaje impedido y da problemas para el arraigamiento. Sobre todo durante la época lluviosa, el suelo puede estar saturado de agua por varios días, retrasando el crecimiento de los cultivos. A pesar de esto, por lo general los perfiles no muestran evidencias de mal drenaje, como manchas de color rojizo o concreciones de hierro. Es posible que haya que recurrir a estudios micromorfológicos para aclarar este aspecto. En los Cuadros 1 y 2 se presentan la descripción y los datos analíticos de un perfil representativo.

Cuadro 1: Descripción de un perfil representativo del suelo Macadamia.

- Ah 0-5 cm. Pardo (7.5 YR 3/4) en húmedo; franco arcillo limoso con poca grava; estructura en bloques subangulares muy finos, moderada; friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; frecuentes poros muy finos y finos; comunes raíces muy finas y finas; no tixotrópico; límite neto plano.
- Bw 5-51/56 cm. Pardo (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco limoso con poca grava, pedregoso; estructura en bloques subangulares muy finos y finos, moderada; muy friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; muchos poros muy finos y finos; pocas raíces de todo tamaño; ligeramente tixotrópico; límite neto ondulado.
- B/R 51/56-74 cm. Pardo (7.5 YR 4/4) en húmedo; el material fino es franco arcilloso, pedregoso; sin estructura; ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; pocas raíces gruesas; tixotrópico; límite gradual ondulado.
- R 74+ cm. Material cementado.

La lavaflores; Lahor.

Cuadro 2. Datos analíticos de un perfil representativo del suelo Macadamia.

Profundidad (cm)	1-5	10-45	55-65
pH-H ₂ O	5.0	5.1	5.7
pH-KCl	4.3	4.5	4.6
pH-NaF	9.0	9.6	9.6
Acidez extr (meq/100g)	1.0	0.6	0.6
CIC (me ^q /100g)	52.8	33.5	47.3
cationes intercamb.			
Ca (meq/100g)	2.6	1.7	2.3
Mg (meq/100g)	0.8	0.4	1.0
K (meq/100g)	0.7	0.4	0.5
Na (meq/100g)	na	na	na
Materia orgánica (%)	7.2	4.8	2.4
Extr. por ácido oxal.			
Fe (%)	1.6	1.5	1.4
Al (%)	1.9	2.4	3.0
Retención de P (%)	92	96	96
Textura			
Arcilla (%)	44	26	12
Limo (%)	17	71	13
Arena (%)	39	3	75

CLASIFICACION

Suelo Macadamia: Typic Hapludand.

APTITUD

El sitio pertenece a la zona de vida "Bosque muy húmedo tropical"; se consideró un sistema de manejo tradicional.

Suelo Macadamia: clase VI s1,3.

La aptitud (Anexo 5) es de 2.3.

MACADAMIA

La macadamia es un cultivo reciente en Costa Rica, donde se comenzó a sembrar en gran escala a partir de 1980. Hoy en día el área de siembra sobrepasa las 4000 ha, de las cuales más de 2500 están en la Zona Atlántica (HAAN, 1988).

Varias razones explican el auge de este cultivo en la región. El clima húmedo y caliente constituye un factor limitante de mucho peso para la agricultura de la zona. Por lo general, los cultivos anuales no están adaptados a las condiciones ecológicas prevalecientes. Los cultivos perennes, que aseguran la protección permanente del suelo, ofrecen mejores alternativas para un uso sostenido de la tierra; esto explica el interés de los productores y de las instituciones por ellos. La macadamia es uno de los cultivos que parece tener mejor potencial en la ladera norte de la Cordillera Central. El programa de "Agricultura de cambio" del Ministerio de Agricultura y Ganadería incluye la macadamia entre otros cultivos alternativos.

El buen precio de la nuez hace atractiva la inversión. Sin embargo, por la extensión del ciclo vegetativo, hay que esperar unos 6 años para obtener rendimientos. Debido a esto, por el momento, sólo los grandes inversionistas o las cooperativas de productores pueden involucrarse en la producción.

A continuación se revisarán algunas de las demandas ecológicas del cultivo de macadamia sobre las que todavía hay mucha incertidumbre.

Temperatura

En la Zona Atlántica la temperatura es el factor más importante para determinar dónde se puede cultivar macadamia. El crecimiento óptimo del árbol y de las nueces se alcanza con una temperatura promedio de 25 °C. Sin embargo, la floración requiere temperaturas nocturnas de entre 12 y 21 °C. Temperaturas nocturnas de 18 °C (promedio) resultan en el desarrollo de la mayoría de los racimos. Estas temperaturas bajas sólo ocurren al pie de la Cordillera Central y es ahí donde se concentran las plantaciones. La macadamia se siembra a partir de los 60 msnm. Hay una variación

grande entre variedades con respecto a la resistencia a temperaturas nocturnas altas. Como muchas de las plantaciones aún no están en producción, no se dispone de datos exactos sobre la altura mínima requerida para cultivar macadamia.

Precipitacion

La macadamia exige una distribución uniforme de la precipitación (que debe ser de 2000 mm anuales o más) para alcanzar un desarrollo adecuado y tener una producción abundante. Por eso la Zona Atlántica, con precipitaciones superiores a los 3000 mm es muy apropiada para el cultivo.

Suelo

Este cultivo exige suelos fértiles y friables, con una profundidad mínima de 0.75 m y buen drenaje. El pH-H₂O del suelo debe estar entre 5.0 y 6.5.

Terreno

Por la cobertura vegetal, se supondría que un terreno con macadamia no es susceptible a la erosión. Sin embargo, para facilitar la cosecha, el terreno debe estar limpio; esto implica eliminar la cobertura del suelo, lo que facilita la erosión. Debido a esto, los terrenos pedregosos o con pendientes superiores al 30 ‰ son menos aptos para el cultivo.

Un drenaje deficiente y/o suelos pesados o compactados que permanezcan inundados durante periodos prolongados, favorecen el desarrollo de enfermedades en la raíz.

EL CULTIVO DE LA MACADAMIA EN LA FINCA

Produccion

La producción de macadamia en la finca es muy variable. Por ser una de las primeras que sembró macadamia, se presentaron varios problemas. Por ejemplo, se sembraron variedades que producen poco a esa altura; además, el manejo ha cambiado bastante durante estos años. La mejor variedad, HAES 508, produce actualmente unos 4000 kg/ha/año, mientras que la variedad HAES 660 sólo produce unos 350 kg/ha/año.

El efecto de la altura se aprecia mejor comparando esos rendimientos con los obtenidos con la variedad HAES 508 en Turrialba (a 600 msnm); una plantación de la misma edad y bajo el mismo manejo produce alrededor de 5000 kg/ha/año.

Enfermedades

La finca pierde anualmente alrededor del 2 % de los árboles (un 20% del total en 11 años), casi exclusivamente por las enfermedades que afectan la raíz. Se cree que esto se debe a que el sistema radical es poco extenso y muy superficial, quizás por efecto de la capa cementada que se encuentra a diferentes profundidades en gran parte de la unidad.

Manejo

Actualmente no se quema toda la vegetación; sólo la que se encuentra bajo los árboles en producción. Esta medida se tomó recientemente con la finalidad de evitar o reducir la erosión y de estimular la radicación y la actividad biológica.

La fertilización se hace de acuerdo con las recomendaciones del CATIE.

REFERENCIAS

HAAN, J.C.M. de (1988). El cultivo de macadamia en la Zona Atlántica de Costa Rica. Field Report no. 28. Programa Zona Atlántica.

*A/C profile. Not Andisol yet, with decadal
2000 years old.*

SITIO 4: EARTH

TEMAS

Desarrollo de características ándicas en un depósito aluvial reciente. Aptitud para el cultivo del banano.

INFORMACION GENERAL

El sitio considerado se encuentra a 60 msnm en una finca bananera que está dentro del perímetro de los terrenos de la Escuela de Agricultura de la Región del Trópico Húmedo (EARTH). El pueblo más cercano es Pocora.

CLIMA

La precipitación promedio anual se estima en unos 3.600 milímetros, similar a la del asentamiento Neguev (Sitio 5).

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

El sitio está en un abanico aluvial con depósitos recientes de arena gruesa; la arena es de composición andesítica y muy meteorizable.

SUELOS

El suelo Dos Novillos es bien drenado, poco profundo (50-60 cm), de textura media a gruesa; la reacción es neutra a ligeramente ácida, lo que indica que se trata de un suelo lixiviado y poco desarrollado (fase 2 en ANEXO 3).

Clasificación

Es un Andic Dystropept según la Soil Taxonomy. Se le clasifica tentativamente como Pseudo Udivitránd porque tiene un alto porcentaje de arena fácilmente meteorizable y una fijación de fósforo de entre el 70 y el 85 %. Se usó el término pseudovitric porque la arena contiene muy poco vidrio volcánico; sin embargo, a mayores edades del suelo, sobre este tipo de material siempre se desarrollan Andisoles.

Cuadro 1. Descripción de un perfil representativo del suelo Dos Novillos.

- Au 0 - 5cm. Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, franco arenoso; bloques subangulares muy finos moderados y migajosos; ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable en húmedo, ligeramente tixotrópico; pocos poros continuos tubulares, muchos poros de diferente tamaño; límite neto y plano.**
- Au 5 - 47/70 cm. Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, franco arenoso; estructura maciza porosa; ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable en húmedo, tixotrópico; muchos poros finos o muy finos continuos tubulares; raíces frecuentes de diferente tamaño; límite neto e irregular.**
- C 47/70 - 70cm. Gris muy oscuro (2.5 Y 3/0) en húmedo, arena suelta y sin estructura.**

Cuadro 2. Datos analíticos de un perfil representativo del suelo Dos Novillos.

Profundidad	0-5	5-50	>70
pH(H ₂ O)	5.6	5.9	6.3
pH(KCl)	5.0	5.3	5.5
pH(NaF)	10.4	11.4	9.7
Acidez extr (meq/100g)	0.1	0.1	0.1
CIC (me ^q /100g)	22.4	17.2	6.2
Intercambio cationes			
Ca (meq/100g)	4.5	2.3	0.8
Mg (meq/100g)	2.4	0.6	0.3
K (meq/100g)	1.0	0.6	0.5
Na (meq/100g)			
Materia orgánica (%)	3.7	3.4	0.8
Extr. por ácido oxal.			
Fe (%) (húmedo)	0.7	0.7	0.5
Al (%) (húmedo)	1.6	1.8	0.5
Retención de P (%)	67	84	31
Textura			
Arcilla (%)	7	7	5
Limo (%)	43	37	1
Arena (%)	50	56	94
Densidad aparente	0.90	0.90	1.30
Ret. agua a pF4.2 (%)	21.7	24.5	2.3

APTITUD

Este suelo es apto para todos los cultivos de la zona, dadas sus características:

- poco riesgo de erosión y de inundaciones
- buena disponibilidad de agua aunque la textura es gruesa y el perfil poco profundo, porque el clima es húmedo
- muy buena disponibilidad de oxígeno, porque la porosidad y la permeabilidad son altas
- la disponibilidad de nutrientes es muy buena y la fijación de fósforo no presenta grandes problemas.

Capacidad de uso (CCT, 1985): Clase IIIs1 (Bosque húmedo tropical).

Aptitud para banano (ASBANA, 1990): IVs1 o Vs1 (poco apto o no apto por profundidad). *Shallow*

Sytze de Bruin (Com. Pers.) simulò la reducciòn promedia en fotosíntesis de banano por escasez de agua para un año seco y un año normal para dos profundidades de este suelo:

<u>Prof.</u>	<u>Precipit.</u>	<u>Periodo escasez</u>	<u>Red. fotosínt. en este per.</u>
55 cm	2800 mm	78 días	17%
	3600 mm	11 días	11%
65 cm	2800 mm	62 días	14%
	3600 mm	6 días	9%

Según estos datos escasez de agua no presenta un problema serio; un resultado que contrasta con los resultados de la clasificaciòn de aptitud según ASBANA.

CULTIVO DEL BANANO

El banano es uno de los cultivos más importantes de la Zona Atlántica; constituye una fuente de divisas para el país y genera mucho empleo.

La producción promedio anual en este suelo es de 2.411 cajas/ha/año (datos de enero a setiembre de 1990), con un promedio de ocho manos por racimo. Los rendimientos más altos de la zona alcanzan niveles de 3.200 cajas/ha; en el Valle de Estrella, donde los suelos son muy buenos y hay más horas de sol porque el clima es más seco se alcanzan las 3.600 cajas/ha/año, que es el rendimiento más alto de la provincia.

El manejo lo prescriben y controlan las empresas bananeras, que

garantiza un control completo de enfermedades y plagas y una fertilización intensiva. Este tipo de manejo no se presta para ser aplicado en pequeña escala.

El banano se cultiva en suelos con fase de desarrollo de 2 a 6 (Anexo 3) porque es exigente en cuanto a la fertilidad y el drenaje, que debe ser muy bueno; por esta razón, en casi todas las plantaciones se instalan sistemas de drenaje. Probablemente la pedregosidad limita la aptitud del suelo porque afecta el arraigamiento y con ello la disponibilidad de agua y de nutrientes.

Un problema importante del cultivo es la contaminación del medio ambiente por la aplicación de plaguicidas y fungicidas y el uso de plástico para proteger la fruta.

REFERENCIAS

ASBANA, 1990. Edición revisada del sistema de clasificación para determinar la aptitud de las tierras para el cultivo del banano de Jaramillo, R. y Vásquez, A. 1980, CORBANA, San José, Costa Rica. 25 p.

SITIO 5: EL ASENTAMIENTO NEGUEV

TEMAS

Agricultura en suelos relativamente pobres. Poblaciones de lombrices bajo varios tipos de uso en diferentes suelos.

INFORMACION GENERAL

El asentamiento Neguev ocupa parte de los cantones de Guácimo y de Siquirres, localizados en la parte noreste de la provincia de Limón. Es el fruto de dos invasiones de precaristas llevadas a cabo en 1979. Está constituido por 311 parcelas que tienen entre 10 y 17 ha. A partir de 1981, el Instituto de Desarrollo Agrario (IDA) se hizo cargo del parcelamiento y de la dirección del asentamiento (ROJAS, 1989).

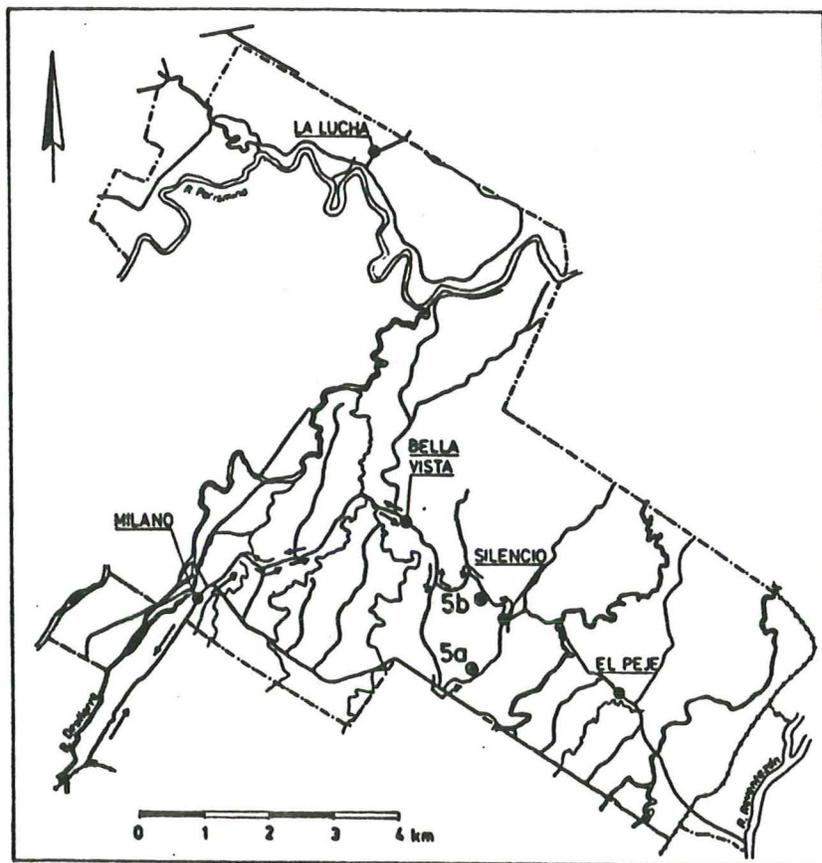


Figura 1. El asentamiento Neguev: ruta y sitios de la excursión.

CLIMA

La precipitación promedio anual es de 3630 mm (1972-1988); la temperatura es poco variable, con un valor promedio anual de 25.1 °C (1976-1988). Los registros corresponden a la estación meteorológica "El Carmen", localizada 9 km al este de los sitios de excursión.

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

En el asentamiento Neguev se distinguen los siguientes paisajes:

- A - un paisaje plano y relativamente bajo de origen aluvial;
- B - un paisaje relativamente alto y plano de origen fluvio-lahárico (lahar = corriente de lodo);
- C - un paisaje disectado de origen fluvio-lahárico;
- D - un paisaje de colinas de origen aluvial.

El paisaje A es el más joven; los ríos todavía se desbordan y depositan sedimentos. El grado de disección va aumentando del paisaje B al D, de lo que se deduce que la edad de los paisajes aumenta en ese mismo orden.

Entrando al asentamiento Neguev por Milano (Fig. 1) se observan los paisajes A (al lado izquierdo, abajo) y B (carretera y lado derecho). Los sitios de excursión se encuentran en el paisaje C y en la transición del paisaje C al D.

- 5a El primer punto de excursión es la parcela de José Nuñez Murillo (parcela 245; Fig. 1). El suelo Neguev se desarrolló en los sitios altos y en las pendientes del paisaje disectado de origen fluvio-lahárico.
- 5b El segundo punto de excursión se localiza 600 m al noroeste del centro comunal de Silencio (Fig. 1), en la transición del paisaje disectado de origen fluvio-lahárico al paisaje de colinas de origen aluvial.

Se aprecia que el suelo Neguev localizado en las partes relativamente altas y planas cubre un material muy arcilloso, estratificado, de color rojizo. Este material es el mismo que se encuentra en el paisaje de colinas de origen aluvial; sobre él se desarrolló el suelo Silencio.

SUELOS

- 100,000 years.
- Corn was bad
- They try Palmita.

5a Suelo NEGUEV

El suelo es profundo a muy profundo, bien drenado, arcilloso, de reacción ácida, pardo amarillento oscuro, con cascajo poco meteorizado a profundidades superiores a los 120 cm. Se clasifica como Andic Humitropept.

Este suelo está en la fase 7 de desarrollo, según el esquema del Anexo 3. En los Cuadros 1 y 2 se presentan la descripción y los datos analíticos de un perfil representativo.

Cuadro 1. Descripción de un perfil representativo del suelo Neguev.

- Ah 0-6 cm. Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; frecuentes moteados medianos, definidos, bruscos, anaranjados y frecuentes moteados grandes, indistintos, difusos, grises; arcilloso, estructura en bloques angulares muy finos, moderada y fuerte; ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado; firme en húmedo; pocos poros muy finos, finos y medianos; muchas raíces; límite brusco, plano a:
- Au 6-14 cm. Pardo oscuro a pardo (10YR 4/3) en húmedo; pocos moteados medianos, definidos, bruscos, anaranjados; arcilloso; estructura en bloques angulares muy finos, moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado; friable en húmedo; frecuentes poros finos y muy finos; muchas raíces; límite brusco, plano a:
- AB 14-29 cm. Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo; arcilloso; estructura en bloques subangulares, débil a moderada; ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado; friable en húmedo; muchos poros muy finos, pocos finos y medianos; muchas raíces; límite gradual ondulado a:
- Bu1 29-43 cm. Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo; arcilloso; estructura en parte migajosa, fina, fuerte y en parte macizo porosa; ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado; friable en húmedo; muchos poros muy finos, algunos finos y pocos medianos; muchas raíces; límite gradual ondulado a:
- Bu2 43-64 cm. Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo; arcilloso; macizo poroso; ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado; muy friable en húmedo; muchos poros muy finos, pocos poros finos; abundantes raíces; límite gradual ondulado a:
- Bu3 64-89+ cm. Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo; arcilloso; macizo poroso; ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado; friable en húmedo; muchos poros muy finos, pocos poros finos; abundantes raíces.

Cuadro 2. Datos analíticos de un perfil representativo del suelo Neguev.

Profundidad	0-6	6-14	14-29	29-64	64-89
pH(H ₂ O)	4.7	4.2	4.2	3.5	3.8
pH(KCl)	4.0	3.8	3.9	3.9	3.8
pH(NaF)	8.4	8.6	8.9	9.0	9.1
Acidez extr (meq/100g)	1.0	3.0	2.6	2.8	3.0
CIC (meq/100g)	31.9	27.6	25.0	24.7	26.6
Intercambio cationes					
Ca (meq/100g)	1.2	1.0	1.9	0.5	2.3
Mg (meq/100g)	2.5	0.5	0.3	0.2	0.1
K (meq/100g)	1.9	0.7	0.7	0.2	0.1
Na (meq/100g)	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3
Materia orgánica (%)	8.9	5.0	2.9	1.1	0.7
Extr. por ácido oxal.					
Fe (%)	1.1	1.3	0.9	0.75	0.95
Al (%)	0.4	0.45	0.55	0.45	0.70
Retención de P (%)	88	88	94	95	96
Textura					
Arcilla (%)	42	66	60	70	72
Limo (%)	30	22	24	22	18
Arena (%)	27	11	15	7	10
Densidad aparente		0.86	0.82	0.79	
Ret. agua a pF4.2 (%)					

*Note dissected landscape
alluvial, layered.*

Negre's layers

5b Suelo SILENCIO

El suelo Silencio es muy profundo, bien drenado, muy arcilloso, de reacción ácida, con pendientes de 15-35 %, de color pardo rojizo sobre estratos arenosos y limosos meteorizados. Se clasifica como Oxíc Humitropept.

Este suelo está en la fase 8 de desarrollo, según el esquema del Anexo 3. En los Cuadros 3 y 4 se presentan la descripción y los datos analíticos de un perfil típico.

Cuadro 3. Descripción de un perfil representativo del suelo Silencio.

- Ah 0-10 cm. Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo; frecuentes moteados pequeños, definidos, bruscos, grises y pardos; estructura en bloques angulares muy finos, fuerte; adherente y plástico en mojado; friable en húmedo; frecuentes poros muy finos; abundantes raíces muy finas; límite brusco plano a:
- Bw1 10-34 cm. Rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo; arcilloso; estructura 70 % en bloques angulares finos, moderada y 30 % migajosa, fina, débil; adherente, plástico en mojado; muy friable en húmedo; muchos poros muy finos, algunos finos; abundantes raíces muy finas; límite neto, ondulado a:
- Bw2 34-150 cm. Rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo; arcilloso; estructura 70 % en bloques angulares medianos, moderada y 30 % migajosa, fina, débil; adherente, plástico en mojado; muy friable en húmedo; muchos poros muy finos, pocos finos; pocas raíces muy finas.

Cuadro 4. Datos analíticos de un perfil representativo del suelo Silencio.

Profundidad	0-10	10-34	34-150
pH(H₂O)	5.2	5.2	5.2
pH(KCl)	4.1	4.2	4.2
pH(NaF)	8.6	9.0	9.3
Acidez extr (meq/100g)	3.5	6.9	6.8
CIC (meq/100g)	19.6	14.8	12.7
Intercambio cationes			
Ca (meq/100g)	0.8	0.4	0.2
Mg (meq/100g)	1.3	0.4	0.3
K (meq/100g)	0.3	0.2	0.2
Na (meq/100g)	0.02	0.02	0.06
Materia orgánica (%)	8.8	2.7	1.2
Extr. por ácido oxal.			
Fe (%) (húmedo)	0.3	0.2	0.1
Al (%) (húmedo)	0.4	0.4	0.4
Retención de P (%)	86	85	90
Textura			
Arcilla (%)	58	72	72
Limo (%)	28	24	22
Arena (%)	14	4	6
Densidad aparente	0.90	0.75	0.80
Ret. agua a pF4.2 (%)	45.3	45.6	47.8

CAPACIDAD DE USO

- 5a De acuerdo con el manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica (CCT, 1985), el suelo Neguev pertenece a la clase VI¹ o IX² según el sistema de manejo tradicional. Se utilizó la clave correspondiente a la zona de vida "bosque muy húmedo tropical". El pH(H₂O) del suelo determina si es clase VI o IX.
- 5b El suelo Silencio generalmente pertenece a la clase VIII³ o IX de capacidad de uso de las tierras de Costa Rica (CCT, 1985) debido al pH y a la pendiente. Como en el caso del suelo Neguev, el pH determina si el suelo es clase VIII o IX.

HORIZONTE PETROFERRICO

Un aspecto interesante del punto 5b es que presenta un horizonte petroférico (Ironstone sheet); esto es una capa endurecida, en donde el hierro constituye un elemento de cementación importante.

AGRICULTURA

Los primeros cultivos del asentamiento fueron granos básicos (maíz y frijol) sembrados en el suelo Neguev. Pero estos cultivos fracasaron; el rendimiento decreció rápidamente y se dejó de sembrar granos. El chile tuvo cierto éxito, con rendimientos de hasta 30 ton/ha, pero fue atacado por la "maya" y la enfermedad no se pudo erradicar.

En los últimos años, el IDA ha promovido la siembra de piña, maracuyá y palmito como cultivos alternativos.

Piña

Los requisitos más importantes de este cultivo con respecto al suelo son la acidez y el drenaje. La piña requiere suelos ácidos, con un pH de entre 4.6 y 5.5 (GUTIERREZ, 1967) y muy bien drenados.

-
- 1 Clase VI: pastoreo extensivo
 - 2 Clase IX: producción forestal extensiva
 - 3 Clase VIII: producción forestal intensiva

Palmito

El pejibaye no soporta el mal drenaje, pero exige poco del suelo, y gracias a una micorriza asociada a sus raíces puede utilizar fósforo aún en suelos muy ácidos. Naturalmente será mucho más vigoroso cuanto más fértil sea el suelo y mejor balanceado el abonamiento (HAAN, 1988).

Se recomienda aplicar abono después de cada corta. El palmito responde más al nitrógeno, pero no debe aplicarse solo; para evitar el desbalance en la nutrición es preferible utilizar una fórmula más completa. CORBANA recomienda aplicar 350 kg N, 60 kg P₂O₅ y 200 kg K₂O, pero la fertilización del palmito es un aspecto que requiere más investigación (SANCHO & ZOMORA, 1990).

Inicialmente el IDA recomendaba una densidad de siembra de 3330 pl/ha (3x1 m); ahora se recomienda instalar 5000 pl/ha (2x1 m).

Un problema importante del cultivo es la taltuza, un roedor que se come las raíces de la planta. Se puede combatir en forma relativamente sencilla mediante el uso de trampas (NUÑEZ, 1990).

La producción (para una densidad de 3300 pl/ha) es de aproximadamente 5000 palmitos/ha/año con cuatro cortas anuales (HAAN, 1988). El palmito se vende a ¢ 23.00 la unidad a Pejibayera Zapote (NUÑEZ, 1990).

Actualmente se está negociando un contrato con COPASA (Río Jiménez) para una producción de alrededor de 4900 unidades/ha en el segundo año y 9600 unidades/ha/año a partir del tercer año, que es la que se obtiene con la nueva densidad de siembra y una corta mensual (VALVERDE, 1990).

Naturalmente con el nuevo sistema de siembra el palmito es mucho más delgado, pero esto está de acuerdo con las exigencias del mercado internacional, que busca un palmito de menor peso, que en cierta medida compita con el espárrago (MORA, 1989).

Proyectos futuros

El IDA tiene en perspectiva un proyecto de vainilla. Actualmente se está produciendo el material de siembra a partir de semilla proveniente de Quepos; ya se cuenta con 2500 plantas. La vainilla no penetra en el suelo, sino que vive del material orgánico en descomposición que se aplica en la superficie; por lo tanto, es un cultivo promisorio para los suelos pobres de la zona. Además se adapta muy bien al clima, porque está en su ambiente natural (VALVERDE, 1990).

Piscicultura

En la parcela de José Nuñez hay un estanque en el que se está produciendo tilapia y carpa. La piscicultura parece una opción interesante para los valles que abundan en el paisaje disectado del suelo Neguev. El parcelero considera que en el asentamiento se está desperdiciando mucho terreno que sí tiene un uso potencial.

POBLACIONES DE LOMBRICES EN DIFERENTES SUELOS BAJO VARIOS TIPOS DE USO

Las lombrices de tierra son importantes para consolidar y mantener la estructura del suelo y para facilitar la descomposición e incorporación del material orgánico y la mezcla del material del suelo.

Se estudiaron poblaciones de lombrices en diferentes suelos bajo varios tipos de uso. MARTINEZ (1990) comparó un suelo fértil (Guineas, que está en la fase 3 de desarrollo) con el suelo Neguev y calculó la población de lombrices bajo diferentes tipos de uso de la tierra (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Tipos de uso de la tierra

Tipo de uso de la tierra	Suelo	
	Guineas	Neguev
1	tubérculos (ñampi y camote)	piña
2	pejibaye (palmito)	pejibaye (palmito)
3	pejibaye (fruta)	cacao

Cuadro 6. Población de lombrices en los suelos Guineas y Neguev bajo diferentes tipos de uso de la tierra.

Tipo de uso de la tierra	Suelo	
	Las Guineas	Neguev
1	18 ind./m ²	9 ind./m ²
2	122 ind./m ²	44 ind./m ²
3	208 ind./m ²	153 ind./m ²

En otro estudio (SCHOUTEN & SENHORST, 1989) se midió la población de lombrices bajo bosque y bajo pasto en los suelos Milano y Silencio. El suelo Milano se clasifica como Andic Humitropept y está en la fase 6 de desarrollo según el esquema de los suelos con relación a la fase de desarrollo y al ambiente físico. Los resultados se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Población de lombrices en los suelos Milano y Silencio bajo pasto y bajo bosque.

Tipo de uso de la tierra	Suelo	
	Milano	Silencio
Bosque	220 ind./m ²	220 ind./m ²
Pasto	240-530 ind./m ²	40 ind./m ²

En el caso de la piña y de los tubérculos, la población de lombrices era baja en ambos suelos (Neguev y Las Guineas). Sin embargo, en el caso del palmito y del pasto, la población de lombrices era más baja en los sitios de los suelos Silencio y Neguev con mayor grado de desarrollo que en los suelos Milano y Las Guineas. El suelo Neguev bajo cacao, el suelo Las Guineas bajo pejibaye (fruta) y los suelos Milano y Silencio bajo bosque mostraron poblaciones similares.

Considérese la siguiente hipótesis: cuando los suelos se usan para pasto o para cultivos anuales, la degradación de la estructura es más grave en los suelos con mayor grado de desarrollo.

Dado que las lombrices juegan un papel importante en el

desarrollo y conservación de la estructura del suelo, los resultados obtenidos parecen confirmar la hipótesis sugerida, suponiendo que la situación de partida en los suelos estudiados era similar. Bajo esta misma suposición, los datos acerca de la física y la micromorfología de los suelos Silencio y Milano, bajo pasto y bajo bosque (SPAANS *et al.*, 1989), también confirman esta hipótesis.

REFERENCIAS

CENTENO, C., 1990. Funcionario Instituto de Desarrollo Agrario. Neguev, Costa Rica. Comunicación personal.

CCT. 1985. Manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

GUTIERRES, D., 1967. Compendio preliminar sobre investigaciones del cultivo de la piña. Instituto de Fomento Nacional. Managua, Nicaragua.

HAAN, J.C.M. de, 1988. El cultivo de pejibaye en la Zona Atlántica de Costa Rica. Departamento de Agronomía Tropical, Universidad Agrícola Wageningen. Wageningen, Holanda.

MARTINEZ, E.D., 1990. Poblaciones de lombrices de tierra en suelos agrícolas de la Zona Atlántica de Costa Rica. Investigación por Tutoría. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

MORA, J., 1989. Densidades de siembra para producción de palmito. En: UCR, 1989. Serie Técnica Pejibaye. Boletín informativo Vol. 1, N° 1. Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.

NUÑEZ, J., 1990. Parcelero del asentamiento Neguev. Costa Rica. Comunicación personal.

PURSEGLOVE, J.W., 1987. Tropical crops, Dicotyledons. Longman Scientific & Technical. Harlow, Inglaterra.

ROJAS, J.A., 1989. Informe taller final (Talleres de investigación y capacitación campesina). Programa Zona Atlántica. Guápiles, Costa Rica.

SANCHO, H. & C. ZAMORA, 1990. Ingenieros CORBANA, S.A. La Rita, Costa Rica. Comunicación personal.

SCHOUTEN L.A.M. & J.E. SENHORST, 1989. Estudiantes Universidad Agrícola Wageningen. Wageningen, Holanda. Comunicación personal.

SPAANS, E.J.A., G.A.M. BALTISSSEN, J. BOUMA, R. MIEDEMA & A.L.E. LANSU, 1989. Changes in physical properties of young and old volcanic surface soils in Costa Rica after clearing of tropical forest. *Hydrological Processes*, Vol. 3: 383-392.

VALVERDE, R.U., 1990. Funcionario del Instituto de Desarrollo Agrario. Neguev, Costa Rica. Comunicación personal.

VALVERDE, R.U., s.f. Guía técnica para el cultivo de la piña var. Cayena Lisa en Costa Rica. Instituto de Desarrollo Agrario. San José, Costa Rica.

SECCION C
ANEXOS

ANEXOS

Para dar a conocer el tipo de información contenida en el "Sistema de información para paisajes y suelos", a continuación se presentan los productos: (1) del área total mapeada, (2) del área de la excursión o área piloto* y 3) de un corte del área piloto.

En los Anexos 1, 2, 4 y 11 se presenta la información correspondiente al paisaje; las categorías de información para el paisaje se tomaron de OOSTEROM et al., (19). En el Anexo 1 se incluye un ejemplo de la primera categoría, que comprende las unidades fisiográficas mayores. En el Anexo 2 se presenta la información correspondiente a la litoestratigrafía (segunda categoría). En el Anexo 4 (tercera categoría) se presentan los suelos de acuerdo con su edad relativa**; la relación entre edad, ambiente físico y tipo de suelo se resume en el Anexo 3. En el Anexo 11 se incluye un mapa del área de Pocora con los códigos correspondientes a las seis categorías de información fisiográfica (OOSTEROM et al., 19).

En los Anexos 5, 6, 7 y 8 se presenta la clasificación de la aptitud de los suelos del área piloto, evaluados según dos metodologías diferentes: la de la FAO, que tiene en cuenta las exigencias de los cultivos, y la capacidad de uso según la CCT (1985).

En el Anexo 9 se presentan los atributos de la información de suelos para el área de Pocora y la forma en que se relacionan con la unidad cartográfica.

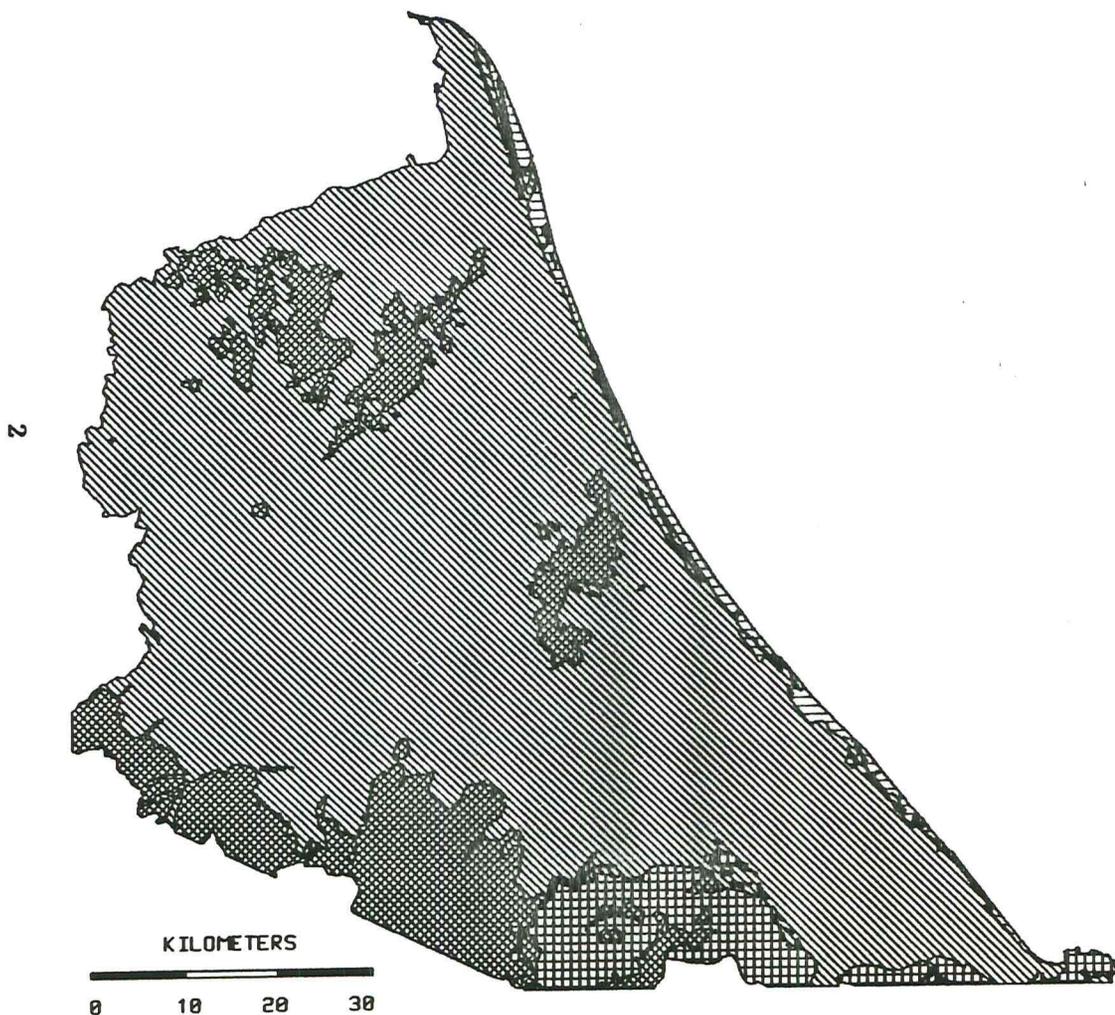
Por último, en el Anexo 10 se incluye la leyenda taxonómica correspondiente a las unidades que ocurren dentro del área considerada. Por razones de orden práctico sólo se presenta la información del TU-ID (fase del suelo) principal para cada unidad cartográfica (AREA-ID).

* Pocora

** Por lo general, la edad del suelo y el relieve del paisaje están muy relacionados, porque los suelos más antiguos normalmente ocupan una superficie más disectada y más ondulada que los más recientes.

ZONA ATLANTICA NORTE

ANEXO 1



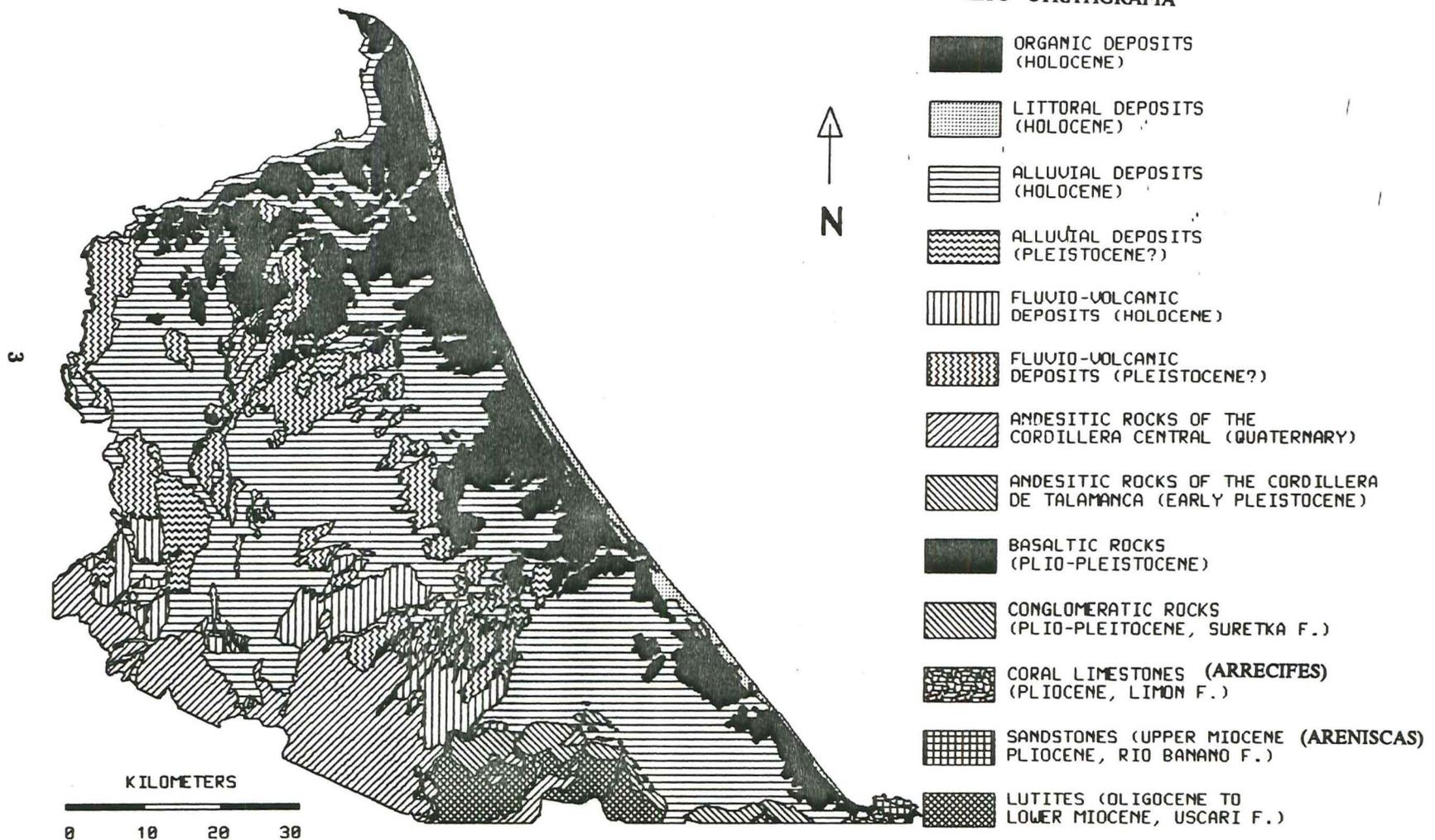
MAJOR PHYSIOGRAPHY FISIOGRAFIA PRINCIPAL

-  VOLCANIC AREAS
AREAS VOLCANICAS
-  FOLD-MOUNTAIN AREAS
AREAS DE MONTAÑAS PLEGADAS
-  ALLUVIAL AREAS
AREAS ALUVIALES
-  LITTORAL AREAS
AREAS LITORALES

ZONA ATLANTICA NORTE

ANEXO 2

LITHO-STRATIGRAPHY LITO - STRATIGRAFIA



ANEXO 3: LOS SUELOS EN RELACION CON LA FASE DE DESARROLLO Y EL AMBIENTE FISICO

Los suelos se agruparon por orden ascendente de edad (1 a 8) según el ambiente en que se formaron. Las primeras cuatro columnas del cuadro comprenden los suelos que se desarrollaron a partir de sedimentos volcánicos compuestos de arena o material más grueso; las cuatro últimas, los suelos que se desarrollaron sobre material más fino y con drenaje impedido o sobre arena que no es de origen volcánico.

Los criterios utilizados para ordenar los suelos por edad variaron de una columna a otra, pero los más importantes fueron profundidad, grado de lixiviación y meteorización. A modo de ejemplo se incluye la descripción de una secuencia de suelos desarrollados a partir de material aluvial y fluvio-lahar volcánico*.

La edad de un suelo depende de la fecha en que fueron depositados los materiales a partir de los cuales se desarrolló. Por ejemplo, el suelo San Rafael se formó sobre arena depositada por el río Chirripó hace 20 años. Puede apreciarse que durante estos 20 años, ya se ha formado un horizonte superficial de 6 cm en el que parte de la arena se meteorizó produciendo algo de limo y de arcilla; además, se ha acumulado materia orgánica.

Al aumentar la edad del suelo aumentan también la profundidad y el porcentaje de arcilla, así como la profundidad del horizonte A oscuro y el porcentaje de materia orgánica (desde Montelimar o Sardinias, fase de desarrollo 2, con un A de menos de 30 cm, hasta Cartagena, fase 4, con un A de más de 60 cm). Sin embargo, después de la fase de desarrollo 4, el horizonte superficial es menos oscuro; este fenómeno se relaciona con el tipo de arcilla formada.

En las fases 1 a 4 se forman arcillas amorfas. Las arcillas amorfas (especialmente los componentes extraíbles con oxalato de aluminio y hierro) tienden a fijar fuertemente el fósforo y la materia orgánica; por lo tanto, con la edad, los suelos se vuelven más oscuros. El conjunto de características producidas por las arcillas amorfas se conocen como "características ándicas". A estas características se adscribe una baja densidad aparente (menos de 0.9 g/cc) que coincide con una alta porosidad del suelo.

A partir de la fase 5, las arcillas amorfas tienden a disminuir; la fuente de formación de estas arcillas, que es la fracción de arena fácilmente meteorizable, se agota. Primero se desarrollan arcillas cristalinas de tipo haloisita y posteriormente, en las fases 7 y 8, se convierten en caolinitas.

El estado nutricional del suelo es bueno hasta la fase 4; por lo tanto, estos suelos son muy aptos para toda clase de cultivos, con excepción del fase 1, que es muy delgado. A partir

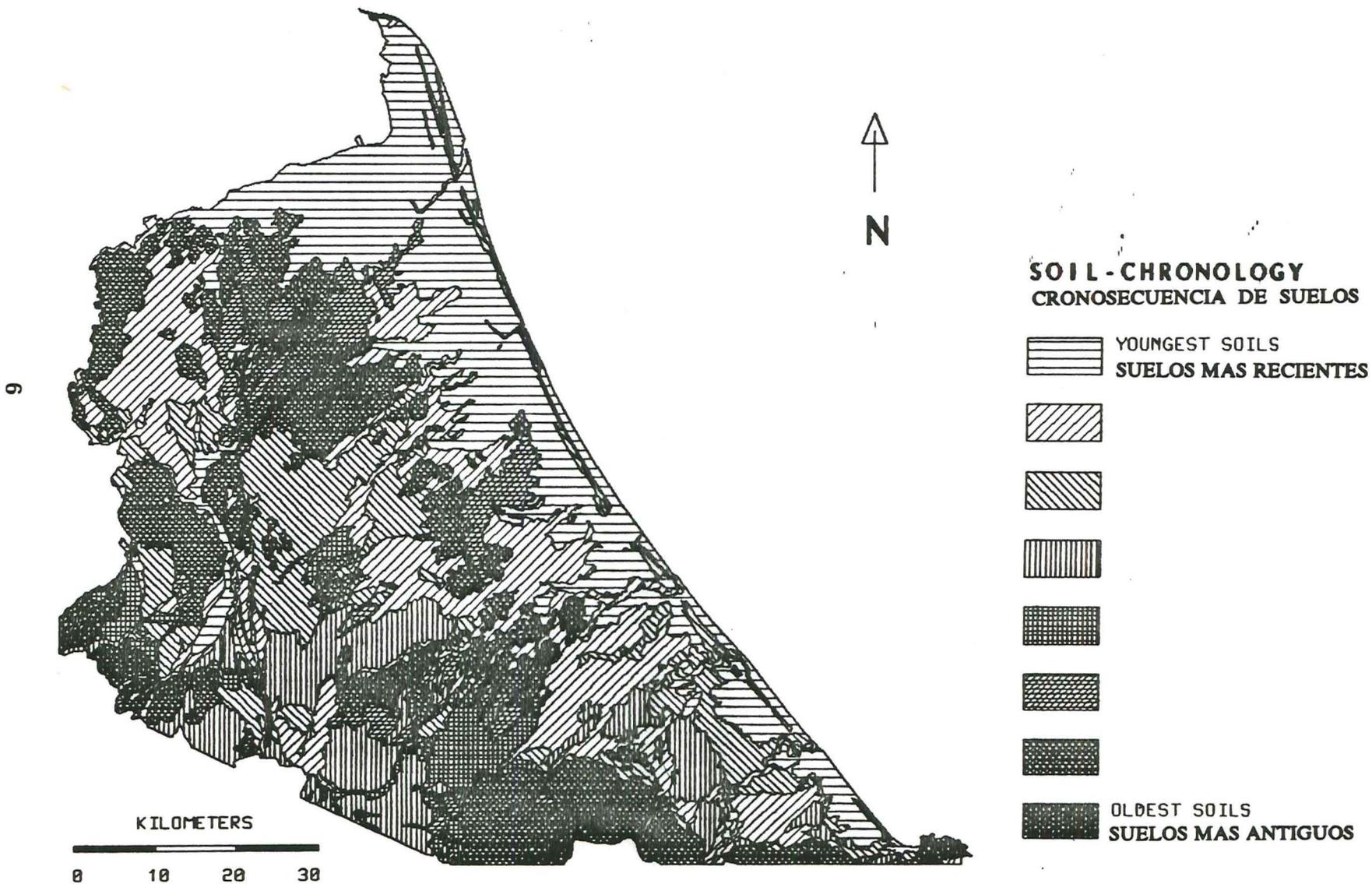
de la fase 4, la arena fácilmente meteorizable, que es la fuente de nutrientes, se agota cada vez más; por lo tanto, el pH desciende y la acidez aumenta hasta alcanzar niveles tóxicos en las fases 7 y 8. Por eso, los últimos suelos sólo son aptos para cultivos que toleren la acidez y no sean muy exigentes en cuanto a nutrientes.

* es la misma que se exhibe en la sede del Programa en Guápiles.

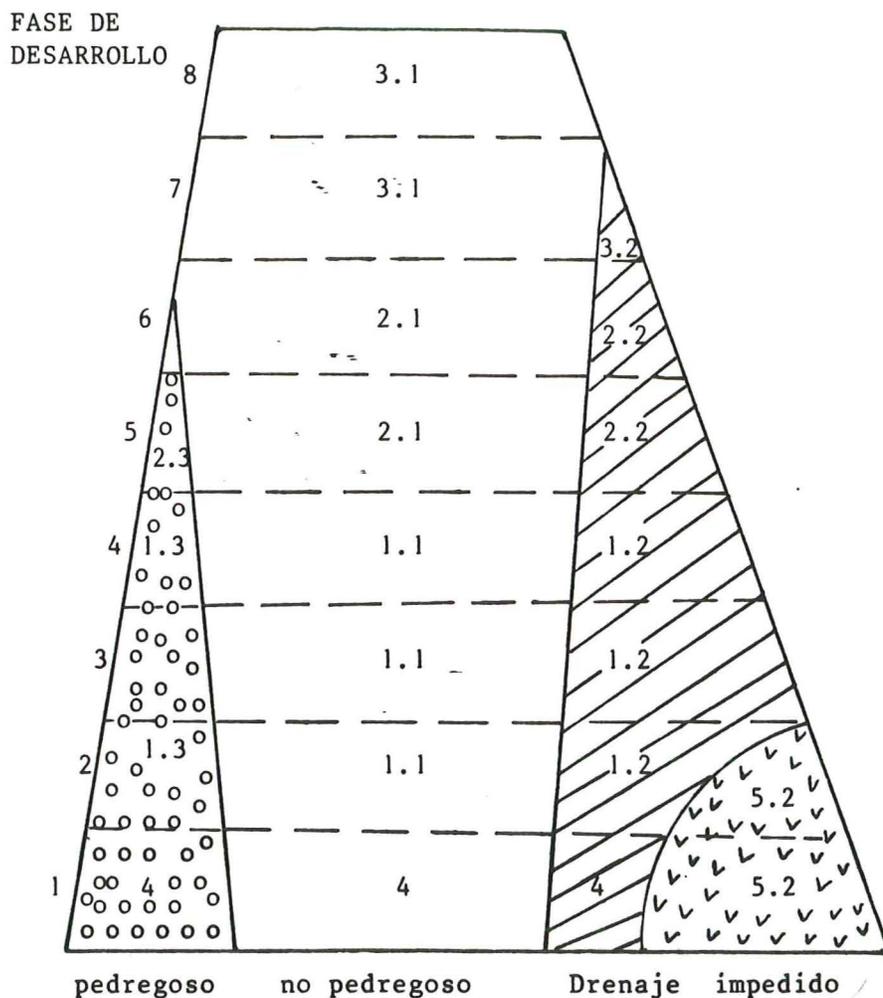
FASE DE DESARROLLO (EDAD)	8		LA CABANA	PRECIPICIO		SILENCIO			
	7	USKARI	SURETKA	NEGUEV	LA RAMBLA				
		MIRADOR DE FLOR	COCORI CIMARRONES	CAMARON					
	6	GUAYACAN	LOMAS DE SIERPE	HUETAR MILANO	LA ALDEA				
		SAN VALENTIN	LAGUNILLAS MACADAMIA	JIMENEZ ALEGRIA	MERCEDES				
	4	SAN ISIDRO BONILLA A. LA ROCA GUAYABO	ST. TERESITA BARRANCA LAS DELICIAS	CHIRRIPO CORINTO RIO CRISTINA	CARTAGENA	LIGIA			
			IRAZU RIO ROCA (VARIANTE)	RIO MOLINO SUERRES HORQUETAS	LOS DIAMANTES MATA DE LIMOS TORTUGUERO	SANTA CLARA DESTIERRO	MATAS DE COSTA RICA	COOPE MALANGA	
	2	RIO ROCA	RIO ROCA	DOS NOVILLOS (VARIANTE)	MONTE LIMAR DOS NOVILLOS LA LUCHA	BOSQUE SARDINA PARISMINA	ZENT. PERLA		
				FLORES GAVILAN BARRA SAN RAFAEL		FLORES SAN RAFAEL	AGUA FRIA LIQUIDO BARRO	TURBA guesa hemica saprica	
1									
MATERIAL PARENTAL	CENIZA/LAVA	LAVA/CENIZA	FLUVIOLANAR	ALUVIAL VOLCANICO	ALUVIAL FINO Y VOLC.	ALUVIAL NO VOLCANICO (GRUESO)	ALUVIAL MUY FINO	PANTANOS CON TURBA	
PRECIPITACION ANUAL	6000 mm	←————— 3000 mm ——— 6000 mm —————→							
DRENAJE	BUENO IMPERFECTO	BUENO	BUENO- IMPERFECTO	BUENO Y (MALO)	BUENO- IMPERFECTO	BUENO Y (MALO)	POBRE A PANTANOSO	PANTANOSO	

ZONA ATLANTICA NORTE

ANEXO 4



APTITUD DE LA TIERRA COMPÁRANDO FASE DE DESARROLLO (FERTILIDAD), DRENAJE Y PEDREGOSIDAD CON EXIGENCIAS DE TIPOS DE USO DE LA TIERRA



Clases de aptitud

- 1 Fértil, apto para cultivos exigentes
- 2 mod. fértil y ácido, apto para cultivos moderadamente exigentes
- 3 no fértil y muy ácido, apto para cultivos poco exigentes
- 4 fértil, muy poco profundo, uso muy restringido
- 5 áreas a proteger por mal drenaje (5.2)

1.3 y 2.3 para cultivos que exigen poca labranza (por pedregosidad)
 1.2, 2.2 y 3.2 pasan a clase de aptitud
 1.1, 2.1 o 2.3 si se les drena

**CLASIFICACION DE LA APTITUD DE LA TIERRA POR GRANDES TIPOS DE USO
EN LA ZONA ATLANTICA DE COSTA RICA**

- 1 Aptos para cultivos exigentes en cuanto a fertilidad, como banano, plátano y maíz; no ácidos, moderadamente profundos a profundos, franco arenosos a franco arcillosos.
 - 1.1 Bien drenados, con pendientes del 0-8 %, poco a no pedregosos; aptos para cultivos exigentes en cuanto a labranza y que representan un riesgo de erosión.
 - 1.2 Como 1.1, pero sólo con drenaje artificial.
 - 1.3 Con 0-8 % de pendiente, pero pedregosos; aptos para cultivos que no exigen labranza.
 - 1.4 Con 8-30 % de pendiente; aptos para cultivos que evitan la erosión por su cobertura vegetal permanente.

- 2 Aptos para cultivos moderadamente exigentes en cuanto a fertilidad, como chile, maracuyá, raíces, agroforestería; moderadamente ácidos, moderadamente profundos a muy profundos, franco arcillosos a arcillosos.
 - 2.1 Bien drenados, con 0-8 % de pendiente, poco a no pedregosos; aptos para cultivos exigentes en cuanto a labranza y que representan un riesgo de erosión.
 - 2.2 Como 2.1, pero sólo con drenaje artificial.
 - 2.3 Con 0-8 % de pendiente, pero pedregosos; aptos para cultivos que no exigen labranza.
 - 2.4 Con 8-30 % de pendiente; aptos para cultivos que evitan la erosión por su cobertura vegetal permanente.

- 3 Aptos para cultivos muy poco exigentes en cuanto a fertilidad y tolerantes a la acidez, como piña, algunas especies de palmas y cultivos forestales; ácidos, arcillosos, moderadamente profundos a muy profundos.
 - 3.1 Bien drenados, con 0-8 % de pendiente, poco a no pedregosos; aptos para cultivos exigentes en cuanto a labranza y que representan un riesgo de erosión.
 - 3.2 Como 3.1, pero sólo con drenaje artificial.
 - 3.3 Con 0-8 % de pendiente, pero pedregosos; aptos para cultivos que no exigen labranza.
 - 3.4 Con 8-30 % de pendiente; aptos para cultivos que evitan la erosión por su cobertura vegetal permanente.

- 4 Con un uso agrícola muy restringido; son muy poco profundos, arenosos, y a veces pedregosos.
 - 4.1 Bien drenados, con menos de 30 cm, franco arenosos sobre arena y piedras; aptos sólo para caña brava, cultivos anuales de poco arraigo, bambú y cultivos arbóreos.
 - 4.2 Bien drenados, con menos de 10 cm, arena francosa sobre arena y piedras; aptos sólo para cultivos con arraigo muy poco profundo, caña brava, bambú e *Ipomoea batata*.

- 5 Areas para protección.
 - 5.1 Con más del 30 % de pendiente.
 - 5.2 Areas pantanosas y muy pobremente drenadas, y pantanos.

Quelias!

AREA PILOTO

ANEXO 5

6



-  1 FERTIL
-  2 POCO FERTIL
-  3 MUY ACIDO
-  4 MUY POCO PROFUNDO
-  5 PROTECCION
-  NO INFORMACION



CLASIFICACION DE LA APTITUD PARA TIPOS DE USO DE LA TIERRA

ANEXO 6: APTITUD PARA CULTIVOS EXIGENTES

En este anexo y en el siguiente se estima la aptitud de los suelos para cultivos exigentes y poco exigentes en cuanto a fertilidad, de acuerdo con la metodología de la FAO. Para ello se comparan los requerimientos de cada tipo de uso con el grado en que el suelo lo satisface (grado de suficiencia).

Se estimaron los requerimientos de nutrientes, agua, oxígeno y labranza y también el peligro de erosión. El grado de suficiencia se presenta en los Mapas 6a-e. Superponiendo los cinco mapas se obtiene el mapa de aptitud para cultivos exigentes (Mapa 6f) en el cual la calidad de la tierra que menos satisface al tipo de uso determina la clase de aptitud. Como criterio de evaluación para estimar el grado de suficiencia de nutrientes se usó la fase de desarrollo del suelo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación entre el grado de suficiencia y la fase de desarrollo del suelo para cultivos exigentes y no exigentes.

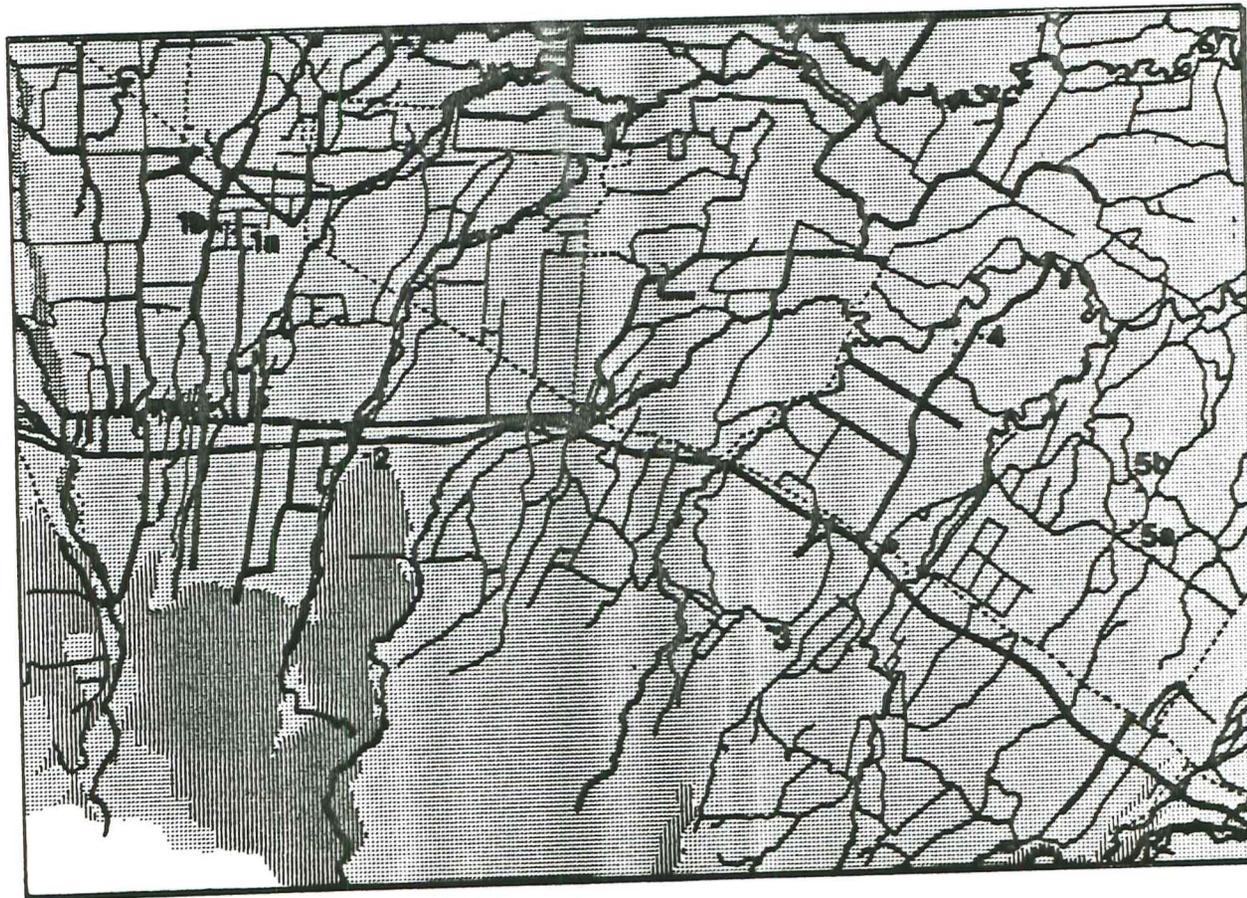
Grado de suficiencia	CULTIVOS	
	exigentes	no exigentes
1. alto	1,2,3	1,2,3,4
2. moderadamente alto	4	5,6,7
3. moderado	5,6	8
4. insuficiente	7 y 8	-

Los criterios utilizados para estimar el grado de suficiencia para los requerimientos de agua (b), oxígeno (c), labranza (d) y peligro de erosión (e) fueron:

- b. profundidad, textura y pedregosidad superficial
- c. tipo de drenaje
- d. tipo de drenaje
- e. pendiente

AREA PILOTO

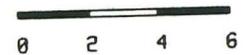
ANEXO 6A



GRADO DE SUFICIENCIA



KILOMETERS



REQUERIMIENTO DE LABRANZA DE CULTIVOS EXIGENTES Y NO EXIGENTES

AREA PILOTO

ANEXO 6B



GRADO DE SUFICIENCIA



KILOMETERS



REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES DE CULTIVOS EXIGENTES

AREA PILOTO

ANEXO 6C

13



GRADO DE SUFICIENCIA



KILOMETERS



RIESGO DE EROSION DE CULTIVOS EXIGENTES

AREA PILOTO

ANEXO 6D

14



GRADO DE SUFICIENCIA



KILOMETERS



REQUERIMIENTO DE AGUA DE CULTIVOS EXIGENTES Y NO EXIGENTES

AREA PILOTO

ANEXO 6E



GRADO DE SUFICIENCIA



KILOMETERS



REQUERIMIENTO DE OXIGENO DE CULTIVOS EXIGENTES Y NO EXIGENTES

AREA PILOTO

ANEXO 6F

16



-  MUY APTO
-  APTO
-  MODERAMENTE APTO
-  NO APTO
-  NO INFORMACION

KILOMETERS

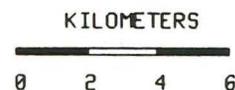
0 2 4 6

EVALUACION PARA CULTIVOS EXIGENTES

AREA PILOTO

ANEXO 7

17

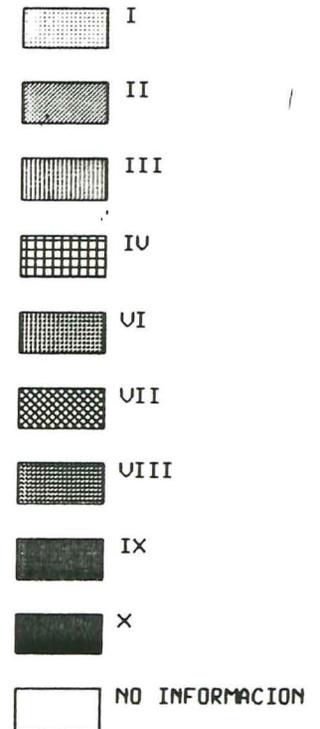


EVALUACION PARA CULTIVOS NO EXIGENTES

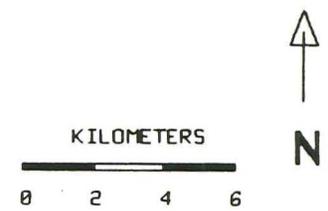
AREA PILOTO

ANEXO 8

18



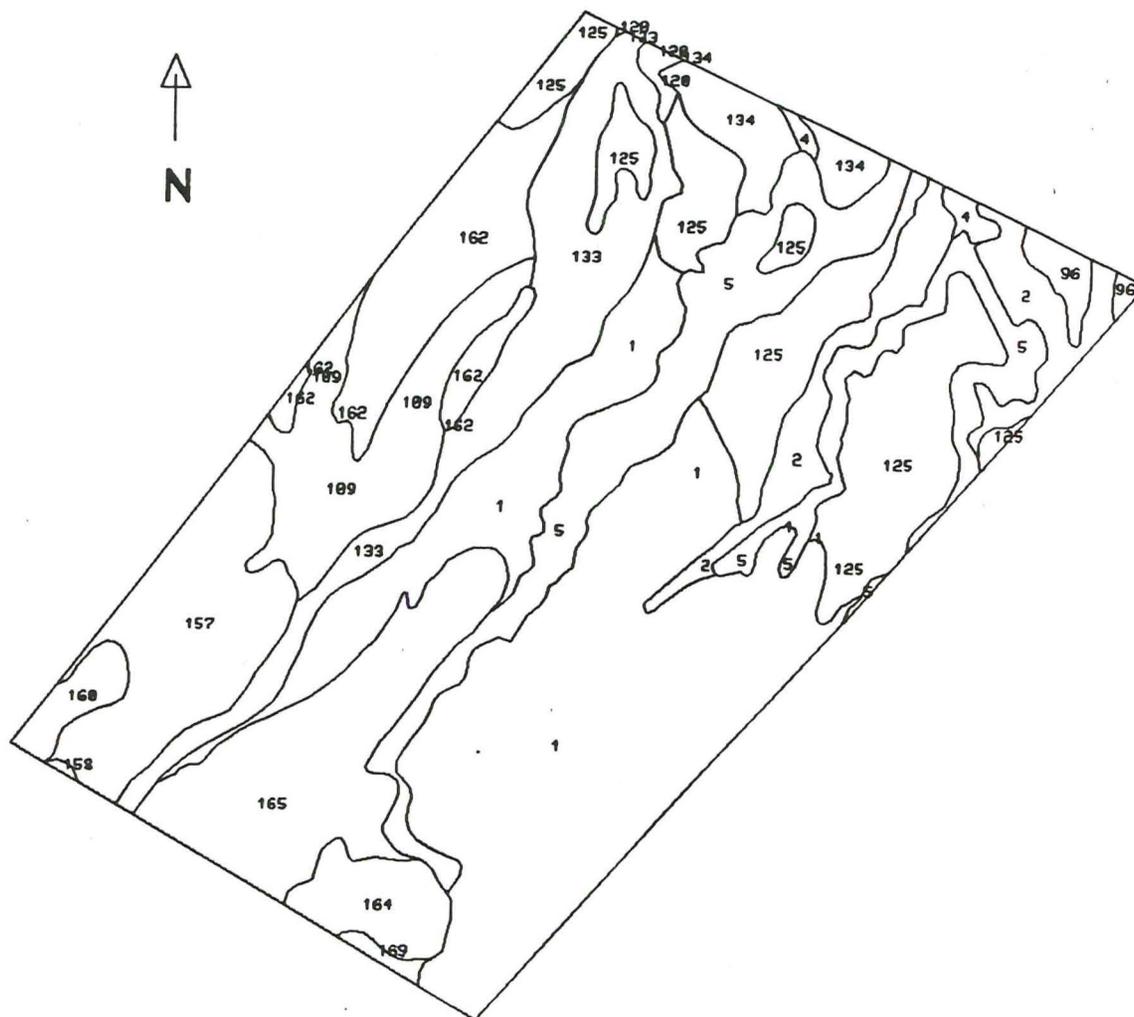
CAPACIDAD DE USO EN GENERAL



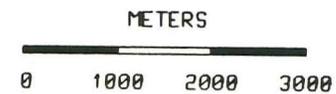
AREA DE POCORA

ANEXO 9

19



LANDSCAPE IDS
IDENTIFICADORES
DEL AREA



TABULA DE LA COMPOSICION DEL AREA

AREA	TU1	%	TU2	%	TU3	%	TU4	%	TU5	%
1	32	100	0	0	0	0	0	0	0	0
2	60	60	119	40	0	0	0	0	0	0
4	121	60	122	40	0	0	0	0	0	0
5	46	80	85	20	0	0	0	0	0	0
96	60	50	8	30	63	20	0	0	0	0
109	17	100	0	0	0	0	0	0	0	0
120	21	80	92	20	0	0	0	0	0	0
125	58	100	0	0	0	0	0	0	0	0
133	39	100	0	0	0	0	0	0	0	0
134	95	70	8	30	0	0	0	0	0	0
157	110	80	109	20	0	0	0	0	0	0
158	111	60	112	40	0	0	0	0	0	0
160	20	80	113	20	0	0	0	0	0	0
162	117	90	116	10	0	0	0	0	0	0
164	56	50	118	50	0	0	0	0	0	0
165	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0
169	125	100	0	0	0	0	0	0	0	0

AREA = identificador del área

TU1.....TU5 = identificadores de terreno

ATRIBUTOS DE INFORMACION¹

T.U.	C.T.	And	Hist	Mad	H.A.	Sub	Pro	Tex	P.D.	P.S.	CIC	Rea	S.B.	Dre	Ací	C.U.1	C.U.2	F.L.	Pot1	Pot2	S.C.
8	P122	5	0	1	8	4	1	353	0	0	3	1	1	0	3	10	10	d1d2	10	10	52
17	M12111	1	0	2	2d	2	3	232	0	2	3	1	2	4	1	2	2	s4	2	2	13
20	M12114	1	0	2	4d	1	3	133	3	2	3	1	2	4	3	3	3	s4	3	3	14
21	M12212	1	0	2	3d	4	3	232	0	0	3	1	2	4	3	2	2	s1	2	2	11
25	M12311	1	0	2	5	2	3	233	2	0	3	1	2	3	3	3	3	s1	3	3	12
32	M12323	1	0	2	7	2	3	243	1	1	3	2	2	4	3	3	4	s3	3	4	21
39	M21111	2	0	2	5	4	2	221	0	0	3	1	2	4	3	3	3	s1	3	3	11
46	M32113	3	0	2	7	4	3	232	0	0	3	1	2	3	3	3	3	d1	2c	2c	12
56	F1111	4	0	2	7	3	3	241	1	1	3	2	2	4	3	4	4	e1	4	4	24
58	F1122	4	0	2	8	2	3	241	0	0	3	2	2	4	3	4	4	s3	4	4	21
60	F1132	4	0	2	7	3	4	353	0	0	3	3	2	4	2	9	9	s3	9	9	34
63	F1143	4	0	2	8	4	5	353	0	0	2	2	2	4	2	9	9	e1s3	9	9	51
85	M31111	3	0	2	7	4	3	241	0	0	3	1	1	2	3	6	6	d1	2c	2c	12
92	M21211	2	0	2	8	4	2	221	0	0	3	1	2	4	3	3	3	s1	3	3	11
95	F1132	4	0	2	7	3	4	353	0	0	3	3	2	4	2	9	9	s3	9	9	34
109	F1131	4	0	2	8	3	4	353	0	0	3	2	2	4	3	9	9	e1	9	9	51
110	F1131	4	0	2	8	3	4	353	0	0	3	2	2	4	3	7	8	s2s3	7	8	24
111	F1121	4	0	2	7	3	3	353	0	0	3	2	2	4	3	6	6	e1s3	6	6	24
112	F1121	4	0	2	7	3	3	353	2	3	3	2	2	4	3	10	9	e1	10	9	51
113	M12114	1	0	2	4d	1	3	233	3	4	8	1	2	4	3	9	9	e1	9	9	51
116	M31113	3	0	2	7	2	3	241	1	1	3	1	2	2	3	6	6	d1	3s4	3s4	12
117	F1122	4	0	2	7	2	3	241	0	0	3	2	2	4	3	4	4	s3	4	4	21
118	F1111	4	0	2	7	3	3	241	1	2	3	2	2	4	3	9	9	e1s4	9	9	51
119	F1132	4	0	2	7	3	4	353	0	0	3	3	2	4	2	9	9	s3	9	9	31
121	A21	5	1	0	0	4	5	0	0	0	3	2	2	0	3	10	10	d1d2	10	10	52
122	P121	5	0	0	8	4	1	353	0	0	3	1	1	0	3	10	10	d1d2	10	10	52
125	M12323	1	0	2	7	2	3	243	2	2	3	2	2	4	3	3	4	s3	3	4	23

21

T.U. = Identificador de terreno
 C.T. = Código Taxonómico²
 And = Características ándicas³
 Hist = Propiedades hísticas³
 Mad = Madurez³
 H.A. = Características del hor. A³
 Sub = Tipo de substrato³
 Pro = Profundidad efectiva³

Tex = Textura del suelo³
 P.D. = Pedregosidad dentro del perfil³
 P.S. = Pedregosidad superficial³
 CIC = Cap. de intercambio de cationes³
 Rea = Reacción del suelo³
 S.B. = Saturación de bases³
 Dre = Drenaje del suelo³

Ací = Acidez³
 C.U.1 = Capacidad de uso (Zona bmh-T)⁴
 C.U.2 = Capacidad de uso (Zona bh-T)⁴
 F.L. = Factores limitantes⁴
 Pot1 = Cap. de uso potencial (bmh-T)
 Pot2 = Cap. de uso potencial (bh-T)
 S.C. = Clase de aptitud⁵

¹ La información fisiográfica se encuentra en el Anexo 11. Véase OOSTEROM et al. en este informe para la explicación de los códigos.
² ver Cuadro .
³ ver Anexo 9.
⁴ Manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. C.C.T. San José, Costa Rica. 1985.
⁵ ver Anexo 5.

ATRIBUTOS DE INFORMACION DE SUELOS

Codigo Descripción de la propiedad

A Propiedades ándicas

- 1 cumple los requisitos de los Andisoles según ICOMAND (Densidad aparente < 0.9, retención de P >85% etc. y además un pH en NaF > 10)
- 2 como 1 pero tiene retención de P entre 70 y 85 % y un alto contenido de material volcaniclastico; son suelos franco arenosos a arenosos
- 3 tiene retención de P entre 70 y 85 %, pero no tiene un pH en NaF sobre 10 y no tiene un alto contenido de material volcaniclastico: andic subgroup
- 4 su mineralogía es kandic (kaolinitica a haloisitica) con retención de P de 70-85%, con densidad aparente menor a 0.9 y un un pH en NaF inferior a 10. Andisol σ subgrupo de Andisol.
- 5 no cumple los requisitos

Y Propiedades hidricas (hydric properties)

- 1 con mas de 100 % de agua con 15 atmósfera (Hydrudands)
- 2 con 70 a 100 % de agua al 15 atmósfera (hydric subgroup)

O Propiedades hísticas (histic properties)

- 1 Cumple los requisitos de suelos organicos
- 2 tiene un histic epipedon

M Madurez

- 0 no maduro, muy alto contenido de agua
- 1 medio maduro
- 2 maduro con consistencia

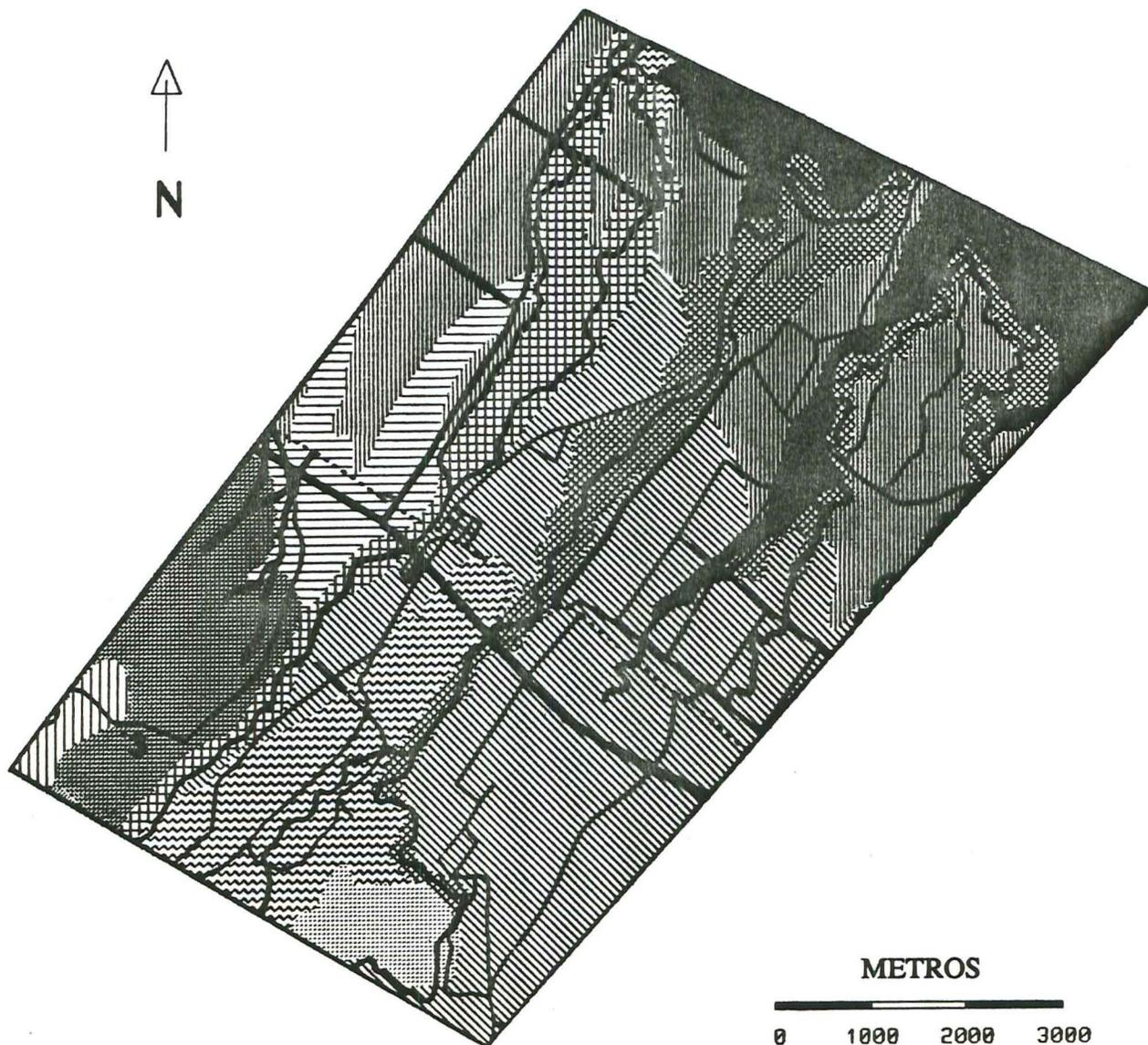
H Horizonte A, profundidad, porcentaje M.O. y color

(colores 2/1 y 2/2 son negro y colores 3/1, 3/2 y 3/3 del Munsell son pardo oscuros)

cod.	Profundidad		codigo
	30-60cm	>60cm	
1f 3f	> 11.15% M.O melanic: negro fulvic : pardo osc.	>9.35 % M.O negro: pardo osc.: pachic melanic pachic fulvic	2f 4f
1d 3d	6 - 11.15 debil mel. :negro debil fulv.:pardo osc.	5 - 9.35% negro: pardo osc.: debil pachic mel. debil pachic fulv.	2d 4d
5	1.8 - 6.0 no humic,mollic/umbric	1.8 - 5.0 pachic	
7	humic > 2.0 kg materia org. /m3		
8	ochric y menos de 2.0 kg M.O. /metro cubico		
9	ochric y además fluventic (una baja iregular en el contenido de materia organica)		

AREA DE POCORA

ANEXO 10



UNIDADES DE SUELOS

	A211		M12323
	F1111		M21111
	F1121		M32112
	F1122		
	F1131		
	F1132		
	M12111		
	M12114		
	M12211		

LEYENDA DE SUELOS DEL AREA DE POCORA

A SUELOS ORGANICOS ACUATICOS (HISTOSOLS)

- 1 poco descompuesto (Tropofibrists)
- 2 moderadamente descompuesto (Tropohemists)
 - 2.1 Suelo Turba hemica
 - 1. fase eutrofica

M SUELOS MINERALES CON UNA MODERADA ALTERACION DE LA ROCA O LOS SEDIMENTOS Y POCO LIXIVIADOS (ANDISOLS, INCEPTISOLS Y MOLLISOLS)

- 1 con características ándicas bien desarrolladas (Andisols)
 - 1.1 imperfectamente a pobrememente drenados y con menos de 100% de agua a 15 bar (Aquands y aquic Udands, excepto los Hydrudands)
 - 1.2 moderadamente bien a bien drenados y con menos de 100% de agua a 15 bar (Udands, excepto los Hydrudands)
 - 1.2.1 con un A pardo oscuro a negro de mas de 60 cm
 - 1.2.1.1 franco a franco arenoso de reacción no_ácida (pH >5.5)
 - 1. suelo Corinto, profundo sobre un substrato cementado, con un A negro hasta un metro sobre un B pardo amarillento (Pachic Melanudands)
 - 4. suelo Las Delicias, profundo sobre roca, con un A pardo muy oscuro pedregoso sobre un B pardo muy pedregoso (Pachic Fulvudands)
 - 1.2.2 con un A negro a pardo oscuro de 30 a 60 cm
 - 1.2.2.1 franco a franco arenoso de reacción no_ácida (pH >5.5), (Eutric Hapludands)
 - 1. suelo Los Diamantes, moderadamente profundo a profundo sobre arena suelta, con un A pardo muy oscuro sobre un B franco pardo amarillento oscuro (Eutric Hapludands) con fases pedregosas y muy pedregosas
 - 1.2.3 con un A menos oscuro o profundo
 - 1.2.3.1 francoso de reacción no_ácida (pH >5.5)
 - 1.2.3.2 franco a franco arcilloso de reacción ácida
 - 3. suelo Alegría, moderadamente profundo franco limoso con un Bw pardo sobre material cementado (Typic Hapludands)

5. suelo Macadamia, moderadamente profundo franco arcillo limoso sobre un Bw pardo sobre brechas de lava (Typic Hapludands)
- 2 con algunas características ándicas y un alto contenido de arena volcániclastica (pseudo Vitrudands)
- 2.1 moderadamente bien a bien drenados
 - 2.1.1 con un A pardo oscuro de mas de 30 cm
 - 2.1.1.1 franco arenosos de reacción no_ácida

1. suelo Dos Novillos, moderadamente profundo sobre arena y grava

3 con características ándicas moderadamente desarrolladas (Andic subgroup)

- 3.1 imperfectamente a pobremente drenados

- 3.2 moderadamente bien a bien drenados

- 3.2.1 sin un A pardo oscuro o profundo

- 3.2.1.1 franco arcilloso a franco arcillo limoso, de reacción no_ácida

2. suelo Destierro, profundo franco arcilloso con un Bw pardo con moteados anaranjados sobre un substratum franco arcilloso a veces con grava y piedras (Andic Eutropepts)

4 sin características andicas

F SUELOS MINERALES ARCILLOSOS, LIXIVIADOS, CON UNA FUERTE ALTERACION DE LA ROCA O LOS SEDIMENTOS (ALIC HAPLUDANDS, HUMITROPEPTS Y DYSTROPEPTS)

1 con características ándicas moderadas a fuertes

- 1.1 bien drenados

- 1.1.1 con grava y piedra poco meteorizada dentro de los primeros 50 cms, de reacción neutral a ácida (Andic Humitropepts)

1. suelo Lagunillas, profundo con un AB pardo oscuro, franco arcilloso sobre lava

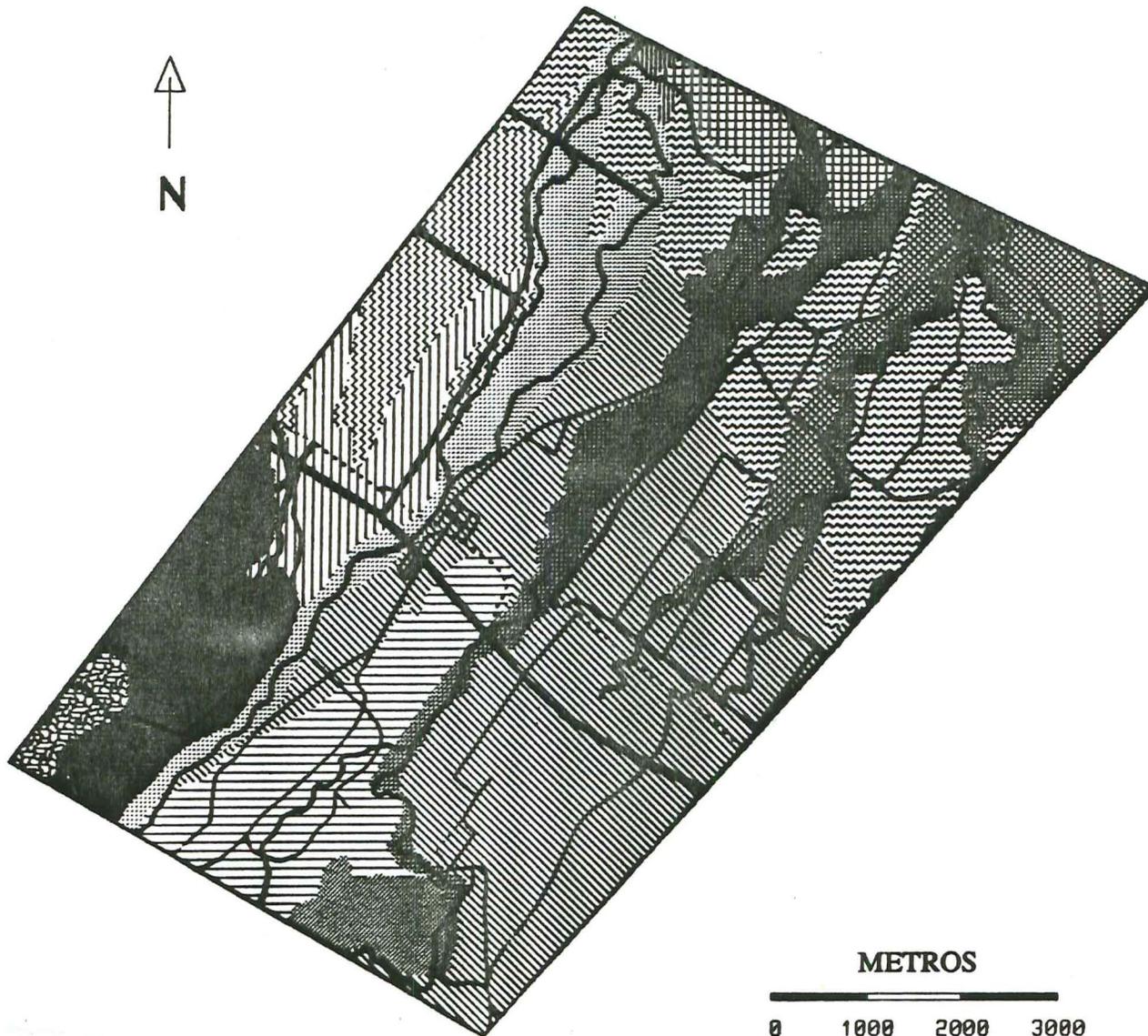
- 1.1.2 con piedras y sedimentos poco meteorizados a menos de 100 cms de profundidad, de reacción ácida (Andic Humitropepts)

1. suelo Lomas de Sierpe, moderadamente profundo a profundo sobre brechas de lava

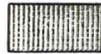
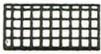
2. suelo Milano, moderadamente profundo, franco arcilloso a arcilloso pardo oscuro sobre brechas y areniscas

AREA DE POCORA

ANEXO 11



UNIDADES FISIOGRAFICAS

	PF3FI1		PV3SR1
	PF4FI1		PV3UB1
	PF5FI2		UA4LP3
	PF6FI1		UA5LP3
	PF6FbP2		UA6LP3
	PF7FP3		UA7LP3
	PF7FP4		
	P01FB1		
	PU2FF1		

METROS

0 1000 2000 3000