

Ito, Nobuyuki, Makoto Kimura, Takeshi Watanabe y Shione Shibata
2012 Reconstrucción de la agricultura prehispánica en El Salvador anterior a la erupción volcánica, a través del análisis de suelos. En XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011 (editado por B. Arroyo, L. Paiz, y H. Mejía), pp. 767-775. Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia y Asociación Tikal, Guatemala (versión digital).

65

RECONSTRUCCIÓN DE LA AGRICULTURA PREHISPÁNICA EN EL SALVADOR ANTERIOR A LA ERUPCIÓN VOLCÁNICA, A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE SUELOS

*Nobuyuki Ito
Makoto Kimura
Takeshi Watanabe
Shione Shibata*

PALABRAS CLAVE

El Salvador, Ilopango, Joya del Cerán, Cerrón Grande, agricultura, milpa

ABSTRACT

This study is the result of an analysis of soil from pre-Columbian milpas or raised fields located under the volcanic tephra of Ilopango at the archaeological site of Diego de Olguin. This investigation was undertaken to show the fundamental value in reconstructing the history of the prehispanic agriculture. The crops broke down into three types, C3, C4 and CAM. The milpa were variable in the population of stable isotopes of C^{12} and C^{13} , depending on the types of crops.

INTRODUCCIÓN

En la República de El Salvador se han realizado hallazgos arqueológicos substanciales relacionados con las prácticas de agricultura prehispánica en diversos sitios arqueológicos (Figura 1). Ejemplo de lo anterior es el sitio arqueológico Joya del Cerén, en el cual se encontraron muy bien conservados surcos de milpas correspondientes al periodo Clásico Tardío, así como cultivos de maíz, frijoles, chiles, maguey, cacao, yuca y otros (Sheets 2002).

Por otra parte, en el sitio de Cerrón Grande y debajo de la capa de ceniza volcánica del Ilopango, también conocida como Tierra Blanca Joven (T.B.J.), se reportaron surcos de un periodo más temprano que el de Joya del Cerén, aunque no se informó que tipo de plantas se cultivaron ahí. De igual forma, en el área de Casa Blanca, Chalchuapa se localizaron huellas de zanjas de cultivo en la parte donde se asienta el "Gran Basamento".

En el sitio Los Naranjos, Honduras, que se ubica en la zona marginal del Lago Yojoa, se investigó la posibilidad de localizar evidencia de agricultura intensiva, considerando como evidencia comparativa su ubicación y condición similar a las chinampas de la Cuenca de México, situación que podría haber sido aprovechada para la aplicación de este tipo de tecnología de cultivo.

En Diego de Olguín, San Salvador, desde hace unos años dio inicio la construcción de nuevas carreteras. Como resultado de este proceso, se cortaron algunas lomas y ciertos terrenos. En dichos cortes se evidenciaron surcos debajo de la T.B.J.

El humus se constituye por una capa de tierra fértil de color oscuro, la cual se forma a través de los residuos y descomposición de plantas originarias que se desarrollan y mueren en la superficie. Por esta razón, el valor de $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ del suelo es variable, dependiendo del tipo de plantas que crecieron en el pasado. El suelo formado por plantas C4 muestra más alto valor de $\delta^{13}\text{C}$ que el de plantas C3. Cuando las plantas C4 crecen continuamente, el valor de $\delta^{13}\text{C}$ del suelo se incrementa por el tiempo. Si el suelo presenta un alto valor de $\delta^{13}\text{C}$, indica que las plantas C4 pudiesen haber crecido por cierto tiempo en el campo o la milpa.

De esta forma fue que en los surcos abajo de la ceniza volcánica de Ilopango dio inicio la investigación de la agricultura prehispánica a través del reconocimiento del suelo, no obstante que no se ha encontrado a la fecha, ningún resto vegetal del cultivo, como semillas, hojas o tallos.

POLEN DE CASA BLANCA, CHALCHUAPA

En el área de Casa Blanca, Chalchuapa, se tomaron algunas muestras de tierra para analizar la flora o los cultivos existentes antes de la erupción volcánica del Ilopango (Figura 2). Se realizó la flotación de tierra de la capa correspondiente a los surcos sin localizar semillas de ninguna especie de plantas. También se realizó el análisis de polen y en términos generales se puede decir que la cantidad de palinomorfos recuperada fue muy baja, por lo que aún no es posible discernir en ningún tipo de interpretación, aunque se encontraron algunas partículas de planta. El estrato 5, correspondiente a la capa donde se encontraron los surcos prehispánicos, se localizó un grano que podría ser de *Zea mays* (Xelhuantzi López 2010); sin embargo, no se puede decir con ninguna certeza que allí se cultivó maíz.

SURCOS PREHISPÁNICOS

En toda Mesoamérica se reportan surcos de milpa prehispánicos. Ejemplos de ello se muestran en el Centro de México, principalmente en el sitio arqueológico de Tetimpa, en Puebla, en el que reportan el hallazgo de agricultura prehispánica abajo de la capa volcánica (Plunket y Uruñuela 1998). Sitios comparativamente similares se localizan en El Salvador, como lo son Cerrón Grande, Chalchuapa, Antiguo Cuscatlán y Diego de Olguín.

En el sitio Cerrón Grande, abajo de la capa de ceniza volcánica de T.B.J., se localizaron surcos con un ancho de 1.00 m aproximadamente sin reportar el tipo de cultivo prehispánico (Earnest 1976). En el Antiguo Cuscatlán, hallaron varios surcos en diferentes niveles estratigráficos. Abajo de la ceniza volcánica de T.B.J., las cunetas tienen un ancho de 0.61-1.47 m con un promedio de 0.996 m y no se reportó ningún hallazgo de cultivos. Más abajo se encontró una capa de tefra de Cuzcatán, la cual podría provenir del cráter de Plan de La Laguna. Por el estudio de los materiales arqueológicos se fechó como de la fase Colos de Chalchuapa, entre 900 y 650 AC. Abajo de esta capa de tefra, se encontraron unos surcos con una anchura de 0.676 m entre los surcos. El suelo de surcos es rojizo y arcilloso muy meteorizado. También en la zanja se encontró un macrofósil de hoja de maíz, el cual tiene un fechamiento de 820 AC ($1\sigma = 895\text{-}800\text{ AC}$) (Amalori 1999).

En los sitios arqueológicos de Chalchuapa y Diego de Olguín se han encontrado unos surcos prehispánicos abajo de T.B.J. sin ninguna evidencia del cultivo.

ANÁLISIS DE SUELO

LAS PLANTAS DE C3, C4 Y CAM

Según los tipos de fotosíntesis, las plantas pueden dividirse en tres tipos: C3, C4 y CAM. Las plantas del tipo CAM fueron excluidas del análisis, ya que las de CAM representan cactáceas. Los ciclos de Calvin-Benson o fase de fijación del CO₂ de la fotosíntesis de las plantas C3 y C4 son diferentes. Entre las plantas C3, se obtiene la ecuación ajustada de la reacción: Ribulosa -1,5- bisfosfato + CO₂ → 3- ácido fosfoglicérico para fijar el CO₂. La reacción de las plantas C4 es: Ácido fosfoenolpirúvico + CO₂ → ácido oxaloacético.

Sin embargo en la atmósfera hay dos tipos de carbón, como ¹²CO₂ y ¹³CO₂. El porcentaje de ¹²CO₂ es 98.89 % y ¹³CO₂ 1.11%. Y ¹³CO₂/¹²CO₂=0.011225 (Figura 3). La planta fija CO₂, tomando más ¹²CO₂ de peso menor que ¹³CO₂ de peso mayor. Y la proporción de ¹³CO₂/¹²CO₂ se reduce. También las proporciones de las fases de fijación del CO₂ de las plantas C3 y C4 son diferentes (Figura 4). La proporción de fijación del ¹³CO₂/¹²CO₂ de C3 es 0.010933, mientras la de C4 0.011102. La planta de C4 tiene más ¹³C que la de C3. Los orgánicos de suelo provienen de plantas muertas que se descompusieron y condensaron poliméricamente. Y la proporción de ¹³CO₂/¹²CO₂ está afectada por la de las plantas originales.

En este estudio se mide la proporción de ¹³CO₂/¹²CO₂ en el suelo del surco prehispánico para identificar el tipo de planta que cultivaba en la época prehispánica. La proporción de ¹³C/¹²C en la muestra es R_{sam}. Y R_{ref} es la proporción de ¹³C/¹²C en fósil director de Pee Dee Belemnite. El valor de la proporción es $\delta^{13}C(\text{‰}) = (R_{\text{sam}}/R_{\text{ref}} - 1) \times 1000$.

En la Figura 5 se muestran los valores de varias plantas en Ibadan, Nigeria. El valor de la planta C3 se ubica entre -25.8 y -29.9‰, mientras el de C4 entre -10.0 y -14.3‰. Figura 6 presenta un estudio de Australia. Se muestra la diferencia de valor de $\delta^{13}C(\text{‰})$ entre varios terrenos, como sabana, selva monzónica y pradera. Figura 7 se presenta un estudio de Francia. Se sacaron varias muestras de suelo con dos profundidades de 0-0.30 m y de 0.30-0.40 m en la milpa de maíz, la cual se deforestó y preparó para el cultivo. Las muestras de suelo se cernieron con tamices de varios tamaños antes del análisis. Para comparar los valores del suelo de milpa, se midieron las muestras de suelo de terreno forestal en sus cercanías. En la milpa de maíz el valor de $\delta^{13}C$ se aumentó distinguidamente entre -26 y -12 ‰ más que en el terreno forestal. Así el análisis de $\delta^{13}C$ de suelo es muy efectivo para identificar el cultivo prehispánico entre las plantas de C3 y C4.

DIEGO DE OLGUÍN

En el corte de que se ha hecho por la construcción de la carretera en Diego de Holguín se encontraron unos surcos prehispánicos abajo de la capa de ceniza volcánica de T.B.J. Los surcos tienen forma ondulada. Entre los surcos miden un ancho de 0.89 m, el cual se encuentra en la milpa actual. Abajo de la capa gruesa de ceniza volcánica, se encuentra una capa correspondiente al surco con una superficie de los surcos que consiste de la tierra amarillenta o grisácea, lo cual indica que sedimentaron por un tiempo suficiente y largo de cultivación. Sobre los surcos, se depositó flujo piroclástico de un grosor de 0.20 m. Gracias a esta capa volcánica, se mantenían los característicos de la tierra de surco hasta la construcción moderna.

En la capa de los surcos se sacaron muestras de suelo de surco y de una profundidad de 0.40 m más abajo del surco, para el análisis a realizar entre los años de 2007 y 2009. Por el analizador de masa de isótopos estables (DELTA Plus-NC2500, Thermo Finnegan, San Jose, CA, USA), se midieron los valores de $\delta^{13}C(\text{‰})$ de cada muestra de suelo (Figura 8).

La muestra del surco contiene 6.8-24.5 g/kg de carbón, mientras la de 0.40 m de profundidad tiene solo 1.8-10.2 g/kg. Se deduce que se sedimentó una cantidad de materia orgánica por la agricultura. El valor de $\delta^{13}C(\text{‰})$ de surco es entre -13.61 y -15.23 ‰. El valor de $\delta^{13}C$ de 0.40 m de

profundidad se encuentra entre -15.51 y -19.04 ‰ más bajo que lo de surco, el cual se deduce que se cultivaba la planta de C4.

LOS NARANJOS, HONDURAS

En Los Naranjos, Honduras, se encuentra una zona pantanosa de donde se sacaron unas muestras de tierra la cual fue analizada a través del analizador de masa de isótopos estables para aclarar la posibilidad de una práctica de agricultura en la zona pantanosa.

En Mesoamérica, se utilizaron las Chinampas como un tipo de agricultura prehispánica en la zona pantanosa. En Xochimilco, México, para mantener la fertilidad de la milpa se sacaba una gran cantidad de plantas acuáticas y de lodo que se sedimentaba en el fondo del canal. Si se hubiera practicado este tipo de agricultura, la materia orgánica del suelo podría provenir de la planta acuática o de la planta C3. Pero resulta que la proporción de los cultivos en el suelo es muy baja. Por esta razón, no dependiendo del cultivo de C3 o C4, la materia orgánica del suelo proviene de la planta acuática que se utilizaba para fertilizante. La planta acuática tiene -24.68 ‰ de valor de $\delta^{13}C$.

En la zona pantanosa del lago Yojoa se realizó una excavación por medio de una cala de prueba, llamada Pozo 2 (Figura 9). Abajo de la capa superficial de tierra café clara, se encontraron dos capas más. El estrato inmediato de la capa superficial es de tierra blanca. Más abajo se encontró otra capa de tierra café oscura. Sin embargo bajando la segunda capa de tierra café oscura se localizó el manto freático, por lo cual concluyó la investigación arqueológica en la zona pantanosa de Los Naranjos, sacando dos muestras de suelo de cada estrato para un análisis posterior.

La muestra del estrato superior de tierra blanca contiene 3.74 g/kg de carbón. El valor de $\delta^{13}C$ es -13.17‰, y la del inferior contiene 11.66 g/kg y el de $\delta^{13}C$ es -24.68 ‰ (Figura 8). Hay diferencia entre los dos estratos superior e inferior. El estrato tiene una cantidad considerable de residuos provenientes de planta C4. Sin embargo, el estrato inferior de la alta proporción de materia orgánica no puede indicar que tipo de planta contenía, sin embargo podría deducirse la práctica de algún tipo de agricultura.

CONCLUSIÓN

Se ha realizado el análisis de valor de $\delta^{13}C$ a través del analizador de masa de isótopos estables para identificar los cultivos de la época anterior a la erupción volcánica del Ilopango, ya que no se ha encontrado ningún material de flora o de cultivo. Por análisis de valor de $\delta^{13}C$, se puede decir que se cultivaba plantas del tipo C4 en la milpa de Diego de Olguín, aunque no fue posible identificar la especie de la planta C4 por falta de información.

Sin embargo, en Los Naranjos, se infiere la posibilidad de una práctica de agricultura en la zona pantanosa, como las Chinampas. A través de este análisis se muestra que dentro del suelo se acumula materia orgánica o carbón que proviene de las plantas desarrolladas o muertas en su lugar, o de plantas acuáticas o de cultivo o de plantas del tipo C3.

Dependiendo de la planta, se muestra el valor de $\delta^{13}C$ de suelo. Por este valor mismo se reconoce el tipo de la planta que se cultivaba o utilizaba para fertilizante. Finalmente será necesario reconocer la agricultura actual y prehispánica para estar al tanto que tipo de restos de plantas se quedan en la milpa después de la cosecha para confirmar el valor de $\delta^{13}C$ de tierra de los surcos.

REFERENCIAS

Amaroli, P. y Robert D.

- 1999 Milpas prehispánicas en El Salvador. En XII *Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, 1998 (editado por J. P. Laporte, et al), pp.562-572. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Balesdent, J. y A. Mariotti

- 1987 Natural ^{13}C Abundance as a Tracer for Studies of Soil Organic Matter Dynamics. *Soil Biology and Biochemistry* 19(1):25-30. Amsterdam.

Bird, M. I. y P. Pousai

- 1997 Variations of $\delta^{13}\text{C}$ in the surface soil organic carbon pool. *Global Biogeochemical Cycles* 11 (3): 313-322. Washington.

Diels, J., B. Vanlauwe, N. Sanginga, E. Coolen y R. Merckx

- 2001 Temporal variations in plant $\delta^{13}\text{C}$ values and implications for using the ^{13}C technique in long-term soil organic matter studies. *Soil Biology and Biochemistry* 33(9):1245-1251. Washington.

Earnest, H. H, Jr.

- 1976 Investigaciones efectuadas por el proyecto no. 1, programa de rescate arqueológico Cerron Grande, en la hacienda Santa Barbara, depto. de Chalatenango. *Anales del Museo Nacional "David J. Guzmán"* 49: 57-67. San Salvador.

Ito, Nobuyuki (ed.)

- 2010 Casa Blanca, Chalchuapa. Universidad Tecnológica de El Salvador, San Salvador.

Plunket, P. y G. Uruñuela

- 1998 Preclassic Household Patterns Preserved under Volcanic Ash at Tetimpa, Puebla, Mexico. *Latin American Antiquity* 9 (4):pp. 287-309. Washington.

Sheets, P.

- 2002 Before the Volcanic Erupted: The Ancient Cerén Village in Central America. University of Texas Press, Austin.

NOTA DE EDICIÓN: La calidad de las ilustraciones, es debido a que el autor no respetó los lineamientos requeridos.

	^{12}C (%)	^{13}C (%)	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (R)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Atmósfera	98.89	1.11	0.011225	-1.07
Planta C3	98.92	1.08	0.010933	-27.07
Planta C4	98.90	1.10	0.011102	-12.03
PeeDee Belemnite (Fósil director)	98.889	1.111	0.011237 (R_{ref})	0

Figura 3 Abundancia natural de ^{13}C por $\delta^{13}\text{C}\%$ (Diels et al. 2001)

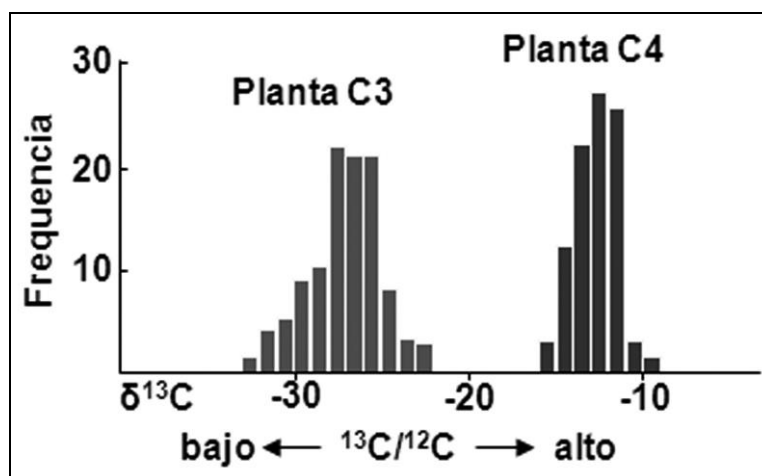


Figura 4 Abundancia natural de $\delta^{13}\text{C}\%$ de las plantas de C3 y C4

Species	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
<i>Nelsonia canescens</i> (Lam.) Spreng.	-25.8
<i>Physalis angulata</i> Linn.	-26.4
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	-26.7
<i>Cochlospermum olitorius</i> Linn.	-26.8
<i>Physalis micrantha</i> Linn.	-27.0
<i>Oldenlandia corymbosa</i> Linn.	-27.4
<i>Lindernia</i> sp. Allioni	-27.9
<i>Acalypha fimbriata</i> Schum. & Thonn.	-27.9
<i>Commelina benghalensis</i> L.	-28.0
<i>Celosia leptostachya</i> Benth.	-28.2
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & Robinson	-28.2
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f. subsp. <i>diffusa</i> J.K. Morton	-28.3
<i>Laportea aestuans</i> (Linn.) Chew.	-28.3
<i>Euphorbia heterophylla</i> Linn.	-28.4
<i>Vernonia cinerea</i> (Linn.) Less.	-28.4
<i>Tridax procumbens</i> Linn.	-28.5
<i>Spermacoce ocymoides</i> Burm. f.	-28.5
<i>Antiaris africana</i> Engl.	-28.6
<i>Synedrella nodiflora</i> Gaertn.	-28.6
<i>Ageratum conyzoides</i> Linn.	-28.7
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	-28.7
<i>Solenostemon monostachyus</i> (P. Beauv.) Brig. subsp. <i>monostachyus</i>	-28.8
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	-28.9
<i>Desmodium scorpiurus</i> (Sw.) Desv.	-29.1
<i>Gloriosa superba</i> Linn.	-29.1
<i>Phyllanthus amarus</i> Schum. & Thonn.	-29.2
<i>Passiflora foetida</i> Linn.	-29.2
<i>Cleome rutidosperma</i> DC.	-29.4
<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	-29.7
<i>Desmodium triflorum</i> Linn. DC.	-29.9
Mean C ₃ species	-28.3
<i>Cyperus rotundus</i> Linn.	-10.0
<i>Kyllinga bulbosa</i> Beauv.	-10.4
<i>Paspalum scrobiculatum</i> Linn.	-10.7
<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth	-11.0
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	-11.2
<i>Eragrostis ciliaris</i> (Linn.) R. Br.	-11.3
<i>Mariaca alternifolius</i> Vahl	-12.4
<i>Cynodon dactylon</i> (Linn.) Pers.	-12.4
<i>Eleusine indica</i> Gaertn.	-12.5
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (Linn.) P. Beauv.	-12.8
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	-12.9
<i>Portulaca oleracea</i> Linn.	-13.5
<i>Amaranthus viridis</i> Linn.	-13.5
<i>Boerhavia erecta</i> Linn.	-13.5
<i>Euphorbia hirta</i> Linn.	-13.7
<i>Chloris pilosa</i> Schumach.	-14.3
Mean C ₄ species	-12.2

Ibadan, SW Nigeria (7° 30' N, 3° 54' E)

Figura 5 Valores de $\delta^{13}\text{C}\%$ de C3 y C4 en plantas (Diels et al. 2001)

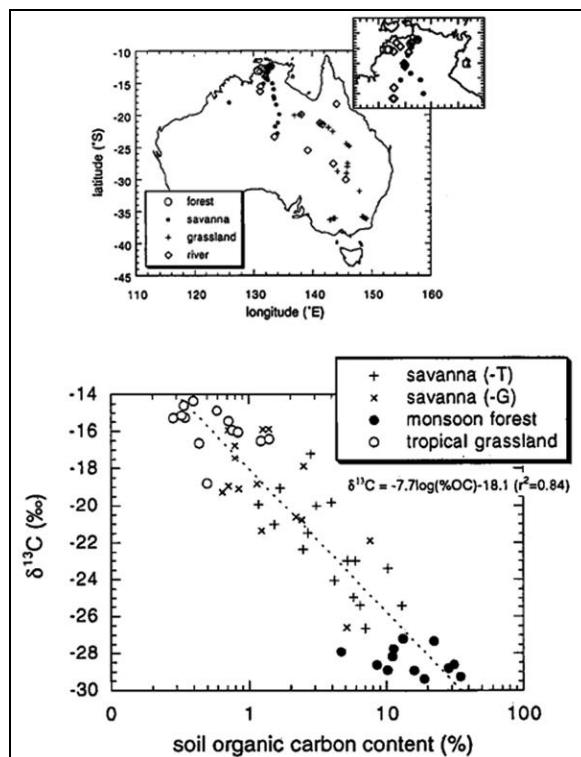


Figura 6 Carbón orgánico de suelo superficial (S.O.C.) y valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Bird y Pousi 1997)

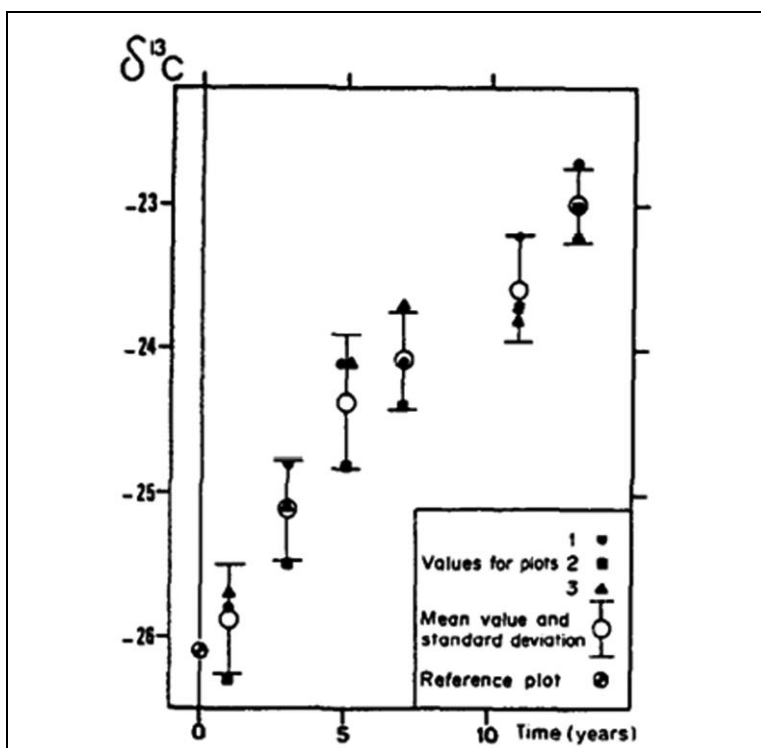


Figura 7 Maíz (Planta C4) en suroeste de Francia (Balesdent y Mariotti 1987)

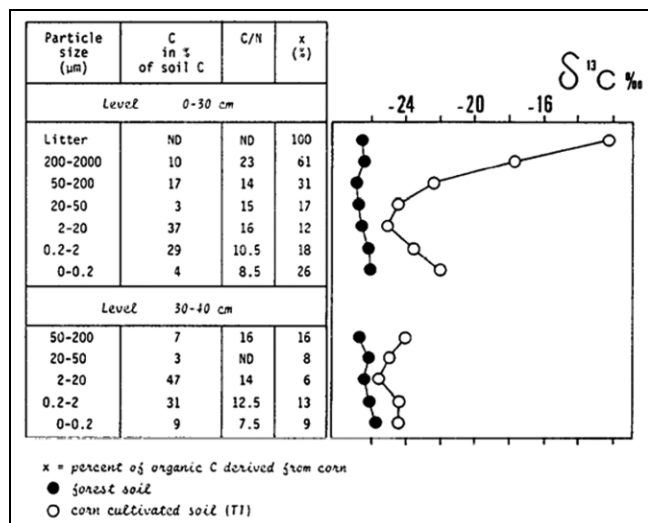


Figura 8 Valores de $\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$ en Diego de Olguin y Los Naranjos.

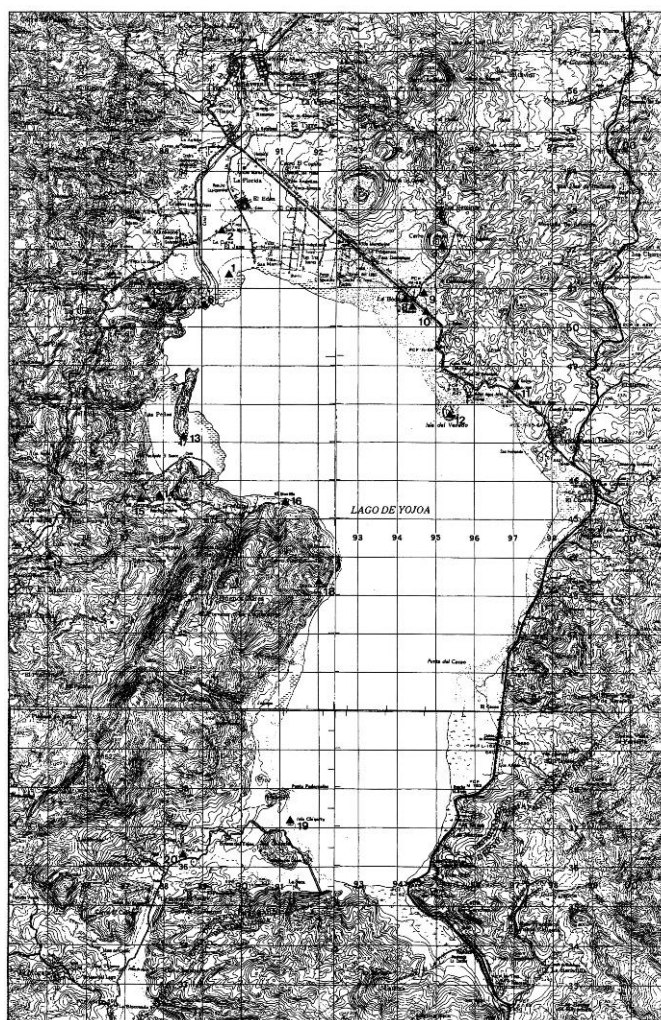


Figura 9 Ubicación del Pozo 2 de Los Naranjos y los sitios arqueológicos del Lago de Yojoa.