

# INFORME PARCIAL DE PROYECTO

## TÍTULO

*“Efecto del uso de los sedimentos de embalses en la cuenca del río Cauto combinados con materiales orgánicos en producciones agrícolas de bajo insumo”*

**Código: P211LH005-021**

## INSTITUCIÓN

**INSTITUTO DE SUELOS**

## PERÍODO DE EJECUCIÓN

**2016-2018**

**Colectivo de autores:**

PARTICIPANTES	GRADO DE PARTICIPACIÓN	INSTITUCIÓN
Teresa Fraser Gálvez	40%	Instituto de Suelos
Clara Garcia Ramos	10%	Instituto de Suelos
Francisco Martinez Rodríguez	10%	Instituto de Suelos
Delsi Naimi Molina Galardis	10%	Instituto de Suelos
Orlando Laiz Averhoff	10%	INRH
Ernesto Flores Valdés	20%	INRH
Teresa Forbes López	10%	Instituto de Suelos
Andrés Portal Casanova	10%	INRH
Osmar Ponce de León Cruz	10%	IS Las Tunas
Ángela Niurka Greagh Guibert	10%	IS Guantánamo
Walter Ortiz Montero	10%	IS Holguín
Yoandri Marín Montano	10%	IS Granma
María Marilin Morell Ramírez	15%	IS Camagüey
Griselda Despaigne Hurtado	10%	IS Santiago de Cuba
Alcides Lorie Fong	10%	IAgric Guantánamo
Reynaldo Cun	15%	iAgric
Daniel Balmaceda Hernández	10%	INIFAT
Andrés Fuente	15%	Instituto de Suelos
Jessie De Los Ángeles Castillo	10%	Instituto de Suelos

**OBJETIVO GENERAL**

Determinar la factibilidad de uso agrícola de los sedimentos en los cinco (5) embalses de la cuenca del Río Cauto en sistemas agrícolas de bajo insumo.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- I. **CARACTERIZAR LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, FÍSICA Y BIOLÓGICA DE LOS SEDIMENTOS EXTRAÍDOS EN LOS CINCO (5) EMBALSES DE LA CUENCA DEL RÍO CAUTO, ASÍ COMO LOS MATERIALES ORGÁNICOS (CASCARILLA DE ARROZ, COMPOST DE ESTIÉRCOL VACUNO Y CACHAZA) A UTILIZAR EN LAS MEZCLAS.**

Se tomaron muestras de sedimentos de los embalses: del Cautillo, Manicaragua, Cauto el Paso, Batalla de Guisa, Rincón, Chimbi y Playuela y se enviaron al laboratorio de Guantánamo, Camagüey, Pinar del Río, CIQ e iAgric para su caracterización química y física. Caracterización Física (Textura, Arena, Limo, Arcilla y Superficie específica) y densidad aparente, estructura y compactación de los sedimentos) y Caracterización química (pH, CE, C, N P, K, Ca, Mg MO, y Na, Metales Pesados (Pb, Zn, Cu, Mg, Ni). Se debe señalar que el equipo de absorción atómica del laboratorio de Guantánamo está roto por lo que se verán afectados algunos análisis. (Anexo 2).

Durante el recorrido por las zonas de trabajo se realizó el estudio geotécnico y una caracterización física visual del área observando el tipo de relieve y los afloramientos, con el objetivo fundamental de aclarar la naturaleza geológica, el estado físico de los suelos, la caracterización de los sedimentos en los embalses y el

aprovechamiento posterior de los mismos, coleccionar la mayor cantidad de muestras posibles y obtener mayor información de los tipos de sedimentos y sus características para un mejor uso de estos. (Anexo 1)

## **II. ESTABLECER LAS MEZCLAS FÍSICAS MÁS ADECUADAS DE LOS SEDIMENTOS CON MATERIALES ORGÁNICOS (CASCARILLA DE ARROZ, COMPOST DE ESTIÉRCOL VACUNO Y CACHAZA) PARA SATISFACER LAS DEMANDAS DE LOS CULTIVOS DE BAJO INSUMO.**

Para las formulaciones se coordinó con las provincias como se expresa en el informe técnico, de acuerdo a la existencia de materiales orgánicos en cada región, así como se orientó las diferentes fórmulas o tratamientos a estudiar con los cultivos que se siembran en los organopónicos seleccionados, dando a conocer la importancia de tener en cuenta la composición química, física y biológica de estos materiales y las necesidades de los cultivos a estudiar y evaluar el comportamiento agrícola, mediante pruebas vegetativas de las mezclas en los sistemas de cultivos de bajo insumo como las hortalizas entre otras.

No se ha podido concluir las mezclas debido a la imposibilidad de extracción de los sedimentos, por a la cantidad de agua que recibieron los embalses a causa de las altas precipitaciones, no obstante, en la provincia de Santiago de Cuba se realizó un ensayo con sedimentos del embalse Gilbert mezclados con compost y humus de lombriz porque son los materiales orgánicos con lo que cuenta la provincia, en condiciones de organopónico, empleando como referencias para la cantidad de sedimentos bolsas de 50kg (2bolsas=50%, 3bolsas=75%, 4bolsas=100%esparcidas en 2m<sup>2</sup>) con los siguientes tratamientos: TESTIGOS; 50%suelo+50% humus y 50%suelo+50% compost; SEDIMENTO; 100% de sedimento HUMUS DE LOMBRIZ; 50%sedimento+50%humus y 75%sedimento+25%humus;COMPOST;50%sedimento+50%compost y 75%sedimento+25% compost, los cultivos evaluados agrónomicamente fueron lechuga, habichuela y pepino, tomando para el rendimiento el promedio de 5,10 y 10 plantas por metros cuadrados respectivamente, los cuales fueron evaluados mediante el análisis estadístico a todos las variantes utilizándose el programa estadístico MSTAT-C, la comparación de medias entre las variantes, se realizó empleando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de significación (Duncan, 1954).

En la provincia de Las Tunas con sedimentos del embalse SABANILLA ubicado en la CCS Cuba-VA del municipio Majibacoa se montó otro ensayo con sedimentos combinados con compost y el cultivo de la remolacha.

Se tomaron muestras de Sedimentos para ser caracterizada por los laboratorios de Suelos y CIQ y una muestra para análisis físico en el laboratorio de Suelos de Camagüey.

Se llevaron al organopónico de tapado LOS PINOS ubicado en el poblado de LA PARRA, municipio Majibacoa, Las Tunas. Se tomó un cantero de 20m y se dividió en 4 partes de 5m cada una, se obtuvo una muestra para ser analizada en el laboratorio de Suelos.

## **III. DETERMINAR LA FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LA APLICACIÓN DE ESTAS MEZCLAS PARA SISTEMAS DE CULTIVOS DE BAJO INSUMO.**

La determinación de los indicadores costo/beneficio en cada cosecha, se tomó el peso de la hortaliza por parcela en kg.m<sup>-2</sup> y para el análisis económico se consideró el precio aproximado de venta de los productos (\$5.00/kg). En el caso del costo del material (\$/kg) de acuerdo a los precios vigentes en moneda nacional; para la transportación se estimó en base a \$100.00 el viaje de 4t/10 km de radio y la aplicación a \$3.00/cantero de 20m.

El análisis económico derivado de los resultados se muestra en las tablas 2 ,3 y 4 el beneficio que se alcanza en el organopónicos y que se debe a que los precios de los abonos orgánicos no son muy baratos, al igual que los costos de transportación y aplicación, también las dosis que se recomiendan por metro cuadrado son medios y sin embargo los rendimientos se incrementan con respecto a la no aplicación, justificándose de esta forma el beneficio alcanzado en cada modalidad.

#### IV. LOGRAR UN MANUAL DE PROCEDIMIENTO QUE NORME EL USO AGRÍCOLA DE ESTOS SEDIMENTOS, QUE INCLUYA LOS INDICADORES DE MONITOREO PERMANENTE.

Sobre la base de integrar y evaluar los resultados definir el procedimiento para el uso de los sedimentos combinados con materiales orgánicos que permitan su empleo eficiente en cultivos agrícolas de bajo insumo se elaboró un manual preliminar para que esté al alcance de todos los que una forma u otra les pueda interesar para la toma de decisiones futura.

#### Ejecución y análisis del presupuesto de gastos asignado y otros recursos utilizados.

Presupuesto Aprobado:664.5									
Ejecución financiera (UM: miles y un decimal)									
Entidades participantes	Plan por año del presupuesto MN/CUC				Real por año del presupuesto MN/CUC				%cumplimiento del presupuesto hasta 1 <sup>er</sup> semestre 2018
	2016	2017	2018	total	2016	2017	2018*	total	
Ejecutor principal									
Instituto de Suelos	MN 165.5 CUC 4.7	MN 170.2 CUC 4.7	MN 185.1 CUC 4.7	MN 520.8 CUC 14.1	MN 33.4 CUC -	MN 137.5 CUC -	MN 92.8 CUC -	MN 263.7 CUC -	50.6
Otras entidades									
INRH	37.5	33.1	18.2	88.8	29.2	36.7	10.6	76.5	86.1
IAgric	8.4	8.1	8.1	24.6	6.9	7.5	4.1	18.5	75.2
INIFAT	10.1	10.1	10.1	30.3	7.5	8.8	3.3	19.6	64.7
Presupuesto total	221.5	221.5	221.5	664.5	77.0	190.5	110.8	378.3	68.3

\*El cálculo del presupuesto del 2018 se realizó sobre la base del presupuesto del primer semestre solamente.

#### V. SOCIALIZAR LOS RESULTADOS DEL PROYECTO CON PRODUCTORES AGRÍCOLAS BENEFICIARIOS.

Se capacitaron mediante seminarios y consultas al personal técnico, obreros, productores beneficiarios del proyecto y otros, se participó en eventos nacionales e internacionales, así como la publicación de los resultados.

Se han presentado algunos resultados correspondientes al uso de los sedimentos como sustrato en eventos nacionales e internacionales.

- ✓ Los sedimentos y su uso, en la III Jornada REIMA (III JORNADA IBEROAMERICANA en saludo al DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE-ECUADOR 2017, celebrado en la UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA del 24 de mayo al 3 de junio 2017.
- ✓ *“EFECTO DE RESIDUALES DE PLANTAS DE BIOGÁS Y SEDIMENTOS DE EMBALSES EN CULTIVOS DE ORGANOPÓNICOS”* para el Congreso Aguas, Ambiente y Energías 2017, el cual se llevará a cabo en Mendoza, Argentina, organizado por la Universidad Nacional de Cuyo ([www.uncu.edu.ar](http://www.uncu.edu.ar)) del 11 al 13 de octubre de 2017. Fue aprobado para su presentación en poster.

Fue publicada en: Congreso Internacional Aguas, Ambiente y Energía de la Asociación de Universidades Grupo Montevideo: resúmenes de trabajos: UNCuyo, Mendoza: 2017. - 1a ed. compendiada. - Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, 2017. Libro digital, PDF Archivo Digital: descarga y online ISBN 978-987-575-171-2 pgs.547 Gestión de residuos 1. Ambiente. 2. Energía. 3. Agua. Filippini, María Flavia, compi. Pinto, Mauricio, comp. III. Rébora, Cecilia, comp. IV. Título. CDD 333.7

- ✓ EVALUACIÓN DEL EFECTO AGRONÓMICO DE DIFERENTES ELEMENTOS ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS EN CULTIVOS DE ORGANOPÓNICOS. Evento de la AU y SU. Delegación provincial de la Agricultura, La Habana, Abril 2017. El trabajo que resultó DESTACADO
- ✓ LOS SEDIMENTOS DE EMBALSES, ALTERNATIVA DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA CULTIVAR LAS HORTALIZAS. Se presentó en el Fórum de base un trabajo que resultó DESTACADO
- ✓ CARACTERIZACIÓN Y USO DE LOS SEDIMENTOS DE EMBALSES EN CULTIVOS DE ORGANOPÓNICOS. IX Congreso Iberoamericano de Control de Erosión y Sedimentos (IX CICES) y II Congreso Iberoamericano de Sedimentos y Ecología (II ISI), del 26 al 28 de septiembre de 2018 en el Hotel Sheraton San Cristóbal de la ciudad de Santiago de Chile.
- ✓ CARACTERIZACIÓN Y USO DE LOS SEDIMENTOS DE EMBALSES EN CULTIVOS DE ORGANOPÓNICOS. CONVENCIÓN INTERNACIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA 2018. Taller Proyecto OP15 “Fortalecimiento de capacidades para la coordinación de la información y sistema de monitoreo/MST en áreas con problemas de manejo de recursos hidráulicos”. Intercambio de experiencias en manejo de recursos hídricos para un MST. del 15 al 19 de octubre 2018 en el Hotel Meliá Varadero, Cuba.
- ✓ Se realizaron seminarios en Las Tunas y Granma a participantes del proyecto y trabajadores de los embalses sobre los sedimentos, su uso e importancia de su extracción para los embalses. En total fueron 20 participantes.
- ✓ En las visitas realizadas a las provincias de Holguín, Guantánamo, Granma, Camagüey y Las Tunas se realizó un seminario a 15 productores sobre la importancia y necesidad de extraer y usar los sedimentos de los embalses.

### **IMPACTO PREVISTO Y ALCANZADO: Ambiental, Económico y Social**

Los efectos ambientales directos de la construcción de una represa provienen del embalse del agua, la inundación de las tierras para formar el reservorio y la alteración del caudal del agua más abajo. Estos efectos directos tienen impactos directos para los suelos, la vegetación, la fauna y las tierras silvestres, la pesca, el clima, y especialmente para las poblaciones humanas del área.

Los efectos indirectos de los embalses, que a veces, pueden ser peores que los directos, se relacionan con la construcción, mantenimiento y funcionamiento de la misma, por ejemplo, los caminos de acceso, campamentos de construcción, líneas de transmisión de la electricidad, el desarrollo de las actividades agrícolas e industriales o municipales fomentadas por la empresa.

Los principales factores ambientales que afectan el funcionamiento y la vida de los embalses son causados por el uso de la tierra, el agua y otros recursos del área de captación encima del reservorio como son la colonización, el desbroce del bosque, lo que puede causar mayor acumulación de limo y cambios en la calidad del agua del reservorio, el río y aguas abajo.

Impacto desde el punto de vista ambiental, social y económico. Debido al efecto positivo de los sedimentos de los embalses y las mezclas en cuanto a la preservación del suelo su uso como sustrato orgánico. Con la extracción de los sedimentos se puede aumentar la capacidad de almacenaje de agua, evitar la contaminación del agua por arrastres de elementos contaminantes de los suelos de la periferia del embalse y su utilización económica conjuntamente con la conservación se podrá disponer de un material para complementar la preparación de los sustratos para los cultivos fundamentalmente de los organopónicos, huertos, patios plantas ornamentales y forestales.

## **INFORME CIENTÍFICO TÉCNICO**

### **PROGRAMA**

*“Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba”*

### **TÍTULO**

*“Efecto del uso de los sedimentos de embalses en la cuenca del río Cauto combinados con materiales orgánicos en producciones agrícolas de bajo insumo”*

### **Código**

P211LH005-021

### **INSTITUCIÓN**

INSTITUTO DE SUELOS

### **FECHA DE TERMINACIÓN**

NOVIEMBRE 2018

RESÚMEN EJECUTIVO .....	01
INFORME TÉCNICO .....	06
INDICE .....	07
RESÚMEN .....	08
INTRODUCCIÓN .....	09
MATERIALES Y MÉTODOS .....	09
Caracterización de los sedimentos y metodologías empleadas	
Química .....	10
Física .....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	11
Resultados de los análisis Físicos de los embalses muestreados.....	12
Resultados de los análisis Químicos de los embalses muestreados .....	13
Rendimientos en kg.m <sup>2</sup> de cultivos de organopónicos .....	14
Valoración económica .....	15
Impacto económico .....	17
Impacto ambiental .....	17
Impacto social .....	17
Manual de procedimiento .....	18
Actividades de capacitación .....	20
CONCLUSIONES .....	21
RECOMENDACIONES .....	21
BIBLIOGRAFÍA .....	22
ANEXOS 1 .....	23
ANEXOS 2 .....	26
ANEXOS 3 .....	34
ANEXOS 4 .....	36

## Resumen

El objetivo de este trabajo es dar solución a la acumulación de sedimentos en los embalses originados por la erosión de los suelos cercanos a ellos y a su vez emplearlos como sustrato en las producciones agrícolas de organopónicos.

Se extrajeron sedimentos de 12 embalses los cuales se procesaron y caracterizaron química y físicamente para conocer su aptitud, Se pudo probar la efectividad solamente el sedimento del embalse Gilbert y Sabanilla. En la provincia de Santiago de Cuba se realizó un ensayo con sedimentos mezclados con compost y humus de lombriz porque son los materiales orgánicos con lo que cuenta la provincia, empleando como referencias para la cantidad de sedimentos bolsas de 50kg (2bolsas=50%, 3bolsas=75%, 4bolsas=100%esparcidas en 2m<sup>2</sup>, los cultivos evaluados fueron: lechuga, habichuela y pepino y en Las Tunas sedimentos combinados con compost y el cultivo de la remolacha.

Hubo un efecto positivo en la aplicación de los diferentes sedimentos como sustrato combinada con compost y Humus de Lombriz; y obteniéndose los mayores rendimientos en todos los cultivos con el empleo de 75% de sedimento y el 25 de humus.

El aporte económico está dado por la posibilidad de restituir o recuperar la base de los canteros al utilizar estos sedimentos como sustratos que a su vez proporcionan nutrientes, siendo más efectivos cuando son enriquecidos con materiales orgánicos como el compost y humus de lombriz, contribuyendo a una ganancia entre 0.393 hasta 0.035 \$/m<sup>2</sup> por concepto de aumento de los rendimientos y la obtención de productos ecológicamente más sanos.



## INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años y producto de los Cambios Globales que se están desarrollando en el planeta, entre los cuales se encuentran el incremento del Efecto Invernadero debido al aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera superior, lo cual incrementa la temperatura en la superficie terrestre producto de la actividad del hombre sobre la tierra (Viner & Hulme 1992; Gutiérrez y Col. 1999; Royer 1998), el desplazamiento en tiempo y espacio de los periodos lluviosos y secos, provocando por lo tanto una disminución ostensible de precipitaciones en zonas áridas y/o semi-áridas. Además, el incremento de la temperatura sobre la superficie de la Tierra, aumenta la evaporación de las aguas del mar y las continentales disminuyendo de esta forma la disponibilidad del preciado líquido para los diferentes usos a los cuales ha sido destinado.

Los escenarios de cambios climáticos se deben a la imposibilidad práctica de tener en cuenta todos los complejos mecanismos de retroalimentación del sistema climático (atmósfera, océanos, biosfera, criosfera y superficie terrestre) y a no poder predecir con exactitud el comportamiento futuro de la sociedad y la economía (Centelles 1995). En el territorio cubano los escenarios hidrológicos más probables se caracterizan por una merma significativa del potencial hídrico del país, tanto superficial como subterráneo, con la mayor disminución del recurso en los meses comúnmente húmedos. Esto, además de la propia disminución del volumen de agua disponible, provocaría el deterioro de la calidad química y biológica del recurso (Planos 2000).

La sedimentación en embalses es un problema científico, ambiental y económico de gran importancia, pues los embalses pueden definirse como grandes trampas de sedimentos que retienen la mayor parte de los materiales transportados por el río.

El crecimiento de los centros urbanos e industriales, con poco o sin ningún tratamiento, en las cuencas hidrográficas de los embalses, aportan a los embalses grandes cantidades de sedimentos, los cuales entre otros favorecen los procesos de eutrofización, incorporando nutrientes y contaminantes por diferentes vías entre las cuales podemos mencionar como las más importantes, las crecientes de los tributarios, la escorrentía debido a la lluvia, las descargas domésticas, las aguas residuales provenientes de los centros industriales, y las fuentes dispersas debido a la agricultura, el sobrepastoreo y la deforestación, los incendios en la cuenca, la minería, la erosión de los suelos y su sedimentación la cual es un proceso natural que forma parte de la dinámica del ciclo hidrológico, en la que el hombre afecta con sus actividades sobre los ecosistemas tales como, la agricultura y las obras constructivas.

El uso intensivo de las áreas de organopónicos requiere de la restitución de suelo y sustratos, que en ocasiones se dificultan a pesar del empleo de abonos orgánicos y humus de lombriz, por lo que los azolves o sedimentos de los embalses pudieran utilizarse como reposición de suelo y sustratos. Con este objetivo se obtuvieron y caracterizaron física y químicamente los sedimentos de los embalses que tributan fundamentalmente a la cuenca del Río Cauto y poder establecer las mezclas físicas más adecuadas de los sedimentos con materiales orgánicos (cascarilla de arroz, compost de estiércol vacuno, cachaza entre otros) para satisfacer las demandas de los cultivos de bajo insumo en los organopónicos cercanos a esos embalses.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

Se estudiaron los azolves de los embalses de: el Cautillo, Manicaragua, Cauto el Paso, Batalla de Guisa, Rincón, Chimbi, Gilbert, Sabanilla y Playuela.

Una parte de las muestras fueron tomadas con dos tipos de barrena: una barrena helicoidal de 1,70 metros de longitud y otra barrena de dos extensiones de 1m cada una que cuenta con una toma muestra de 0.30 m y un diámetro 0.04 m, ver Foto N° 1. La otra parte de las muestras fueron recolectadas a partir del método tradicional de pico, pala, y tridente en lugares de fácil acceso y preservadas en sacos de polietileno y pomos estanco.



Foto N° 1. Tipos de barrena utilizadas durante los trabajos de perforación en los diferentes embalses Manicaragua, Cautillo, Cauto el Paso, Batalla de Guisa, Rincón, Chimbi y Playuela. Barrena Helicoidal (arriba) y Barrena Toma Muestra (abajo).



**Embalse Cauto El Paso**



**Perforación con barrena helicoidal para determinar la profundidad del sedimento, en el Embalse**



**Embalse Rincón**

Otras se tomaron desde la profundidad utilizando una draga Ekman, se colectaron en bolsas de nylon, se identificaron; se secaron al aire, se trituraron y se pasaron por un tamiz de 2 mm para ser caracterizadas en el laboratorio de Guantánamo, Camagüey, Pinar del Río, CIQ e iAgric para su caracterización química y física.

### **Caracterización química de los sedimentos y metodologías empleadas**

Los sedimentos de los embalses en estudios se evaluaron químicamente con el tamaño de granulo de 2mm determinándose el porcentaje de Materia orgánica (Norma Cubana 1043: 2014. Calidad de Suelo. Determinación de los componentes orgánicos), Humedad y N pH (H<sub>2</sub>O), macronutrientes (P, K (Norma Cubana 52: 1999. (1ra. Edición). Calidad de suelos- determinación de las formas móviles de fósforo y potasio) Ca, Na, Mg) y los metales pesados (Zn, Pb, Ni, Cu, Cr, Cd Norma Cubana 2008-2009 Calidad de suelo. Determinación de elementos trazas en el suelo; NC 65:2000. Calidad de suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónicos y de los cationes intercambiables de suelo), para obtener un mayor conocimiento de la capacidad de retención de nutrientes por los sedimentos.

### **Caracterización física de los sedimentos**

En el análisis físico la distribución granulométrica (arena limo y arcilla) de los sedimentos es de vital importancia para determinar la fertilidad de los sedimentos bajo las formas cambiables y solubles que están lejos de corresponderse con los valores medios de los suelos en general o de la formación de los suelos. Esto demuestra claramente la buena calidad de los sedimentos para ser usados en la agricultura. El incremento de las formas intercambiable y soluble de los nutrientes es ilustrado por las partículas mineralógicas y textural de los sedimentos.

Se debe señalar que el equipo de absorción atómica del laboratorio de Guantánamo está roto por lo que se verán afectados algunos análisis. (Anexo 2)

Se montaron ensayos con el material de los azolves en condiciones de organopónicos en Santiago de Cuba y Las Tunas para determinar la efectividad, de estos sedimentos como sustratos, en canteros de 20 metros de largo, ANEXOS 3 Y 4.

En la primera etapa se prepararon diferentes combinaciones teniendo como base los azolves de las presas de Gilbert mezclados con compost y humus de lombriz porque son los materiales orgánicos con lo que cuenta la provincia, en condiciones de organopónico, empleando como referencias para la cantidad de sedimentos bolsas de 50kg (2bolsas=50%, 3bolsas=75%, 4bolsas=100%esparcidas en 2m<sup>2</sup>) con los siguientes tratamientos: TESTIGOS; 50%suelo+50% humus y 50%suelo+50% compost; SEDIMENTO; 100% de sedimento HUMUS DE LOMBRIZ; 50%sedimento+50%humus y 75%sedimento+25%humus;COMPOST;50%sedimento+50%compost y 75%sedimento+25% compost, los cultivos evaluados agrónomicamente fueron lechuga, habichuela y pepino, tomando para el rendimiento el promedio de 5,10 y 10 plantas por metros cuadrados respectivamente, los cuales fueron evaluados mediante el análisis estadístico a todos las variantes utilizándose el programa estadístico MSTAT-C, la comparación de medias entre las variantes, se realizó empleando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de significación (Duncan, 1954).

En la provincia de Las Tunas con sedimentos del embalse SABANILLA ubicado en la CCS Cuba-VA del municipio Majibacoa se montó otro ensayo con sedimentos combinados con compost y el cultivo de la remolacha. Se llevaron al organopónico de tapado LOS PINOS ubicado en el poblado de LA PARRA, municipio Majibacoa, Las Tunas. Se tomó un cantero de 20m y se dividió en 4 partes de 5m cada una, se obtuvo una muestra para ser analizada en el laboratorio de Suelos.

Los tratamientos empleados fueron:

- 1.- 25% de sedimento (Azolve)+ 75% de suelo= 2 bolsas de azolve esparcido en los 5 m
- 2.- 50 de sedimento (Azolve)+ 50% de suelo= 4 bolsas de azolve esparcido en los 5 m
- 3.- 50% de sedimento (Azolve)+ 50% de compost) =4 bolsas de azolve +4 bolsas de compost esparcidas en los 5 m
- 4.- 100% de Azolve = 8 bolsas esparcidas en 5m
- 5.- 50 % de sedimento (Azolve)+ 40 % de compost+ 10% de Zeolita =4 bolsas de azolve +3.5 bolsas de compost +un cuarto de bolsa de zeolita esparcidas en los 5 m (este tratamiento no se realizó y está pendiente por no existir en la provincia la Zeolita, la cual se está localizando en Granma y Holguín). Se tomó otro cantero como referencia en la cual no se aplicó nada, solo el suelo utilizado por el organopónico para el cultivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el recorrido por las zonas de trabajo se realizó el estudio geotécnico y una caracterización física visual del área observando el tipo de relieve y los afloramientos, con el objetivo fundamental de aclarar la naturaleza geológica, el estado físico de los suelos, la caracterización de los sedimentos en los embalses y el aprovechamiento posterior de los mismos, coleccionar la mayor cantidad de muestras posibles y obtener mayor información de los tipos de sedimentos y sus características para un mejor uso de estos. (Anexo 1).

Como se puede observar el resultados de los análisis Físicos de los embalses muestreados arrojaron que se trata de un sedimento con características de un suelo franco arenoso por la cantidad de arena que presenta en su composición , lo que puede estar dado por el tipo de suelo que predomine en la zona tabla 1, mostró diferencias en las características físicas, debido a que los embalses son grandes trampas de sedimentos que retienen la mayor parte de los materiales transportados por el río, la creciente degradación de los suelos como consecuencia de la erosión, origina no sólo pérdida de fertilidad en los terrenos, sino también perjuicios de importancia en las obras hidráulicas que se sitúan aguas abajo. (DGMN-Andalucía 2002),

**Tabla 1. Resultados de los análisis Físicos de los embalses muestreados. (iAgric)**

<b>Muestra</b>	<b>Arena</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Limo</b>	<b>Clasificación</b>
Presa charldon 1	48	24	28	Franco-arenoso-arcilloso
Presa charldon 2	48	24	28	Franco-arenoso-arcilloso
Presa Gilbert 1	60	12	28	Franco-arenoso
Presa Gilbert 2	60	14	26	Franco-arenoso
Presa Cauto del Paso 1	30	30	40	Franco-arcilloso
Presa Cauto del Paso 2	28	34	38	Franco-arcilloso
Presa Cauto del Paso caja 0.0-0.1 OP Andrés# 1	72	12	16	Franco-arenoso
Presa Cauto del Paso caja 0.0-0.1 OP Andrés# 2	70	12	18	Franco-arenoso
Presa Gota Blanca 00-0.30 Sedimento 1	60	16	24	Franco-arenoso-arcilloso
Presa Gota Blanca 00-0.30 Sedimento 2	60	16	24	Franco-arenoso-arcilloso
00-013.0 #176 GB Muestra 1	50	22	28	Franco-arenoso-arcilloso
00-013.0 #176 GB Muestra 2	46	22	32	Franco-arenoso-arcilloso
Presa Gota Blanca Muestra 1a # 175	60	24	16	Franco-arenoso-arcilloso
Presa Gota Blanca Muestra 2a # 175	60	24	16	Franco-arenoso-arcilloso
Sabanilla Obra Micro 0.0-0.40 #183 1	36	44	20	Franco-arenoso-arcilloso
Sabanilla Obra Micro 0.0-0.40 #183 2	40	44	16	Franco-arenoso-arcilloso
FM:11/7/17 #159 Saco	76	12	12	Franco-arenoso
FM:11/7/17 #159 Saco	70	12	18	"
Obra de Micro Sabanilla1 0.0-0.40 #184 1	72	12	16	Franco-arenoso
Obra de Micro Sabanilla1 0.0-0.40 #184 2	72	16	12	"
Embalse Gota Blanca #174 0.0-0.13 muestra1	60	12	28	Franco-arenoso
Embalse Gota Blanca #174 0.0-0.13 muestra2	60	12	28	Franco-arenoso
Prof. 0.0-1.00 Saco #158 1	50	24	26	Franco-arenoso
Prof. 0.0-1.00 Saco #158 2	50	24	26	Franco-arenoso
Presa Chimbi 0.0-0.30 Saco #160 1	64	12	24	Franco-arenoso
Presa Chimbi 0.0-0.30 Saco #160 2	64	10	26	Franco-arenoso
Presa Rincón Muestra 1 # 161	76	10	14	Franco-arenoso
Presa Rincón Muestra 2 # 161	78	16	6	Franco-arenoso
Presa Playuela # 164 1	74	12	14	Franco-arenoso
Presa Playuela # 164 2	66	14	20	Franco-arenoso

En los embalses con problemas de eutrofización en sus aguas, los sedimentos juegan un papel destacado pues actúan como sumidero neto para nutrientes (Ryding y Rast, 1992). Asimismo, a partir de la naturaleza del sedimento se pueden discriminar en algunos casos las principales áreas de estos materiales en los embalses, lo que permitiría emprender en puntos concretos de la cuenca medidas encaminadas a actuar para el control de la erosión (Sanz et al 1998). que existe en su contorno y que producto de la erosión estos se depositan en las profundidades.

Los análisis químicos de los sedimentos de los embalses muestreados reflejaron que los contenidos de materia orgánica oscilan de 0.3 hasta 7.8, destacándose por sus mayores valores en el embalse el cautillo, así como los valores más bajos de fósforo y potasio.

En todos los embalses excepto el Cautillo, el calcio,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  son los de mayor concentración, bajos en magnesio, mientras que en el caso de sodio en el embalse Güirabo se debe monitorear para evitar problemas de modicidad, con su aplicación, estos resultados coinciden con los reportado por Sanz *et al* (1998) quienes plantean que la mayor parte de los sedimentos acumulados en los embalses son alóctonos y, por tanto, su composición refleja en gran medida las características geológicas de la cuenca. Entre los procesos antigénicos que tienen lugar dentro del embalse se destaca, por ser el más importante desde el punto de vista volumétrico, la precipitación de carbonato cálcico.

**Tabla 2. Caracterización química de la presa el cautillo**

Mtra.	pH	$P_2O_5$	$K_2O$	MO	CE1:5 (dS.m <sup>-1</sup> )	ANIONES (cmol. Kg <sup>-1</sup> )				CATIONES (cmol. Kg <sup>-1</sup> )				
	Kcl	mg/ 100g	mg/ 100g	%		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
1	7.2	7.9	12.0	6.7	0.49	0.20	0.20	0.20	7.0	7.0	2.0	5.0	1.2	0.10
2	7.5	6.8	7.8	7.8	0.48	0.20	0.20	0.20	6.4	4.5	1.5	3.0	1.4	0.10

**Tabla 3. Caracterización química de 6 presas de la zona oriental**

Muestra	pH	$P_2O_5$	$K_2O$	MO	CATIONES (cmol. Kg <sup>-1</sup> )						
	Kcl	mg/ 100g		%	S	T	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Guirabo1	7.5	26.7	11.8	3.1	55.7	47.5	44.0	42.8	11.2	1.43	0.32
Guirabo2	7.5	28.0	11.0	2.9	55.2	47.5	53.6	42.6	11.0	1.40	0.28
Cauto el paso 1	7.4	17.0	21.2	0.6	11.13	10.98	10.14	9.2	0.94	0.63	0.36
Cauto el paso 2	7.2	27.3	29.7	0.3	18.99	18.0	17.48	16.8	0.68	0.99	0.52
Manicaragua 1	6.2	11.9	12.8	2.1	6.62	7.22	6.46	5.6	0.86	0.09	0.07
Manicaragua 2	6.3	9.9	16.1	2.7	9.05	9.55	8.84	8.0	0.84	0.15	0.06
Chimbi 1	7.4	2.0	48.0	4.6	23.92	21.17	23.18	22.0	1.18	0.08	0.66
Chimbi 2	7.3	7.3	43.9	4.2	20.98	19.87	20.14	19.2	0.94	0.17	0.67
Rincón 1	7.4	40.0	23.9	3.0	17.43	16.21	17.22	16.4	0.82	0.12	0.09
Rincón 2	6.2	40.0	43.4	7.2	34.87	35.10	33.44	32.0	1.44	0.73	0.70
Playuela	7.5	6.7	43.4	5.2	23.89	21.71	23.18	22.4	0.78	0.05	0.66

El uso de los sedimentos de los embalses como sustratos o mejoradores de los suelos no ha sido muy estudiado por lo que no se dispone de información suficiente, no obstante Fonseca 2003 empleo sedimentos con suelo artificial mezclados proporcionalmente con el cultivo del ají y se comparó con un suelo de fertilidad normal. Éstos resultados concuerdan con los obtenidos en este estudio, donde los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos con los azolves difiriendo del testigo, quedando demostrado la eficacia de los sedimentos para ser usados como sustrato para los cultivos de organopónicos.

Para las formulaciones se coordinó con las provincias como se expresa en el informe técnico, de acuerdo a la existencia de materiales orgánicos en cada región, así como se orientó las diferentes fórmulas o tratamientos a estudiar con los cultivos que se siembran en los organopónicos seleccionados, dando a conocer la importancia de tener en cuenta la composición química, física y biológica de estos materiales y las necesidades de los cultivos a estudiar y evaluar el comportamiento agrícola, mediante pruebas vegetativas de las mezclas en los sistemas de cultivos de bajo insumo como las hortalizas entre otras.

**Tabla 4 Rendimientos en kg.m<sup>2</sup> de cultivos de organopónicos con sedimentos del embalse Gilbert en Santiago de Cuba.**

EMBALSE GILBERT	TRATAMIENTOS	LECHUGA	HABICHUELA	PEPINO
TESTIGO	50%suelo+50% humus	0.145 d	1.347 c	1.632 ab
	50%suelo+50% compost	0.144 d	1.355 c	1.592 b
Sedimento	100% de sedimento	0.146 d	1.360 c	1.595 b
Humus de lombriz	50%sedimento+50% humus	0.260 b	1.427 ab	1.667 ab
	75%sedimento+25% humus	0.537 a	1.465 a	1.710 a
Compost	50%sedimento+50% compost	0.157 c	1.400 b	1.680 ab
	75%sedimento+25% compost	0.477 ab	1.410 b	1.707 a
CV%		17.05	4.43	41.60

En la tabla 4 se muestra la efectividad del empleo de los sedimentos combinados con materiales orgánicos como el humus de lombriz y el compost donde se observa un efecto positivo con las proporciones de: 50%sedimento+50%compost; 50%sedimento+50% humus y75%sedimento+25% compost; 75%sedimento+25% humus; y obteniéndose los mayores rendimientos en todos los cultivos con el empleo de 75% de sedimento y el 25% de humus.

El sedimento, como se ha demostrado en este estudio puede utilizarse como sustrato para la producción agrícola en organopónicos, huertos intensivos, agricultura urbana y sub-urbana, por lo que si el sedimento de los embalses es dragado puede, según Halcrow Water Group (2001), utilizarse de formas diversas y no solo producir desembalses para lograr que grandes cantidades de sedimentos, enriquecidos con el tiempo en el fondo de estos lagos artificiales, se dispongan por lo antiguos cauces de los ríos represados con el mar como destino final.

La determinación de los indicadores costo/beneficio en cada cosecha, se tomó el peso de la hortaliza por parcela en kg.m<sup>2</sup> y para el análisis económico se consideró el precio aproximado de venta de los

productos (\$5.00/kg). En el caso del costo del material (\$/kg) de acuerdo a los precios vigentes en moneda nacional; para la transportación se estimó en base a \$100.00 el viaje de 4t/10 km de radio y la aplicación a \$3.00/cantero de 20m, tabla 5.

## VALORACIÓN ECONÓMICA

**Tabla 5. Indicadores obtenidos por la aplicación de las dosis óptimas en cada modalidad**

Modalidad	Tratamientos	Material \$/kg	Transporte \$/kg	Aplicación \$/m <sup>2</sup>	Costo Total* \$/kg m <sup>2</sup>
TESTIGO	50%suelo+50% humus	0.14	0.010	0.075	0.225
	50%suelo+50% compost	0.032	0.010	0.075	0.117
Sedimento	100% de sedimento	-	0.010	0.075	0.085
Humus de lombriz	50%sedimento+50%humus	-	0.010	0.075+0.030=0.105	0.115
	75%sedimento+25%humus	-	0.010	0.075+0.034=0.109	0.119
Compost	50%sedimento+50%compost	-	0.010	0.075+0.017=0.092	0.102
	75%sedimento+25% compost	-	0.010	0.075+0.030=0.082	0.092

\*Costo total (\$/m<sup>2</sup>) incluye los costos de cada abono orgánico, su transportación y aplicación. Además, para el total del resto de los tratamientos se sumó el total de sedimento más el total del humus y el compost

El análisis económico derivado de los resultados se muestra en las tablas 6 ,7 y 8 el beneficio que se alcanza en el organopónicos y que se debe a que los precios de los abonos orgánicos no son muy baratos, al igual que los costos de transportación y aplicación, también las dosis que se recomiendan por metro cuadrado son medios y sin embargo los rendimientos se incrementan con respecto a la no aplicación, justificándose de esta forma el beneficio alcanzado en cada modalidad.

## DATOS PARA EL CALCULO ECONÓMICO DEL USO DE LOS SEDIMENTOS COMO SUSTRATO

- ✓ Costo del material: Humus de lombriz=\$360.00/tonelada Compost= \$80.00/tonelada
- ✓ Costo de trasportación: \$100.00 para 1 tonelada/10 km =1/100= \$0.010
- ✓ Aplicación: \$3.00/20m de cantero(2canteros se emplearon)= 3/40= \$0.075
- ✓ Valor de la producción= Rendimiento por el precio del producto
- ✓ Valor de la producción final= valor de la producción menos costo total
- ✓ Beneficio= Dosis optima menos testigo
- ✓ El valor de la producción de cada cultivo

pepino \$ 5.00 el kg por la producción me da el valor de la producción

Lechuga \$ 5.00 el maso

habichuela \$ 5.00 el maso

- ✓ 100% de humus=0.225(costos) el 50%=0.1125 y el 25% 0.056 100% de compost=0.117(costos total) el 50%=0.059 y el 25% 0.029

100% de sedimento=0.085(costos total) el 50%=0.043 y el 75% 0.063

- ✓ El costo de aplicación para las combinaciones sería: 0.030, 0.034, 0.017 y0.007 sumados al costo de aplicación del100% de sedimentos teniendo en cuenta los% de humus y compost, debido a que el sedimento no tiene costo de material.

**Tabla 6 Beneficio alcanzados en las producciones de lechuga con la aplicación de sedimentos vs Compost y humus de lombriz**

EMBALSE GILBERT	TRATAMIENTOS	cultivo	Rdto kg.ha <sup>-1</sup>	Valor de Prod. (\$/m <sup>2</sup> )	Costo total* (\$/m <sup>2</sup> )	Valor de Prod. Final (\$/m <sup>2</sup> )	Beneficio (\$/m <sup>2</sup> )
TESTIGO	50%suelo+50% humus	lechuga	0.145	0.725	0.225	0.500	-
	50%suelo+50% compost	lechuga	0.144	0.720	0.117	0.603	-
Sedimento	100% de sedimento	lechuga	0.146	0.730	0.085	0.645	-
Humus de lombriz	50%sedimento+50% humus	lechuga	0.260	1.300	0.119	1.181	0.776h 0.892c 0.114s
	75%sedimento+25% humus	lechuga	0.537	2.685	0.115	2.57	0.392h 0.393c 0.391s
Compost	50%sedimento+50% compost	lechuga	0.157	0.785	0.102	0.683	0.012h 0.013c 0.011s
	75%sedimento+25% compost	lechuga	0.477	2.385	0.092	2.293	0.302h 0.303c 0.301s

**Tabla 7 Beneficio alcanzados en las producciones de habichuela con la aplicación de sedimentos vs Compost y humu de lombriz**

EMBALSE GILBERT	TRATAMIENTOS	cultivo	Rdto kg.ha <sup>-1</sup>	Valor de Prod. (\$/m <sup>2</sup> )	Costo total* (\$/m <sup>2</sup> )	Valor de Prod. Final (\$/m <sup>2</sup> )	Beneficio (\$/m <sup>2</sup> )
TESTIGO	50%suelo+50% humus	habichuela	1.347	6.735	0.225	6.510	-
	50%suelo+50% compost	habichuela	1.355	6.775	0.117	6.658	-
Sedimento	100% de sedimento	habichuela	1.360	6.800	0.085	6.715	-
Humus de lombriz	50%sedimento+50% humus	habichuela	1.427	7.135	0.119	7.016	0.080h 0.072c 0.127s
	75%sedimento+25% humus	habichuela	1.465	7.325	0.115	7.210	0.118h 0.110c 0.105
Compost	50%sedimento+50% compost	habichuela	1.400	7.000	0.102	6.898	0.053h 0.045c 0.040s
	75%sedimento+25% compost	habichuela	1.410	7.050	0.092	6.958	0.063h 0.055c 0.050s



**Tabla 8 Beneficio alcanzados en las producciones de pepino con la aplicación de sedimentos vs Compost y humo de lombriz**

EMBALSE GILBERT	TRATAMIENTOS	cultivo	Rdto kg.ha <sup>-1</sup>	Valor de Prod. (\$/m <sup>2</sup> )	Costo total* (\$/m <sup>2</sup> )	Valor de Prod. Final (\$/m <sup>2</sup> )	Beneficio (\$/m <sup>2</sup> )
TESTIGO	50%suelo+50% humus	Pepino	1.632	8.160	0.225	7.935	-
	50%suelo+50% compost	Pepino	1.592	7.960	0.117	7.843	-
Sedimento	100% de sedimento	Pepino	1.595	7.975	0.085	7.890	-
Humus de lombriz	50%sedimento+50%humus	Pepino	1.667	8.335	0.119	8.216	0.035h 0.075c 0.072s
	75%sedimento+25%humus	Pepino	1.710	8.550	0.115	8.435	0.078h 0.118c 0.115s
Compost	50%sedimento+50%compost	Pepino	1.680	8.400	0.102	8.298	0.048h 0.088c 0.085s
	75%sedimento+25%compost	Pepino	1.707	8.535	0.092	8.443	0.075h 0.115c 0.112s

Como se puede observar hubo un efecto económico positivo en cuanto a la aplicación del sedimento combinado con el compost y el humus de lombriz, los rendimientos fueron superiores, trayendo como consecuencia una ganancia de alrededor de 0.393 hasta 0.035 \$/m<sup>2</sup> lo que indica la factibilidad del empleo de los sedimentos como sustrato en cultivos de organopónicos.

### IMPACTOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES

Los impactos ambientales pueden ser **directo e indirecto**. Los efectos ambientales **directos** de la construcción de una represa, provienen del embalse del agua, la inundación de las tierras para formar el reservorio y la alteración del caudal del agua más bajo. Estos tienen impactos directos para los suelos, la vegetación, la fauna y las tierras silvestres, la pesca, el clima, y especialmente para las poblaciones humanas del área.

Los **efectos indirectos** de los embalses, que a veces, pueden ser peores que los directos, se relacionan con la construcción mantenimiento y funcionamiento de la misma, por ejemplo, los caminos de acceso, campamentos de construcción, líneas de transmisión de la electricidad, el desarrollo de las actividades agrícolas e industriales o municipales fomentadas por la empresa.

Los principales factores **ambientales** que afectan el funcionamiento y la vida de los embalses son causados por el uso de la tierra, el agua y otros recursos del área de captación encima del reservorio como son la colonización, el desbroce del bosque, lo que puede causar mayor acumulación de limo y cambios en la calidad agua del reservorio, el río y aguas abajo.

Los **beneficios** de los embalses son: Se controlan las inundaciones y se provee un afluente de agua más confiable y de mayor calidad para el riego y el uso doméstico e industrial. Además, los embalses pueden crear alternativas para las actividades que tienen en el potencial para causar impactos negativos mayores. La intensificación de la agricultura, localmente a través del riego puede reducir la presión sobre los bosques, los hábitats intactos de la fauna etc. Asimismo, los embalses pueden crear una industria de pesca y facilitar la producción agrícola en el área de aguas abajo del reservorio, que en algunos casos pueden compensar las pérdidas sufridas en estos sectores.

Otro efecto desde el punto de vista **ambiental y social** debido al efecto positivo de los sedimentos de los embalses y las mezclas en cuanto a la preservación del suelo su uso como sustrato orgánico. Con la extracción de los sedimentos se puede aumentar la capacidad de almacenaje de agua, evitar la contaminación del agua por arrastres de elementos contaminantes de los suelos de la periferia del embalse y su utilización económica conjuntamente con la conservación se podrá disponer de un material para complementar la preparación de los sustratos para los cultivos fundamentalmente de los organopónicos, huertos, patios plantas ornamentales y forestales.

Se elaborado el manual de procedimiento para el uso de los sedimentos como sustrato orgánico sobre la base de integrar y/o combinar los sedimentos con materiales orgánicos que permitan su empleo eficiente en cultivos agrícolas de bajo insumo.

### **MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE SEDIMENTO DE EMBALSES COMO SUSTRATO**

#### **Que son los sedimentos?**

Los sedimentos son el depósito de partículas de suelo producto de la erosión, por las partes minerales de organismos y materia orgánica entre otras en el fondo de los embalses incorporando nutrientes y contaminantes por diferentes vías entre las cuales podemos mencionar como las más importantes, las crecientes de los tributarios, la escorrentía debido a la lluvia, las descargas domésticas, las aguas residuales provenientes de los centros industriales, y las fuentes dispersas debido a la agricultura, el sobrepastoreo y la deforestación, los incendios en la cuenca, la minería, etc.



#### **MODO DE EXTRACCIÓN DEL SEDIMENTO**

Se pueden efectuar mediante acciones mecánicas y manuales tales como :

- Excavaciones mecánicas
- Dragados bien sea por succión o por Bombeo
- En las orillas de los embalses con palita
- Barrena de perforación para medir la profundidad del sedimento



**TOMA DE MUESTRA Y PREPARACIÓN PARA ANÁLISIS DEL LABORATORIO**

Se toman las muestras de sedimentos desde la profundidad utilizando una grapa Ekman, se colectan en bolsas de nylon y se identifican: se secan al aire, se trituran y se pasan por un tamiz de 2 mm para ser caracterizadas en el laboratorio.



**COMO PREPARAR LAS MEZCLAS**

Las mezclas se harán de acuerdo a la disponibilidad de abonos orgánicos (compost, humus de lombriz, cascavilla de arroz, zeolita, etc.) en canteros de 20m en los organopónicos, de la forma siguiente: Se mezcla la cantidad de sedimento en una carretilla junto con el abono orgánico y la zeolita según sea el tratamiento, y se incorpora al cantero.

- 1.- 25% de sedimento (Azolve)+ 75% de suelo= 2 bolsas de azolve esparcido en los 5 m
- 2.- 50 de sedimento (Azolve)+ 50% de suelo= 4 bolsas de azolve esparcido en los 5 m
- 3.- 50% de sedimento (Azolve)+ 50% de compost) =4 bolsas de azolve +4 bolsas de compost esparcidas en los 5 m
- 4.- 100% de Azolve = 8 bolsas esparcidas en 5m
- 5.- 50 % de sedimento( Azolve)+ 40 % de compost+ 10% de Zeolita =4 bolsas de azolve +3.5 bolsas de compost +un cuarto de bolsa de zeolita esparcidas en los 5 m



Para la preparación de los tratamientos se tomaran como patron de sedimentos sacos de 50 kg; por lo que 25kg sería el 25%, 50kg el 50%, 75kg el 75% y 100kg el 100%

En el caso de los abonos orgánicos el calculo sería sobre la base de la aplicación de 4t/ha<sup>2</sup> y para la zeolita sería 10kg.

Los canteros se identificarán por medio de pancartas con los tratamientos correspondientes



Una vez sembrado el cultivo se procederá a realizar todas las labores culturales como son el riego, la escarda y la aplicación de bioplaguicidas.

En el momento de la cosecha se evaluarán los rendimientos.

Se realizará una valoración económica

**IMPACTOS AMBIENTALES**

Los impactos ambientales pueden ser directos e indirectos. Los efectos ambientales directos de la construcción de una represa provienen del embalse del agua, la inundación de las tierras para formar el reservorio y la alteración del caudal del agua más bajo. Estos efectos directos tienen impactos directos para los suelos, la vegetación, la fauna y las tierras silvestres, la pesca, el clima, y especialmente para las poblaciones humanas del área.

Los efectos indirectos de los embalses, que a veces, pueden ser peores que los directos, se relacionan con la construcción, mantenimiento y funcionamiento de la misma, por ejemplo, los caminos de acceso, campamentos de construcción, líneas de transmisión de la electricidad, el desarrollo de las actividades agrícolas e industriales o municipales fomentadas por la empresa. Los principales factores ambientales que afectan el funcionamiento y la vida de los embalses son causados por el uso de la tierra, el agua y otros recursos del área de captación encima del reservorio como son la colonización, el desbroce del bosque, lo que puede causar mayor acumulación de limo y cambios en la calidad agua del reservorio, el río y aguas abajo.

Los beneficios de los embalses son: Se controlan las inundaciones y se provee un afluente de agua más confiable y de mayor calidad para el riego y el uso doméstico e industrial. Además, los embalses pueden crear alternativas para las actividades que tienen en el potencial para causar impactos negativos mayores. La energía hidroeléctrica por ejemplo es una alternativa para la energía termoelectrica a base de carbón o la energía nuclear. La intensificación de la agricultura, localmente a través del riego puede reducir la presión sobre los bosques, los hábitats intactos de la fauna y las otras áreas que no sean idóneas para la agricultura. Asimismo, los embalses pueden crear una industria de pesca y facilitar la producción agrícola en el área de aguas abajo del reservorio, que en algunos casos pueden más que compensar las pérdidas sufridas en estos sectores.

Otro efecto ambiental y social de los sedimentos de los embalses y las mezclas es que con la extracción de los sedimentos se puede aumentar la capacidad de almacenaje de agua, evitar la contaminación del agua por arrastres de elementos contaminantes de los suelos de la periferia del embalse y se podrá disponer de un material para complementar la preparación de los sustratos para los cultivos fundamentalmente de los organopónicos, huertos, patios, plantas ornamentales y forestales.

Para más información puede dirigirse a :

**INSTITUTO DE SUELOS**

Autopista Costa-Costa Km. 8½ y carretera Vento, Apdo. 8022, C.P 10 800.  
Capdevila, Boyeros. La Habana, Cuba. **Teléf.:** +53(7) 645 1399 / 2724 /

## ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN.

Se capacitaron mediante seminarios y consultas al personal técnico, obreros, productores beneficiarios del proyecto y otros, se participó en eventos nacionales e internacionales, así como la publicación de los resultados como se muestra a continuación.

- ✓ Uno de los participantes del proyecto MSc. Orlando Laiz en el cual la líder del proyecto MSc. Teresa Fraser es coautora participo en un evento en Ecuador, donde expuso: **Los sedimentos y su uso, en la III Jornada REIMA (III JORNADA IBEROAMERICANA en saludo al DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE-ECUADOR 2017**, celebrado en la **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA** del 24 de mayo al 3 de junio 2017.
- ✓ Se envió un artículo: **“EFECTO DE RESIDUALES DE PLANTAS DE BIOGÁS Y SEDIMENTOS DE EMBALSES EN CULTIVOS DE ORGANOPÓNICOS”** para el **Congreso Aguas, Ambiente y Energías 2017**, el cual se llevará a cabo en **Mendoza, Argentina, organizado por la Universidad Nacional de Cuyo (www.uncu.edu.ar) del 11 al 13 de octubre de 2017. Fue aprobado para su presentación en poster.**
- ✓ **Fue publicada en:** Congreso Internacional Aguas, Ambiente y Energía de la Asociación de Universidades Grupo Montevideo: resúmenes de trabajos: UNCUYO, Mendoza: 2017. - 1a ed. compendiada. - Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, 2017. **Libro digital, PDF Archivo Digital:** descarga y online **ISBN 978-987-575-171-2 pgs.547 Gestión de residuos** 1. Ambiente. 2. Energía. 3. Agua. Filippini, María Flavia, compi. Pinto, Mauricio, comp. III. Rébora, Cecilia, comp. IV. Título. CDD 333.7
- ✓ Se presentó un trabajo en el evento de la AU y SU. Denominado **EVALUACIÓN DEL EFECTO AGRONÓMICO DE DIFERENTES ELEMENTOS ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS EN CULTIVOS DE ORGANOPÓNICOS. Autores: Teresa Fraser Galvez<sup>1</sup>, José Luis Fuente<sup>2</sup>, Miguel Fariñas<sup>3</sup>, Clara García Ramos<sup>1</sup>, Francisco Martínez<sup>1</sup>, Orlando Laiz<sup>4</sup>.** Delegación provincial de la Agricultura, La Habana, Abril 2017.
- ✓ Se presentó en el Fórum de base un trabajo que resulto **DESTACADO** denominado. **LOS SEDIMENTOS DE EMBALSES, ALTERNATIVA DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA CULTIVAR LAS HORTALIZAS.**  
AUTOR(ES): Teresa Fraser Gálvez<sup>1</sup>, Orlando Laiz Averhoff<sup>2</sup>, Ernesto Flores Valdés<sup>2</sup>, Andrés Portal Casanova<sup>2</sup>, Clara García Ramos<sup>2</sup>, Francisco Martínez Rodríguez<sup>2</sup>  
1-Instituto de Suelos MINAG, 2-Empresa de investigaciones y Proyecto Hidráulicos de la Habana. Junio 2018
- ✓ Se presentó un artículo denominado **CARACTERIZACIÓN Y USO DE LOS SEDIMENTOS DE EMBALSES EN CULTIVOS DE ORGANOPÓNICOS** Teresa Fraser Galvez<sup>1</sup>, Orlando Laiz<sup>2</sup>, Andrés Portal Casanova<sup>2</sup>, Clara García<sup>1</sup>, Francisco Martínez<sup>1</sup>  
1. Instituto de Suelos (IS), Cuba. investigacion3@isuelos.cu 2. Instituto de Investigaciones Hidráulicas (IIH). olaiza@hidraulicos.cu en el IX Congreso Iberoamericano de Control de Erosión y Sedimentos (IX CICES) y II Congreso Iberoamericano de Sedimentos y Ecología (II ISI), del 26 al 28 de septiembre de 2018 en el Hotel Sheraton San Cristóbal de la ciudad de Santiago de Chile.
- ✓ Se presentó un artículo denominado **CARACTERIZACIÓN Y USO DE LOS SEDIMENTOS DE EMBALSES EN CULTIVOS DE ORGANOPÓNICOS. CONVENCION INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA 2018.**Taller ProyectoOP15 “Fortalecimiento de capacidades para la coordinación de la información y sistema de

monitoreo/MST en áreas con problemas de manejo de recursos hidráulicos”. Intercambio de experiencias en manejo de recursos hídricos para un MST. del 15 al 19 de octubre 2018 en el Hotel Meliá Varadero, Cuba.

- ✓ Se realizaron seminarios en Las Tunas y Granma a participantes del proyecto y trabajadores de los embalses sobre los sedimentos, su uso e importancia de su extracción para los embalses. En total fueron 20 participantes.
- ✓ En las visitas realizadas a las provincias de Holguín, Guantánamo, Granma, Camagüey y Las Tunas se seminario a 15 productores sobre la importancia y necesidad de extraer y usar los sedimentos de los embalses.

## CONCLUSIONES

- ❖ La caracterización Física de los sedimentos muestra que hay un predominio de las arenas seguido de las arcillas lo que se denominan como Franco Arenoso.
- ❖ Hubo un efecto positivo en la aplicación de los diferentes sedimentos como sustrato combinada con compost y Humus de Lombriz, en proporción de: 50%sedimento+50%compost; 50%sedimento+50% humus y 75%sedimento+25% compost; 75%sedimento+25% humus; y obteniéndose los mayores rendimientos en todos los cultivos con el empleo de 75% de sedimento y el 25% de humus.
- ❖ El aporte económico está dado por la posibilidad de restituir o recuperar la base de los canteros de los organopónicos al utilizar estos sedimentos como sustratos que a su vez proporcionan nutrientes, los cuales son más efectivos cuando son enriquecidos con otros materiales orgánicos como el compost y humus de lombriz, contribuyendo a una ganancia entre 0.393 hasta 0.035 \$/m<sup>2</sup> por concepto de aumento de los rendimientos y la obtención de productos ecológicamente más sanos.
- ❖ Este resultado reviste gran importancia desde el punto de vista social y ambiental debido al efecto positivo de los sedimentos en cuanto a la preservación del suelo, su uso como sustrato orgánico, y su utilización económica conjuntamente con la conservación y/o rescate de la capacidad de almacenamiento de agua en los embalses.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de los sedimentos de los embalses como sustrato en los organopónico, huertos intensivos, semilleros y actividades forestales, además como restitución de la capa vegetal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Duncan, D. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 1955, vol. 11, no. 1.
- DGMN-Andalucía. 2002. Consecuencias de la Desertificación. Dirección General del Medio Natural. Andalucía
- EPA. 2011. Uso sostenible de los sedimentos contaminados. Editado Julio/2011. [http://www.epa.gov/epahome/sciencenb/action\\_teams/sediments/index.html](http://www.epa.gov/epahome/sciencenb/action_teams/sediments/index.html) (Consulta 06/2012).
- Halcrow water group. 2001. Disposal and possible re-use of sediment remove from reservoir. Sedimentation in storage reservoir. Final Report. Feb/2001. 10 pp.
- ISI-LAC 2012. "La gestión de embalses en Costa Rica, como parte de las acciones en cuencas". Reunión de coordinadores de la red latinoamericana de erosión y sedimentación. 26pp.
- Laiz, O., E. Flores, A. Portal, E. Arias, T. Fraser, H. Vázquez y B. González. 2011. "Pérdida de capacidad, sedimentación, caracterización y uso de sedimentos de embalses". Expediente para Optar por el Premio Nacional de Innovación Tecnológica. 211 pp
- "Manual de Técnicas de Análisis Químico para el humus de lombriz", 2004.
- Norma Cubana 1043: Calidad de Suelo. "Determinación de los componentes orgánicos". 2014.
- Norma Cubana 52 (1ra. Edición). "Calidad de suelos- determinación de las formas móviles de fosforo y potasio". 1999.
- Norma Cubana 208: Calidad de suelos. "Determinación de elementos trazas en los suelos". 2009.
- NC 65: Calidad de suelos. "Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables de suelos". 2000.
- Pizarro, R. 2011. Entrevista al Dr. Roberto Pizarro Tapia, Coordinador para América Latina y el Caribe del Programa ISI de UNESCO. Control de Erosión, Ceibe, Año 5 ,No. 9 16-19, 2011
- Rita M, F. Fonseca, F.J.A.S. Barriga, W, S. Fyfe. 2003. Dam Reservoir Sediment as fertilizer and Artificial Soils. Case Studies from Portugal and Brazil. Departamento de Geociencia, Iniversidade de Évora, 7002-554 Évora Portugal Campo Grande, 1794-016 Lisboa, Portugal.
- Ryding, S, O, y Rast, W, (Eds,) (1992) El control de la eutrofización en lagos y pantanos, UNESCO, PIRÁMIDE, 375 pp,
- Sanz Montero, M, E., R. Cobo Rayán, J, L, Gómez Montaña y C, Avendaño Salas, (1998), Composición de los sedimentos acumulados en embalses españoles, Ingeniería del agua, Vol., 5 Núm., 4 páginas 21-28.
- Sanz Montero, M, E., R. Cobo Rayán, J, L, Gómez Montaña y C, Avendaño Salas, (1998), Composición de los sedimentos acumulados en embalses españoles, Ingeniería del Agua, Vol, 5 Num, 4 páginas 21-28,

## Anexo1

### INFORME TÉCNICO DEL RECORRIDO POR LAS PROVINCIAS QUE TIENEN ENBALSES QUE TRIBUTAN A LA CUENCA DE RÍO CAUTO.

Según cronograma de trabajo del proyecto denominado “**Efecto del uso de los sedimentos de embalses en la Cuenca del Río Cauto combinados con materiales orgánicos en producciones agrícolas de bajo insumo**” perteneciente al programa de “**Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba**”.

Se efectuó un recorrido para el establecimiento de los embalses y áreas de intervención y coordinación con las direcciones provinciales de suelos para dar inicio al proyecto con el uso de los sedimentos como sustrato en los organopónicos que estén cercanos a los embalses que se determinen, los que se muestrearán y se enviarán al laboratorio para su caracterización y según los resultados se procederá a empleo.

Como objetivo principal fueron las coordinaciones con las direcciones provinciales de Suelo de las provincias de Granma, Guantánamo, Santiago de Cuba, Holguín, Las Tunas y Camagüey sobre el uso de los sedimentos como sustratos enriquecidos con la materia orgánica de que disponga cada provincia y localidad.

**GRANMA:** El día 13 se inició el trabajo con el director de suelos Ingeniero **Neurys Viamontes Machado**, se discutió la posibilidad del empleo de los sedimentos en los organopónicos con el apoyo de un especialista de suelos para darle seguimiento a la actividad en cuanto a las mezclas de los sedimentos con los materiales orgánicos aplicados en los canteros y la evaluación del desarrollo y parámetros de calidad de los cultivos. Por otra parte se nombró a la especialista **Marlenys Batista Díaz** la cual trabaja con la agricultura Urbana y tiene conocimiento de los materiales orgánicos de la provincia, discutió sobre el apoyo que se le brindaría para el desarrollo de la actividad ya que el proyecto tiene un presupuesto que le permite apoyar la actividad en cuanto a semillas algún tridente, etc.

Se visitó el embalse del Cautillo de la que se tomaron 4 muestras de sedimentos y se enviaron al laboratorio de Guantánamo y de Camagüey.



**GUANTANAMO:** El día 14 se reunió la jefa del proyecto **MSc. Teresa Fraser Gálvez** y el coordinador del proyecto de implementación P2 y parte del proyecto de sedimentos **MSc. Orlando Laiz Averhoff** con el director de Instituto de suelos de Guantánamo Teudys Limeres Jiménez y la Ingeniera **Ángela Njurka Greagh Guibert** quien es la designada para la evaluación de las caracterización química de las muestras de sedimentos de casi todos los embalses que tributan a la cuenca del cauto y serán objeto de estudio además se le propuso la posibilidad de la aplicación de los sedimentos como sustratos en algún organopónico. Para comenzar el trabajo se entregaron 2 muestras de sedimentos para la caracterización química y metales pesados, pero en estos momentos el equipo de absorción atómica está dañado. También se visitó el área de intervención del P2 donde se observó el trabajo realizado por los productores en cuanto a la agricultura de conservación, además del sistema de riego que aplican para la reducción del gasto de agua, o sea gastan solo el necesario para el mantenimiento de los cultivos.



**SANTIAGO DE CUBA:** El día 15 se reunió la jefa del proyecto **MSc. Teresa Fraser Gálvez** y el coordinador del proyecto de implementación P2 y parte del proyecto de sedimentos **MSc. Orlando Laiz Averhoff** con el director de suelos Ingeniero **Juan Carlos Marín** y con la especialista **Griselda Despaigne Hurtado** quien va a conducir los experimentos con los sedimentos en los organopónicos y se tomaran muestras de los embalses que están cerca de los organopónicos. También nos reunimos con el director de la Facultad de agronomía y con el profesor **MSc. José A. Chang Porto** donde se planteó la necesidad de los alumnos conozcan todo lo relacionado con la erosión y sedimentación así como su cálculo. Se propuso la participación en un Taller que se impartirá en la provincia los días del 17 al 20 de abril.



**HOLGUIN:** El día 16 la jefa del proyecto **MSc. Teresa Fraser Gálvez** se comunicó vía telefónica desde Las Tunas con el director provincial de suelos Maikel Ramírez donde le comunicaba el objeto de su visita para que la recibiera; pero el interlocutor no pretendía o no quería intercambiar con la jefa del proyecto y de una forma no adecuada le comunico que él no tenía personal que pudiera participar en ningún trabajo de proyecto, no obstante la jefa del proyecto se persono en suelos y Maikel se había ido al igual que el resto del personal de la oficina de suelos, por tanto no se pudo coordinar ninguna acción de trabajo con esa provincia.

**LAS TUNAS:** El día 16 se reunió la jefa del proyecto **MSc. Teresa Fraser Gálvez** y el coordinador del proyecto de implementación P2 y parte del proyecto de sedimentos **MSc. Orlando Laiz Averhoff** con el director de suelos Ingeniero **Víctor Santos Ramírez**, donde se le planteo la importancia de la aplicación de los sedimentos como sustrato en los organopónicos y la necesidad de tener un especialista para la evaluación de los cultivos. Él fue muy receptivo y nos llevó al organopónico que se pretende lleve a efecto el experimento e incluso nos propuso la posibilidad de que un estudiante (Yordanis López Martí) que está haciendo un trabajo de curso también participe en el experimento evaluando los rendimientos. También propone a Maritza Guzmán Román que participa en el P2, lleve este experimento en el organopónico La potabilizadora que está cerca del embalse Majibacoa.





**CAMAGUEY:** El día 17 se reunió la jefa del proyecto **MSc. Teresa Fraser Gálvez** y el coordinador del proyecto de implementación P2 y parte del proyecto de sedimentos **MSc. Orlando Laiz Averhoff** con el director del Instituto de suelos de Camagüey y con la directora científica, solo faltaba la especialista María Marilín Morell Ramírez que no se encontraba en el centro. Se explicó el trabajo que tenía que hacer el Instituto, que es la caracterización física de los sedimentos, así como otros análisis químicos y biológicos de interés. Se le entregó 2 muestras del embalse El Cautillo de la provincia Granma.

Estrategia de trabajo para la próxima visita que será de muestreo y montaje de experimentos con los sedimentos de embalses.

Coordinar con los compañeros de INRH de cada provincia para que realicen los muestreos de sedimentos de los embalses en estudio, para ello es necesario garantizar

Bolsa de nylon de 3kg de capacidad

Hilo para amarrar

Marcador permanente para la identificación de las muestras

Pala y paleta de bodeguero

Bolsas o sacos de nylon impermeable para el traslado de 50kg

Combustible para el traslado de las muestras a los laboratorios y organopónicos.

## Anexo2

### TOMA DE MUESTRAS DE LOS EMBALSES

Una parte de las muestras fueron tomadas con dos tipos de barrena: una barrena helicoidal de 1,70 metros de longitud y otra barrena de dos extensiones de 1m cada una que cuenta con una toma muestra de 0.30 m y un diámetro 0.04 m, ver Foto N° 1. La otra parte de las muestras fueron recolectadas a partir del método tradicional de pico, pala, y tridente en lugares de fácil acceso y preservadas en sacos de polietileno y pomos estanco.



**Embalse Cauto El Paso. Perforación con barrena helicoidal para determinar la profundidad del sedimento, en el Embalse Chimbi.**

**Embalse Rincón**

### MUESTRAS RECUPERADAS EN LOS EMBALSES CON LA UTILIZACIÓN DE LOS TOMA MUESTRAS.

#### Provincia Villa Clara.

- **Embalse Manicaragua.**

N° de Muestra	Coordenadas (m)	
	X	Y
1	533014.41	183616.37

#### Provincia Granma

- **Embalse Cauto El Paso.**

N° de Muestra	Coordenadas (m)	
	X	Y
1	511443.46	213264.73

#### Descripción:

0,0-1,0 m Arcilla color pardo oscuro, con olor fétido y restos de caracoles



Foto N° 2. Durante la documentación de la muestra N° 1 en el Embalse Cauto El Paso.

N° de Muestra	Coordenadas (m)	
	X	Y
2	511554.19	213450.13

**Descripción:**

0,0-1,00m Arcilla color pardo oscuro con restos de caracoles.

**Provincia Las Tunas.**

- **Embalse Chimbi.**

N° de Muestra	Coordenadas (m)	
	X	Y
1	511222.91	254868.90

**Descripción:**

0,0-0,30 m Arcilla pardo oscura con restos de caracoles



**Foto N° 3. Durante la limpieza del área de trabajo por el Jefe del Proyecto en el Embalse Chimbi.**

N° de Muestra	Coordenadas (m)	
	X	Y
2	511336.14	255096.90

N° de Muestra	Coordenadas (m)	
	X	Y
1	506159.97	252938.60



**Foto N° 4. Perforación con barrena helicoidal por el Esp. Geólogo para determinar la profundidad del sedimento, en el Embalse Chimbi.**

**Embalse Playuela.**

**Descripción:**

0,0-0,05m Arcilla color pardo oscuro con restos de caracoles.

- **Embalse Rincón.**

N° de Muestra	Coordenadas (m)	
	X	Y
1	493505.29	246545.50

**Descripción:**

0,0-1,00m Arcilla color pardo oscuro con intercalaciones arenosas.

N° de Muestra	Coordenadas (m)	
	X	Y
2	494787.20	248076.47

**Descripción:** 0,0-1,00m Arcilla color pardo oscuro con intercalaciones arenosas.



**Foto N° 5. Toma de la muestra No 2 en el Embalse Rincón.**

## CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA DE LOS EMBALSES.

Durante el recorrido por las zonas de trabajo se realizó una caracterización física del área observando el tipo de relieve y los afloramientos, con el objetivo fundamental de aclarar la naturaleza geológica, el estado físico de los suelos, la caracterización de los sedimentos en los Embalses y el aprovechamiento posterior de los mismos.

La zona de estudio correspondiente del **Embalse Cautillo** está representada por las Formaciones nombradas a continuación, ver **Foto N° 6**:

### a) Formación Charco Redondo: (chr)

**Edad:** Eoceno Medio. ( $P_2^2$ )

**Litología diagnóstica:** Calizas compactas órgano-detríticas, fosilíferas, de color variable. En la parte inferior del corte, son frecuentes las brechas. En esta parte predomina la estratificación gruesa, mientras que en la superior predomina la estratificación fina.

**Ambiente de sedimentación:** Se depositó en aguas poco profundas, en un ambiente litoral y sublitoral.

**Espesor:** Oscila entre 50 y 200 m.

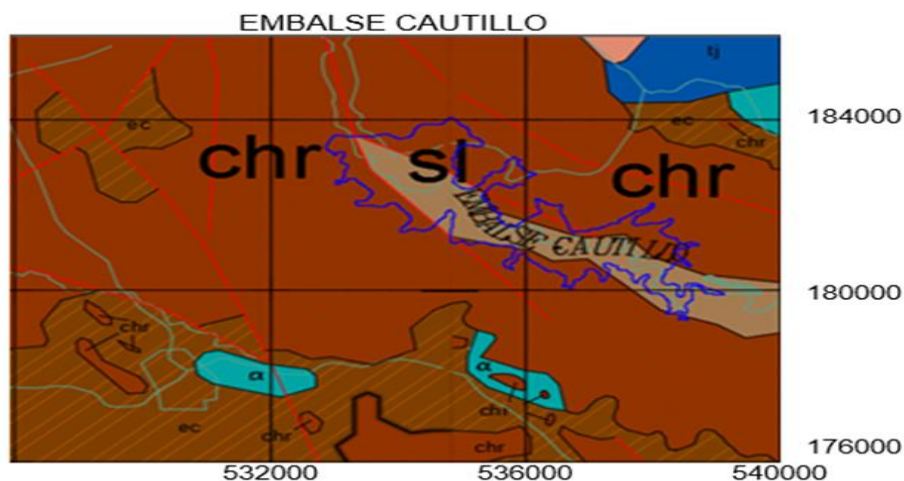
### b) Formación San Luis: (sl)

**Edad:** Eoceno Medio parte alta- Eoceno Superior. ( $P_2^2$ - $P_2^3$ )

**Litología diagnóstica:** Areniscas polimícticas, limolitas, margas, arcillas, calizas arcillosas, calizas biodetríticas, calizas arenosas y conglomerados polimícticos. Se encuentra bien estratificada. En dirección hacia la parte superior del corte se observa un aumento de la cantidad del material clástico. Se encuentra cortada por diques y cuerpos de basalto. Sus depósitos aparecen ligeramente plegados.

**Ambiente de sedimentación:** Inicialmente la sedimentación ocurrió en aguas marinas profundas, finalizando aquella en aguas de mediana a poca profundidad.

Espesor: 700 m.



**Foto N° 6. Mapa Geológico del Embalse Cautillo.**

La zona de estudio correspondiente al **Embalse Batalla de Guisa** está representada por las Formaciones descritas a continuación, ver **Foto N° 7**:

**a) Formación Charco Redondo: (chr)**

**Edad:** Eoceno Medio. ( $P_2^2$ )

**Litología diagnóstica:** Calizas compactas órgano-detriticas, fosilíferas, de color variable. En la parte inferior del corte, son frecuentes las brechas. En esta parte predomina la estratificación gruesa, mientras que en la superior predomina la estratificación fina.

**Ambiente de sedimentación:** Se depositó en aguas poco profundas, en un ambiente litoral y sublitoral.

**Espesor:** Oscila entre 50 y 200 m.

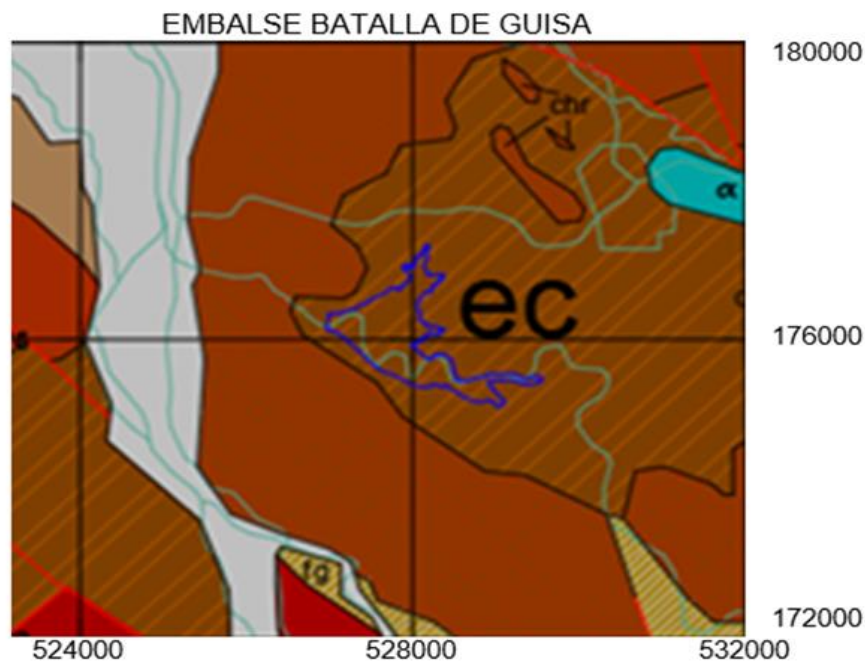
**b) Formación Grupo El Cobre: (ec)**

**Edad:** Paleoceno- Eoceno Medio parte baja ( $P_1-P_2^1$ )

**Litología diagnóstica:** Está constituida por diferentes tipos de rocas vulcanógenas y vulcanógeno-sedimentarias en distintas correlaciones y combinaciones alternantes, muy variables, tanto en sentido vertical como lateral. Las transiciones entre ellas a veces son bruscas y otras graduales y en muchos casos es prácticamente imposible establecer delimitaciones entre ellas. Las rocas más abundantes son: tobas, tobas aglomeráticas, lavas y lavas aglomeráticas de composición andesítica, andesidácica y dacítica, raramente riolítica, riodacítica y basáltica. Con estas rocas se intercalan tufitas y calizas, además, se asocian a este complejo vulcanógeno-sedimentario cuerpos hipabisales y diques de diversa composición. En su composición también participan tobas cineríticas, tufitas, tobas calcáreas, calizas tobáceas, areniscas polimícticas y vulcanomícticas y gravava.

**Ambiente de sedimentación:** Cuenca marina de profundidad variable (de somera a media), de salinidad normal.

**Espesor:** Oscila entre 5000 y 6000 m.



**Foto N° 7. Mapa Geológico del Embalse Batalla de Guisa.**

La zona de estudio correspondiente del Embalse Cauto El Paso está representada por las Formaciones siguientes, ver Foto N° 8:

**a) Formación Cauto: (chr)**

**Edad:** Pleistoceno, por su posición estratigráfica. (Q<sub>1</sub>)

**Litología diagnóstica:** Arcillas, limos, arenas, gravas polimícticas y conglomerados polimícticos, con estratificación horizontal y cruzada. Coloración abigarrada.

**Ambiente de sedimentación:** Depósitos aluviales y deluviales, con alguna influencia marina cerca de la desembocadura del Río Cauto, que debe haber sido mayor durante las transgresiones del Plioceno y el Cuaternario.

**Espesor:** Puede alcanzar hasta 25 m.

**b) Formación Bayamo: (by)**

**Edad:** Por su posición estratigráfica se le ha asignado la edad Plioceno Superior (N<sub>2</sub>-Q<sub>1</sub>)

**Litología diagnóstica:** Areniscas polimícticas de variada granulometría con cemento calcítico y calcítico- arcilloso débil e intercalaciones lenticulares de arcillas, arenas arcillosas e inclusiones ocasionales de yeso; las areniscas tienen con frecuencia nódulos de calcita, goethita y oolitos ferromangánicos. La coloración es abigarrada y la estratificación es fina, lenticular o cruzada, a veces indefinida.

**Ambiente de sedimentación:** Se depositó en un ambiente en parte estuarino y en parte aluvial-lagunar.

**Espesor:** Oscila entre 10 y 100 m.



**Foto N° 8. Mapa Geológico del Embalse Cauto del Paso.**

La zona de estudio correspondiente del **Embalse Rincón** está representada por las Formaciones siguientes, ver **Foto N° 9**:

**a) Grupo Buena Ventura: (bve)**

**Edad:** Cretácico Superior (K<sub>2</sub>).

**Litología diagnóstica:** Areniscas, conglomerados, gravelitas, tobas, tufitas limolíticas, calizas, silicitas, lavobrechas, andesitas, basalto-andesitas, basaltos.

**b) Cuerpos intrusivos de Granitoides.**

La edad de estas rocas se determinó por numerosos análisis de edad absoluta (método K-Ar).

**Litología diagnóstica:** las intrusiones de granitoides están ampliamente expuestas en la región Ciego de Ávila - Camagüey - Las Tunas. Los tipos de rocas más comunes en esta región son: dioritas cuarcíferas, granodioritas y en menor cantidad, granitos y sienitas. Asociados a las intrusiones de granitoides, se observan diques de pegmatitas, aplita, etc.



**Foto N° 9.** Mapa Geológico del Embalse Rincón.

La zona de estudio correspondiente del **Embalse Playuela** está representada también por los cuerpos intrusivos de granitoides descritos anteriormente, ver **Foto N° 10:**



**Foto N° 10.** Mapa Geológico del Embalse Playuela.

La zona de estudio correspondiente del **Embalse Chimbi** está representada por las Formaciones siguientes, ver **Foto N° 11:**

**a) Formación Vázquez: (vq)**

**Edad:** Mioceno Inferior parte alta- Mioceno Medio.

**Litología diagnóstica:** Alternancia de margas, limolitas calcáreas o arcillosas, argilitas y arcillas esmécticas, arcillas arenáceas, que en la parte occidental del área de distribución contienen intercalaciones finas y concreciones de magnesita, la cual puede presentarse también en estratos de 5 m y más, subordinadamente calizas biodetríticas arcillosas, calizas micríticas, calcilitas poco consolidadas (éstas a veces con débil fosfatización), calcarenitas, areniscas, pseudoconglomerados,



conglomerados calcáreos y polimícticos, constituidos éstos por serpentinitas, gabros, cuarzo, vulcanitas y granitoides.

**Ambiente de sedimentación:** La presencia de arcilla con yeso, pirita, restos vegetales y lignito indican un ambiente de cuenca restringida, en un medio reductor, probablemente pantanos y lagunas costeras, al cual corresponde la asociación *Ammonia*-Ostrácodos, mientras las asociaciones bentónicas presentes en otros horizontes y localidades (*Elphididae*, *Amphisteginidae*, *Soritidae*) caracterizan un ambiente sublitoral de moderada energía.

**Espesor:** Oscila entre 52 y 200 m.

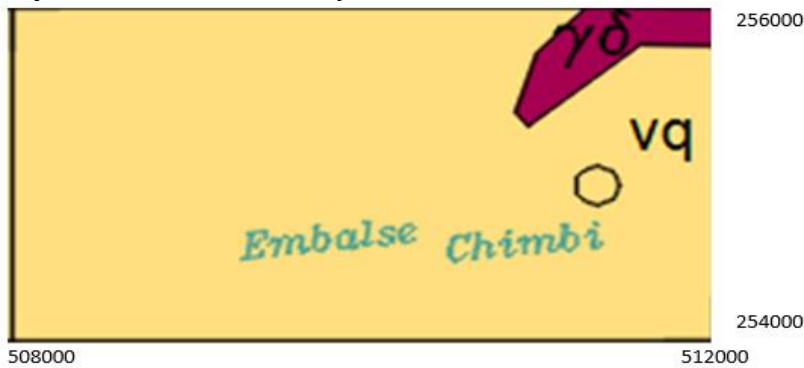


Foto Nº 11. Mapa Geológico del Embalse Chimbi.

Desde el punto de vista geológico se resume que en los Embalses se identificaron diferentes Formaciones Geológicas de acuerdo al Levantamiento Geológico a escala 1:100 000, realizado por la Academia de Ciencias de Cuba en el año 2001, las muestras recolectadas en todos los Embalses serán enviadas al Laboratorio de suelo de las provincias de Pinar del Río y Guantánamo para la determinación de las características físicas y químicas de los sedimentos.

**Otro muestreo realizado** fue en el embalse de MAPOSTÓN el cual abarca parte del polígono y es de importancia para la provincia de Mayabeque. Las muestras se enviaron al laboratorio para su caracterización y los resultados están en proceso.

**ANEXO 3**

En las fotos que se muestran a continuación se observa el área del organopónico de tapado LOS PINOS ubicado en el poblado de LA PARRA, municipio Majibacoa, Las Tunas donde se aplicó el sedimento y se sembrara el cultivo de la remolacha en siembra directa.

**MOMENTO DE LA EXTRACCIÓN DE SEDIMENTO**



### MOMENTO DEL CÁLCULO Y TRASLADO DEL SEDIMENTO AL CANTERO



### MOMENTO DE LA APLICACIÓN DEL SEDIMENTO EN EL CANTERO



#### ANEXO 4

**FOTOS DEL CULTIVO DE LA REMOLACHA** (al parecer las semillas no tenían buena calidad por tanto la germinación no fue muy buena)

