

CIENCIAMATRIA

Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología

Año VII. Vol. VII. N°1. Edición Especial. 2021

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM). Santa Ana de Coro. Venezuela

Nelly Judith Paredes-Andrade; Álvaro Ricardo Monteros-Altamirano; Ana del Rosario Paredes-Tapia;

Carlos Estuardo Caicedo-Vargas; Luis Felipe Lima Tandazo

[DOI 10.35381/cm.v7i1.486](https://doi.org/10.35381/cm.v7i1.486)

## **Restauración de áreas agrícolas degradadas a través de sistemas agroforestales de cacao en Amazonía Ecuatoriana**

### **Restoration of degraded agricultural areas through cocoa agroforestry systems in the Ecuadorian Amazon**

Nelly Judith Paredes-Andrade

[nelly.paredes@iniap.gob.ec](mailto:nelly.paredes@iniap.gob.ec)

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Central de la Amazonía  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-3320-8468>

Álvaro Ricardo Monteros-Altamirano

[alvaro.monteros@iniap.gob.ec](mailto:alvaro.monteros@iniap.gob.ec)

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Santa Catalina  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-1271-3513>

Ana-del-Rosario Paredes-Tapia

[ana.paredes@epoch.edu.ec](mailto:ana.paredes@epoch.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Sede Orellana  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-7651-7458>

Carlos Estuardo Caicedo-Vargas

[carlos.caicedo@iniap.gob.ec](mailto:carlos.caicedo@iniap.gob.ec)

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Central de la Amazonía  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-9352-1654>

Luis Felipe Lima-Tandazo

[luis.lima@iniap.gob.ec](mailto:luis.lima@iniap.gob.ec)

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Central de la Amazonía  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-2777-5282>

Recibido: 10 de marzo de 2021

Aprobado: 15 de junio de 2021

## CIENCIAMATRIA

Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología

Año VII. Vol. VII. N°1. Edición Especial. 2021

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM). Santa Ana de Coro. Venezuela

Nelly Judith Paredes-Andrade; Álvaro Ricardo Monteros-Altamirano; Ana del Rosario Paredes-Tapia;

Carlos Estuardo Caicedo-Vargas; Luis Felipe Lima Tandazo

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar resultados preliminares del establecimiento de seis ensayos de sistemas agroforestales con énfasis en cacao como cultivo principal, en lotes de pastizales degradados y rastrojos, pertenecientes a cuatro parroquias de la provincia de Orellana como alternativa para la diversificación de las áreas degradadas para proveer a las comunidades de seguridad alimentaria, promover la conservación de la agrobiodiversidad e indirectamente apoyar para la mitigación y adaptación al cambio climático. Cada finca ha sido diversificada con *Theobroma cacao*, *Cedrelinga cateniformis*, *Cordia alliodora*, *Jacaranda mimosifolia*, *Cedrela odorata*, *Critus sinensis*, *Citrus paradisi*, *Persea americana*, *Cocus nucifera*, *Euterpe oleracea*, *Erythrina poeppigiana*, *Phaseolus vulgaris*, *Musa sp*, *Manihot esculenta* y *Zea mays*. El porcentaje de prendimiento de las especies a los 60 días fue de 96.8%, a pesar de las altas temperaturas en promedio (31°C), precipitación promedio de 350 mm, y suelos ácidos en los ensayos de investigación.

**Descriptor:** Agroclimatología; cambio climático; agricultura de subsistencia. (Palabras tomadas del Tesoro UNESCO).

## ABSTRACT

The objective of this work is to present preliminary results of the establishment of six trials of agroforestry systems with emphasis on cocoa as the main crop, in batches of degraded pastures and stubble, belonging to four parishes of the province of Orellana as an alternative for the diversification of the areas degraded to provide communities with food security, promote the conservation of agrobiodiversity and indirectly support for mitigation and adaptation to climate change. Each farm has been diversified with *Theobroma cacao*, *Cedrelinga cateniformis*, *Cordia alliodora*, *Jacaranda mimosifolia*, *Cedrela odorata*, *Critus sinensis*, *Citrus paradisi*, *Persea americana*, *Cocus nucifera*, *Euterpe oleracea*, *Erythrina poeppigiana*, *Phaseolus vulgaris*, and *Zeayshota sp.* . The percentage of seizure of the species at 60 days was 96.8%, despite the high temperatures on average (31 ° C), average rainfall of 350 mm, and acid soils in the research trials.

**Descriptors:** Agroclimatology; climate change; subsistence agriculture. (Words taken from UNESCO Thesaurus).

## INTRODUCCIÓN

A nivel global existe una preocupación por la pérdida acelerada de la biodiversidad causada por diversos factores, como la apertura de la frontera agrícola, tala y quema o el modelo persistente derivado de la Revolución Verde (Stupino et al., 2014). Los cultivos transitorios provocan una pérdida acelerada de macro y micronutrientes e invasión de arvenses, lo que lleva a la dependencia de insumos agrícolas extra-finca. El uso de agroquímicos con alto grado de toxicidad y productos elaborados para el control de plagas, arvenses y nutrición de suelos ha incidido directamente en la desarticulación de la organización social, producción y tecnología empleada (Camacho, 2009; Nodari y Tomás 2016). En definitiva, han provocado cambios estructurales y funcionales totalmente diferentes a los ecosistemas naturales y a los parcialmente modificados (Nicholls et al., 2017).

Es por ello por lo que se buscan nuevas alternativas de producción sostenible, que permitan recuperar y mantener el potencial productivo de las áreas degradadas ej. Pastizales, y diversificar los sistemas de producción a través de la implementación de la agroforestería en las áreas rurales. Ésta tiene como finalidad asociar mutiestratos de varias especies de cultivos, arbustivas y leñosas (frutales, maderables, palmas, etc), en un mismo espacio, de manera secuencial o temporal (López, 2007). Es así, que los sistemas agroforestales ayudan a controlar y evitar la erosión en los suelos, mantienen su fertilidad, incrementando la interacción biológica, por lo que disminuye la dependencia de insumos externos, bajando los costos de producción lo que permite su sostenibilidad a largo plazo, con una producción más estable e incremento en los rendimientos (Mendieta y Rocha, 2007). Las especies involucradas son además interdependientes con todos los elementos del ecosistema del cual forman parte (suelo, aire, sol, precipitación, microorganismos y el hombre) por lo cual estas alternativas se consideran sistemas de producción organizadas (Ramírez, 2005; Sotomayor y García, 2005)

En las chakras locales de la Amazonía ecuatoriana, se establecen varios sistemas agroforestales con base en maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*) y cacao (*Theobroma cacao*), siendo el cacao el cultivo de mayor importancia económica (Vera

et al., 2019a). Dadas las diversas condiciones climáticas y de suelo, el cacao es un cultivo que se establece tanto en exposición solar, como en plantaciones establecidas con varios tipos y cantidades de cobertura arbórea, lo que mantiene la biodiversidad. Alta diversidad vegetal ha sido descrita en el sistema agroforestal de cacao (Jadán et al., 2016).

Por ejemplo, los árboles de sombrío en los cacaotales permiten economizar agua lo que mitiga los efectos en períodos de déficit hídrico, mantienen la fertilidad del suelo, ayudan a reducir la erosión, reciclan nutrientes, aportan materia orgánica, incrementan las poblaciones de plantas epífitas y aumentan la diversidad de las especies de aves, entre otros (Nieto y Caicedo, 2013). Sin embargo, el sistema itinerante de las chakras en el sistema cacao puede alterar su composición florística (Vera et al., 2019b). En definitiva, la diversidad presente en el sistema agroforestal de cacao es importante para el secuestro de carbono como mecanismo de mitigación y adaptación al cambio climático (Somarriba et al., 2019).

La conservación y uso sostenible de ecosistemas frágiles como los amazónicos implican un nuevo enfoque en el manejo de agroecosistemas, a través de la recuperación y diversificación de áreas degradadas, a través de sistemas productivos que sean menos invasivos y permitan la conservación de la diversidad de especies como lo propone el sistema agroforestal de cacao (Somoza et al., 2015). En este sentido, el objetivo de este trabajo es presentar resultados preliminares del establecimiento de seis ensayos de sistemas agroforestales con énfasis en cacao como cultivo principal, en lotes de pastizales degradados y rastrojos, pertenecientes a cuatro parroquias de la provincia de Orellana como alternativa para la diversificación de las áreas degradadas para proveer a las comunidades de seguridad alimentaria, promover la conservación de la agrobiodiversidad e indirectamente apoyar para la mitigación y adaptación al cambio climático.

## METODOLOGÍA

### Establecimiento de sistemas agroforestales

En primera instancia, se realizaron tres talleres en cada comunidad con la participación de los potenciales beneficiarios; en estos talleres se solicitó de manera participativa la selección de las fincas donde se irían a establecer los ensayos agroforestales. Estas fincas debían reunir algunas condiciones mínimas como: disponer de una hectárea de terreno, colaborar con la mano de obra para el manejo agronómico de las especies sembradas, participar en los procesos de evaluación de las variables, apoyar en la organización de eventos como días de campo y facilitar el acceso a vecinos, instituciones y demás personas interesadas en conocer los ensayos. Del mismo modo, de manera participativa se seleccionaron las diferentes especies forestales, frutales, clones de cacao y cultivos de seguridad alimentaria para ser establecidos en los ensayos.

Los ensayos agroforestales se establecieron desde febrero de 2020 a julio del 2020, en cinco localidades de la provincia de Orellana, en las fincas denominadas: Aroma de Cacao, Santa Narcisa, San Luis, Selva Aventura, Majagua y Asosortuyaya, donde cuatro beneficiarios son colonos y dos son kichwas. En cada ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones. La superficie total en cada una de las localidades es de una hectárea, donde se distribuyó el sistema agroforestal: en hileras dobles cada 28 m el chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) como especie forestal (4 x 4 m), porotillo (*Erythrina* sp.) como especie de servicio dispersa en el lote sembrada a 7 x 7 m y plátano (*Musa* sp.) como sombra temporal a la misma densidad, mientras que las plantas de cacao se establecieron a 3.5 x 3.5 m equivalente a una densidad de 816 plantas por hectárea. Las plantas de laurel (*Cordia alliodora*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), cedro (*Cedrela odorata* L.), naranja (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus paradisi*), aguacate (*Persea americana*), coco (*Cocos nucifera*) y asaí (*Euterpe oleracea*) se sembraron en los bordes de las parcelas a distancias de 5x5 m. Los cultivos de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), yuca y maíz se sembraron en las entrecalles de los ensayos agroforestales. La base económica del

sistema agroforestal es cacao y por lo tanto lo denominaremos “sistema agroforestal de cacao”.

Para determinar el prendimiento de los materiales sembrados se procedió a cuantificar el número de plantas prendidas en cada sitio (finca), hasta los 60 días después de la siembra; los datos fueron obtenidos mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Prendimiento} = \frac{\# \text{ de plantas prendidas}}{\# \text{ total de plantas sembradas}} * 100$$

El índice de mortalidad se determinó en base al número de plantas vivas a los 60 días y las plantas sembradas, esta se expresó en porcentaje (Cuadro 1), valoración del índice de mortalidad.

### Cuadro 1.

Valoración del índice de mortalidad de las especies en estudio.

Valores	Interpretación
1	Planta sembrada presente y viva
2	Planta sembrada ausente y muerta en pie

**Fuente:** Spitler (1995).

### Datos climáticos

Los datos climáticos fueron registrados en la Estación Experimental Central Amazónica de INIAP, a través de la estación meteorológica HOBO.

### Análisis de suelos

Para determinar el nivel de fertilidad de los suelos de las seis fincas, se analizaron las muestras de los lotes donde se establecieron los ensayos, en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la EECA-INIAP. A partir de extractos de suelos obtenidos por el método Olsen modificado; se determinaron los contenidos de Nitrógeno amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) con

el método indofenol azul, Fósforo con azul de molibdeno, ambos por colorimetría; para el caso de Potasio, Calcio y Magnesio se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica; materia orgánica mediante el método Walkley y Black. Para la determinación del pH se utilizó el método potenciométrico (1:2.5); técnicas establecidas según el Manual de Procedimientos de análisis de suelos, plantas y abonos del laboratorio (Díaz y Changoluisa, 2012). Los resultados para el pH, se establecen como escala de interpretación: neutros (> 6.5), ligeramente ácidos (6.0 – 6.5), moderadamente ácidos (5.5 – 6.0), ácidos (5.0 – 5.5) y muy ácidos (< 5.0). Este análisis se realizó como parte de la línea base que se estableció para la ejecución y establecimiento de los ensayos. La base de datos desarrollada fue una matriz donde se trabajó como variables los registros de: potencial hidrógeno (pH), materia orgánica y los elementos mayores: N, P, K, Ca y Mg como componentes del análisis básico que se realiza en el laboratorio de la EECA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

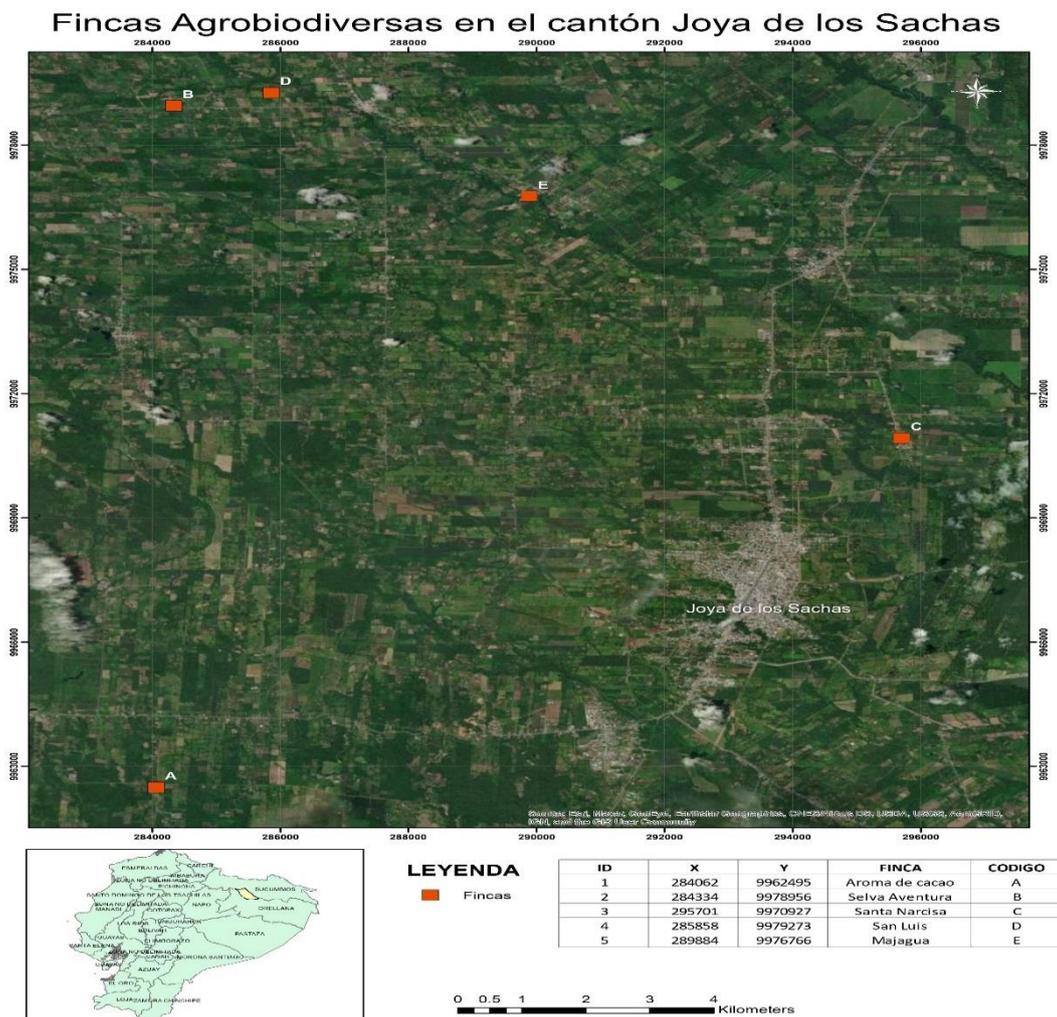
El estudio se realizó en seis fincas (Cuadro 2), ubicadas en cuatro parroquias del cantón Joya de los Sachas, pertenecientes a la provincia de Orellana (Figura 1).

### Cuadro 2.

Ubicación de las fincas seleccionadas para el establecimiento de los ensayos.

Fincas	Comunidad	Parroquia	Coordenadas UTM	
AROMA DE CACAO	Eugenio Espejo	San Carlos	0284062	9962495
SANTA NARCISA	Reina del Oriente	Joya de los Sachas	0295701	9970927
MAJAGUA	Progreso	Enokanqui	0289884	9976766
SAN LUIS	3 de Noviembre	3 de Noviembre	0285858	9979273
ASOSERTURYAYA	Flor del Bosque	San Carlos	0292825	9950325
SELVA VENTURA	3 de Noviembre	3 de Noviembre	0284320	9978905

Las localidades poseen una temperatura promedio de 26° C, precipitación entre los 2800 a 4500 mm al año, siendo mayo y junio los meses con mayor pluviosidad, mientras que agosto, septiembre y octubre presentan menos pluviosidad (GADPO, 2015).



**Figura 1.** Mapa de ubicación de las fincas.

Tres de los lotes donde se establecieron los sistemas agroforestales de cacao correspondían a áreas de pastizales degradados, por lo tanto, se realizó la aplicación de un quemante para eliminar la presencia de gramíneas; los otros lotes correspondían a áreas de rastrojo (4 años en descanso), en este caso se realizó la tumba y repique de especies como Ortiga de monte (*Urera bacáfera*) y Guarumo (*Cecropia peltata*). En todos los lotes se realizó el análisis de suelo y en base al mismo, se aplicó cal en todos ellos, con el objetivo de corregir el pH ácido del suelo y se dejaron cuatro meses de descanso en todos los lotes. Luego de este tiempo, se procedió con el balizado para lo cual se colocaron balizas en tres bolillos para las plantas tanto de cacao como para las otras especies que componen el sistema agroforestal. Las plantas de cacao pertenecen a los clones (EET 111, EET 800, EET 801, EET 103, Cacao súper árbol 6 y Cacao súper árbol 8), que corresponden a cacao tipo nacional y cacao trinitario, los mismos que fueron adquiridas en un vivero de la región Costa y las especies forestales en viveros de un proveedor local. La siembra de las especies antes descritas se realizó entre noviembre y diciembre de 2019.

Al momento de la siembra se realizó una fertilización base que consistió de 100 gramos de fertilizante sintético que contiene: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, boro, hierro, manganeso y zinc. al fondo del hoyo, además se incorporó a los 15 días de la siembra compost (250 g/planta). En el primer trimestre de establecimiento de los cultivos se realizaron controles manuales de arvenses de las cuales la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) era la más persistente.

### **Sistema agroforestal**

En cada localidad se entregó plantas para el establecimiento del ensayo agroforestal distribuidas de la siguiente manera: Cacao 1283, Erytrina 400, Naranja Washington 42, Aguacate 67, laurel 25, Jacaranda 40, Chuncho 400, Toronja Rosada 8, Coco 45, Cedro 83, Colinos de plátano 350, Asai 20, fréjol 10 libras y maíz 25 libras

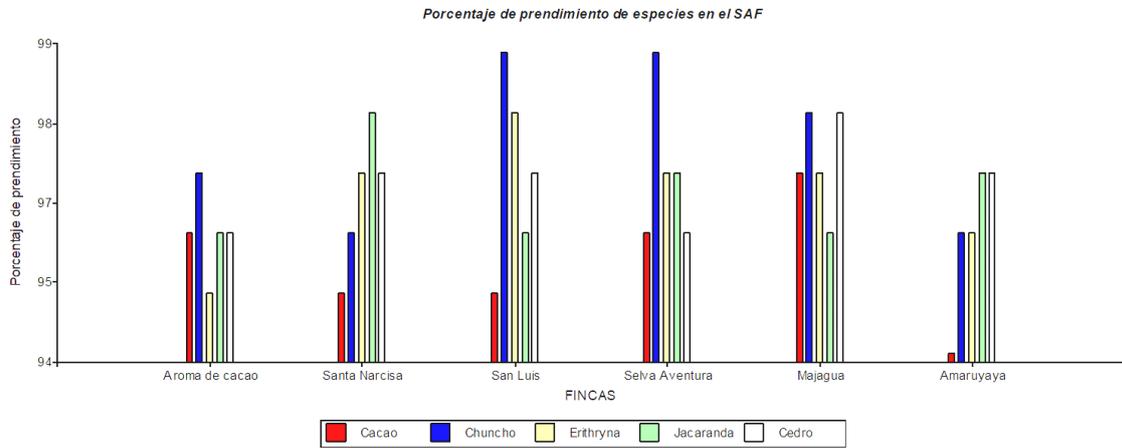
Se consideró la combinación simultánea de árboles con cultivos perennes, tales como cacao (*Theobroma cacao*. L); con especies arbóreas como chuncho (*Cedrelinga cateniformis*), laurel (*Cordia alliodora*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), cedro

(*Cedrela odorata* L.); frutales tanto amazónicos como exóticos como son naranja (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus paradisi*), aguacate (*Persea americana*), coco (*Cocos nucifera*) y asaí (*Euterpe oleracea*); especies leguminosas como poró (*Erythrina poeppigiana*) y fréjol (*Phaseolus vulgaris*); los ensayos tienen a la fecha tres meses de haber sido establecidos en campo.

La selección de especies concuerda con otras experiencias donde mencionan que los usos más comunes de los árboles en sistemas agroforestales de cacao son medicinales, madera, producción de frutos y ornamentales (Sánchez et al., 2016; Caicedo-Camposano et al., 2019), de igual forma se puede mencionar que el área de producción del cacao, así como la de otros cultivos, puede ser aprovechada al máximo estableciendo otros cultivos y árboles que ayuden a mejorar la nutrición del suelo y la economía de las familias campesinas, antes de que el cacao comience a producir (Navarro & Camacho, 2006). Por otra parte, existen datos que determinan que la característica principal que distingue al cultivo de cacao del tipo nacional, es su necesidad de sombra, como un elemento básico en el inicio del cultivo (Larrea 2008), tradicionalmente, se ha utilizado sombra de plátano o frutales como el chontaduro (*Bactris gasipaes*), asociados con otros cultivos (Graefe et al. 2012), también, estudios realizados en Perú, Colombia y Brasil han demostrado que el chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), es una especie forestal con características maderables valiosas, de estrato superior en los sistemas agroforestales, de rápido crecimiento y además fija nitrógeno (Flores 2003).

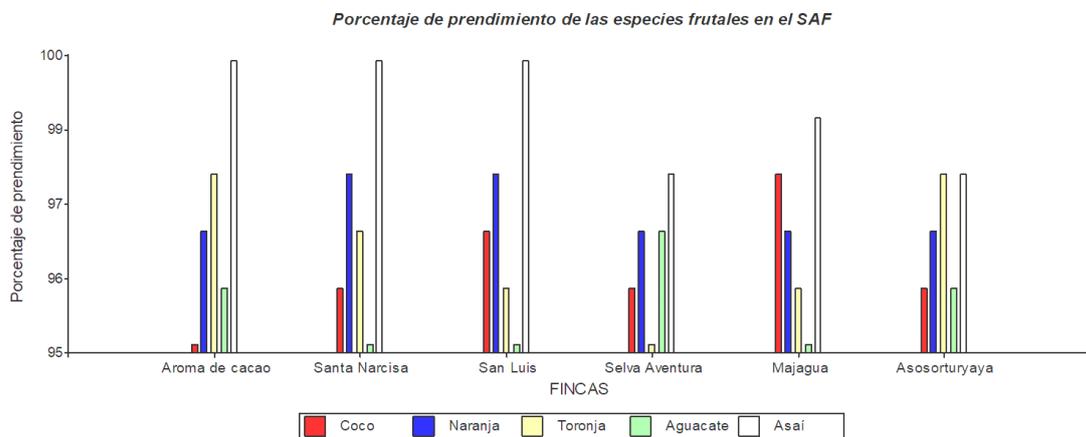
Se evaluó el porcentaje de prendimiento de las especies forestales y cacao por localidad (Figura 2). En promedio para todos los lotes se registró el siguiente porcentaje de prendimiento: Cacao (95.55%), Chuncho (96.5%), Erithryna (96.2%), Coco (96.5%), Laurel (100%), Jacaranda (96.5%), Cedro (96.8%). Por diferencia se identificó el porcentaje de mortalidad que en promedio fue: Cacao (4.5%), Chuncho (3.5%), Erithryna (3.8%), Coco (3.8%), Laurel (0%), Jacaranda (3.5%), Cedro (3.28%),

Nelly Judith Paredes-Andrade; Álvaro Ricardo Monteros-Altamirano; Ana del Rosario Paredes-Tapia; Carlos Estuardo Caicedo-Vargas; Luis Felipe Lima Tandazo



**Figura 2.** Porcentaje de prendimiento de las diversas especies sembradas en fincas.

De igual manera se procedió a calcular el porcentaje de prendimiento para las especies frutales por localidad (Figura 3), es así como la Naranja registró el (97%), Toronja (95.5%), Aguacate (96%), Coco (96.5%), Asaí (99.2%). El porcentaje de mortalidad promedio de las especies frutales registraron los siguientes valores promedio Naranja (3%), Toronja (4.5%), Aguacate (4%), Coco (3.5%) y Asaí (0.83%).



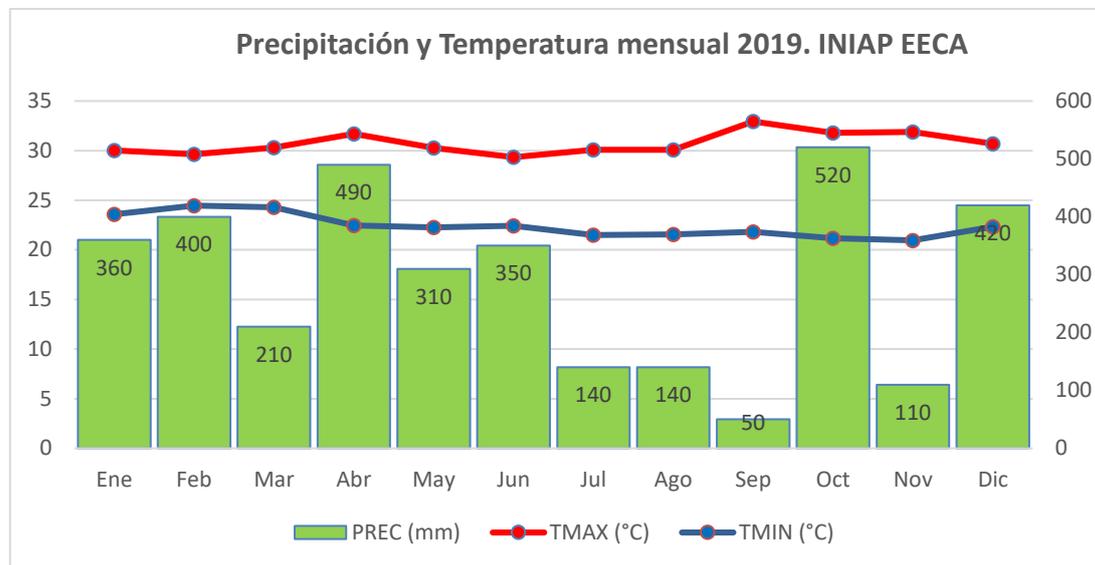
**Figura 3.** Porcentaje de prendimiento de las diversas especies frutales sembradas en fincas.

Al analizar el porcentaje de prendimiento de las diferentes especies sembradas en las seis localidades (fincas) la especie *Cordia alliodora* presentó el mayor porcentaje de prendimiento a los 60 días, con el 100%, mientras que la especie de *Theobroma cacao*, presentó el menor porcentaje de prendimiento con el 95.5%, las demás especies se puede apreciar que se encuentran con porcentajes superiores de plantas vivas en sitio.

La media general de prendimiento de las especies sembradas es 96.9% en las seis localidades (fincas), a los 60 días de haber sido sembradas. SPITLER (1995), señala que la media general para el porcentaje de prendimiento mayor de 90% se clasifica como excelente y de 80 a 90% se clasifica como aceptable, valores que concuerdan con lo reportado en la presente investigación. Estos resultados se deben a los cuidados agronómicos, controles fitosanitarios, riegos, la gran cantidad de compost utilizado y el apoyo de los agricultores.

### **Datos climáticos**

En lo que respecta a los datos climáticos del 2019 (Figura 4), podemos mencionar que la temperatura más alta se registró en el mes de septiembre (33°C), seguido de los meses abril, octubre y noviembre (32°C), mientras que la temperatura mínima se registró en los meses de octubre y noviembre (21°C). En lo que respecta a precipitación, en el mes de septiembre de 2019 se presentó la menor precipitación (50 mm), seguido de noviembre (100 mm) y de los meses de julio y agosto (140 mm), en comparación al mes de octubre (520 mm) y abril (490 mm), presentando un período de época seca muy fuerte, como se puede observar en los meses de septiembre a diciembre 2019, presentaron días fuertes de sol, y al estar los cultivos sin sombra temporal repercutió para el desarrollo de las plantas en campo.



**Figura 4.** Precipitación mensual 2019.

**Fuente:** INIAP EECA. Estación meteorológica HOBO.

### **Análisis físico químico de los suelos**

En el Cuadro 3, se presentan las medidas resumen de las principales características químicas de los suelos analizados por finca y se observa que el promedio general de pH es de 5.8 considerados como suelos ácidos, registrándose un mínimo de 5 es decir suelos muy ácidos y un máximo de 6.6 prácticamente neutros. Estos resultados coinciden con la información del Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP), donde los suelos ácidos (62.7%) y ligeramente ácidos (27.0%) ocupan el mayor porcentaje de la superficie de la RAE (Región Amazónica Ecuatoriana) (MAGAP, 2016).

Para el caso del  $\text{NH}_4^+$  el parámetro de referencia nacional es entre 20 y 40 ppm considerado como nivel medio, por lo que en el (Cuadro 3), se observa que la media es de 43.72 ppm, lo que se interpreta como un alto contenido de nitrógeno en los suelos estudiados, el valor mínimo es de 27.3 ppm y el valor máximo de 57 ppm. Estos datos corroboran los resultados reportados por Montero (2015), en el estudio de la condición de las pasturas en la provincia de Orellana, donde se reporta niveles de

nitrógeno en la capa superficial (0 a 20 cm) valores promedio entre 31.6 – 42.5 ppm de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> para las localidades de Francisco de Orellana.

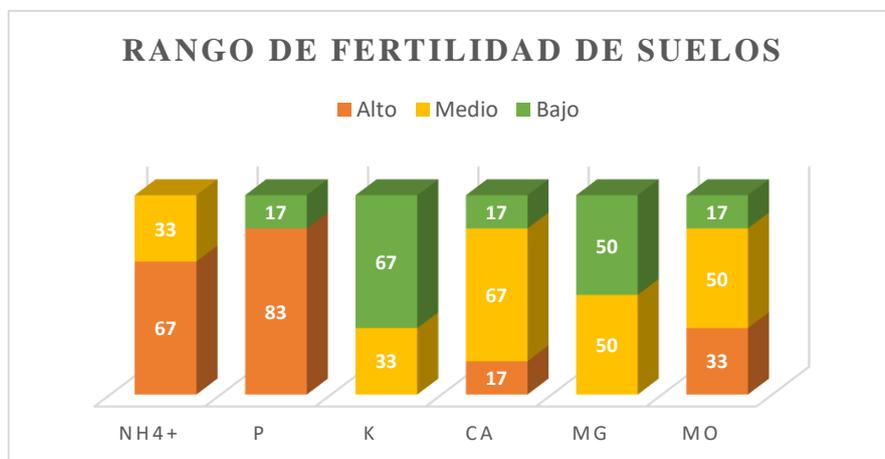
### Cuadro 3.

Estadísticas descriptivas de los elementos analizados en las muestras de suelo.

Variable	Media	Min	Máx
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	43.72	27.3	57
<b>P</b>	28	8.9	73.8
<b>K</b>	0.19	0.16	0.26
<b>Ca</b>	6.67	3.62	11.33
<b>Mg</b>	1.12	0.82	1.46
<b>MO</b>	5.04	2.95	9.59
<b>pH</b>	5.8	5	6.6

Los promedios de los otros macroelementos como P, K, Ca y Mg se presentan en el rango medio y en todos los casos se observa amplia variación numérica entre los mínimos, es decir, deficientes nutritivamente, respecto a suelos con alto contenido de estos nutrientes. En materia orgánica (MO) el promedio es de 5.8% lo que se traduce como contenido medio.

En lo que respecta a los niveles de fertilidad relativa de los macroelementos y materia orgánica de los suelos, se puede mencionar que están conformados en dos grupos de acuerdo a los requerimientos de los cultivos. En la figura 5, se observa que de acuerdo a los niveles de referencia que trabajan en el laboratorio de suelos, para NH<sub>4</sub>, la mayoría de los suelos son de contenido alto (67%), un comportamiento similar se observa para el contenido de materia orgánica (50%). De igual forma se registraron suelos con alto contenido de estos elementos, así el 83% de suelos tienen alto P, los niveles medios fueron Ca (67%), MO (50%) y Mg (50%), de manera general se observa que los niveles son bajos para el macroelemento K (67%) y para Mg (50%).



**Figura 5.** Rango de fertilidad relativa de los principales elementos químicos de los suelos de las fincas agrobiodiversas.

## CONCLUSIONES

Los sistemas agroforestales han aportado con 16 816 plantas de 12 especies en los 6 lotes experimentales, esta agrobiodiversidad aportará a futuro a la seguridad alimentaria y seguridad económica para los agricultores, a más de seguridad ambiental.

Mediante el establecimiento de sistemas agroforestales de Cacao, bajo diferentes arreglos de cultivo, se pretende hacer uso eficiente del suelo, mejorando la productividad de los sistemas en estudio

El porcentaje de prendimiento de las especies forestales y frutales establecidas en el sistema agroforestal de cacao, a los 60 días de haberse realizado la siembra se puede clasificar como excelente, ya que las plantas presentan un porcentaje superior al 95% de plantas vivas.

Un gran problema conocido que se corroboró con la presente investigación es la acidez que caracteriza a los suelos de la Amazonía, este factor incide directamente en la disponibilidad de los nutrientes para los cultivos y para solventarlo se requiere de un manejo específico del suelo.

## REFERENCIAS

- Caicedo Camposano, O., Díaz Romero, O., Cadena Piedrahita, D., & Galarza Centeno, G. (2019). Diseño de un sistema de producción de arroz sostenible en Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador. *Killkana Técnica*, 3(1), 19-24. [https://doi.org/10.26871/killkana\\_tecnica.v3i1.472](https://doi.org/10.26871/killkana_tecnica.v3i1.472)
- Camacho, E. C. (2009). Tecnologías ancestrales y su vigencia frente al cambio climático. *CienciAgro*, 1(4), 138-142.
- Díaz, A; Changoluisa, D. 2012. Manual de procedimientos de análisis físico químico de suelos, aguas y foliares. La Joya de los Sachas - Ecuador, INIAP-EECA. Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Sin publicar.
- Flores Y. 2003. Crecimiento y productividad de plantaciones forestales en la Amazonía peruana. Lima. Perú. 64p.
- GADPO, 2015: "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015-2019".
- Graefe, S.; Dufour, D.; Zonneveld, M.; Rodriguez, F.; Gonzalez, A. 2012. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition.
- Jadán, O.; Torres, B.; Selesi, D; Peña, D., Rosales, D., Gunter, C.; 2016. Diversidad florística y estructura en cacaotales tradicionales y bosque natural (Sumaco, Ecuador). *Revista Colombia Forestal*. 19:2 pp. 129-142.
- Larrea, M. 2008. El cultivo de Cacao nacional: Un bosque generoso. Quito: Ecociencia/Corpei. Disponible en <https://n9.cl/vo4m6>
- López T. G. 2007. Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Ecuador); SINAGAP (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Ecuador) 2016. Atributos edafológico. (en línea). Consultado el 25 abr. 2016. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/>
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Ecuador); SINAGAP (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Ecuador) 2016. Atributos edafológicos. (en línea). Consultado el 20 mar. 2020. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/>

- Mendieta López, M.; Rocha Medina, L. 2007. Sistemas Agroforestales. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Montero, O. 2015. Identificación de factores biofísicos y socioeconómicos que inciden sobre la producción de los pastos en el cantón Francisco de Orellana, de la provincia de Orellana. Tesis de Lic. Joya de los Sachas, Ecuador, UAE; INIAP. 50 p.
- Navarro, M., & Camacho, Á. (2006). Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales. Programa para el Desarrollo Rural Sostenible en el Municipio El Castillo, Rio San Juan, Nicaragua (ProDeSoc)
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., y Vázquez, L.L (2015). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61-72.
- Nieto C; Caicedo C. 2013. Análisis reflexivo para el desarrollo sostenible de la Amazonía Ecuatoriana. s. l., INIAP. Estación Experimental Central de la Amazonía. 24 p. (Publicación Miscelánea, no. 405).
- Nodari, R.O, y Tomás, D. F. (2016). Agrobiodiversidad y desarrollo sostenible: la conservación in situ puede asegurar la seguridad alimentaria. *Biocenosis*, 24(1-2), 21-29.
- Ramírez R. W. (2005). Manejo de Sistemas Agroforestales. <https://n9.cl/ajswc>
- Sánchez, F., Pérez, J., Obrador, J., Sol, Á., & Ruiz, O. (2016). Árboles maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (14), 2711– 2723.
- Sommarriba Eduardo; Rolando Cerda; Luis Orozco; Miguel Cifuentes; Héctor Dávila; Tania Espin; Henry Mavisoy; Guadalupe Ávila; Estefany Alvarado; Verónica Poveda; Carlos Astorga; Eduardo Say; Olivier Deheuvels. 2013. Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 173, Pages 46-57
- Somoza, A., Vázquez, P. G., & Ruiz, D. (2015). *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en un establecimiento rural representativo del partido de Tandil*. La Plata: V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA.
- Sotomayor G. A. y García R. E. 2005. Cartilla agroforestal No. 2: Sistemas agropastorales. Red Agroforestal Nacional. Chile. 4 p.

SPITLER. 1995. Guía para el inventario de bosques secundarios. Costa Rica, 1995. Pág. 20.

Stupino, S., Iermanó, M. J., Gargoloff, N. A., y Bonicatto, M. M. (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo, 5, 131-158.

Vera V Roy R, Cota-Sánchez J Hugo, Grijalva Olmedo Jorge E. 2019a. Biodiversity, dynamics, and impact of chakras on the Ecuadorian Amazon. Journal of Plant Ecology, Volume 12, Issue 1. Pages 34–44, <https://doi.org/10.1093/jpe/rtx060>

Vera-Vélez, R., Grijalva, J. & Cota-Sánchez, J.H. 2019bCocoa agroforestry and tree diversity in relation to past land use in the Northern Ecuadorian Amazon. New Forests 50, 891–910 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09707-y>

Zapata, R. 2004. La química de la acidez del suelo. Medellín, Colombia, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 126 p.