

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ESTABLECIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA
AGROFORESTAL SUCESIONAL CON LA INTEGRACIÓN DE ÁRBOLES
FRUTALES (Primer Año) EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA
CATACAMAS, OLANCHO**

POR:

FRANCISCO ANTONIO SÁNCHEZ MARTÍNEZ

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ESTABLECIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA AGROFORESTAL
SUCESIONAL CON LA INTEGRACIÓN DE ÁRBOLES FRUTALES (Primer Año) EN
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
CATACAMAS, OLANCHO

POR

FRANCISCO ANTONIO SÁNCHEZ MARTÍNEZ

M. Sc. ESMELYM OBED PADILLA

ASESOR PRINCIPAL

TESIS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A **DIOS** porque sin él nada de esto sería una realidad en mi vida ya que él me brindó las fuerzas necesarias para salir adelante y superar todos los obstáculos que encontré en mi camino para poder alcanzar una de mis metas, en la cual me ha fortalecido, me ha dado sabiduría y entendimiento para poder salir adelante Gracias Señor por todo esto.

A mis padres **CARLOS DAGOBERTO SÁNCHEZ RIVAS Y VILMA HIDALIA MARTINEZ ROMERO** por ser las dos personas a la cual yo me debo y porque me han brindado su apoyo incondicional, su amor y su comprensión en esos momentos más difíciles de mi vida, gracias los amo padres de todo corazón.

A mis hermanos **VILMA SÁNCHEZ, CARLOS SÁNCHEZ, JAVIER SÁNCHEZ, KAREN SÁNCHEZ, Y AMPARO SÁNCHEZ**, por estar a mi lado siempre que los necesite, y me dieron sus consejos.

Al **Ing. JOSE ANTONIO RAMIREZ ALVARADO** por brindarme su apoyo durante mi estadía dentro de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, muchas gracias.

A todos mis familiares por ese apoyo directo o indirecto que tuve de ustedes en esta etapa de mi vida les agradezco de todo corazón.

AGRADECIMIENTO

A mi **DIOS TODO PODEROSO** por brindarme las fuerzas necesarias para poder cumplir esta meta en esta etapa de mi vida, gracias **PADRE** por todo lo que me has brindado durante todo este tiempo, por estar siempre presente cuando te he necesitado,

A mis **PADRES** porque después de Dios son la pieza más importante para poder cumplir con esta meta, por sus sabios consejos y por esos sacrificios que hicieron y de esa forma me ayudaron a cumplir con mi meta.

A mis hermanos que de una u otra forma fueron mi respaldo y parte de mi fortaleza para culminar con este objetivo.

A mi querida **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por brindarme la oportunidad de poder realizar mis estudios y a mis catedráticos y asesores **M. Sc. ESMLYM PADILLA, M. Sc. CARLOS NAVARRO, Ing. ALEJANDRO RAPALO** por darme una base y una formación adecuada para poder desempeñarme dentro del campo laboral.

A mis Compañeros y amigos de la **clase C-13**, por brindarme el apoyo durante esta etapa de estudio, y por compartir parte de sus conocimientos y así permitir de esa forma ser una mejor persona, en especial a los **compañeros de reingreso** y de una manera en específica a mis compañeros de cuarto: **CRISTOPHER Z., DANIEL M., DANILO S., EDGAR E., EDIL R., EDILBERTO S., EVER F., J. CARTAGENA, J. SANDOVAL Y MAYNOR J.** por su apoyo.

Contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS.....	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos	2
III REVISION DE LITERATURA	3
3.1 La Agroforestería	3
3.2 Historia de la Agroforestería.....	4
3.2.1 Historia de la Agroforestería en América Central.....	5
3.2.2 Importancia de la Agroforestería.....	5
3.2.3 Aspectos Ecológicos De Los Sistemas Agroforestales.	6
3.2.4 Suelos de los sistemas agroforestales.....	7
3.2.5 Propiedades físicas del suelo.....	7
3.2.6 Propiedades químicas del suelo.....	8
3.3 Sistema Agroforestal Sucesional	8
3.3.1 Ventajas De La Implementación De Sistemas Agroforestales Sucesionales.	8
3.3.2 Beneficios en las comunidades donde se aprovecha los sistemas agroforestales sucesionales.....	9
3.3.3 Beneficios en la Producción y en la Productividad.....	10
3.4 Procesos sucesionales	10
3.4.1 Especies pioneras	10
3.4.2 Especies secundarias.	11
3.4.3 Transicionales.....	11
3.4.4 Primarios	11

3.5 Los sistemas sucesionales Multiestrato (SSME)	12
3.6 El desarrollo de la parcela Multiestrato	12
3.6.1 Primera etapa (especies pioneras) dominan (hasta seis meses).....	12
3.6.2 Segunda etapa (Especies secundarias I) dominan (de 6 meses hasta 2 años).....	13
3.6.3 Tercera etapa (Las especies secundarias II) dominan (2 hasta 15 años)	13
3.6.4 Cuarta etapa (Las especies secundarias III) dominan (15 hasta 80 años)	13
3.6.5 Quinta etapa (Las especies primarias) dominan (a partir de 80 años).....	13
3.7 Sucesión Natural	14
3.8 Los principios de la sucesión natural	14
3.9 Cultivos Utilizados dentro de los Sistemas Agroforestales Sucesionales.....	15
3.9.1 Aguacate (<i>Persea americana</i>).....	15
3.9.2 Marañón (<i>Anacardium occidentale</i>).....	15
3.9.3 Guayaba (<i>Psidium guajava</i>).....	16
3.9.4 Gandul (<i>Cajanus cajan</i>)	16
3.9.5 Canavalia (<i>C. ensiformis</i>).....	17
3.9.6 Pitahaya (<i>Stenocereus queretaroensis</i>)	17
3.9.7 Papaya (<i>Carica papaya</i>).....	18
3.9.8 Banano (<i>Musa × paradisiaca</i>)	18
3.9.9 Plátano (<i>Musa spp.</i>).....	19
3.9.10 Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i> . L., 1753).....	19
3.9.11 Frijoles (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	20
3.9.12 Guanábana (<i>Annona muricata</i> L.)	20
3.9.13 Manzana Malaya (<i>Syzygium malaccense</i>).....	21
3.9.14 Litchi (<i>Litchi chinensis</i> , Sonn.).....	21
IV MATERIALES Y MÉTODO	22
4.1 Ubicación y descripción del lugar del establecimiento del SAFS.	22
4.2 Materiales y Equipo	22
4.3 Actividades para el establecimiento del SAFS.	22
4.3.1 Selección y compra de los cultivos utilizados.....	22
4.3.2 Selección y limpieza del terreno	23

4.3.3 Trazado y hoyado	23
4.3.4 Distribución y trasplante de las plantas frutales dentro del sistema agroforestal sucesional.....	24
4.6 Determinación de las variables en cuanto al crecimiento y desarrollo de los árboles frutales	29
4.6.1 Diámetro del tallo.....	29
4.6.2 Altura de la planta	30
V. RESULTADO Y DISCUSIÓN	31
5.1 Análisis de suelo	31
5.1.1 Densidad.....	31
5.1.2 Porosidad.....	31
5.1.3 pH.....	32
5.2 Evaluación del desarrollo de las especies establecidas dentro del sistema agroforestal sucesional.....	33
5.2.1 Diámetro del tallo de la Planta	33
5.2.2 Altura de planta	34
5.2.3 Numero de hojas.....	35
VI CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
VIII. BIBLIOGRAFÍAS.....	38
ANEXOS	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Limpieza del terreno y distribución de toda la materia verde para incorporarse al sistema	23
Figura 2 Hoyo respecto a las dimensiones de las raíces de los árboles frutales.....	24
Figura 3 Distribución de las especies de árboles frutales para luego proceder a su transplante	24
Figura 4 Distanciamiento y distribución de las especies de los árboles frutales establecidas en el SAFS.	26
Figura 5 Muestra lista para ser embolsada y luego proceder a llevar al proceso de secado de la muestra.....	27
Figura 6 Determinando la altura de la Papaya.....	30
Figura 7 Pie de rey utilizado para medir el diámetro del tallo de las especies establecidas en el SAFS	29
Figura 8 Evaluación del número de hojas de las diferentes especies establecidas dentro del SAFS.	30
Figura 9 Influencia del pH en la disponibilidad de nutrientes para las plantas y para la actividad de los microorganismos. (Smithson et al, 2002).....	32
Figura 10 Diámetro de los tallos de las plantas de las especies establecidas dentro del SAFS, implementado en la Universidad Nacional de Agricultura Catacamas, Olancho.	33
Figura 11 Altura de las plantas (Cm) de las especies establecidas dentro del SAFS, implementado en la Universidad Nacional de Agricultura Catacamas, Olancho.	34
Figura 12 Número de hojas de las plantas de las especies establecidas dentro del SAFS, implementado en la Universidad Nacional de Agricultura Catacamas, Olancho.	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Beneficios de los SAFs identificados por productores.....	9
---	---

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Evolución de los rendimientos de granos básicos en parcelas con implementación de SAFs en diferentes países.	10
---	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Presupuesto	42
Anexo 2 Hoja de toma de datos.....	43
Anexo 3 Croquis del sistema sucesional a establecer.....	44
Anexo 4 Imágenes del SAFS con la integración de árboles frutales en la sección de cultivos industriales de la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho.....	47

SÁNCHEZ MARTINEZ, F. 2013. Establecimiento y caracterización de un sistema agroforestal sucesional con la integración de árboles frutales (primer año). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras.60Pag.

RESUMEN.

El impacto ambiental que se genera día con día en nuestro país es un problema muy grande debido a que la agricultura migratoria avanza sin ver las consecuencias que se producen al medio ambiente, pero ya se cuenta con un sistema en el que se puede producir en armonía con el ambiente y de estas formas también se tienen beneficios.

En el presente informe se muestra lo que es un sistema agroforestal sucesional, que no es más que un sistema en el que se aprovecha una determinada área con el establecimiento de diferentes cultivos, con una escalonada producción durante todo el año, con el objetivo de ayudar a las familias de bajos recursos económicos.

Los estudios del presente trabajo conlleva a el establecimiento de un sistema agroforestal sucesional integrando árboles frutales, y otras especies que son de ciclos anuales o bianuales con el propósito de obtener la producción durante todo el año, y también es una forma de evitar la erosión de los suelos ya que se obtiene una mejor y mayor cobertura debido a la distribución de las especies, y que cuando llueve las gotas de agua no caen directamente al suelo si no que son amortiguadas por las hojas de los árboles.

Palabras claves: Sistemas sucesionales, cultivos protección, escalonamiento, recursos.

I INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales sucesionales son sistemas que se asemejan a la composición y dinámica del bosque natural de la zona, caracterizándose por una alta diversidad de plantas y árboles locales de diferentes estratos o niveles ubicados en una cierta densidad.

Los sistemas sucesionales dan rendimientos en etapas, empezando con la producción de las especies pioneras o cultivos anuales, seguido por la fase productiva de las especies secundarias con ciclo de vida mediana y, por último, por las especies primarias que son los árboles de mayor duración de ciclo de vida.

El desarrollo de un sistema agroforestal sucesional es para dar a conocer cuáles son las ventajas que se obtienen al poner en práctica estos sistemas que además de la producción escalonada que brinda durante el año brindan protección a los suelos ya que dentro de estas distribuciones de las especies a establecidas hay una cobertura del suelo, y brindan condiciones a otras especies que requieren de un porcentaje de sombra.

En este sentido, se implementó en la Universidad Nacional de Agricultura una parcela Agroforestal Sucesional con árboles frutales generando ambiente de producción escalonado y condiciones para la siembra posterior de cacao (*Theobroma cacao L*)

II OBJETIVOS

2.1 General

Establecer y Caracterizar un sistema agroforestal sucesional con la integración de árboles frutales en la Sección De Cultivos Industriales de la Universidad Nacional De Agricultura, Catacamas, Honduras.

2.2 Específicos

Determinar la adaptabilidad de las especies establecidas dentro de un sistema agroforestal sucesional

Determinar el comportamiento y crecimiento inicial de las especies establecidas en el sistema agroforestal.

Evaluar los costos del establecimiento de una parcela agroforestal sucesional para identificar los beneficios económicos que brinda este sistema a familias de bajos recursos económicos.

Determinar algunas características físicas y químicas del suelo para ir aportando registros para futuras comparaciones para ver los aportes que brinda al suelo este sistema.

III REVISION DE LITERATURA

3.1 La Agroforestería

La Agroforestería implica una serie de técnicas que incluyen la combinación, simultánea o secuencial, de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o todos los tres elementos. La Agroforestería incluye un conjunto de prácticas que implican una combinación de prácticas agropecuarias que se realizan en el mismo lugar y al mismo tiempo (prácticas simultáneas), o aquellas desarrolladas en el mismo sitio pero en épocas diferentes (prácticas secuenciales). El “sitio” puede ser tan pequeño como un simple jardín o una parcela cultivada, o tan extenso como un área de pastizal. (Flores S. 2012).

Así, según Somarriba (citado por Lopez y Rocha. 2001), Agroforestería es una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen cinco condiciones fundamentales:

- 1) Cultivo múltiple**
- 2) Con al menos dos especies**
- 3) Al menos una especie leñosa perenne**
- 4) Las especies interactúan biológicamente**
- 5) Al menos dos especies manejadas**

3.2 Historia de la Agroforestería

En todo el mundo, en un período o en otro de la historia, se ha practicado el cultivo de especies arbóreas y cultivos agrícolas en una combinación estrecha. Fue una costumbre general en Europa, al menos durante la Edad Media, eliminar los árboles de los bosques, cortándolos y quemándolos, para establecer cultivos alimenticios durante varios períodos en las áreas clareadas, y plantaban especies arbóreas antes, durante o después de haber sembrado los cultivos agrícolas. (López y Rocha 2007).

En América Tropical, muchas sociedades tienen condiciones forestales simuladas en sus fincas para obtener los efectos benéficos de la estructura del bosque. Por ejemplo, los agricultores en América Central reproducen la estructura y la diversidad de especies en los bosques tropicales mediante el establecimiento de una gran variedad de cultivos con diferentes hábitos de crecimiento. (Götsch, 2001).

En parcelas de no más de un décimo de hectárea, en promedio, se establecen de diferentes maneras, dos docenas de especies de plantas en cada una, correspondiendo a la configuración estratificada de los bosques tropicales: cocotero o papaya establecidos junto con un estrato más bajo de bananos o cítricos, más un estrato arbustivo de café o cacao, cultivo anuales altos o bajos, tales como maíz, y finalmente una extensión de tierra cubierta de plantas tales como el ayote. (López y Rocha 2007).

Lo más importante es que este sistema, actualmente conocido como Agroforestería, persigue la producción de alimentos. Los árboles son un componente integral de los sistemas de finca. Ellos son establecidos en las áreas de cultivo como un soporte para la agricultura. El objetivo final de estos sistemas no es la producción forestal, sino la producción de alimentos. (Valdés y Abastidas).

Actualmente, la Agroforestería está siendo utilizada como un sistema de uso de la tierra, particularmente para pequeños agricultores. Hoy día el potencial de la Agroforestería para la conservación de los suelos es generalmente aceptado. (Valdés y et. al.).

3.2.1 Historia de la Agroforestería en América Central.

En América Central no se han llevado a cabo investigaciones sistemáticas en Agroforestería. Sin embargo, varias técnicas de mezclas de árboles con cultivos alimenticios fueron bien conocidas por los indios precolombinos, particularmente la práctica de agricultura migratoria, los huertos caseros, la mezcla de árboles y cultivos a lo largo de zanjas. Combinaciones tales como pinos fuertemente podados asociados con cultivos alimenticios, y árboles de sombra en campos de cacao (*Theobroma cacao*), también han sido reportadas. Pero muchas de estas combinaciones todavía no están bien documentadas. (López y etal. 2007).

En Honduras la agroforestería ha sido una tradición de agricultores y campesinos quienes conciben esta actividad como el establecimiento de cercas vivas con distintas especies; pastos con árboles para sombra o frutos y en el caso del huerto casero; numerosas variedades de árboles maderables y frutales más la incorporación de ganado doméstico asocio de cultivos como café y cacao bajo sombras de árboles maderables. (Valdés y Abastidas 1993).

3.2.2 Importancia de la Agroforestería.

El ingreso de nutrientes naturales se presenta en tres formas: nutrientes almacenados en las partículas de polvo en la atmósfera que se combina con el agua de lluvia; el nitrógeno atmosférico fijado en los nódulos de las raíces, es llevado a la superficie del suelo a través de los residuos de plantas (hojarasca) capaces de realizar la fijación biológica de nitrógeno

(Por ejemplo, las leguminosas), y los nutrientes arrastrados por la escorrentía desde las áreas adyacentes más elevadas. (Flores S. 2012).

3.2.3 Aspectos Ecológicos De Los Sistemas Agroforestales.

Montagnini (1992), menciona que ciertos árboles pueden acidificar el suelo, o sus hojas pueden contener sustancias tóxicas para el suelo (alelopatía), dar excesiva sombra a los cultivos, también pueden hospedar plagas de los cultivos agrícolas y en algunos casos pueden ser considerados como competencia por agua y nutrientes. Pero esto se contrarresta teniendo en cuenta los beneficios que los árboles pueden brindar, entre los cuales se señalan los siguientes:

- a)** La fijación simbiótica de nitrógeno es característica de algunas especies, la mayoría leguminosas y se da por nódulos formados por la asociación con bacterias del genero *Rhizobium spp.*
- b)** Protección contra la erosión: Tanto la copa, la hojarasca y el sistema radicular, actúan como capa amortiguadora entre la atmósfera y el suelo.
- c)** Influencia sobre el microclima: En cuanto a la luz, temperatura, humedad, lluvia y el viento bajo sus copas.
- d)** Uso complementario de recursos por los diferentes componentes: el follaje presenta estratificación en el espacio vertical y la estratificación de los nutrientes se da según los distintos requerimientos de nutrientes por las especies.
- e)** Influencia sobre el control integrado de plagas: teniendo en cuenta las condiciones del microclima, la elevada humedad favorece a la roya de algunos cultivos. La asociación de estos con árboles para sombra no sería conveniente.

3.2.4 Suelos de los sistemas agroforestales.

El suelo es un subsistema fundamental del ecosistema forestal con características físicas, químicas y biológicas decisivas en su fertilidad, que a su vez determinan sus propiedades y los cambios que ocurren a través del tiempo, así como la influencia por efecto del cambio de uso del suelo. El uso intensivo de los suelos provoca cambios en sus propiedades llegando a afectar la capacidad productiva a través de su influencia sobre la vegetación y tipos de usos posibles en la agricultura (Hernández et al., 2004; Hernández et al., 2006). citado por Murray Nuñez, RM (2011).

Los efectos más importantes de los árboles sobre los suelos se deben principalmente a la acumulación de materia orgánica producto de la caída natural de hojas y partes de éstos, de las podas y de la descomposición de raíces (Agudelo, 2002). Citado por Macz y Gálvez 2006.

3.2.5 Propiedades físicas del suelo

Los sistemas agroforestales dan una característica a los suelos como ser su color, su estructura, su textura, etc, siendo la estructura del suelo la más importante. La estructura mejora como resultado del incremento de materia orgánica (hojas y raíces), de la acción disociadora de las raíces de los árboles y la actividad de los microorganismos, todos los cuales ayudan a desarrollar agregados del suelo más estables. La temperatura del suelo se modera por la sombra y la cubierta de la hojarasca. (Farrell y Altieri).

3.2.6 Propiedades químicas del suelo

Estas propiedades permiten conocer los contenidos de los componentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en el suelo, lo cual nos permite identificar el grado de acidez o alcalinidad que tiene el suelo, de tal modo este pH tiene una influencia sobre la disponibilidad de los nutrientes del suelo, también nos permitirá conocer su contenido de materia orgánica, macronutrientes, micronutrientes, etc. (Farrell y et al.)

3.3 Sistema Agroforestal Sucesional

Los sistemas agroforestales sucesionales son sistemas que se asemejan a la composición y dinámica del bosque natural de la zona, caracterizándose por una alta diversidad de plantas y árboles locales de diferentes estratos o niveles ubicados en una cierta densidad. Los sistemas sucesionales dan rendimiento en etapas, empezando con la producción de las especies pioneras o cultivos anuales, seguido por la fase productiva de las especies secundarias con ciclo de vida mediana y, por último, por las especies primarias que son los árboles de mayor duración de ciclo de vida. (Quispe y Vargas, 2009).

Las técnicas agroforestales se basan en la comprensión y aprovechamiento de los llamados principios de la sucesión natural. Esto significa que cuando hablamos de sucesión nos referimos a la dinámica de regeneración, recuperación y renovación de los sistemas naturales en los cuales una planta no crece sola ni aislada sino en conjunto con otras: cada especie de planta ocupa, durante un cierto tiempo, un espacio determinado y cumple un rol específico dentro del sistema. (Quispe y Vargas, 2009).

3.3.1 Ventajas De La Implementación De Sistemas Agroforestales Sucesionales.

- a) Un aprovechamiento sostenible de la tierra.
- b) Preparación de la parcela sin quema.

- c) Consideración de la regeneración natural.
- d) Cobertura permanente del suelo.
- e) Plantaciones densas, permanentes y adaptadas a las condiciones locales.
- f) Una gran diversidad natural.

3.3.2 Beneficios en las comunidades donde se aprovecha los sistemas agroforestales sucesionales.

Según la FAO, 2008. En las comunidades donde los sistemas agroforestales sucesionales son adoptados obtienen los siguientes beneficios:

Area	Beneficios identificados
Alimentos	Disponibilidad de alimento para humanos
	Disponibilidad de forraje (alimento para animales)
Beneficios económicos Beneficios para el ambiente	Control de malezas (Menor uso de mano de obra)
	Reducción de uso de insumos químicos (nitrógeno y herbicida)
	Absorción de agua a las capas friáticas
	Fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo (28-30 kg/Ha por año)
	Mejoramiento de microclima en la parcela
	Mejoramiento de relación-nitrógeno
	Menos radiación de rayos infrarrojos
	Producción de oxígeno
	Refugio silvestre
Mejoramiento y conservación del suelo	Aumento de la actividad microbiana a través de la disponibilidad de materia orgánica
	Aumento de la humedad del suelo
	Extracción de nutrientes de las capas inferiores del suelo
	Mejora de la textura del suelo, mayor porosidad (mayor oxigenación y aireación)
	Rastrojo para el suelo
	Reciclaje de nutrientes
	Reducción de la pérdida de suelo (reducción de erosión hídrica y eólica)
Productos del bosque	Disponibilidad de leña
	Disponibilidad de madera para cercas (cercas vivas)
	Disponibilidad de materiales para construcción-transformación
	Madera para construcción de casa (horcones)

Tabla 1 Beneficios de los SAFs identificados por productores.

3.3.3 Beneficios en la Producción y en la Productividad.

La utilización de las parcelas con donde se implementan los SAFS después de varios años han demostrados mejores rendimientos por unidad de área de efecto del mejoramiento de fertilidad. A nivel general, existen datos sobre el incremento que se a dado sobre los rendimientos para maíz y frijoles en parcelas manejadas con un enfoque agroforestal, Según la FAO 2008 como puede apreciarse en el cuadro siguiente:

País	Periodo	Cultivo	Rendimiento T7/Ha		Incremento
			Inicial	Final	
Honduras	1993-2001	Maíz	0.86	1.90	121%
		Frijol	0.18	0.54	200%
Guatemala	2001-2007	Maíz	0.95	1.43	50%
		Frijol	0.22	0.24	9%
Nicaragua	2004-2006	Maíz	0.91	1.30	43%
		Frijol	0.52	0.65	25%

Cuadro 1 Evolución de los rendimientos de granos básicos en parcelas con implementación de SAFs en diferentes países.

3.4 Procesos sucesionales

Götsch citado por milz (2001), describe los procesos en la sucesión natural de especies basados en las características de las mismas en cada etapa y ecosistema:

3.4.1 Especies pioneras

Después de la eliminación de la capa vegetal primaria (cuando se cae un árbol emergente deja un claro muy grande; después de chaqueros y quemas) aparecen muchas plantas pioneras, junto con todas las especies de las siguientes sucesiones. La mayoría de nuestros cultivos del ciclo corto pertenecen al grupo de los pioneros del sistema de lujo como por ejemplo: Maíz, Arroz, Camote, Soya, Frijol, Zapallo, Tomate y Sandía.

3.4.2 Especies secundarias.

Junto con los pioneros nacen también ya los secundarios quienes los dominan después de uno o dos años. Dentro de los secundarios existen especies con diferentes ciclos de vida que varía de tres, cinco, diez, quince, veinte, treinta y cincuenta años aprox. Los más conocidos en nuestro medio son: Yuca, Maíz, Piña, Caña de azúcar, Papaya, Palillo, Plátano, Maracuyá, Morera, Hibisco, Xuxu, Cardamomo, Palo barbecho, Balsa, Pacay, Guazumo, Toco, Chima y otros más.

3.4.3 Transicionales.

Especies que forman parte del bosque transicional son por ejemplo: Asaí, Motacú, Naranja y otras especies de Citrus, Papaya del monte, Ceibo, Pan de árbol, Guanábana, Lima limón, Mandarina criolla y Palto.

3.4.4 Primarios

Los primarios están conformados por especies que forman el bosque primario y que dominan a los transicionales formando luego el estrato superior y los árboles emergentes del bosque. Los primarios nacen también junto con los pioneros, los secundarios y los transicionales, y necesitan ser criados y llevados por ellos. Ejemplos de especies del bosque primario (y de cultivos) del sistema de lujo: Cacao, Copuazú, Achachairú, Café, Cayú, Mara, Flor de Mayo, Solimán, Ficus, Goma, Castaña, Ajoajo, Majo y otros.

3.5 Los sistemas sucesionales Multiestrato (SSME)

Los Sistemas Sucesionales Multiestrato son una forma de producción agrícola forestal que se acerca a la estructura y dinámica de los bosques naturales. Combinamos las especies nativas de la zona en amplia diversidad con otras especies aptas a estas condiciones y a la vez aprovechables para el ser humano. En otras palabras asociamos nuestros cultivos como el arroz, maíz, banano, cacao, cítrico, café con otras especies frutales, maderables, palmeras y especies que usamos para poda. Con las técnicas aplicadas en los sistemas Multiestrato queremos producir nuestros productos sin empobrecer los suelos. Para ello primero debemos observar nuestros bosques naturales porque sabemos que son sistemas que no pierden, sino mantienen y aumentan su fertilidad. (Yana y Weinert 2001).

3.6 El desarrollo de la parcela Multiestrato

Las parcelas multiestratos se logran dividir en varias etapas en las que según (Yana y Weinert 2001), ya que estos irán en acuerdo con el tiempo de duración en las que las especies dominan y estas etapas en las que se dividen son:

3.6.1 Primera etapa (especies pioneras) dominan (hasta seis meses)

Los cultivos anuales dominan porque son de crecimiento más rápido. Cada especie ocupa su estrato. El maíz sobresale, el arroz está en el estrato alto. Se nota ya un fuerte crecimiento en las especies secundarias I, que tienen la vida un poco más larga. Los árboles están germinando.

3.6.2 Segunda etapa (Especies secundarias I) dominan (de 6 meses hasta 2 años)

La mayoría de los cultivos anuales han salido dejando rastrojo que se va incorporando al suelo. El sistema está dominado por especies de vida entre seis meses y dos años (las secundarias I), ocupando sus estratos respectivos. Por ejemplo, la papaya como emergente sobresale en el sistema, la caña y el postre ocupan el estrato alto, la chicharrilla está en el estrato medio y la piña abajo. Se nota un fuerte crecimiento de los árboles de los secundarios II y III, mientras las especies primarias desarrollan más lento.

3.6.3 Tercera etapa (Las especies secundarias II) dominan (2 hasta 15 años)

Las especies secundarias I han salido, dejando el espacio a árboles como toco y pacay, banano de porte alto y especies de regeneración natural. La piña está en el estrato bajo. Entremezcladas están creciendo las especies de vida más larga, buscando su estrato (flor de mayo, chima, cacao, cítrico). Los estratos medio y alto cada vez están más tupidos.

3.6.4 Cuarta etapa (Las especies secundarias III) dominan (15 hasta 80 años)

En esta etapa dominan toco colorado, flor de mayo, papaya del monte y motacú (con vainilla). Todas las especies frutales están en plena producción, como chima, chirimoya, yaca, achachairú, palta, cítrico, cacao y café.

3.6.5 Quinta etapa (Las especies primarias) dominan (a partir de 80 años)

En esta etapa el sistema está adulto y tenemos un monte alto, con especies maderables y frutales. La castaña sobresale, en el estrato alto hay mara, majo, solemán, paquí, goma y

yaca. El estrato medio ocupa por ejemplo achachairú y copuazú. Un poco más abajo está el cacao. El café está en el estrato bajo.

3.7 Sucesión Natural

Las parcelas agroforestales se desarrollan mediante la sucesión natural, desde que se lleva a cabo la siembra hasta que llega a parecerse a un bosque. Las exigencias de las especies de mayor durabilidad dentro del sistema se van dando conforme a las especies pioneras que van muriendo y van dejando ese espacio para ser aprovechado por las primarias así de esta manera se van formando las diferencias entre las alturas de las especies a las cuales se les conocen como estratos dentro del sistema, de esta manera en la parcela se va dando una diversidad más compleja. (ECOTOP 2007).

3.8 Los principios de la sucesión natural

Refiriéndose a la dinámica de regeneración, recuperación y renovación de los sistemas naturales en los cuales una planta no crece sola ni aislada sino en conjunto con otras: cada especie de planta ocupa, durante un cierto tiempo, un espacio determinado y cumple un rol específico dentro del sistema. En esta lógica de desarrollo sucesivo, cada especie crea las condiciones para el desarrollo de otra que le seguirá, asegurando las cantidades necesarias de energía, agua y nutrientes. El resultado es que la naturaleza crea sistemas cada vez más complejos y con más vida. *Ponciano Quispe y Marcelo Vargas (Equipo Nacional de Red FERIA, 2009).*

3.9 Cultivos Utilizados dentro de los Sistemas Agroforestales Sucesionales

3.9.1 Aguacate (*Persea americana*)

Es una especie originaria de México, Su árbol puede alcanzar los 19 m de altura. El cual Requiere de un suelo permeable y profundo, franco-arenoso, para su mejor sanidad y desarrollo radicular.

El Aguacate es una dicotiledónea, perteneciente al orden Ranales de la familia Lauráceas, el cual fue clasificada, por Miller como *Persea americana*. Los estudios sistemáticos han clasificados más de 500 variedades de las cuales la mayoría han sido descartadas para la creación de variedades comerciales.

Es rico en grasa vegetal que aporta beneficios al organismo y en vitaminas E, A, B1, B2, B3, ácidos grasos, proteínas, y minerales. (Vásquez S., Josué. 1996).

3.9.2 Marañón (*Anacardium occidentale*)

Es un cultivo originario del nordeste brasileño con excelentes propiedades medicinales y nutricionales.

Se caracteriza por ser un árbol de aspecto desarrollado, de altura aproximada entre 5 y 7 metros. La vida es de unos 30 años aproximadamente. Las plantaciones empiezan a fructificar entre los tres y cuatro años y alcanzan los mayores rendimientos a partir del octavo año. La cosecha se produce entre los meses de febrero a mayo. (Coto A., Oscar, 2003).

3.9.3 Guayaba (*Psidium guajava*)

Es un arbusto o árbol pequeño natural de América tropical perenne que alcanza los 2-7 metros de altura, es originaria del continente americano, se encuentra distribuida en diversos países del mundo, en el cual pertenece a la familia Mirtaceae, su género es *Psidium* y su especie guajava.

Las flores son blancas, grandes, de 2,5 cm de diámetro, axilares y olorosas, se encuentran solitarias o en pequeños racimos. El fruto es una baya de hasta 15 cm de diámetro con pulpa rosada y numerosas semillas. El fruto se puede consumir de diferentes maneras: En estado fresco, preparación de bebidas, extracción de néctar para enlatados y también se consume como mermelada (García. M, 2010).

3.9.4 Gandul (*Cajanus cajan*)

El gandul o guandul, es una leguminosa arbustiva de hojas alternadas trifolioladas. Se discute sobre si su origen es África o la India.

Planta que mide de 1 a 3 m de altura, con soportes de 0.5 a 3 cm, Sus semillas son utilizadas en la alimentación humana y como forraje para la alimentación animal. Contienen entre 10 y 17 % de proteína.

Esta planta es una de las leguminosas de mayor resistencia a la sequía aunque necesita buena humedad durante los dos primeros meses. Se adapta bien tanto en zonas con altas temperaturas y climas secos como en zonas con condiciones ecológicas subhúmedas. Crece bien desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm. Sobrevive hasta en los suelos más pobres, bajos en nutrientes debido a su rusticidad (INFOAGRO, 2005).

3.9.5 Canavalia (*C. ensiformis*)

Según PASOLAC, es una especie originaria de Centroamérica y Antillas; Ciclo: 170-240 días. La germinación se da en 2 o 3 días. Rendimiento de semilla: 800 - 1300 kg/ha, Fijación de Nitrógeno: 114lbs/mz de N.

Valor Nutricional:

- Humedad 14.2
- Proteína 24.5
- Grasas 2.3
- ELN 46.6
- Fibra 8.9
- Ceniza 3.5

3.9.6 Pitahaya (*Stenocereus queretaroensis*)

Según Durán, S. 2004, se conoce como Pitahaya, Pitaya o Fruta del dragón a la fruta de las especies *Hylocereus* y *Selenicereus*, proveniente de México y América Central. Crece en secciones que alcanza de 0.5 a 2 metros de largo. Aunque son de habito trepador, ramifican y cuelgan; los tallos colgantes son los que producen flores y frutos; por esta razón se recomienda el uso de tutores.

El 90% de la fruta está compuesto de agua y es rica en hierro, calcio y fósforo. Su valor nutricional es de 210 kJ/100 g, y contiene vitamina B, C y E.

3.9.7 Papaya (*Carica papaya*)

Según Lesbel, L., et., es una hierba arborescente de crecimiento rápido, de corta vida, de tallo sencillo o algunas veces ramificado, de 2-10 m. de altura, con el tronco recto, cilíndrico, suave, esponjoso-fibroso suelto, jugoso, hueco, de color gris o café grisáceo, de 10-30 cm. de diámetro y endurecido por la presencia de cicatrices grandes y prominentes causadas por la caída de hojas e inflorescencias.

Es una especie originaria de México. El cual Requiere de un suelo permeable y profundo, franco-arenoso, para su mejor sanidad y desarrollo radicular.

Es rico en grasa vegetal que aporta beneficios al organismo y en vitaminas E, A, B1, B2, B3, ácidos grasos, proteínas, y minerales. El consumo tradicional de la papaya es en forma de fruta fresca y licuados y en menor escala en almíbar y dulces fabricados en forma artesanal; sin embargo, la papaya posee un gran potencial de industrialización en el área farmacéutica, culinaria, médica, industria cervecera y bebidas no alcohólicas.

3.9.8 Banano (*Musa × paradisiaca*)

No es un árbol, sino una megafobia una hierba perenne de gran tamaño. Como las demás especies de *Musa*, carece de verdadero tronco. En su lugar, posee vainas foliares que se desarrollan formando estructuras llamadas *pseudotallos*, verticales de hasta 30 cm de diámetro basal que no son leñosos, y alcanzan los 7 m de altura. Crece en climas cálidos, húmedos, del subtropico, pero también en climas áridos, teniendo en cuenta una temperatura óptima: 25-30°C, su ciclo demora de 8 – 18 meses, sin embargo en los trópicos, el cultivo puede ser de solo 7 meses. (FAO), 2006).

Con una precipitación: 1200 – 2000 mm/año, soporta alta irradiación para mejorar la asimilación neta, por más que supere el 50% de sombreamiento no hay problemas en los trópicos. para estas plantaciones se utilizan cortinas rompevientos, y no exceder el uso de

agua, y de esta manera se evita daños a las hojas y disminución de las plantas caída. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2006).

3.9.9 Plátano (*Musa spp.*)

Es originario de los países cálidos. La floración del plátano se da en primavera. Su composición nos revela que contiene más azúcar que la mayoría de las frutas que todos conocemos. Además es muy rico en sales minerales: calcio orgánico, fosforo y hierro; pertenece a la familia de las Musáceas. La taxonomía del genero *musa* es compleja e incluye híbridos que han originado denominaciones genéticas muy particulares. El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado.

A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo. Siendo su fruto una baya oblongada, durante este proceso este se dobla geotropicamente, según el peso determinado por la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo-verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. . (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2006).

3.9.10 Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*. L., 1753)

Es una planta malvácea anual que puede alcanzar de 1 a 3 metros de altura. Se reproduce por autofecundación. Su flor es de color rojo, de 3 a 4 cm. de largo, formada por 4 ó 5 pétalos, y tiene una forma cónica. La flor tiene un elevado contenido de ácidos orgánicos,

entre ellos cítrico, málico y tartárico. Las bebidas de jamaica son de color rojo vino, debido a su contenido de antociano. (Meza, P., 2012)

3.9.11 Frijoles (*Phaseolus vulgaris*)

Phaseolus vulgaris es la especie más conocida del género *Phaseolus* con unas cincuenta especies de plantas, todas nativas de América. Es una especie anual, que se cultiva en todo el mundo. Existen numerosas variedades y de ella se consumen tanto las vainas verdes como los granos secos. Es uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce.

El frijol prospera en climas fríos y cálidos, tiene variedades trepadoras y enanas. Se cultiva en suelos no muy salinos, con índice medio de lluvias.

Se cultiva en lugares donde el calor del sol llegue al tallo de la planta.

Los frijoles poseen un alto contenido en proteínas y en fibras siendo así mismo una fuente excelente de minerales. También cabe destacar la elevada cantidad de folatos que aporta y el contenido equilibrado en demás vitaminas. (Lourdes Ma. Chavarria S., 2006).

3.9.12 Guanábana (*Annona muricata* L.)

El árbol alcanza entre 8 y 12 m de altura y su corona es poco ramificada; de hoja perenne endémico del Caribe, México, Centro y Sudamérica.

La fruta es muy delicada, se debe cosechar antes de estar madura. La pulpa es blanca, cremosa, carnosas, jugosa y ligeramente ácida, mide 20–30 cm de largo, pudiendo pesar 2,5 kg. La pulpa de la guanábana está constituida principalmente por agua; además proporciona

sales minerales, potasio, fósforo, hierro, calcio, lípidos, tiene un alto valor calórico debido a la presencia de hidratos de carbono; además es rica en vitamina C y provitamina A, así como de vitamina B. (Restrepo 2010).

La pulpa de la fruta puede consumirse en jugo o en agua y suele ser diurética. Las hojas se pueden consumir en té al igual que la corteza del árbol; las semillas pulverizadas sirven como repelente de insectos untándoselas en la piel. (Miranda, et. al).

3.9.13 Manzana Malaya (*Syzygium malaccense*)

Los árboles pueden alcanzar los 12 a 18 metros de altura. Comúnmente conocida como manzana de agua, manzana malaya, marañón japonés o marañón curazao, entre otros; es un fruto nativo de Malasia, así como de algunos países de Centroamérica y Sudamérica. El olor del fruto es muy similar al de una rosa, es de textura acuosa y sabor ligeramente dulce.

3.9.14 Litchi (*Litchi chinensis*, Sonn.)

Es un árbol frutal tropical originario del sur de China, alcanzando 15-20 m de altura.

La fruta (que en realidad es una falsa fruta, compuesta por una cobertura carnosa llamada arilo) es una drupa que tiene 3-4 centímetros de longitud y unos 3 cm de diámetro, ricas en vitamina C con una textura similar a la de la uva. (ITPROGRDIVER, 2004).

IV MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación y descripción del lugar del establecimiento del SAFS.

El ensayo se realizó en la sección de Cultivos Industriales de la Universidad Nacional de Agricultura, ubicado a seis kilómetros de la ciudad de Catacamas, carretera a Culmi en el Departamento de Olancho, Honduras. El área geográfica presenta una temperatura promedio anual de 25 ° C, humedad relativa promedio de 74%, una altura de 350 msnm con una precipitación de 1311 mm anuales (Departamento de recursos naturales de la UNA 2011).

4.2 Materiales y Equipo

Para la realización del establecimiento del SAFS se utilizó los siguientes materiales: bomba de mochila, pie de rey, cinta métrica, machetes, cámara fotográfica digital, semilla de leguminosas (varias), plantas de árboles frutales (Aguacate, Guayabo, Marañón, Guanábana, Lichi, Manzana Malaya), libreta, computadora, calculadora,

4.3 Actividades para el establecimiento del SAFS.

4.3.1 Selección y compra de los cultivos utilizados

Las especies seleccionadas se realizaron de acuerdo a su rápido crecimiento y al tiempo de duración, para fortalecer el sistema sucesional, recordando que este sistema se adapta en

gran parte para favorecer a las familias ya que se mantiene una producción constante de diversos cultivos y así se obtienen beneficios como ser la producción de frutas durante el mayor tiempo del año debido a que es una producción escalonada.

4.3.2 Selección y limpieza del terreno

Al momento en que se seleccionó el terreno se realizó tomando en cuenta factores de diversos tipos y para una mayor aprovechamiento del mismo, ya que es un terreno en donde no se aprovechaba al cien por ciento, y como este sistema es adaptado para terrenos en donde no hay muchas facilidades tanto como por el acceso de maquinaria, se tomó la decisión de establecer el sistema agroforestal sucesional con la integración de árboles frutales para tal propósito.

En la limpieza del terreno se produjo desde el deshierbe por completo, de esta forma también se aprovecha a integrar materia orgánica dentro del sistema distribuyéndolo de una forma homogénea en todo el terreno asignado al sistema.



Figura 1 Limpieza del terreno y distribución de toda la materia verde para incorporarse al sistema

4.3.3 Trazado y hoyado

El trazado de todo el terreno fue parte fundamental ya que se realizó con una distancia en la que ninguna de las especies establecidas tenga influencia negativa sobre la otra y para que quedara

a una distancia ya establecida en la cual el trazado fue a 3 metros por 3 metros, luego procedimos a realizar los hoyos tomando en cuenta las dimensiones que deben de tener para el establecimiento de árboles frutales para que se pueda dar un buen desarrollo radicular y que esto no tenga influencias negativas en su desarrollo, para el establecimiento de los árboles se toman las dimensiones siguientes: 40 cm X 40 cm.



Figura 2 Hoyo respecto a las dimensiones de las raíces de los árboles frutales

4.3.4 Distribución y transplante de las plantas frutales dentro del sistema agroforestal sucesional.

La distribución y el transplante se realizó de acuerdo al distanciamiento que requiere cada especie con respecto a la formación de la copa del árbol y de esa forma ninguna de las especies se verán afectadas a futuro por otra especie, dentro del área del sistema agroforestal sucesional con la integración de árboles frutales.



Figura 3 Distribución de las especies de árboles frutales para luego proceder a su transplante

4.4 Especies establecidas y su distanciamiento de siembra

Aguacate: se plantó a una distancia entre planta de la misma especie y de acuerdo a especies de copa amplia no menor a 6 metros.

Marañón: se plantó a una distancia de 6 metros conforme la distancia de especies de copa amplias.

Guayaba: se plantó a una distancia entre planta de 3 metros y una distancia entre planta de 3 metros.

Gandul: Se plantó de una forma en la que este distribuida por todo el sistema agroforestal sucesional.

Canavalia: Se plantó a una distancia entre planta de 40 centímetro y una distancia entre surco de 40 centímetros.

Pitahaya: se estableció a una distancia de 3 metros de las demás especies.

Papaya: Se plantó a una distancia entre planta de 3 metros y una distancia entre planta de 3 metros con respecto a las demás especies.

Banano: Plantado a una distancia de 3 metros de distancia entre las demás especies establecidas.

Plátano: Plantado a una distancia de 3 metros de distancia entre las demás especies establecidas.

Jamaica: Estableció en espacios donde se necesite cubrir entre las plantas frutales para obtener un mayor aprovechamiento del terreno.

Guanábana: Se plantó a una distancia entre planta de especies de copa amplia de 6 metros.

Malaya: Se estableció a una distancia de 6 metros, siempre respetando la distancia entre especies que necesiten el espacio de acuerdo a su copa.

Lichis: se plantó a una distancia de 6 m. entre las plantas de especies de una amplia copa.



Figura 4 Distanciamiento y distribución de las especies de los árboles frutales establecidas en el SAFS.

4.5 Determinación de las variables del suelo

4.5.1 Análisis de suelos

Para el desarrollo de la determinación del análisis de densidad, porosidad, pH, consistió en la recolección de varias sub-muestras dentro del sistema agroforestal sucesional que luego se procedió con lo siguiente: Formando un agujero en forma de “V”, para facilitar la extracción de la muestra, se seleccionó el talud más limpio y adecuado y se sacó una tajada de suelo, luego se eliminó los excesos, es decir el suelo superficial y los excesos laterales de modo que quedo una muestra de aproximadamente 500 gramos, adecuada para guardar en las bolsas.

Las muestras para determinar densidad y porosidad se obtuvieron usando un cilindro de 5 cm de diámetro y 10 cm de altura para un total de 78.5 cm³. Se introdujo después de los primeros

10 cm de la superficie, teniendo cuidado de no compactar el suelo y tener un volumen real de campo.

Se identificaron con número y se guardaron en una bolsa debidamente rotulada con la descripción de la parcela del sistema agroforestal sucesional.

4.5.2 Preparación de las muestras

Las muestras se llevaron a un lugar en sombra a temperatura ambiente con el fin de que cada muestra obtenga un secado, el secado de la muestra tardó 8 días para darle un mejor secado tomando en cuenta que los suelos arcillosos tardan más tiempo que los suelos arenosos.

Luego de su secado, la muestra fue llevada al laboratorio para ser mullida y después tamizada en un tamiz de 2 mm, a continuación se separaron la muestra en diferentes bolsas para obtener los resultados por separados conforme al análisis que se quería a realizar.

La muestra para determinación de densidad y porosidad total se sacaron como se describe en la determinación de D_a y P_t .



Figura 5 Muestra lista para ser embolsada y luego proceder a llevar al proceso de secado de la muestra.

4.5.3 Determinación de densidad aparente

Para dicho análisis se sacó la muestra del campo, con un cilindro que tenía una dimensión de 20 cm de diámetro y 15 cm de altura de los cuales solo se toman en cuenta 10 cm porque 5 cm se introdujeron en el suelo.

Cuando las muestras estaban embolsadas se sometieron envueltas en papel higiénico a calor en un horno en laboratorio a una temperatura de 105 °C. Ahí permanecieron durante aproximadamente 24 horas hasta que las muestras perdieron la humedad, basándose en las pruebas que se realizaron para saber el tiempo que requiere el suelo para perder la humedad total. Luego se procedió al pesado en seco de la muestra. Esta información se tabulo para el análisis respectivo.

Se utilizó la siguiente formula

$$Da = \frac{\text{Masa del suelo seco}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

4.5.4 Determinación de porosidad

Después de determinar la densidad aparente, se procedió a determinar la porosidad total, usando el dato de Da calculado y asumiendo la Dr como un dato promedio de 2.65 gr/cm³

En el cual se utilizó la siguiente formula

$$Pt = 1 - \frac{\text{Densidad Aparente}}{\text{Densidad Real}} \times 100$$

4.5.5 Determinación de pH

El análisis de pH de suelo se realizó por medio de un peachimetro que permite la identificación de pH de manera digital, para ello se hizo uso de soluciones buffer para mantener una estabilidad en el peachimetro la muestra contenía una relación de 10 gr / 80 mm de agua luego de todo esto se procedió a la introducción del peachimetro al beacker con la solución agua-suelo.

4.6 Determinación de las variables en cuanto al crecimiento y desarrollo de los árboles frutales

4.6.1 Diámetro del tallo.

Dentro del Sistema Agroforestal Sucesional se tomó 5 plantas de cada especie a evaluar, para realizar la medición del tallo, a una altura de cinco cm. del suelo, donde se marcó para evitar error en la toma de datos por medio de un pie de rey, estas mediciones se realizaron con intervalos de 15 días después del transplante.



Figura 6 Pie de rey utilizado para medir el diámetro del tallo de las especies establecidas en el SAFS.

4.6.2 Altura de la planta

Para la determinación de esta variable se tomó en cuenta una muestra de 5 plantas de cada especie a evaluar dentro del Sistema Agroforestal Sucesional, en la cual se midió desde la superficie del suelo hasta la base de la lígula superior, estos datos se tomaron con intervalo de 15 días después del transplante.



Figura 7 Determinando la altura de la Papaya

4.6.3 Números de hojas

Para llevar a cabo el registro de esta variable se tomó datos de 5 plantas de cada especie a evaluar dentro del sistema agroforestal sucesional, en la cual se contaron el número de hojas formadas por completo, con un intervalo de 15 días después del transplante de las especies dentro del SAFS.



Figura 6 Evaluación del número de hojas de las diferentes especies establecidas dentro del SAFS.

V. RESULTADO Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis de suelo

5.1.1 Densidad

La densidad es uno de los indicadores de acuerdo como está el grado de porosidad del suelo. Cuando los valores de la densidad aparente del suelo es de 1.3 g/cm^3 es un indicador de que las condiciones de porosidad del suelo están dentro de la normalidad para el desarrollo de la mayoría de especies. (Kochhann, 1996).

El suelo donde se estableció el sistema agroforestal sucesional cuenta con una densidad de 1.72 g/cm^3 que esta fuera de los valores óptimos de la mayoría de los cultivos, en cambio este sistema está integrado por árboles frutales y en cuanto a su densidad es aceptable ya que su sistema radicular le permite romper este tipo de suelo, teniendo algunas de las dificultades en cuanto a la absorción de nutrientes porque estos son suelos arcillosos y la disponibilidad de nutrientes es en menor grado.

5.1.2 Porosidad

Los porcentajes de porosidad en los suelos tienen una relación inversamente proporcional con la densidad aparente, ya que a mayor densidad, menor porosidad y viceversa.

El porcentaje de porosidad dentro de una área determinada es un indicador de que los suelos tienen una capacidad de aireación dentro del suelo y la retención de agua que de esta forma estará disponible para las plantas, el análisis que se determinó dentro del área donde se

estableció el sistema agroforestal sucesional tiene un porcentaje del 35% el cual nos indica que existe poca porosidad dentro de esta área, en el cual viene a tener consecuencias en cuanto a los encharcamientos debido a la retención del agua y que por ende en la disponibilidad de los nutrientes y sabiendo que esto va en conjunto a su densidad y que algunas de las especies presentan marchites que está influenciada por la falta de nitrógeno disponible, y con esta humedad que se mantiene al contorno de la planta se desarrollan patógenos que afectaran a las especies establecidas dentro del sistema agroforestal sucesional.

5.1.3 pH

El uso de ciertos fertilizantes nitrogenados tiene efecto sobre la acidez del suelo. Generalmente, los cultivos prefieren un pH entre 6 y 7, debido a que este valor permite la máxima disponibilidad de nutrientes, como se puede observar. (Ver figura 9).

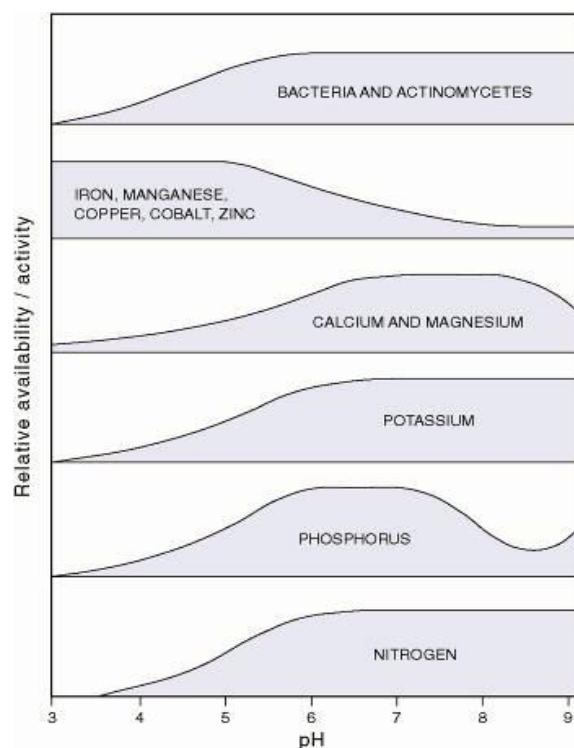


Figura 7 Influencia del pH en la disponibilidad de nutrientes para las plantas y para la actividad de los microorganismos. (Smithson et al, 2002)

El resultado del análisis del pH en el área donde se estableció el sistema agroforestal sucesional es apto debido a que se encuentra con un pH de 6.92 y en este rango es donde las plantas aprovechan los nutrientes que se encuentran en el suelo y es parte fundamental para la vida de muchos microorganismos.

Con este pH de 6.92 estamos asegurando de que las especies establecidas dentro del SAFS, obtendrán todos los nutrientes que están disponibles en el suelo y de esta forma no se verá afectados en su desarrollo y contribuir a formar el sistema en el que se está imitando la naturaleza ya que con la incorporación de toda la materia vegetal al terminar cada especie su ciclo y así no es necesario la aplicación de fertilizantes ya que esto repercute en el pH del suelo.

5.2 Evaluación del desarrollo de las especies establecidas dentro del sistema agroforestal sucesional

5.2.1 Diámetro del tallo de la Planta

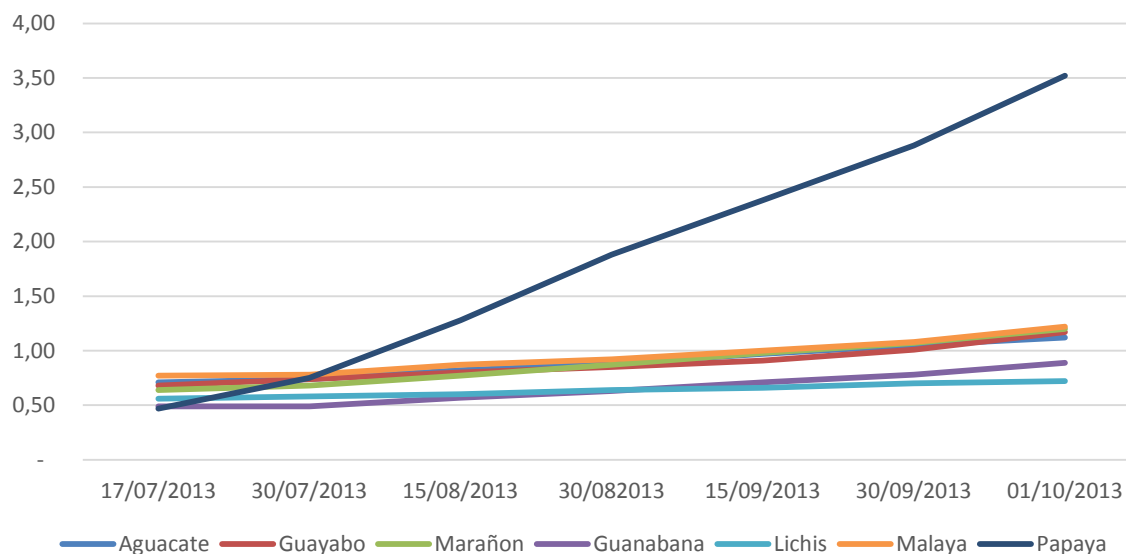


Figura 80 Diámetro de los tallos de las plantas de las especies establecidas dentro del SAFS, implementado en la Universidad Nacional de Agricultura Catacamas, Olancho.

En la figura 10 se presentan los resultados de los diámetros de los tallos de las plantas, mostrando una gran superioridad de la especie de papaya sobre todas las demás, con una diferencia desde la primera toma de datos hasta la última fecha de 3.05 cm., y en segundo lugar tenemos el marañón pero ya con menor diferencia en la que a simple vista se nota que lleva la misma secuencia de crecimiento que las demás especies y obteniendo menores resultados en cuanto al diámetro del tallo de las especies tenemos el de la guanábana y la lichis con 0.40 y 0.16 cm. respectivamente, tomando en cuenta la vida de estas especies en la cuales, las de mayor duración son las especies que presentan un crecimiento con respecto del diámetro del tallo mucho más lento que las especies bianuales.

5.2.2 Altura de planta

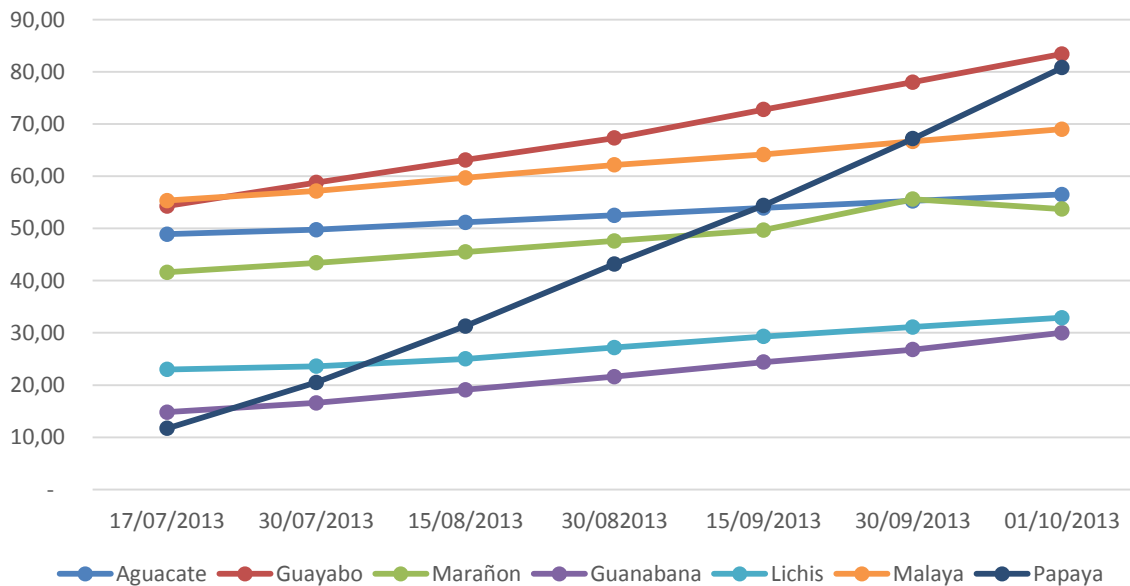


Figura 9 Altura de las plantas (Cm) de las especies establecidas dentro del SAFS, implementado en la Universidad Nacional de Agricultura Catacamas, Olancho.

En la figura 11 se presentan los resultados de la altura de la planta, mostrando una ligera forma ascendente en la especie de papaya, con una diferencia de crecimiento de la primera toma de datos hasta la última de 69.10 cm. y en segundo lugar se presenta un crecimiento de la especie de la guayaba, con 29.10 cm. de crecimiento, en cambio en las otras especies el crecimiento es

de una forma paulatina, teniendo en cuenta que los datos se tomaron de una forma uniforme y en tiempo establecido, anteriormente; la especie que presenta un menor crecimiento en este caso es la especie del aguacate con apenas un 7.58 cm de crecimiento desde la primera fecha que se tomó los datos hasta la última fecha.

5.2.3 Numero de hojas

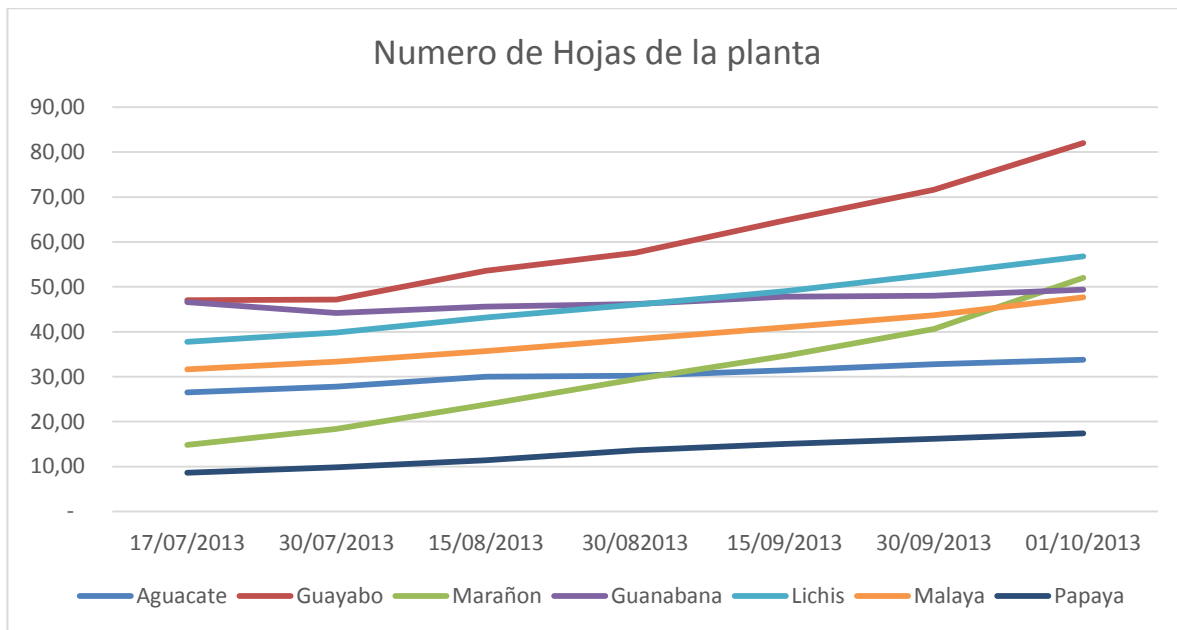


Figura 10 Número de hojas de las plantas de las especies establecidas dentro del SAFS, implementado en la Universidad Nacional de Agricultura Catacamas, Olancho.

En la figura 12 para esta variable de numero de hojas se demuestra que las especies del marañón y guayabo tuvieron un mayor número de hojas (37.2 y 35 respectivamente) dentro del tiempo que se estuvieron evaluando en comparación con las otras especies debido a que son especies de rápido crecimiento, esta representación conforme al número de hojas es de una forma variada en la que se muestran diferencias de acuerdo a las especies evaluadas, aunque es de tanto visible que en algunas especies el número de hojas descienden en algunas fechas de toma de datos debido a que las especies están en un cambio constante de follaje, (son especies caducifolias).

VI CONCLUSIONES

La adaptabilidad de los cultivos establecido dentro del sistema agroforestal sucesional depende en gran parte a su distribución dentro del sistema, tomando en cuenta el área de la superficie cubierta por la copa de la especie a establecer.

Una de las buenas alternativas que tenemos hoy en día como sistema de producción son los sistemas agroforestales sucesionales, ya que con este sistemas podremos mantener una producción constante durante todo el año y de tal forma mejor diversificada en cuanto a su producción.

Los suelos dentro de sistemas agroforestales sucesionales se caracterizan por tener un mayor porcentaje de materia orgánica y por ende hay mayor vida en el suelo, ya que dentro de este sistema toda la materia vegetal que va llegando al final de su ciclo se incorpora al suelo.

Con este sistema se obtienen resultados en cuanto a la protección del suelo, reduciendo la erosión al momento que llueve ya que en este sistema se incluyen especies de rápido crecimiento y de un amplio follaje que brindan esa protección.

VII. RECOMENDACIONES

Darle seguimiento a los estudios realizados conforme a este Sistemas Agroforestales Sucesionales para seguir analizando los beneficios que brindan a los suelos.

Implementar más áreas de estudio de este Sistema Agroforestal Sucesional dentro y fuera de la Universidad Nacional de Agricultura para socializar los beneficios que podría brindar este sistema a familias de bajos recursos tanto económicos como de recursos fijos (terreno).

Capacitar e incentivar a familias de pequeños productores sobre estos sistemas ya que hoy en día la agricultura migratoria se va haciendo notar cada vez más en Honduras, y dentro de este sistema se demuestra que se puede seguir produciendo en armonía con el medio ambiente y reduciendo los gastos debido a que no es necesario la implementación de agroquímicos, ya que este sistema nos brinda gran parte de las necesidades de los cultivos.

Implementar estos sistemas en áreas que sean susceptible a la erosión del suelo, ya que dentro de este sistema se puede establecer diferentes especies las cuales pueden tener la características como ser: rápido crecimiento o de mayor área foliar de forma para evitar que al momento de la lluvia la gota de agua golpee con fuerza el suelo y de esta forma evitar o reducir el porcentaje de erosión de los suelos.

VIII. BIBLIOGRAFIAS

ECOTOP.2007.Guia De Implementación Y De Manejos De Parcelas Agroforestales Sucesionales En La Región Del Alto Beni. La Paz, Bolivia. Consultado el 11 de agosto del 2013.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).2001. La vida en los suelos. (En línea) consultado el 29 de mayo del 2013.Disponible en <http://www.fao.org/ag/esp>

Farrell, J. Altieri, M; 1999. AGROECOLOGIA. Bases científicas para una agricultura sustentable. Sistemas agroforestales Miguel A. Altieri. Montevideo, Editorial Nordan–Comunidad Uruguay. 338 Pag.

Flores, S. 2012. Asesoría en Honduras con asociación Patuca. (En línea). Consultado el 20 de Agosto de 2013. Disponible en: http://static.naturefund.de/naturefund/Projekte/Waldgarten/INFORME_TRABAJOS_A_PATUCA_2012__Sonia_Flores.pdf

Jiménez, F; Muschler, R. 2001. Funciones y aplicaciones de los sistemas agroforestales (en línea) CR. CATIE, consultado el 18 de abr. 2013. Disponible en: <http://books.google.hn/books?id=jpYOAQAAIAAJ&pg=PA98&dq=sistemas+agroforestales&hl=es&sa=X&ei=DTWPT7baIpGC8ATyrMnOCw&ved=0CD4Q6AEwAw#v=onepage&q=sistemas%20agroforestales&f=false>

Joachim Milz.1998. Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales. (en línea). La Paz, Bolivia. Disponible en: http://media0.agrofloresta.net/static/publicacoes/Guia-establecimiento-sistemas-agroforestales-joachim_milz.pdf

López M; Rocha, L. 2001. Sistemas Agroforestales. (En línea). Consultado el 28 de agosto del 2013. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf

Macz, A.; Gálvez, J.2006. Evaluación de un sistema agroforestal en un ecosistema muy húmedo de tierras bajas, en el Lago de Yojoa, Honduras, (En línea). Citado 28 de Agosto del 20013. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/986/1/T2327.pdf>

Montagnini, F. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, CR: Organización para Estudios Tropicales. 622 p.

Murray Nuñez RM. 2011. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de nayarit, méxico. (En línea). Citado el 26 de agosto del 2013. Disponible en: <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/02-03/biociencias3-3.pdf>

Ospina, A. 2003. Caracterización de los sistemas agroforestales (en línea) Cali, Colombia. Consultado el 27 de Agosto del 2013. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/53174361/8/Caracterizacion-y-clasificacion-agroforestal>

Ponciano Quispe y Marcelo Vargas (Equipo Nacional de Red FERIA).2009. ENFOQUE Agroecológico en Red FERIA. Producir sin destruir.(en línea). Consultado el 25 de Julio del 2013. Disponible en: http://www.redferia.org/f/files/RevistaFERIA19dic2009_PDF_web.pdf

Valdéz, M.; Abastidas, I. 1993.Fortalecimiento del sistema social forestal: Agroforestería y conservación de suelos. 5 ed. Siguatepeque, Honduras. 126 pág.

Yana,W.; weinert, H. 2001. Técnicas de sistemas agroforestales multiestrato. La Paz, Bolivia. 57 pág.

ANEXOS

Anexo 1 Presupuesto

N°	CONCEPTO	UNID.	CANT.	COSTO UNITARIO L.	PRECIO UNITARIO L.	TOTAL L.
	COMPRA DE ESPECIES A ESTABLECER					
1	Aguacate (<i>Persea americana</i>)	Pt.	35	40,00	1.400,00	1.400,00
2	Marañón (<i>Anacardium occidentale</i>)	Pt.	10	20,00	200,00	1.600,00
3	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	Pt.	34	40,00	1.360,00	2.960,00
4	Gandul (<i>Cajanus cajan</i>)	Pt.	47	3,00	141,00	3.101,00
5	Canavalia (<i>C. ensiformis</i>)	Lb.	8	6,00	48,00	3.149,00
6	Pitahaya (<i>Stenocereus queretaroensis</i>)	Pt.	20	20,00	400,00	3.549,00
7	Papaya (<i>Carica papaya</i>)	Pt.	10	15,00	150,00	3.699,00
8	Banano (<i>Musa × paradisiaca</i>)	Pt.	54	7,00	378,00	4.077,00
9	Plátano (<i>Musa spp.</i>)	Pt.	60	7,00	420,00	4.497,00
10	Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	Pt.	20	3,00	60,00	4.557,00
11	Frijoles (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Lb.	8	6,00	48,00	4.605,00
12	Guanábana (<i>Annona muricata</i> L.)	Pt.	10	20,00	200,00	4.805,00
13	Manzana Malaya (<i>Syzygium malaccense</i>)	Pt.	3	20,00	60,00	4.865,00
14	Litchi (<i>Litchi chinensis</i> , Sonn.)	Pt.	20	20,00	400,00	5.265,00
Sub Total						5.265,00
	MANO DE OBRA					
15	Des-hierve	Jornal	40	150,00	6.000,00	6.000,00
16	Siembra	Jornal	25	150,00	3.750,00	9.750,00
17	Control de Malezas	Jornal	30	150,00	4.500,00	14.250,00
18	Aplicación de insecticida	Jornal	2	150,00	300,00	14.550,00
Sub Total						14.550,00
	INSUMOS					
19	Cabuya	lbs	3	25,00	75,00	75,00
20	libreta campo	Global	1	25,00	25,00	100,00
21	Insecticida (Karate Zeon 5cs)	Global	1	100,00	100,00	200,00
22	Machete	Global	8	55,00	440,00	640,00
23	Azadones	Global	8	70,00	560,00	1.200,00
24	Duplas	Global	8	70,00	560,00	1.760,00
Sub Total						1.760,00
TOTAL						L. 21.575,00

Anexo 2 Hoja de toma de datos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA HOJA DE TOMA DE DATOS EN CAMPO

Nombre del experimento: _____

Responsable: _____

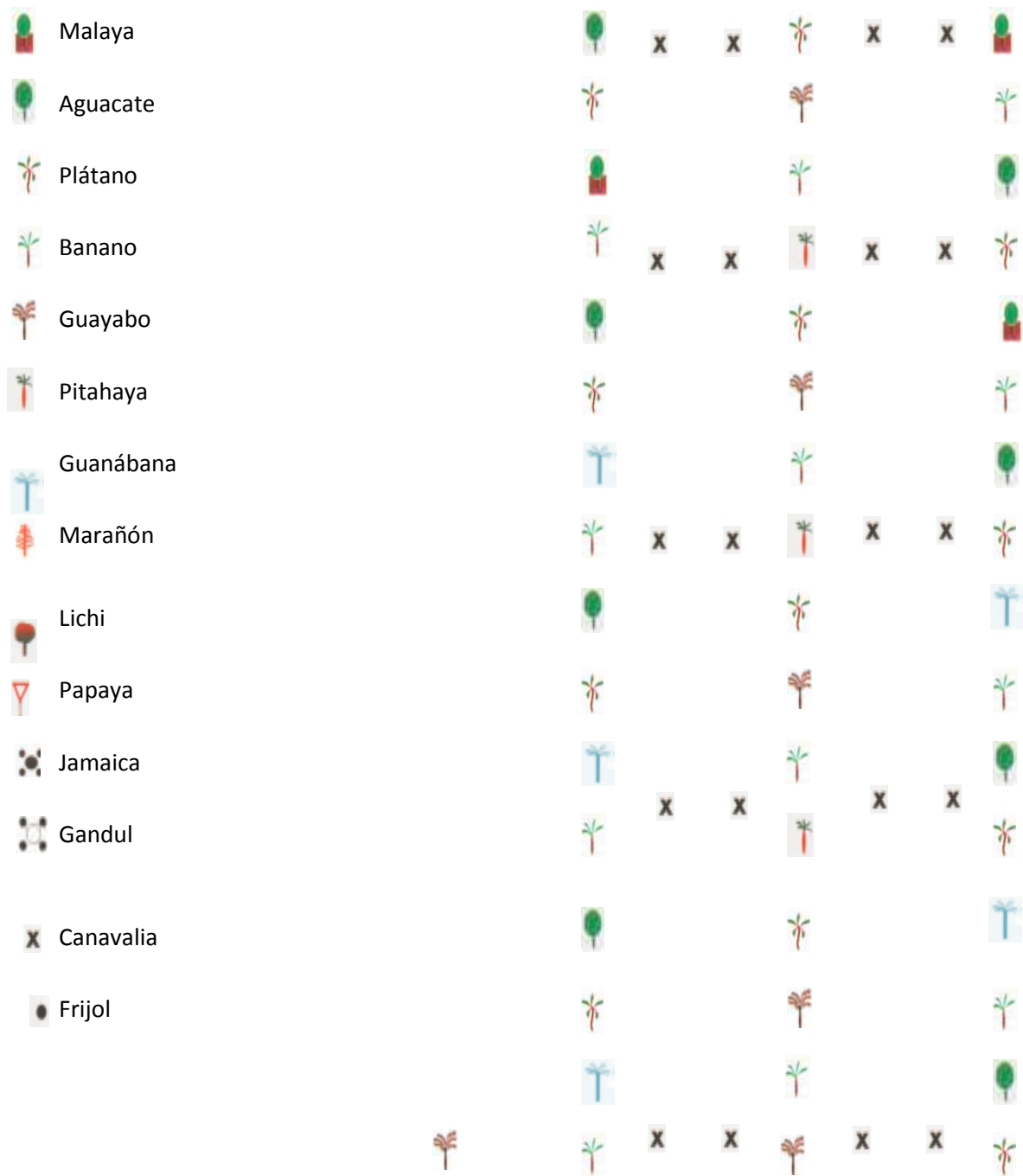
Especie _____

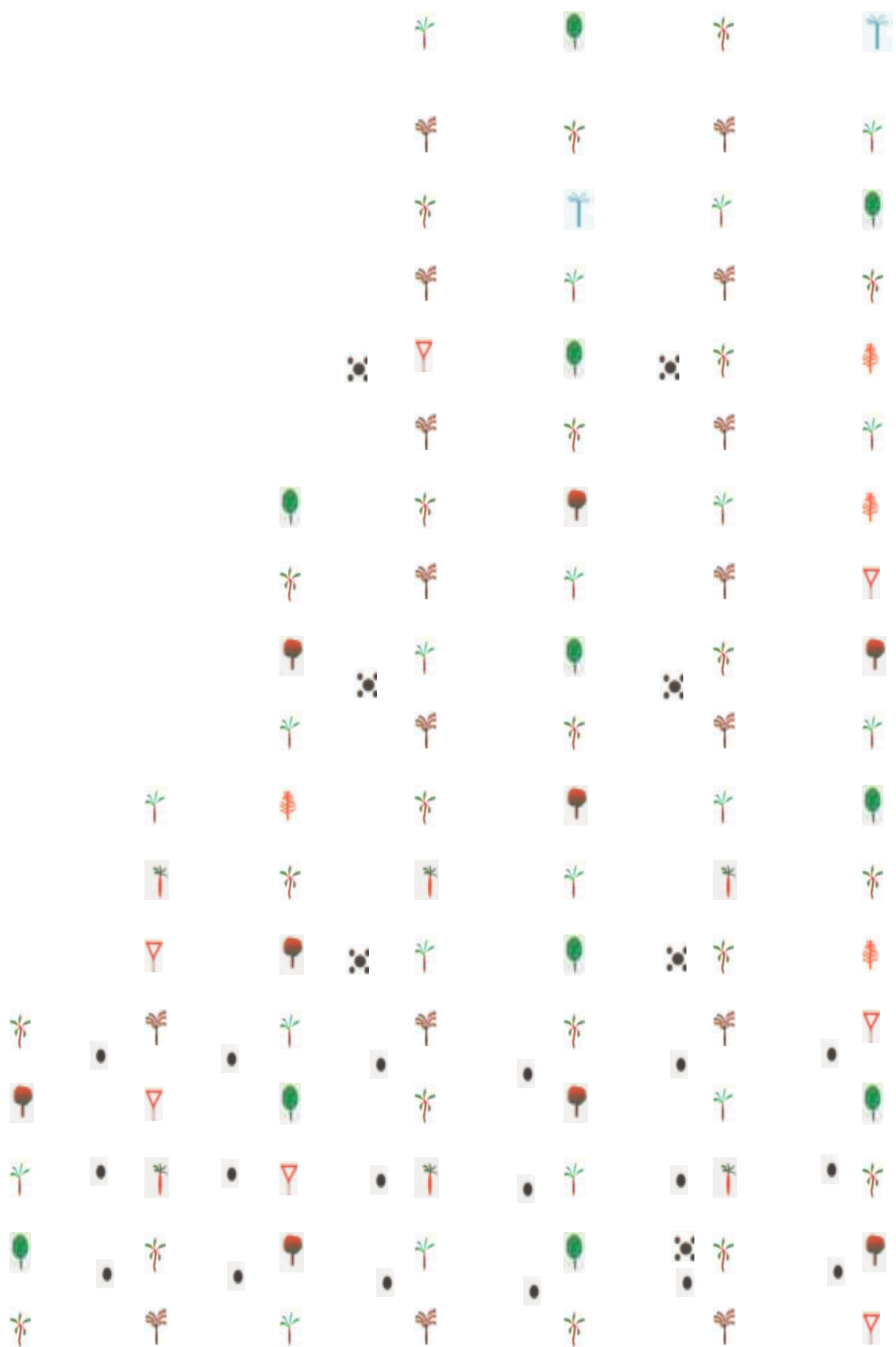
Nº M.	Primera toma de datos en cm.			Nº M.	Segunda toma de datos en cm.			Nº M.	Tercera toma de datos en cm.		
	Altura	Diámetro	Nº de hojas		Altura	Diámetro	Nº de hojas		Altura	Diámetro	Nº de hojas
1				1				1			
2				2				2			
3				3				3			
4				4				4			
5				5				5			
Promedio				Promedio				Promedio			

Nº M.	Cuarta toma de datos en cm.			Nº M.	Quinta toma de datos en cm.			Nº M.	(extra) toma de datos en cm.		
	Altura	Diámetro	Nº de hojas		Altura	Diámetro	Nº de hojas		Altura	Diámetro	Nº de hojas
1				1				1			
2				2				2			
3				3				3			
4				4				4			
5				5				5			
Promedio				Promedio				Promedio			

Anexo 3 Croquis del sistema sucesional a establecer

SECCIÓN DE CULTIVOS INDUSTRIALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, CATACAMAS OLANCHO.







Anexo 4 Imágenes del SAFS con la integración de árboles frutales en la sección de cultivos industriales de la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho.

