

ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA

Vía Sacha-San Carlos 3 Km de la Parker
Teléfono: 07300000
central.amazonia@iniap.gob.ec

**PROYECTO: “INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA PARA EL CAMBIO DE LA
MATRIZ PRODUCTIVA”.**



INFORME ANUAL 2016

San Carlos, 12 de diciembre de 2016.

1. PROGRAMA: FRUTICULTURA

2. DIRECTOR DE LA ESTACION EXPERIMENTAL: ING.CARLOS CAICEDO. MAN.

3. COORDINADOR NACIONAL DEL PROGRAMA: ING. WILLIAM VIERA, MSC.

4. RESPONSABLE DEL PROGRAMA EN LA ESTACION EXPERIMENTAL: ING. YADIRA VARGAS

5. EQUIPO TÉCNICO MULTIDISCIPLINARIO I+D:

- Wilson Alcívar, Agr. Técnico Asistente de Investigaciones.
- Enrique Alcívar, Agr. Técnico Asistente de Investigaciones.
- Mario Ninabanda, Trabajado de campo.
-

5.1 PROFESIONALES QUE APOYAN AL PROGRAMA

- William Viera, Msc. Coordinador Nacional del Programa de Fruticultura – EESC.

6. PROYECTO: CAMBIO DE LA MATRIZ PRODUCTIVA/GASTO CORRIENTE.

7. SOCIOS ESTRATÉGICOS PARA INVESTIGACIÓN: Departamentos de la EECA.

8. PUBLICACIONES:

- FRUIT SUSTAINABLE PRODUCTION IN THE ECUADORIAN HIGHLAND - International Journal of Clinical and Biological Sciences Volume 1 (Suppl. 2), July-Dec 2016, ISSN 2455 – 6858.
- Respuesta de solanáceas silvestres a la inoculación de *Meloidogyne incognita* – Revisión por el Coordinador Nacional del Programa Fruticultura.
- Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas de familias experimentadoras en las provincias de Sucumbíos y Orellana, Ecuador – Realizando correcciones.
- Sección III. FRAGILIDAD Y PRINCIPALES AMENAZAS. Capítulo 6. ¿Por qué son frágiles los suelos de la Amazonía ecuatoriana? – Capítulo publicación del libro AGROFORESTERÍA SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA, No 2.

8. HITOS/ACTIVIDADES POR PROYECTO ESTABLECIDAS EN EL POA.

8.1 Hito 1: Evaluaciones de los segregantes de naranjilla realizadas - Año 2. (sistematización y análisis de los datos).

Indicador: Número de informes de avance de los segregantes de naranjilla

Meta anual programa: 4.

Meta ejecutada: 4.

1. Justificación

La producción actual de naranjilla en las zonas tradicionales, se encuentra limitada por el ataque de una serie de plagas, el uso indiscriminado de agroquímicos, y la tala de bosques, que inciden en baja productividad, altos contenidos residuales en la fruta, y daños medio ambientales, entre otros.

La identificación de grupos y plantas resultantes de cruzamientos interespecíficos, tolerantes a problemas bióticos de las zonas de producción en varios ensayos preliminares, han permitido que se seleccionen materiales élite con aceptable producción, calidad y resistencia/tolerancia a plagas, que deben ser evaluados nuevamente en su conjunto y posteriormente en ensayos regionales.

La selección de materiales mejorados y su multiplicación clonal, darán lugar a una reactivación de la producción de naranjilla de jugo en zonas donde existen pocas alternativas productivas.

2. Objetivos.

2.1 Objetivo General

- Seleccionar clones y segregantes promisorios de naranjilla en función de la productividad, calidad del fruto y resistencia a plagas.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las características agronómicas y el rendimiento de nueve clones y poblaciones de siete segregantes promisorios de naranjilla.

- Realizar el análisis físico y químico de los frutos de los materiales en evaluación.

3. Actividades desarrolladas

De acuerdo a los resultados obtenidos en el año 2015 se procedió a la identificación de plantas de naranjilla en campo que presentaron los mejores rendimientos y calidad de fruta. En el cuadro 1 se puede observar que las plantas de los grupos R4F2B4 - P12 Y R4F4B2- P3, a más de presentar un buen rendimiento presentaron un alto porcentaje de pulpa.

Cuadro 1. Segregantes de naranjilla seleccionados por su rendimiento y parámetros de calidad.

Segregantes	Rendimiento (g/planta)	Acidez titulable	% Pulpa	Firmeza	° Brix
R4F2B4 – P12	x		x		
R4F2B4 – P7		X	x		
R4F2B4 – P5		X			X
R4F2B4 – P16	x				
R4F2B4 – P8, P17, P1, P3		X			
R4F2B4 – P22, P6, P24, P1			x		
R4F2B4 – P11					X
R4F4B2 – P2	x				

R4F4B2 - P3	x		x		
R4F4B2 - P12			x		
R4F4B2 - P5, P7, P26, P29					X
R3F2B2 - P9	x				
R3F2B2 - P18	x				
R2F3B2 (1) - P23	x				
R2F3B2 (1) - P1, P20, P7				X	
R2F3B2 (1) - P4, P27, P14					X
R2F3B2(2) - P16	x				
R2F3B2(2) - P17	x				
R1F4B6 - P23, P28, P7, P27		X			
R3F1B4 - P9, P20, P13, P22				X	

Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

Una vez identificados los materiales en campo se recolectó varetas, se sembraron en fundas en el vivero y posteriormente se trasplantaron bajo un cobertizo para sus posteriores evaluaciones. El 26 de abril cuando algunos de los clones sembrados presentaron el 50% de floración, se procedió a enfundar los botones de diferentes hasta que se produzca la fecundación, la finalidad es evitar que los materiales se crucen. En estas pruebas se observa casi el 95% de las botones se cayeron. Antes y después de la fecundación.

Debido a que en el cobertizo se hace difícil el riego y a que tenemos pocos frutos, se volvió a sembrar el 17/08/2015 nuevas plantas de los segregantes de naranjilla seleccionados en los callejones de los frutales sembrados en la EECA, el objetivo de sembrar en los frutales fue proporcionarle sombra a la naranjilla. Se realizó la incorporación de flemingia y gliricidia en la corona de las plantas de naranjilla y los controles fitosanitarios se están realizando cada mes.

Recomendación: Incorporar un especialista para que desarrolle protocolos de investigación – propagación in vitro de naranjilla que nos permitirá producir plantas idénticas a la madre sin perder las características de producción y calidad.

8.2 Hito 2: Poblaciones de papaya evaluadas - Año 2 (sistematización y análisis de los datos).

Indicador: Número de informes de avance.

Meta anual programa: 4.

Meta ejecutada: 4.

1. Justificación

Algunos cultivares como por ejemplo los del grupo Solo presentan porte bajo y reducción en la altura de emisión de la primera flor (50-60 cm). Esta característica es considerada positiva, ya que ello facilita la recolección y disminuye los costos de la mano de obra. Asimismo, la reducción de la altura de inserción de la primera flor en la papaya es de gran importancia económica porque permite una mayor longevidad de la cosecha, que unido a una fructificación precoz y vigorosidad de la planta, resultan caracteres de interés dentro de las perspectivas del mejoramiento de la papaya. Además los frutos deben presentar cáscara lisa, sin manchas y pulpa roja-anaranjada con un espesor >20 mm (Maruchi et al. 2008).

Además los grandes mercados prefieren frutos de papaya alargados y cilíndricos (provenientes de flores hermafroditas), que sean de menor tamaño, con menor cavidad interna, lo que los hace más resistentes al transporte y al manejo. Tomando en cuenta estos requerimientos del mercado se pretende iniciar con un programa de mejoramiento, contando con la posibilidad de encontrar en la zona un material que presente buenas características agronómicas regidas por genes, tales como porte bajo, poca o ninguna

carpeloidía de estambres, baja o ninguna esterilidad femenina, resistencia al transporte, buen color y sabor, precocidad en producción y tolerante a las virosis.

2. Objetivos.

2.1 Objetivo General.

Seleccionar materiales promisorios de papaya que posean calidad de fruta y buen rendimiento.

2.2 Objetivos Específicos.

- Evaluar la adaptabilidad y rendimiento de las poblaciones de papaya.
- Seleccionar materiales promisorios con características de calidad de fruta.

3. Metodología.

En el cuadro 2 se puede observar la procedencia de las poblaciones de papaya.

Cuadro 2. Procedencia de las poblaciones en estudio.

Localidad	Sector	Código
Shushufindi	Don Rojas (pulpa roja)	1
Shushufindi	Don Rojas (pulpa amarilla)	2
Sacha	Enokanqui	3
Shushufindi	Vía Primavera	4
San Carlos	EECA - C	5
San Carlos	EECA	6
Shshufindi	Puerto Ecuador	7
Shshufindi	Vía Pantera	8

Fuente: Programa de Fruticultura, 2016.

3.1 Unidad experimental

Ocho materiales de papaya, cada material será sembrado en dos hileras de 32 plantas en cada hilera (3 plantas por sitio) Con un marco de plantación es de 2 m entre planta y 3 m entre hilera.

3.2 Análisis estadístico

Las poblaciones de papaya se evaluarán individualmente, se realizaron medias y el análisis estadístico se realizó con modelos lineales generales y mixtos INFOSTAT (R) versión 2015, dónde, el efecto fijo son las diferentes poblaciones y como efecto aleatorio las plantas.

4. Actividades desarrolladas

El 18 de enero se evaluó número de flores y frutos. A partir del 16 de febrero se empezó a registrar la producción de papaya (peso en g/fruto, número de frutos, diámetro y largo del fruto). En el mes de enero y febrero se entregó dos frutas al Laboratorio de Calidad de Alimentos para su respectivo análisis físico-químico. El 13/01/2016, 02/03/2016 y 25/07/2016 se realizó la fertilización. Se han realizado 11 chapias bajas y 11 controles fitosanitarios.

Se tiene digitalizado las evaluaciones realizadas en campo hasta el 8/11/2016 y los datos de calidad de fruta del 50% de los materiales. Debido a que la fruta de algunos materiales fueron extraídas de campo se volvió a colocar zarán para cubrir los frutos, posteriormente se entregará la fruta al laboratorio de calidad de alimentos para el análisis respectivo.

Debido a que algunos materiales han presentado problemas fitosanitarios se han sacado semillas y las plantas se han ido eliminando para evitar posibles focos de contaminación.

5. Resultados preliminares

A continuación se realiza un análisis preliminar de las variables agronómicas y calidad de la fruta, es importante indicar que todavía se está evaluando los materiales en campo y se sigue entregando fruta para su análisis por esta razón el análisis final se realizará cuando se cuente con toda la información de las ocho poblaciones de papaya.

Para la variable altura de planta y altura a la primera flor se encontró diferencias significativas. Las plantas de la población de papaya procedentes de Enokanqui a los 5 meses después de la siembra fueron las más altas y las plantas más pequeñas fueron las papayas procedentes de EECA - C. Por otro lado las plantas de las población 5 muestra que la primera flor apareció a los 0,5 m (Cuadro 3), esta variable es muy importante debido a que las plantas muy altas son indeseables porque presentan entrenudos de mayor longitud, frutos más distanciados unos de otros y menor longevidad de la cosecha (Maruchi et al. s/f). Por esta razón en este trabajo de mejoramiento se seleccionará genotipos de menor porte y vigorosos.

Cuadro 3. Altura y altura a la primera flor de 8 poblaciones de papaya

Poblaciones papaya	Altura (m)	Poblaciones papaya	Altura primera flor (m)
3	3,95	3	2,34
1	3,68	6	2,23
8	2,55	1	2,13
6	2,46	7	2,09
7	2,28	2	1,83
4	1,88	4	1,64
2	1,85	8	1,60
5	1,18	5	0,55

Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

Para las variables producción, número de frutos y peso del fruto se encontró diferencias significativas entre las ocho poblaciones de papaya, con las poblaciones de papaya 1, 2, 3 se obtuvieron las más altas producciones, los frutos de estos materiales presentaron pesos promedios de 1466,89, 1166,58 y 1144,25 g y la más baja producción se observó con las poblaciones 8, 7, 4, 5,6 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción, número, peso promedio, diámetro y largo de frutos de 8 poblaciones de papaya.

Poblaciones de papaya	Producción (kg)		Nº frutos promedio	Peso promedio fruto (g)	Diámetro (mm)	Largo (mm)
1	16,9	A	15	1466,89	117,14	173,64
2	15,6	A	25	1166,58	113,64	165,45
3	14,9	A	18	1144,25	102,86	145,49
8	6,4	AB	5	3777,12	141,79	369,28
7	2,9	B	1	1203,72	121,82	161,02
4	2,8	B	2	1226,89	114,88	177,45
5	2,1	B	5	1130,29	81,91	132,35
6	1,2	B	1	1459,72	130,87	173,26

Fuente: Programa Fruticultura, 2016

Las plantas de la población 2 que obtuvieron mayor producción son 6, 17, 5, 12 y 20 (Figura 1), de la población 3 fueron las plantas 11, 18, 22, 3, 2 y 5 (Figura 2) y de la población 1, la 9, 6, 12, 14, 8 y 1 (Figura 3). De cada población se seleccionó el 30% de las plantas, el objetivo es evitar la pérdida de la población.

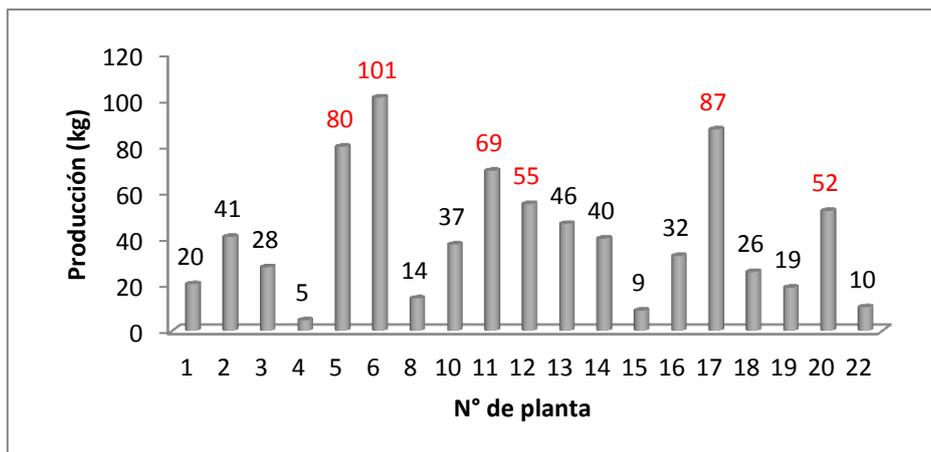


Figura 1. Producción de la población 2 de papaya.

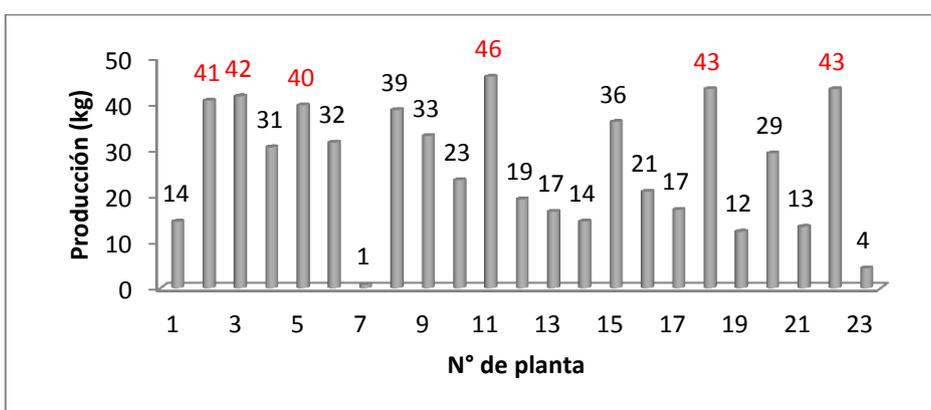


Figura 2. Producción de la población 3 de papaya.

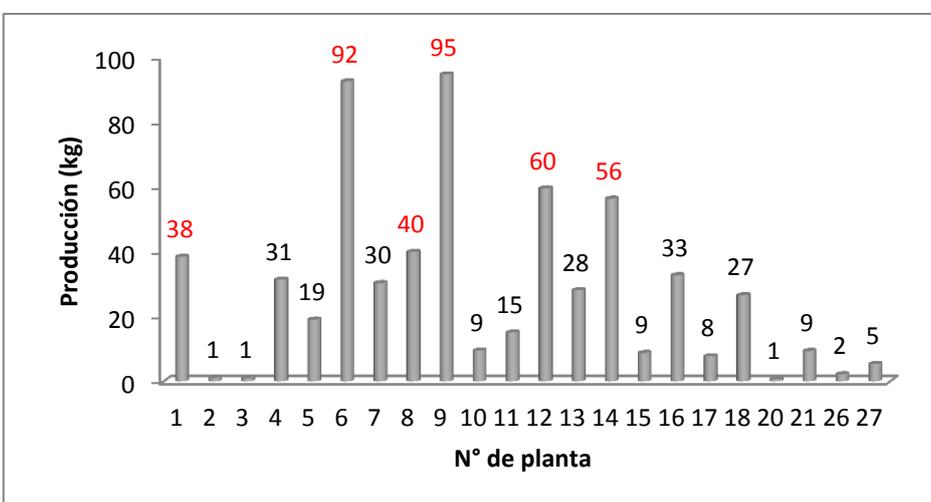


Figura 3. Producción de la población 1 de papaya.

Se encontró diferencias significativas en el rendimiento de pulpa de tres poblaciones de papaya, aunque la población 1 de papaya presentará el más alto rendimiento de pulpa (74,68%), es la población 2 la que presenta el mayor porcentaje de pulpa aprovechable (79,77%), esto se debe posiblemente a que la cavidad de este material es pequeña (Cuadro 5).

Cuadro 5. Calidad de tres poblaciones de papaya

Poblaciones papaya	Peso promedio fruto (g)	Rendimiento promedio pulpa (g)	° Brix	Diámetro cavidad central (mm)
1	1466,89	1095,51	9,79	84,39
2	1166,58	930,54	10,79	76,25
3	1144,25	851,64	11,26	79,72

Fuente: Programa Fruticultura, 2016

El contenido de sólidos solubles totales de las poblaciones 2 y 3 estuvo entre los 9,79 y 11,26 ° Brix. Algo similar reporta Basulto et al. (2009) de la papaya maradol, estos autores reportan que el contenido de sólidos solubles totales están entre 10 y 11,5 ° Brix.

8.3 Hito 3: Componentes del sistema agroforestal de naranjilla evaluados (Año 2).

Indicador: Número de informes de avance.

Meta anual programa: 4.

Meta ejecutada: 4.

1. Justificación

Después de este breve análisis y conocedores de que estas leguminosas mejoran las propiedades físicas y químicas de los suelos es importante promover el uso del cultivo en callejones con otros cultivos de importancia económica en la RAE como la naranjilla debido a que es un frutal muy demandante en el uso de insumos externos, y, debido a que en la actualidad este cultivo está provocando la ampliación de la frontera agrícola; esto se debe principalmente a que muchos productores consideran que las variedades comunes de naranjilla para su crecimiento, desarrollo y producción, requieren de un hábitat natural, libre de plagas y alta fertilidad del suelo.

Además la atractiva rentabilidad del cultivo al inicio es el principal agente de destrucción de nuevas áreas no intervenidas, por lo cual la tecnificación del cultivo es un desafío prioritario para proteger el bosque primario al reutilizar los suelos ya intervenidos como potreros o rastrojos; en estos suelos la cantidad de nutrientes es limitada y al ser la naranjilla muy exigente en nutrimentos las plantas no logran desarrollarse completamente sanas y no se obtiene la producción esperada.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

- ✓ Evaluar el comportamiento del cultivo de naranjilla en sistemas agroforestales (SAF) en callejones de gliricidia y flemingia y los cambios en las condiciones de suelo.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar los cambios físicos, químicos y biológicos del suelo con cultivo de naranjilla SAF en callejones de flemingia y gliricidia.
- ✓ Evaluar el comportamiento agronómico de la naranjilla.
- ✓ Evaluar la producción del cultivo de la naranjilla en cultivo en callejones vs el cultivo convencional.

3. Metodología

El ensayo está implementado en la Granja Experimental Palora, los tratamientos se describen a continuación:

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos del ensayo SAF – naranjilla ubicado en el cantón Palora.

Nº de tratamientos	Descripción
1	Naranjilla + flemingia + 50% de fertilización
2	Naranjilla + gliricidia + 50% de fertilización
3	Naranjilla + flemingia + gliricidia + 50% de fertilización
4	Naranjilla sin flemingia y gliricidia + 50% de fertilización
5	Naranjilla sin flemingia y gliricidia + 100% de fertilización
6	Naranjilla + flemingia sin fertilización
7	Naranjilla + gliricidia sin fertilización
8	Naranjilla + flemingia + gliricidia sin fertilización

Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

3.1 Factores en estudio

Los factores en estudio son: leguminosas (*Gliricidia sepium*) y (*Flemingia macrophylla*) y Fertilización (50% y 100%).

3.2 Unidad experimental

Número de unidades experimentales: 24

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos: 8

3.3 Análisis estadístico

Se realizará pruebas de significación de Fisher al 5% los tratamientos y comparaciones ortogonales para tratamientos de omisión de leguminosas y fertilización.

4. Actividades desarrolladas.

En la plantación al ver que las plantas de naranjilla se habían elongado mucho se procedió a realizar una poda de renovación, sin embargo al ver que existían afectación bien drástica en las plantas de evaluación, el equipo técnico del Departamento de Suelos y el Programa decide que las plantas de naranjilla debían ser reemplazadas. La propagación de las plantas está bajo la responsabilidad de la Granja de Palora, estas plantas estarán listas para su siembra correspondiente en el mes de julio, debido al reporte del Administrador de la Granja que manifiesta que las condiciones climáticas no han permitido el buen desarrollo de las plantas en vivero el Programa de Fruticultura empieza a propagar las plantas el 4/05/2016 en la EECA en esa fecha se recolectaron semillas de los portainjertos hirtum y se siembran en vivero, después de 15 días el 20/05/2016 se siembra de naranjilla INIAP quitoense 2009 y *S. arboreum* y el 10/08/2016 se empieza con el proceso de injertación en plantas de hirtum, y el 7 de septiembre se empieza a injertar en plantas de *arboreum*, después de 15 días se vuelven a injertar plantas que no han prendido.

Las evaluaciones que se han registrado hasta la fecha son: el 13/01/2016, 10/05/2016 y 26/08/2016 se realizó la evaluación de biomasa de flemingia y el 01/03/2016 y 26/08/2016 de gliricidia, en cada muestreo se entrega al laboratorio de suelos una muestra de 250 gr para el análisis respectivo. El 11/05/2016 y 26/08/2016 se contabilizó el número de lombrices y su peso. El 10/05/2016 se realizó el muestreo de suelo al finalizar esta etapa de evaluación. Además se realizó las evaluaciones de número de frutos por categoría, peso e incidencia de plagas en los meses de enero, febrero y marzo.

El 5/10/2016 se realizó la siembra de plantas de naranjilla, la fertilización se realizó en función de los tratamientos, posteriormente se colocó cal alrededor de la planta, el 6, 21/10 y el 1 y 16/11 del /2016 se realizaron los respectivos controles fitosanitarios.

5. Resultados preliminares

De acuerdo al análisis realizado para la variable biomasa de leguminosas se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos del SAF y el año de evaluación. En el cuadro 6, se indica que la flemingia es la leguminosa que aportó más biomasa al sistema y la leguminosa que menos biomasa aportó al sistema es la gliricidia. En los tratamientos 8 y 3 donde se encuentran las dos leguminosas se observa que cada una aporta el 50% de biomasa al sistema (Cuadro 7).

Cuadro 7. Aporte de biomasa de leguminosas en el SAF de naranjilla

SAF	Nivel de Fertilización	Tratamiento	Peso (kg)
Flemingia	Medio	1	21,0
Flemingia	Sin fertilización	6	20,5
Flemingia + Gliricidia	Sin Fertilización	8	8 + 7,9 = 15,9
Flemingia + Gliricidia	Medio	3	7,3 + 7,6 = 14,9
Gliricidia	Sin fertilización	7	14,8
Gliricidia	Medio	2	11,7

Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

Al analizar el aporte de biomasa de las leguminosas en el año 1 y 2, encontramos que en todos los tratamientos con flemingia el aporte de biomasa disminuye entre el 25 y 50% en el segundo año de evaluación, lo contrario sucede con los tratamientos que tienen gliricidia que más bien aumenta en un 50% el aporte de biomasa (Cuadro 8).

Cuadro 8. Aporte de biomasa de leguminosas en el SAF de naranjilla en dos años de evaluación

SAF	Nivel de Fertilización	Tratamiento	Año 1 - peso (kg)	Año 2 - peso (kg)
Flemingia	Medio	1	27,4	14,7
Flemingia	Sin fertilización	6	22,5	18,5
Flemingia + Gliricidia	Sin Fertilización	8	9,7 + 4,9 = 14,6	6,4 + 11,1 = 17,5
Flemingia + Gliricidia	Medio	3	8,6 + 4,8 = 13,4	6,0 + 10,4 = 16,4
Gliricidia	Sin fertilización	7	7,3	22,5
Gliricidia	Medio	2	7,8	15,7

Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

Se encontró diferencias significativas para la variable contenido de nutrientes en el tejido vegetal de flemingia, se observa que a medida que pasa el tiempo la concentración de los nutrientes se incrementan. A los 190 días, en todos los elementos las concentraciones varían de 0.62 a 1.97 % en cambio, que a los 627 días se establece un incremento de 3 veces para N, 4 veces para K y Ca y 7 veces P, Mg y S del contenido inicial (Cuadro 9 y Figura 4).

Cuadro 9. Concentración de nutrientes en el tejido vegetal de Flemingia (*Flemingia macrophylla*)

Nutriente	Concentración de nutrientes por evaluación (%)				
	190 días	264 días	416 días	509 días	627 días
N	1.97 b	2.02 b	3.27 b	6.14 a	6.37 a
P	0.65 b	0.61 b	1.72 b	4.63 a	4.63 a
K	1.20 b	1.19 b	2.26 b	5.31 a	5.29 a
Ca	0.99 b	0.96 b	1.84 b	5.17 a	4.92 a
Mg	0.63 b	0.62 b	1.65 b	4.59 a	4.59 a
S	0.62 b	0.61 b	1.67 b	4.58 a	4.57 a

Además, se encontró que la flemingia presenta mayor concentración de N en el tejido vegetal y menor contenido de P, Mg y S (Figura 4).

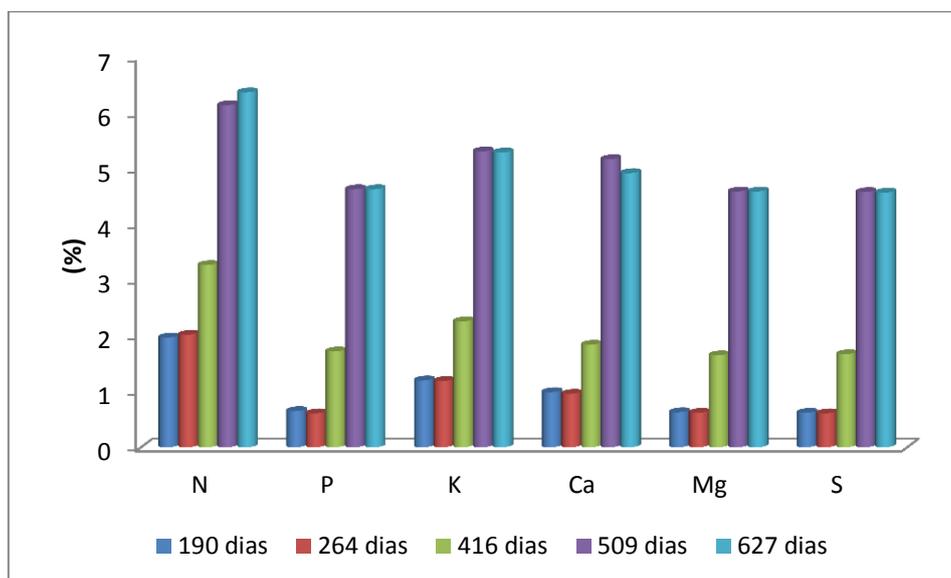


Figura 4. Concentración de nutrientes en el tejido vegetal de flemingia (*Flemingia macrophylla*)

La cantidad de materia seca a los 416 días se incrementó, en relación a las demás fechas de corte, lo que nos indica que a mayor intervalo de tiempo la planta produce más biomasa. Es importante, indicar que el aporte de biomasa depende de la fenología de la planta (época de floración). A partir de la tercera evaluación las cantidades de materia seca disminuyen, por lo que el aporte de nutrientes es menor, aunque como se observa en la cuadro 10 y figura 5, la concentración de nutrientes en el tejido vegetal aumenta en función del tiempo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Aporte de nutrientes de flemingia (*Flemingia macrophylla*) en el ensayo SAF – naranjilla

Tratamiento	Fecha de evaluación	MS (g/ m ²)	Aporte de nutrientes (g/m ²)					
			N	P	K	Ca	Mg	S
6	264	727.2	14.5	4.4	8.5	7.3	4.4	4.4
1	264	522.5	10.4	3.2	6.6	5.3	3.5	3.2
1	416	8270.5	300.2	175.3	216.7	167.9	168.7	171.2
6	416	6990.7	251.0	147.5	182.5	158.7	143.3	144.7
6	509	630.7	48.0	38.6	42.4	40.5	38.6	38.3
1	509	528.0	40.9	32.4	35.9	38.8	32.2	32.2
6	627	615.5	47.7	37.7	41.1	39.6	37.4	37.3
1	627	474.8	37.5	29.2	32.5	30.3	28.9	28.8

Con respecto a la gliricidia se encontró diferencias significativas en el contenido de nutrientes del tejido vegetal de gliricidia, a los 248 días, la concentración de los elementos varían de 1.6 a 3.37 % mientras que, a los 610 días se duplica el N y triplica P, K, Ca, Mg y S del contenido inicial (Cuadro 11 y Figura 5).

Cuadro 11. Concentración de nutrientes en el tejido vegetal de Gliricidia (*Gliricidia sepium*)

Nutrientes	Concentración de nutrientes por evaluación		
	248 días	471 días	610 días
N (%)	3.37 a	3.6 b	5.01 b
P (%)	1.58 b	1.56 b	3.13 a
K (%)	2.63 b	2.54 b	4.21 a
Ca (%)	2.1 b	1.83 b	3.7 a
Mg (%)	1.6 b	1.53 b	3.16 a
S (%)	1.56 b	1.52 b	3.1 a

Así mismo, se encontró que la concentración de N y P es mayor en el tejido vegetal (Figura 5).

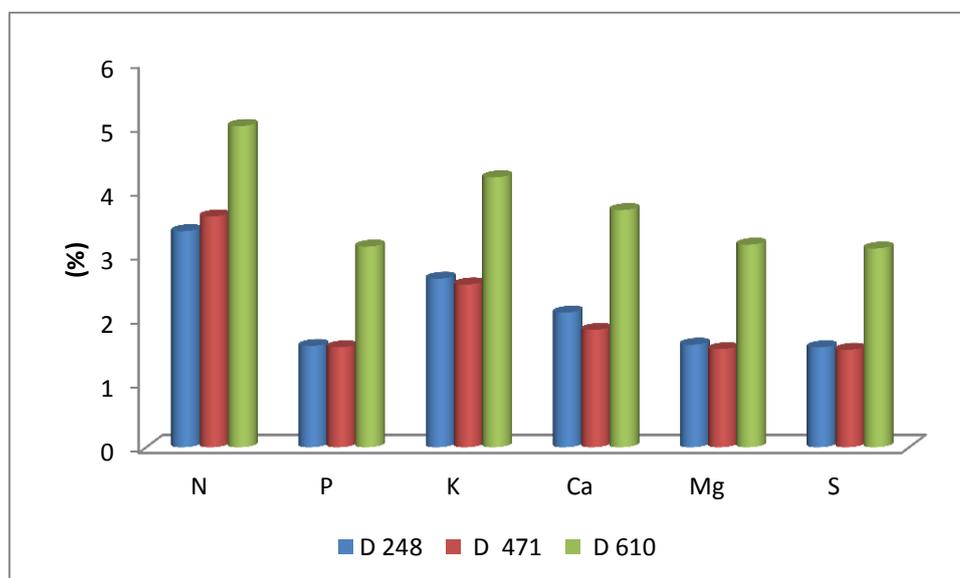


Figura 5. Concentración de nutrientes en el tejido vegetal de Gliricidia (*Gliricidia sepium*)

La cantidad de materia seca para los 2 tratamientos, a partir del segundo corte incrementó 4 veces con relación al primer aprovechamiento de biomasa, en el tercer corte también se presentó un incremento de 4 veces en tratamiento 2, mientras que en el tratamiento 7, se produjo 7 veces más materia seca (Cuadro 12). Es importante, destacar nuevamente que el aporte de nutrientes está en función de la cantidad de materia seca incorporada.

Cuadro 12. Aporte de nutrientes Gliricidia (*Gliricidia sepium*) en el ensayo SAF – naranjilla

Días de corte	tratamiento	MS (g/ m ²)	Aporte de nutrientes (g/m ²)					
			N	P	K	Ca	Mg	S
248	2	109.3	3.8	1.8	3.2	2.4	1.8	1.8
248	7	104.4	3.4	1.6	2.5	2.1	1.6	1.5
471	2	405.0	16.7	8.0	12.1	9.1	7.9	7.8
471	7	365.1	15.4	7.8	11.3	8.8	7.7	7.8
610	7	750.9	44.5	31.0	39.3	35.5	31.2	30.7
610	2	436.9	26.3	18.0	22.2	20.9	18.3	17.9

En los arreglos agroforestales combinados con flemingia y gliricidia se encontró que en la segunda evaluación la cantidad de materia seca y el aporte de nutrientes es mayor, en la cuarta evaluación en el tratamiento 8 la cantidad de materia seca disminuye 6 veces, en tanto que para el tratamiento 3 disminuye 7 veces la cantidad de materia seca. El tercer corte corresponde a la evaluación únicamente de flemingia debido a que en el estudio se ha determinado que la flemingia se incorpora 4 veces al año, mientras que la gliricidia requiere de un mayor periodo de crecimiento por lo que se aprovecha 3 veces al año (Cuadro 13).

Cuadro 13. Aporte de nutrientes de Gliricidia (*Gliricidia sepium*) y Flemingia (*Flemingia macrophylla*) en arreglo agroforestal - naranjilla

N° corte	tratamiento	MS (g/m ²)	Aporte de nutrientes (g)					
			N	P	K	Ca	Mg	S
1	8	307.4	8.0	2.9	5.3	4.1	2.9	2.8
1	3	313.9	7.7	3.0	5.1	4.1	2.9	2.9
2	8	3802.7	112.6	51.1	73.8	58.2	48.5	49.2
2	3	3546.4	102.9	45.4	66.9	52.4	43.0	43.6
3	8	247.3	11.5	7.7	9.5	8.2	7.6	7.6
3	3	199.1	9.3	6.2	7.7	7.1	6.2	6.2
4	8	557.0	24.5	14.2	19.7	16.8	14.1	13.9
4	3	512.7	22.5	13.1	17.7	14.8	13.0	12.9

En resumen el mayor aporte de nutrientes en el sistema se obtiene con los tratamientos 1 y 6 que corresponde a los arreglos agroforestales con flemingia, le siguen los tratamientos combinados de flemingia y gliricidia y en el último lugar se encuentran los tratamientos sólo con gliricidia (Cuadro 14). Éstos contenidos están directamente relacionados con la cantidad de biomasa (número de plantas) que se incorpora al sistema.

Cuadro 14. Aporte de nutrientes de Gliricidia (*Gliricidia sepium*) y Flemingia (*Flemingia macrophylla*) en los diferentes arreglo agroforestal año 1, en el ensayo SAF – naranjilla

tratamiento	MS (g/m ²)	Aporte de nutrientes (g)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
1	9795.8	389.0	240.1	291.7	242.3	233.3	235.4
2	951.2	46.7	27.9	37.5	32.4	28.1	27.5
3	4572.0	142.4	67.7	97.4	78.4	65.1	65.6
6	8964.1	361.2	228.2	274.5	246.1	223.6	224.7
7	1220.4	63.3	40.4	53.1	46.4	40.5	40.0
8	4914.4	156.6	75.9	108.3	87.3	73.1	73.6

Los resultados de la variable producción indican que existen diferencias entre tratamientos, las producciones más bajas presentaron los tratamientos con arreglo agroforestal sin fertilización (T6 y T7). Los monocultivos con nivel alto y medio de fertilización son similares entre sí con 10,3 y 7,5 kg/planta, respectivamente; estos tratamientos no presentan diferencias con los arreglos agroforestales con nivel medio de fertilización (T2, T3) con 8,8; 6,6 kg/planta (Figura 6).

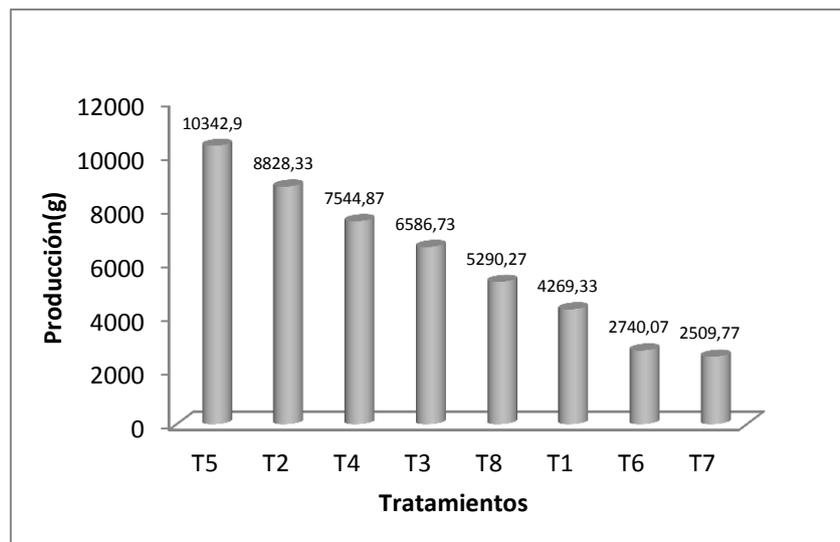


Figura 6. Producción de naranjilla en sistema agroforestal

Se encontró diferencias significativas con la variable número de frutos, los tratamientos con el mayor número de frutos son los monocultivos con el nivel medio y alto de fertilización y el sistema agroforestal gliricidia con nivel medio de fertilización, y el menor número de frutos se obtuvo con el sistema agroforestal flemingia sin fertilización y nivel medio de fertilización. Por otro lado se observó que en todos los tratamientos más del 70% de la fruta era de primera y segunda categoría (Cuadro 15).

Cuadro 15. Número de frutos totales y por categoría en el SAF de naranjilla en dos años de evaluación

Tratamientos	N° frutos totales	Primera categoría (%)	Segunda categoría (%)	Tercera categoría (%)	Cuarta categoría (%)
5	92	40	39	14	6
2	80	42	34	17	7
4	68	39	39	15	10
3	61	40	38	16	7
8	51	35	39	19	4
1	39	43	33	17	5
6	29	31	41	21	8
7	26	25	46	22	9

En los monocultivos y en los sistemas agroforestales con nivel medio y alto de fertilización se encontró más frutos caídos por el ataque de plagas, en cambio que en los sistemas agroforestales sin fertilización el número de frutos caídos fue menor. Por otra parte, más del 65% de los frutos en todos los tratamientos se cayeron por el ataque de *N. elegantalis*

Cuadro 16. N° de frutos caídos por el ataque de plagas

Tratamientos	N° frutos caídos	Frutos caídos lancha (%)	Frutos caídos <i>N. elegantalis</i> (%)
4	51	32	68
2	47	25	75
3	44	27	73
1	43	30	70
5	43	30	70
8	36	32	68
7	32	33	67
6	30	30	70

8.4 Hito 4. Ficha técnica del cultivo de naranjilla bajo sistema agroforestal realizada (Año 2).

Indicador: Número de informes de avance.

Meta anual programa: 4.

Meta ejecutada: 2.

Como en el mes de noviembre se sugirió que se incorporen los costos de establecimiento del SAF se procedió a digitalizar la información y se realizó una tabla de costos. Además se realizó las correcciones realizadas por el Dr. Elías de Melo, como era parte del Diplomado que se cursaba se entregó el documento el 15 de abril al Dr. Elías de Melo.

El día martes 16 de agosto se presentó la ficha al comité técnico de la EECA, el comité emitió las recomendaciones y sugerencias. Y el 6 de octubre se entrega la Ficha Técnica versión final al Ing. Carlos Caicedo. El análisis estadístico se realizó con modelos lineales generales y mixtos INFOSTAT (R) versión 2015, dónde, el efecto fijo son los diferentes sistemas agroforestales y como efecto aleatorio los bloques.



Cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) bajo sistema agroforestal tipo callejones con *gliricidia* (*Gliricidia sepium*) y *flemingia* (*Flemingia macrophylla*).

I. Introducción

La naranjilla es originaria de los Andes del Ecuador y Colombia, pertenece a la familia Solanácea su nombre científico es *Solanum quitoense* Lam. (ICA 2011), es una fruta muy apreciada y apetecida por los mercados nacionales e internacionales (Calpa 2015). Según PROEcuador (2014), el área cultivada en el Ecuador es de 6 000 ha con una producción de 20 t/ha/año. El 60% de la producción nacional de naranjilla, corresponde a la variedad híbrido-Puyo, un 35% al híbrido INIAP-Palora, el cual está en aumento debido a las buenas características agronómicas y organolépticas, y un 5% a variedades comunes de naranjilla (Fiallos 2000).

La Amazonia es la principal región donde se cultiva esta fruta, debido a que las zonas de vida bosque húmedo premontano, bosque muy húmedo premontano y bosque húmedo montano bajo son óptimas para su desarrollo (Revelo et al. 2010).

En la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) muchos productores emplean suelos de bosque primario para la siembra de naranjilla (Revelo et al. 2010). Debido a que en suelos intervenidos la producción agrícola se ve limitada, principalmente, por la baja fertilidad de los suelos, acidez alta, toxicidad causada por altos contenidos de aluminio, deficiencia de nitrógeno y fósforo (Villamagua 2006).

Las limitaciones de los suelos, podrían ser superadas mediante la implementación de sistemas agroforestales (SAF), ya que con la incorporación de árboles y arbustos al terreno se puede modificar las características físicas del suelo como su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos incrementan los niveles de materia orgánica), se incrementa la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio (Villamagua 2006).

Un sistema agroforestal muy utilizado es el de cultivo en callejones, formado por hileras de árboles, normalmente leguminosas de rápido crecimiento (Villamagua 2006; Jiménez y Vargas 1998). Especies importantes en la agricultura por sus múltiples aportes, como la fijación de nitrógeno atmosférico, mejoramiento de las condiciones, aumento de la biodiversidad, incorporación de materia orgánica, disminución de la incidencia de germinación de malezas y reducción de la escorrentía y erosión (Ayala y Pérez 2006).

Entre las leguminosas arbustivas de importancia dentro de los sistemas

días y con un distancia de siembra de 1 x 1 m para el caso de la flemingia y para la *gliricidia*, el aporte de materia seca/ha/año es de 19 a 20 t, con un intervalo de aprovechamiento de 90 días y con una distancia de siembra de 1 x 1 m.

Por otra parte, Villamagua (2006) indica que la cantidad de nutrientes que incorpora la *gliricidia*, en cada poda, mediante la biomasa depositada al suelo es de 64 a 198 kg/ha/año de nitrógeno, 5 a 18 kg/ha/año de fósforo, 37 a 160 kg/ha/año de potasio, 22 a 74 kg/ha/año de calcio y 8 a 27 kg/ha/año de magnesio. Para el caso de la flemingia las cantidades de nutrientes contenidos en la biomasa es de 91 kg/ha/año de nitrógeno, 10,5 kg/ha/año de fósforo, 70 kg/ha/año de potasio, 28 kg/ha/año de calcio y 7 kg/ha/año de magnesio (Ayala y Pérez 2006).

Para generar información inédita en la Región Amazónica ecuatoriana sobre el potencial de producción de naranjilla en sistemas de base sostenibles se definió la planificación y desarrollo, en el marco del Proyecto AFAM-CATIE-INIAP Agroforestería Sostenible en la Amazonia Ecuatoriana, un estudio que se detalla a continuación.

II. Objetivo

Evaluar el comportamiento del cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) bajo sistemas agroforestales (SAF) en callejones con *gliricidia* (*Gliricidia sepium* Jacq.) Kunth ex Walp y *flemingia* (*Flemingia macrophylla*).

III. Metodología

El experimento se llevó a cabo en la Granja del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Estación Experimental Central de la Amazonia ubicada en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago (precipitación media anual 3 500 m s.n.m., temperatura promedio anual 22°C, tipo de suelo inceptisol, altitud 883 msnm). Los callejones con *flemingia* y *gliricidia* se establecieron en septiembre de 2014 y la siembra de la naranjilla injerta variedad INIAP Quitoense 2009 en marzo de 2015. La flemingia se propagó por semilla y se trasplantaron las plántulas a los dos meses, en el caso de la *gliricidia* se recolectaron estacas de 2 m y se sembraron de acuerdo al diseño establecido (Figura 1).

El manejo agronómico consistió en las podas de formación y sanitarias de la naranjilla, además se colocaron tutores individuales para evitar el volcamiento de las plantas. El control fitosanitario consistió en la aplicación de fungicidas para el control de lancha (*Phytophthora infestans*) e insecticidas para el control de gusano del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*).

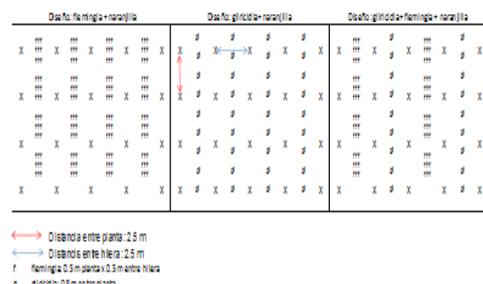


Figura 1. Arreglos agroforestales tipo callejones con *gliricidia* y *flemingia* para el cultivo de naranjilla.

Se evaluaron variables agronómicas como altura, diámetro, rendimiento e incidencia de plagas en la naranjilla. En el caso de las leguminosas se determinó la biomasa producida y el aporte de materia seca.

IV. Resultados preliminares

a) Número de lombrices del suelo

En general, la población de lombrices incrementa un 48% en la época de máxima precipitación en relación con la época de mínima precipitación. En lo referente a los arreglos agroforestales *flemingia* y *gliricidia* sin fertilización (T6 y T7), así como *flemingia* y *gliricidia* con el 50% de fertilización (T1 y T2) la población de lombrices es mayor. A diferencia de monocultivo con nivel medio y alto de fertilización y *flemingia* + *gliricidia* sin fertilización, que presentan menor número de lombrices.

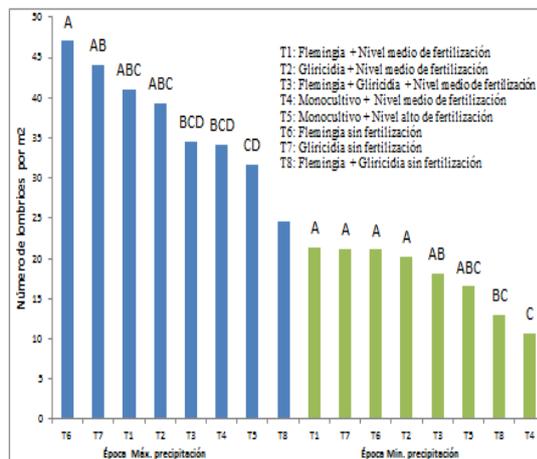


Figura 1. Número de lombrices por metro cuadrado en dos épocas de precipitación bajo diferentes arreglos agroforestales en Palora, Morona Santiago.

b) Rendimiento en la producción

Los resultados indican que existen diferencias entre tratamientos, los rendimientos más bajos presentan los tratamientos con arreglo agroforestal sin fertilización. Los monocultivos con nivel alto y medio de fertilización son similares entre sí con 1,59 y 1,25 kg/planta, respectivamente; estos tratamientos no presentan diferencias con los arreglos agroforestales con nivel medio de fertilización con 1,05; 0,9 y 0,8 kg/planta. Cabe indicar que la información corresponde a datos de las dos primeras cosechas, para obtener información más concluyente, el experimento será evaluado durante 5 años.

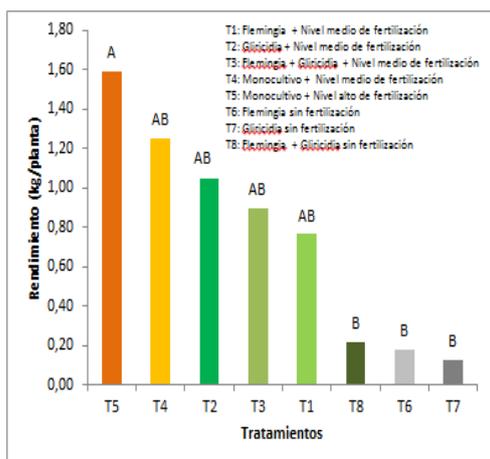


Figura 2. Rendimiento promedio (kg/planta) de dos cosechas iniciales de naranjilla variedad INIAP Quitoense-2009 en Palora, Morona Santiago.

c) Costos de implementación y manejo del cultivo

Los costos que se generaron en la implementación y manejo de 480 plantas de naranjilla (3 325 m²) bajo sistemas agroforestales, en el periodo de septiembre 2014 – noviembre 2015 se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Costos para la implementación y manejo del cultivo de naranjilla bajo sistemas agroforestales (SAF)

Descripción	Cantidad jornales	Costo Unitario	Total SAF flemingia	Total SAF gliricidia	Monocultivo
Preparación del lote					
Desmote, repique, balizado	10	15.00	50.00	50.00	50.00
Propagación plántulas (flemingia)					
Siembra de flemingia y riego (90 días x 15 min/día)	4	15.00	60.00		
Instalación y manejo del ensayo					
Implementación y manejo de callejones de flemingia y gliricidia	8	15.00	51.50	68.50	
Corte e incorporación flemingia y gliricidia (3 veces al año)	1	15.00	7.50	7.50	
Siembra de naranjilla (hojaco, plantas, resiembras)	4	131.25	175.00	175.00	175.00
Manejo del cultivo anual (muestreo de suelo, enclavado, 3 fertilizaciones, 5 podas fitosanitarias, 3 coronas, tutoro, controles fitosanitarios y control de malezas)	51	15.00	255.00	255.00	255.00
Insumos (insecticidas, fungicidas, fertilizantes edáficos, fertilizantes foliares, reguladores de pH, bactericidas)			307.21	307.21	345.22
Cosecha	5	15.00	25.00	25.00	25.00
Total			931.21	888.21	850.22

Fuente: Los autores

V. Beneficios potenciales de la innovación

En la tabla 2 se detallan los beneficios potenciales de cada componente del sistema agroforestal establecido.

Tabla 2. Beneficios de la innovación de los componentes de los sistemas agroforestales.

Beneficios	Naranjilla	Flemingia	Gliricidia
Socio económicos	Es un cultivo principal que le genera ingresos al productor y mejora el nivel de vida de la familia.	El aporte de materia seca incide en el incremento de la producción de la naranjilla.	El aporte de materia seca incide en el incremento de la producción de la naranjilla.
Ambientales	- Se reduce la siembra de monocultivos, enfocando la producción en un sistema diverso. - Recuperación de los suelos degradados que han sido utilizados para uso agrícola. - Manejo sostenible del cultivo logrando un equilibrio entre plagas y enemigos naturales por la biodiversidad presente en el sistema. - Se reduce la frontera agrícola porque se evita la tala de bosque primario.	- Mejora del suelo e incrementa la micro y macrofauna. - Reduce la aplicación de insumos externos por el aporte de nutrientes, se conoce que aporta de 20 a 40 t de materia seca/ha/año ¹ .	- Mejora del suelo e incrementa la micro y macrofauna. - Reduce la aplicación de insumos externos por el aporte de nutrientes, se conoce que aporta de 19 a 20 t de materia seca/ha/año ¹ . - Provee sombra al sistema mejorando el microclima del cultivo.

¹ Grijalva et al. 2011.

➤ Los diferentes arreglos agroforestales y niveles de fertilización influyen en los rendimientos, así los más bajos presentan los tratamientos con arreglo agroforestal sin fertilización, mientras que los monocultivos con nivel alto y medio de fertilización son similares entre sí.

VII. Referencias Bibliográficas

- Ayala, E; Pérez, J. 2006. Estudio fisiológico de la flemingia y comportamiento de la planta. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad EARTH. Consultado 20 de abril 2014. Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/dpg/42-06.pdf>.
- Calpa, F. 2015. Efectividad de *Rotenona* y *Spinetoram* para el control de *Neoleucinodes elegantalis* en naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) Híbrida. Tesis Ing. Agr. Tulcán, Ecuador, UPEC. Consultado 01 feb. 2016. Disponible en <http://181.198.77.140:8080/handle/123456789/386>.
- Fiallos, J. 2000. Naranjilla "INIAP-Palora" Híbrido interespecífico de alto rendimiento. Boletín divulgativo 276. Consultado 12 de mayo. 2014. Disponible en www.miap.gob.ec/insite/index.php?option=com_sobipro&pid=57&sid=631:naranjilla-PALORA-Hidrida-INIAP.
- Grijalva, J; Ramos, R; Vera, A. 2011. Pasturas para Sistemas Silvopastoriles: Alternativas para el desarrollo sostenible de la ganadería en la Amazonia Baja de Ecuador. Boletín técnico 156. Quito, Ecuador. 24p.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia). 2011. Manejo fitosanitario del cultivo del lulo (*Solanum quitoense* Lam): Medidas para la temporada invernal. (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 25 de abril 2015. Disponible en [http://www.ica.gov.co/getattachment/de9f2f66-898a-45b8-848d-0c49a23ca70c/manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-lulo-\(solanum.aspx](http://www.ica.gov.co/getattachment/de9f2f66-898a-45b8-848d-0c49a23ca70c/manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-lulo-(solanum.aspx)
- PROEcuador (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, Ecuador). 2014. Análisis sectorial de frutas exóticas. (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 18 de marzo 2015. Disponible en www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/PROEC_AS2016_FRUTASEXOTICAS.pdf
- Jiménez, F; Vargas, A. 1998. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 376 p. (Serie Técnica). Manual Técnico n.º 32.
- Revelo, J; Viteri, P; Vásquez, W; Valverde, F; León, J; Gallegos, P. 2010.

8.5 Hito 5. Artículo científico de selección y compatibilidad de portainjertos para solanáceas silvestres elaborado para revisión.

Indicador: Número de informes de avance.

Meta anual programa: 4.

Meta ejecutada: 2.

1. Justificación

Con el fin de contribuir al mejoramiento del cultivo de tomate de árbol el INIAP a través del Programa Nacional de Fruticultura con las investigaciones realizadas ha seleccionado portainjertos de solanáceas silvestres como el tabaquillo (*Nicotiana glauca* G.), palo blanco (*Solanum auriculatum* A.) y cujacu (*Solanum hispidum* P.), estos portainjertos han sido evaluados a nivel de campo en el noroccidente de Pichincha y la zona centro y han presentado las mejores características en cuanto a la tolerancia al ataque de *Meloidogyne incognita* y *Fusarium*.

Por lo mencionado anteriormente es muy importante evaluar la resistencia/tolerancia a la marchitez y nematodos de algunas solanáceas silvestres propias de la Amazonía ecuatoriana debido a que los patrones seleccionados para las localidades antes mencionadas no presentan un buen comportamiento agronómico.

2. Objetivos

2.1 General

- Evaluar la resistencia de especies solanáceas silvestres a *Fusarium oxysporum* y *Meloidogyne incognita* en condiciones semicontroladas.

2.2 Específicos

- Recolectar y propagar las solanáceas silvestres recolectadas en finca de productores.
- Aislar cepas de *Fusarium oxysporum* y *Meloidogyne incognita* de zonas productoras de tomate de árbol en la Amazonía ecuatoriana.
- Determinar la respuesta de especies de solanáceas silvestres al efecto individual y la interacción de *Meloidogyne incognita* y *Fusarium solani*.
- Evaluar el comportamiento agronómico de plantas de tomate de árbol injerto en solanáceas silvestres.

3. Actividades desarrolladas

Se cuenta con el primer borrador del artículo científico elaborado, aunque se está analizando la posibilidad de incluir la variable diámetro de planta. En la visita realizada por el Coordinador Nacional del Programa Fruticultura desde el 26 al 28/07/2016 se revisa el artículo de solanáceas y se decide que los datos nuevamente van a correrse en el programa R debido a que se encontró que la información analizada anteriormente no estaba clara, por esta razón se elabora una nueva base de datos en el formato solicitado por el Biometrista y se envía al Ing. William Viera el 30/08/2016, el 2/09/2016 se analiza la base de datos y el 9 de septiembre se envía la información analizada para que se vuelva a escribir los resultados obtenidos. Este artículo cuando se haya finalizado se enviará a la revista de Agrocalidad.

1	Respuesta de solanáceas silvestres a la inoculación de <i>Meloidogyne incognita</i>	32	tomate, <i>Meloidogyne</i> sp. es un endoparásito de penetración total, sedentario y formador de nódulos en
2	Vargas, Yadir ¹ ; Nicolalde, José ² ; Alcívar, Wilson ³ ; Villasmal, Jefferson ³ ; Moncayo, Luis ³ ;	33	el sistema radicular causando un retraso severo en el crecimiento debido a la formación típica de
3	Ron, Lenin ³ ; Viera, William ³	34	agallas. [5, 6] limitando su producción y ocasionando pérdidas entre el 28 al 68%. [9] Las pérdidas de
4	¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Programa de Fruticultura, Estación Experimental Central de	35	rendimiento se deben a la acumulación del inóculo del patógeno y a la siembra del cultivo en el mismo
5	la Amazonia, Vía a San Carlos a 3 km de la Parícut, La Joya de los Sachas, Ecuador	36	campo. [8]
6	² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Departamento de Protección Vegetal, Estación Experimental	37	
7	Central de la Amazonia, Vía a San Carlos a 3 km de la Parícut, La Joya de los Sachas, Ecuador	38	Para reducir las pérdidas del rendimiento que ocasiona este nematodo se puede utilizar cultivares
8	³ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Programa Nacional de Fruticultura, Granja Experimental	39	resistentes como un componente del manejo integrado, debido a que los nematocidas aunque son
9	Tumbaco, Av. Interoceánica km 11, Tumbaco, Ecuador	40	eficientes no son muy atractivos para la agricultura por sus elevados costos y efectos peligrosos en la
10		41	salud humana y el medio ambiente, además que reducen la biodiversidad de los ecosistemas. [5, 8] El
11		42	principal nematodo que se ha encontrado infestando diferentes especies de hortalizas y solanáceas es
12	Resumen	43	<i>Meloidogyne incognita</i> [10, 11] por lo cual utilizar plantas injertadas en la producción de cultivos de
13		44	importancia económica es adecuado debido a que el portainjerto a más de protegerle a la planta de los
14	Palabras clave:	45	patógenos del suelo, ayuda a mejorar su rendimiento por la eficiente asimilación de los nutrientes, [12]
15		46	perpetuar clones, cambiar cultivares en plantas ya establecidas y acelerar la madurez reproductora. [13]
16	Abstract	47	[10] han demostrado que distintas especies de solanáceas pueden presentar una respuesta de
17		48	resistencia/tolerancia a este nematodo fitopatógeno. En estudios realizados [14, 15] se ha demostrado
18	Keyword:	49	que solanáceas como <i>Nicotiana glauca</i> y <i>Solanum auriculatum</i> pueden ser utilizados como
19		50	portainjertos de tomate de árbol (<i>S. betaceum</i>) en la Región Andina del Ecuador por presentar
20	I. INTRODUCCION	51	resistencia/tolerancia a <i>M. incognita</i> y duplicar la producción (22 t/ha) en comparación con plantas de
21	El tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.) es una fruta solanácea nativa de los andes ecuatorianos y	52	tomate de árbol procedentes de semillas (12 t/ha). [16]
22	peruanos. [1] En el Ecuador, alrededor de 5000 hectáreas se destinan para la producción de este cultivo,	53	
23	por la demanda nacional y el potencial que tiene esta fruta para la exportación. [2] Los rendimientos a	54	Esta investigación evaluó la respuesta (resistencia/tolerancia) de distintas solanáceas silvestres de la
24	nivel nacional fluctúan entre 60 a 80 t/ha/año, sin embargo la producción es incipiente debido a la	55	Región Amazónica ecuatoriana a la inoculación con <i>M. incognita</i> , así como su compatibilidad con <i>S.</i>
25	susceptibilidad que presenta el cultivo al ataque de plagas. [2, 3]	56	<i>betaceum</i> para su posible uso como portainjerto de este frutal.
26		57	
27	Una de las plagas de mayor importancia son los nematodos, considerados como organismos	58	II. METODOLOGÍA
28	multicelulares que más abundan en la tierra; siendo la mayor parte de vida libre y otros son parásitos de	59	
29	plantas que cuando cobran importancia económica afectan alrededor del 90% de especies de interés	60	Ubicación del experimento
30	agrícola, [4, 5] en Ecuador las pérdidas ocasionadas por el ataque de nematodos a <i>Solanum betaceum</i>	61	
31	son del 90%, esto provoca que se reduzca a la mitad la vida útil de este cultivo. [6, 7] En el cultivo de	62	Los estudios correspondientes a la respuesta a la inoculación de <i>M. incognita</i> y compatibilidad se
		63	realizaron en las instalaciones de la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA) del
		64	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicado a 282 m s.n.m., con una
	¹ Correspondencia a: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Programa Nacional Fruticultura, Estación Experimental Santa Catalina, Granja Experimental Tumbaco, Av. Interoceánica km 11, Tumbaco, Ecuador. Teléfono: + (593) 2 2301057. e-mail: william.viera@iniap.gob.ec		

65 temperatura promedio de 30°C, humedad relativa del 63%, 76°52'40.1"LO y 0°21'31.2"LS.
 66 Posteriormente el estudio de respuesta a la inoculación de *M. incognita* se llevó a cabo en un
 67 invernadero ubicado en la localidad **Huon Sumaka**, a 30 km de Loreto ubicado a 1042 m s.n.m.,
 68 temperatura promedio de 28°C y 69% de humedad relativa, 0°40'30"LS y 77°45'40"LE.

69
 70 **Solanáceas silvestres en estudio**

71 Las solanáceas silvestres fueron colectadas en tres provincias de la Amazonía Ecuatoriana: Napo,
 72 Morona Santiago y Orellana (Tabla 1).

73
 74 **Tabla 1.** Sitio de colecta de las solanáceas silvestres en tres provincias de la Amazonía ecuatoriana.

Código	Provincia	Cantón	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m.)
SN1	Napo	Tena	Jambunco	0°59'27.82"	77°55'59.33"	266
SN2	Napo	Archidona	Cocuyayo	0°55'59.78"	77°48'4.63"	542
SN3	Morona Santiago	Chalupa	16 de Agosto	1°44'22.67"	77°55'59.93"	877
SO4	Orellana	Joya de los Sachas	San Carlos	0°21'27.33"	77°52'25.96"	298
SN5	Napo	Tena	Misahualli	1°1'30.37"	77°59'41.94"	442
SO6	Orellana	Loreto	Comuna 25 de Abril	0°43'58.24"	77°17'44.58"	364
SO7	Orellana	Joya de los Sachas	San Carlos	0°21'27.33"	77°52'25.96"	298

75
 76 En la Tabla 2 se realiza una descripción morfológica de las características más sobresalientes de las
 77 solanáceas silvestres colectadas. La descripción de los materiales se realizó en función de los
 78 descriptores del **Bioversity International**. [17]

79
 80 **Tabla 2.** Características agronómicas del fruto de las solanáceas silvestres colectadas en tres provincias
 81 de la Amazonía ecuatoriana.

Solanáceas	Características*
SN1	 <p>Altura de la planta: 2.3 m Forma de lámina de la hoja: Cordado Forma del ápice de la hoja: Aguijado Forma base de la hoja: Cordado Margen de la hoja: Entero Color de la cáscara: Orange group (2) - D Color de la pulpa: Orange group (2) - B Forma del fruto: Oval alargado Peso fruto (g): 30 Largo del fruto (mm): 41.58 Diámetro del fruto (mm): 37.52</p>

Comentario [a1]: En la foto de identificación no debería estar escrita a mano, considerar que se debe registrar la foto para que no quede nada, ya que el otro se puede identificar ya con la tabla 1

SN2	 <p>Altura de planta: 2.71 m Forma de lámina de la hoja: Oblícuo Forma del ápice de la hoja: Arzuzinado Forma base de la hoja: Oblícuo Margen de la hoja: Entero Color de la cáscara: Color de la pulpa: Forma del fruto: Oval alargado Peso fruto (g): 25 Largo del fruto (mm): 34.65 Diámetro del fruto (mm): 39.05</p>
SN3	 <p>Altura de planta: 3 m Forma de lámina de la hoja: Oblícuo/Cordado Forma del ápice de la hoja: Agudo Forma base de la hoja: Cordado/Oblícuo Margen de la hoja: Entero Color de la cáscara: Color de la pulpa: Forma del fruto: Peso fruto (g): Largo del fruto (mm): Diámetro del fruto (mm):</p>
SO4	 <p>Altura de planta: 2.54 m Forma de lámina de la hoja: Oblícuo Forma del ápice de la hoja: Aguijado Forma base de la hoja: Cordado Margen de la hoja: Cordado Color de la cáscara: Color de la pulpa: Forma del fruto: Peso fruto (g): Largo del fruto (mm): Diámetro del fruto (mm):</p>
SN5	 <p>Altura de planta: 2.69 m Forma de lámina de la hoja: Elíptico Forma del ápice de la hoja: Aguijado Forma base de la hoja: Oblícuo Margen de la hoja: Entero Color de la cáscara: Color de la pulpa: Forma del fruto: Oval alargado Peso fruto (g): 30</p>

SO6	 <p>Diámetro del fruto (mm): 34.34 Altura de planta: 3.12 m Forma de lámina de la hoja: (Variable Polítrilobado) Forma del ápice de la hoja: Aguijado Forma base de la hoja: Oblícuo Margen de la hoja: Entero Color de la cáscara: Yellow group (10) - C Color de la pulpa: Yellow group (4) - D Forma del fruto: Redondeado Peso fruto (g): 90 Largo del fruto (mm): 59.75 Diámetro del fruto (mm): 51.45</p>
SO7	 <p>Altura de la planta: 4 m Forma de la lámina de la hoja: Oblícuo Forma del ápice de la hoja: Aguijado Forma de la base de la hoja: Oblícuo Margen de la hoja: Irregular Color de la cáscara: Yellow group group N 144 D Color de la pulpa: Yellow group group 149 D Forma del fruto: redonde Peso fruto (g): 90 Largo del fruto (mm): 49.69 Diámetro del fruto (mm): 55.18</p>

Comentario [a6]: Por qué hay dos fotos de hoja en la foto? No tiene una mejor foto?

82
 83 **Análisis estadístico**

84 El ensayo de respuesta a la inoculación de *M. incognita* estuvo planteado mediante un diseño de
 85 bloques al azar (DBCA) con tres repeticiones, cada repetición estuvo conformada por tres plantas. Los
 86 tratamientos estuvieron constituidos por las siete solanáceas silvestres colectadas y un control (*S.*
 87 *batocatum*). La unidad experimental estuvo constituida por tres macetas de 1 kg de suelo conteniendo
 88 una planta de cada solanácea. Los datos generados fueron analizados mediante el paquete estadístico R
 89 versión 3.0.1 [R Development Core Team, 2013]. Se estimó los intervalos de confianza para determinar
 90 la respuesta (resistencia/tolerancia) de cada especie frente al nematodo. Además, se realizó un análisis
 91 de varianza para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

92
 93 En el estudio de compatibilidad también se empleó un DCBA con tres repeticiones; sin embargo cada
 94 repetición estuvo constituida por 20 plantas. Se utilizaron los mismos tratamientos mencionados
 95 anteriormente. Se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias estadísticas entre

97 **Variables de evaluación**

98 La resistencia/tolerancia de las solanáceas silvestres se evaluó mediante a) Población final del
 99 nematodo: con el método de licuado [20] se le extrajeron los huevos de *M. incognita* de las raíces
 100 cosechadas; y b) Peso fresco de follaje (g): se pesó la parte aérea de la planta a los 107 días después la
 101 inoculación. Para determinar la resistencia o susceptibilidad de cada solanácea silvestre se estableció si
 102 el valor obtenido del intervalo de confianza fue menor (resistente) o superior (susceptible) comparado
 103 con la población inicial (200000 huevos de *M. incognita*). Se determinó que la solanácea silvestre era
 104 tolerante cuando el valor promedio del peso fresco del follaje de la planta inoculada fue igual o
 105 superior al valor promedio de planta sin inoculación, y que además no haya significación estadística
 106 entre estos dos valores ($p < 0.05$). Se considera una planta no-tolerante cuando el peso promedio de la
 107 planta sin inoculación es superior al de la planta inoculada y existe significación estadística. Además,
 108 se contabilizó el número total de nódulos en las raíces para determinar diferencias en el grado de
 109 afectación de cada solanácea.

110
 111 La compatibilidad de inyección de las solanáceas silvestres con *S. batocatum* se evaluó mediante las
 112 siguientes variables: a) Porcentaje de prendimiento: se contabilizó el número de plantas que
 113 presentaron brotación a los 30 días después del proceso de inyección; y b) Afinidad (mm): se midió el
 114 diámetro del tallo de la copa (*S. batocatum*) y el portainjerto (solanácea silvestre) a cinco centímetros
 115 por encima y debajo del punto de unión del injerto, a los 90 días después de la inyección. El diámetro
 116 del tallo de la copa se dividió para el diámetro del tallo del patrón para determinar la relación de
 117 afinidad (valor igual o similar a 1 indica afinidad). [18, 19]

118
 119 **Manejo del experimento**

120 La colecta de las solanáceas silvestres se realizó en tres provincias de la Amazonía Ecuatoriana (Napo,
 121 Morona Santiago y Orellana). Se seleccionaron plantas con características sobresalientes (arquitectura,
 122 producción y ausencia de nematodos). De cada planta se tomaron 5 frutos que presentaban estado
 123 fisiológico de madurez, éstos se guardaron en funda plástica individual etiquetada con su procedencia,
 124 además se registró las coordenadas con un GPS. De cada solanácea se observaron y anotaron
 125 características agronómicas como altura de la planta, forma de la lámina de la hoja, forma del ápice de
 126 la hoja, forma de la base de la hoja, color de la cáscara del fruto, color de la pulpa del fruto, forma del
 127 fruto, peso de fruto, largo y diámetro del fruto.

129 La extracción del nematodo (*M. incognita*) se realizó de raíces sintomáticas de naranjilla (*Solanum*
 130 *quitosense*) a través del método de licado [20], la utilización de raíces de naranjilla para este
 131 procedimiento se debe a que *M. incognita* ataca a los dos cultivos, por ejemplo en Colombia se
 132 encontró incidencias del 61% para el cultivo de naranjilla y del 58% para tomate de árbol [11, Acosta
 133 2011, Galpud et al. 2011]

134
 135 Para la multiplicación de las solanáceas silvestres en los dos estudios, se utilizó suelo previamente
 136 tamizado y esterilizado para llenar las bandejas, macetas y fundas. En el invernadero se llenaron las
 137 bandejas (24 alveolos) con 250 g suelo/alveolo. Se sembraron las siete solanáceas silvestres, así como
 138 el material comercial de *S. betaceum*. En el estudio respuesta a la inoculación de *M. incognita* a los
 139 60 días después de la siembra, cuando las plantas presentaron de 15 a 20 cm de alto fueron
 140 trasplantadas en maceteros que contenían 8000 g de suelo. Y a los 24 días después del trasplante, por
 141 cada planta se realizaron cuatro orificios equidistantes a una distancia de 5 cm del tallo de la planta.
 142 Cada orificio tuvo una profundidad de 5 cm*. Se inoculó una dosis de 20000 huevos (4000 huevos/kg
 143 de suelo) de *M. incognita* por planta suspendidos en agua destilada estéril. Durante todo el ensayo las
 144 plantas se regaron a capacidad de campo con agua destilada esterilizada.

145
 146 Para el estudio de compatibilidad de injeración, a los 60 días después de la siembra las plantas fueron
 147 trasplantadas a fundas de polietileno color negro (23 cm largo x 15 cm ancho) que contenían 1200 g de
 148 suelo, en este momento se colocó 10 g/planta del fertilizante 15-15-15, y los 30 días después del
 149 trasplante, cuando las solanáceas silvestres tenían aproximadamente 30 a 40 cm de altura y 8 mm de
 150 diámetro, se procedió a realizar el injerto de púa terminal [Gusto 2013, 13, Acosta 2011] que consistió
 151 en eliminar la parte aérea de la planta a 10 cm desde la base del tallo de cada solanácea silvestre
 152 (postinjerto) y se colocó una varetta de 10 cm de largo de *S. betaceum*. Los riegos se realizaron todos
 153 los días a capacidad de campo.

154 III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

155 En la actualidad en el Ecuador se ha incrementado el área cultivada de tomate de árbol (*Solanum*
 156 *betaceum* Cav.), no ha si su rendimiento que más bien se ha visto disminuido [Viteri et al. 2010]. Uno
 157 de los factores más importantes para esta reducción en rendimiento se debe al daño provocado por
 158 *Meloidogyne incognita* [Valarzo y Samaniego 1992]. Una alternativa eficaz y segura para el control
 159 de esta plaga es el uso de injertos con patrones provenientes de solanáceas silvestres que presentan
 160 mayor resistencia y/o tolerancia a esta plaga [Viteri et al. 2010].

162 Respuesta a la inoculación de *M. incognita*

163 De acuerdo a los resultados de la Tabla 3, podemos observar que la única solanácea silvestre que
 164 presentó resistencia al nematodo fue la colectada en la localidad de Misahuallí (SN5), el resto de
 165 solanáceas fueron susceptibles igual que el control.

167 **Tabla 3.** Respuesta (resistencia o susceptibilidad) de las solanáceas silvestres basado en los valores del
 168 límite de confianza de la población final del nematodo *M. incognita*.

Solanácea silvestre	Promedio (numero de nematodos/20 g de raíz)	Intervalo de confianza (numero de nematodos/20 g de raíz)	Respuesta
SN1	43679	43333 - 44027	Susceptible
SN2	105922	105206 - 106641	Susceptible
SM3	37756	37536 - 37976	Susceptible
SO4	110292	109520 - 111038	Susceptible
SN5	12737	12590 - 12886	Resistente
SO6	107691	106964 - 108422	Susceptible
SO7	31569	31317 - 31823	Susceptible
Control (<i>S. betaceum</i>)	95711	95055 - 96372	Susceptible

169
 170 Los distintos grados de reacción de las solanáceas al nematodo, permiten establecer que esta reacción
 171 es causada por las características propias de cada material, [Cortada et al. 2009] por esta razón la
 172 solanácea (SN5) puede ser considerada como una fuente de genes de resistencia a *M. incognita*.
 173 [Gonzalez et al. 2010]. [Galpud et al. (2011), Zarate 2008, Gonzalez et al. 2010] mencionan que esta
 174 resistencia se da por la presencia del gen *Mi*, gen les confiere a las solanáceas resistencia a tres
 175 especies de nematodos más devastadores *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*. La resistencia se
 176 caracteriza fenotípicamente por una respuesta de hipersensibilidad en la zona donde los nematodos
 177 pretenden alimentarse [Cardona et al. 2016]. En este sentido [Galpud et al. (2011), Vallejo et al.
 178 (2002)] señalan que los mecanismos de respuesta a *Meloidogyne* spp., ya sean constitutivos o
 179 inductivos se expresan de diferente manera, pues depende de la interacción entre el nematodo y el
 180 hospedante, este factor determina la activación o ausencia en la expresión de estos mecanismos de
 181 resistencia.

182 Por ejemplo, [Dhitya (2014)] en el estudio (Respuesta de postinjertos de *Solanum* silvestre al
 183 nematodo del mudo de la raíz *M. incognita*) menciona que de los 13 materiales evaluados, 3
 184 solanáceas presentaron resistencias (*Solanum ciguimbifolium*, *Physalis peruviana* y *Solanum torquatum*) y 2
 185 resistencia moderada (*Solanum inaequalum* y *Solanum aestivum*) a *Meloidogyne incognita*, además
 186 indica que estos materiales podrían ser considerados como promotores para ser utilizados como

187 postinjertos de tomate en áreas infestadas [Rahman et al. (2002)] encontró que los patrones *S. torquatum* y
 188 *Solanum ciguimbifolium* mostraron reacción resistente frente a *M. incognita* por esta razón recomendó
 189 que se utilicen como postinjertos de variedades cultivadas de berenjena [Rodríguez et al. (2009)] indica
 190 que de las 11 solanáceas evaluadas, 2 mostraron resistencia a *M. incognita* raza 2 (*S. torquatum* y *L.*
 191 *peruvianum*).

192 Además se determinó que todas las solanáceas silvestres evaluadas e incluso el control mostraron una
 193 respuesta tolerante al nematodo (Tabla 4). Estos datos concuerdan con los reportados por [Guanais
 194 (1998)] donde indica que de las cuatro variedades comerciales de tomate, una presentó los índices más
 195 bajos de reproducción del nematodo y rendimientos de la población iguales a solanáceas silvestres
 196 estudiadas, obteniendo la calificación de susceptible - tolerante. Estos resultados obtenidos
 197 posiblemente se deba a que el periodo de evaluación fue relativamente corto (3,5 meses), se ha podido
 198 observar respuesta de no-tolerancia (especialmente el control) cuando las plantas han sido evaluadas en
 199 un periodo mayor de tiempo [Vargas 2008] menciona que el aumento de las densidades poblacionales
 200 de nematodos aumenta a través del tiempo debido a que existe un mayor desarrollo radicular de la
 201 planta, con lo que se aumenta la disponibilidad de alimento para el nematodo.

203 **Tabla 4.** Respuesta (tolerancia o no-tolerancia) de las solanáceas silvestres inoculadas con el nematodo
 204 *M. incognita*.

Solanácea silvestre	Peso fresco del follaje(g) de plantas inoculadas*	Peso fresco del follaje(g) de plantas sin inoculación*	p-valor (0,05)	Respuesta
SN1	30,26	36,66	0,19	Tolerante
SN2	47,23	57,80	0,62	Tolerante
SM3	30,83	62,23	0,13	Tolerante
SO4	65,00	76,66	0,45	Tolerante
SN5	52,33	71,10	0,06	Tolerante
SO6	69,46	102,2	0,07	Tolerante
SO7	93,35	77,50	0,41	Tolerante
Control (<i>S. betaceum</i>)	55,00	58,33	0,86	Tolerante

205 * valores promedio

206 En cuanto al número total de nódulos contabilizados en la raíz (Tabla 5), se pudo observar que la
 208 solanácea colectada en Misahuallí que resultó resistente se ubicó dentro del primer rango (menor
 209 cantidad de nodulaciones), por lo cual esta acción se consideraría como una opción para ser usada
 210 como postinjerto. El control presentó un número bajo de nodulaciones a los 107 días que se realizó la
 211 evaluación, es decir el nematodo se multiplicó pero el daño en las raíces fue mínimo, sin embargo es
 212 conocido que conforme se desarrolla la planta de tomate de árbol la infestación de nematodos y la

213 cantidad de nodulación incrementa rápidamente en esta especie, [Salazar 2013] señala que por cada
 214 nematodo encontrado en el momento del trasplante del tomate ocurre un incremento de 1.94 nematodos
 215 al final del ciclo de cultivo, por lo cual se infiere que después de los 6 meses de vida de la planta, esta
 216 se ubicaría en un rango inferior.

217
 218 **Tabla 5.** Número total de nódulos contabilizados en la raíz de las solanáceas silvestres inoculadas
 219 nematodo *M. incognita*.

Solanácea silvestre	Promedio	Intervalo de confianza	Rango
SN1	715,41	668,22 - 765,92	ab
SN2	1814,14	1713,64 - 1931,17	b
SM3	346,89	423,60 - 471,47	a
SO4	815,00	762,60 - 870,99	ab
SN5	652,31	608,52 - 699,25	ab
SO6	1243,33	1170,95 - 1326,57	ab
SO7	949,24	891,94 - 1010,24	ab
Control (<i>S. betaceum</i>)	415,55	384,71 - 448,86	a

220 Compatibilidad de injertos

221 Las solanáceas presentaron diferencias en el porcentaje de prendimiento. Las solanáceas SN1, SM3,
 223 SN5, SO4 y SO6 presentaron porcentajes de prendimiento que variaron entre 90 y 100 %, mientras que
 224 SO7 y SN2 obtuvieron prendimientos inferiores a 80 % (Tabla 6). En otros cultivos como la naranjilla
 225 *S. quitoense* se ha reportado porcentajes de prendimiento promedio de 50 % utilizando solanáceas
 226 silvestres como postinjertos [9] en tomate de mesa se obtuvo prendimientos del 95% con *S. torquatum* y
 227 85% con *S. ciguimbifolium* [Rahman et al. 2002], mientras que en nuestro estudio se alcanzó
 228 porcentajes superiores a 90 % con varias de las solanáceas evaluadas. Las solanáceas proveniente de
 229 Misahuallí, la cual presentó una respuesta de resistencia al nematodo, obtuvo un porcentaje de
 230 prendimiento del 92,5 %, lo cual afianza su utilización como postinjerto de *S. betaceum*.

231
 232 **Tabla 6.** Porcentaje de prendimiento de diferentes solanáceas silvestres utilizadas como postinjerto
 233 para *S. betaceum*.

Solanácea	Prendimiento (%)	Rango
SN1	90,00	ab
SN2	76,67	b
SM3	98,33	a
SO4	90,00	ab
SN5	92,50	ab
SO6	100,00	a
SO7	80,00	b

<p>234 235 236 A los 90 días después del proceso de injertación, las solanáceas silvestres presentaron diferencias en 237 cuanto a su afinidad con el injerto de <i>S. betaceum</i>. La solanácea SO4 y SO4 (ambas colectadas en la 238 provincia de Orellana) mostraron la mayor afinidad, mientras que la menor afinidad se observó con la 239 solanácea SM3 (proveniente de Morona Santiago) (Tabla 7). Sin embargo, de a estudios realizados 240 sobre injertación [12, 13], todas las solanáceas silvestres presentarían buena afinidad entre el 241 portainjerto, y el injerto debido a que los valores obtenidos estuvieron aproximados a 1, es decir, 242 presentan similar grosor y hay una buena unión del tejido de ambas plantas.</p> <p>243</p> <p>244 Tabla 4. Relación de afinidad entre el diámetro del patrón y el diámetro del injerto (<i>S. betaceum</i>).</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Solanáceas</th> <th>Relación de afinidad</th> <th>Rango</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SN1</td> <td>1,13</td> <td>ab</td> </tr> <tr> <td>SN2</td> <td>1,19</td> <td>ab</td> </tr> <tr> <td>SM3</td> <td>1,14</td> <td>b</td> </tr> <tr> <td>SO4</td> <td>1,32</td> <td>c</td> </tr> <tr> <td>SN3</td> <td>1,22</td> <td>b</td> </tr> <tr> <td>SO6</td> <td>1,37</td> <td>c</td> </tr> <tr> <td>SO7</td> <td>1,23</td> <td>b</td> </tr> </tbody> </table> <p>245 246 247 248 CONCLUSION</p> <p>249 Las especies frutales pertenecientes a la familia de las solanáceas son susceptibles al ataque del 250 nematodo <i>M. incognita</i>. En este estudio se identificó una solanácea silvestre (SN3) que presentó 251 resistencia al nematodo y además buena compatibilidad con el tomate de árbol, constituyéndose en una 252 alternativa ecológica para su utilización como portainjerto para minimizar el ataque de este nematodo 253 fitopatógeno, y reducir el uso de nematocidas en las plantaciones de tomate de árbol. Sin embargo, más 254 investigación es requerida para evaluar esta solanácea en campo y determinar su efecto en el desarrollo 255 y productividad del cultivo.</p> <p>256</p> <p>257 IV. AGRADECIMIENTOS</p> <p>258 Se agradece al Proyecto Fondos de Inversión y Gasto Corriente de la Estación Experimental Central de 259 la Amazonia por el financiamiento de esta investigación. También agradecemos la colaboración del 260 Agr. Enrique Alcivar, Agr. Mario Ninabanda, funcionarios de DNIAP, en la ejecución de este estudio.</p> <p>261 262</p>	Solanáceas	Relación de afinidad	Rango	SN1	1,13	ab	SN2	1,19	ab	SM3	1,14	b	SO4	1,32	c	SN3	1,22	b	SO6	1,37	c	SO7	1,23	b	<p>263 V. REFERENCIAS</p> <p>264</p> <p>265 [1] C. Vasco, J. Avila, J. Ruales (2009) "Physical and chemical characteristics of golden-yellow and 266 purple-red varieties of ramallito fruit (<i>Solanum betaceum</i> Cav)", International Journal of Food 267 Sciences and Nutrition (60), 278-288.</p> <p>268 [2] V. Aráuz, A. Cabrera, M. Torres (2010) "Propagación de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) 269 via embriónicas somáticas", Avances en Ciencias e Ingenierías (2), 16-21.</p> <p>270 [3] W. Viera, A. Sotomayor, M. Tamba, W. Vázquez, A. Martínez, P. Viteri, L. Ron (2015) 271 "Estimación de parámetros de calidad del fruto para segregantes interespecíficos de tomate de árbol 272 (<i>Solanum betaceum</i> Cav.) en respuesta de resistencia a la Antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. 273 Simmonds)", Acta Agronómica (63(3)), 304-311.</p> <p>274 [4] D. Orma, S. Ulloa, M. Medina (2013) "Efecto de los hongos micorrizicos arbusculares y 275 <i>Pseudomonas fluorescens</i> en el control de <i>Meloidogyne</i> spp. en plantas de tomate de árbol (<i>Solanum</i> 276 <i>betaceum</i>)", Revista Ciencia (15), 1-10.</p> <p>277 [5] L. Castro, L. Flores, L. Uribe (2011) "Efecto de vermicompost y quinina sobre el control de 278 <i>Meloidogyne incognita</i> en tomate a nivel de invernadero", Agronomía Costarricense (35 (2)), 21-32.</p> <p>279 [6] J. Revelo, E. Mora (2003) "Manejo Integrado de plagas para el mejoramiento de la producción 280 sostenible de frutales en la zona andina", Est. Exp. Santa Catalina, Universidad Técnica de Ambato y 281 Universidad Técnica del Norte. Informe del Proyecto DNIAP-PROMSA.</p> <p>282 [7] F. Ramirez, R. Grijalva, X. Navarrete, R. Guerrero (2015) "Nematodos fitoparásitos asociados con 283 tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.) en las provincias de Imbabura, Pichincha y Tungurahua, 284 Ecuador", Revista Científica Ecuatoriana, Vol. 2, No. 1, 48-53.</p> <p>285 [8] M. Hussain, T. Mukhtar, M. Zameer (2016) "Reproduction of <i>Meloidogyne incognita</i> on resistant 286 and susceptible Okra cultivars", Pak. J. Agri. Sci. (53(2)), 371-375.</p> <p>287 [9] K. Pakeerthan, G. Mikunthan, N. Tharsani (2009) "Effect of Different Animal Manures on 288 <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid and White) on Tomato", World Journal of Agricultural Sciences (4), 289 432-435.</p> <p>290 [10] F. González, L. Gómez, M. Rodríguez, M. Piñón, A. Casanova, O. Gómez, Y. Rodríguez (2010) 291 "Respuesta de Genotipos de solanáceas frente a <i>Meloidogyne incognita</i> (KOFOID Y WHITE) 292 Citrwood Raza 2 y <i>M. arenaria</i> (NEAL) Citrwood", Rev. Protección Veg. (25 n.1), 51-57.</p> <p>293 [11] F. Bastidas, J. Obando, C. Betancourt (2004) "Reconocimiento de especies de <i>Meloidogyne</i> en 294 tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) y lulo (<i>Solanum quitoense</i>) en la zona norte del Departamento de 295 Nariño", Revista de Ciencias Agrícolas - Volumen XXI - Número I - II, 12.</p> <p>296 [12] C. Martínez, C. Alcazar, E. Murias, C. Mora, M. Carrajal (2010). "Physiological aspects of 297 rootstock-graft interactions", Scientia Horticulturae (127, Issue 2), 112-118.</p> <p>298 [13] M. Arizala, A. Monsalvo, C. Betancourt (2011) "Evaluación de solanáceas silvestres como 299 patrones de lulo (<i>Solanum quitoense</i> Lam) y su reacción a <i>Fusarium</i> sp.", Revista de Ciencias 300 Agrícolas, 28 (1), 147-160.</p> <p>301 302 303</p> <p>304 [14] A. Cejudo (2004) "Estudio de la resistencia a <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>Fusarium solani</i>, 305 sincronización y compatibilidad de cuatro portainjertos para tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> 306 Cav.)", Tesis de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, EC.</p> <p>307 [15] P. Viteri, J. León, W. Vázquez, C. Encalada, A. Martínez, J. Revelo, M. Basso, M. Hinojosa 308 (2010) Solanáceas silvestres utilizadas como portainjertos de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> 309 Cav.) con alto rendimiento, resistencia a enfermedades y mayor longevidad. Boletín divulgativo N° 310 371. Quito, EC, pp. 9-10.</p>
Solanáceas	Relación de afinidad	Rango																							
SN1	1,13	ab																							
SN2	1,19	ab																							
SM3	1,14	b																							
SO4	1,32	c																							
SN3	1,22	b																							
SO6	1,37	c																							
SO7	1,23	b																							

Fase de campo

1. Objetivo General.

Evaluar el comportamiento agronómico de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), con solanáceas silvestres de la Amazonía Ecuatoriana.

2. Hipótesis

Ha: El comportamiento agronómico del tomate se ve afectado por los portainjertos.

3. Factores en estudio

Los factores en estudio son ocho solanáceas silvestres.

4. Unidad experimental

Número de unidades experimentales: 27

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos: 9

Número de plantas por unidad experimental: 4

5. Tratamientos

Los tratamientos en estudio se describen en el cuadro 17.

Cuadro 17. Tratamientos en estudio.

Sitio de recolección	Código	Tratamientos
Tamiahurco	SN1	T1
Curimuyo	SN2	T2
16 de Agosto	SM3	T3
Misahualí	SN5	T4
Comuna 25 de Abril	S06	T5
San Carlos (TS)	S04	T6
San Carlos (A)	S07	T7
Palo blanco	Testigo	T8
Tomate de jugo	Testigo	T9

6. Diseño experimental

Tipo de diseño: Diseño Completo al Azar (DCA) con 9 tratamientos y 3 repeticiones.

7. Análisis estadístico

En el cuadro 18 se describe el análisis de varianza.

Cuadro 18. Esquema del ADEVA.

Fuentes de variación	GL
Tratamientos	9
Error Experimental	18
Total	27

8. Análisis funcional

Los datos se analizarán con el programa estadístico Infostat, empleando modelos lineales generales y para establecer diferencias estadísticas se empleará la prueba LSD Fisher $\alpha = 0.05$.

9. Actividades desarrolladas

Se han evaluado las siguientes variables: altura, diámetro del injerto y patrón el 10/04/2016; altura, diámetro del injerto y patrón, diámetro en la unión (callo) el 3/08/2016; incidencia de plagas el 10/04/2016, 3/08/2016 y el 01/09/2016. Se ha realizado la fertilización del cultivo el 19/04/2016, 12/07/2016 y 13/10/2016. Se ha realizado 21 controles fitosanitarios (cada 15 días).

En la visita de campo realizada el 27/07/2016 con el Ing. Viera se recomendó que se realice un muestreo foliar, un muestreo de nematodos y fusarium debido a que existían hojas amarillas en plantas de tomate, por esta razón se realizó un muestreo foliar para determinar la posible deficiencia nutricional, para esto se decidió muestrear plantas que presentaban sintomatología y plantas que no presentaban sintomatología, esta actividad se realizó el 3/08/2016. Además se tomó muestras para el análisis de nematodos y fusarium, esta actividad se realizó el 10/08/2016 con técnicos del Departamento de Protección Vegetal.

En el reporte emitido por el Ing. Luis Moncayo – DPV, de las muestras entregadas indica que la muestra T2-R3 a pesar de tener ciertos síntomas de clorosis en el follaje no presentó signos de hongos o bacterias. La muestra T3- R1 presentó síntomas de clorosis en el follaje y se aisló al hongo *Phoma* sp. que es un patógeno común de ciertos cultivos, también se presentó una bacteria gram positiva. La

muestra T6-R3 presentó síntomas de clorosis en las ramas y follaje y se aisló al hongo *Colletotrichum* sp. (patógeno común de ciertos cultivos) en el follaje, mientras que la rama presentó el hongo *Fusarium* sp. Además las muestras foliares presentaron bacterias gram positivas y negativas. Además nos indican que está el proceso de identificación de las bacterias antes mencionadas. Después de este diagnóstico emitido el 31/08/2016 se realiza controles con fungicidas y bactericidas en los tratamientos antes indicados y se empieza el monitoreo más minucioso de los otros tratamientos.

Los resultados del análisis de follaje de las plantas de tomate de árbol de los tratamientos 3, 6, 8 presentaban bajos contenidos de N, K y Ca, en cambio los tratamientos 1, 2, 4, 5, 7, 9 presentaban contenidos medios de los elementos antes mencionados. Por lo antes expuesto se decidió sacar un promedio de las tratamientos con sintomatología y ajustar la fertilización en función de la necesidad, lo mismo se realizó para los tratamientos que no presentaron sintomatología (Cuadro 19).

Cuadro 19. Resultados del análisis foliar de tomate de árbol, ensayo portainjertos

Tratamientos	Síntomas	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
3	Amarilla	2,5	0,2	3,0	1,3	0,3	0,2	54,9	136,3	179,4	218,0	17,3
6	Amarilla	2,6	0,2	3,1	1,1	0,3	0,2	53,7	125,1	167,2	212,2	16,2
8	Amarilla	2,6	0,2	2,8	1,0	0,3	0,2	61,2	126,0	215,0	173,5	10,7
Promedio		2,6	B 0,2	M 2,9	B 1,1	B 0,3	M 0,2	B 56,6	A 129,1	A 187,2	A 201,2	A 14,7
1	Verde	3,73	0,31	3,85	1,72	0,37	0,14	48,63	106,79	112,84	136,58	15,26
2	Verde	3,72	0,31	3,83	1,71	0,37	0,14	48,79	107,00	112,74	137,11	14,79
4	Verde	3,68	0,31	3,81	1,73	0,39	0,14	50,11	111,47	117,32	147,32	14,79
5	Verde	3,64	0,31	3,81	1,69	0,39	0,14	50,32	113,05	121,05	149,74	14,84
7	Verde	3,62	0,31	3,79	1,62	0,36	0,14	49,42	112,95	109,58	155,00	13,53
9	Verde	3,64	0,31	3,88	1,54	0,36	0,14	46,74	109,95	108,06	155,00	12,89
Promedio		3,7	M 0,3	M 3,8	M 1,7	M 0,4	A 0,1	B 49,0	A 110,2	A 113,6	M 146,8	M 14,4

Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

8.6 Hito 6: Borrador de artículo científico del Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE) en el cultivo de naranjilla en 3 localidades elaborado para revisión.

Indicador: Número de informes de avance.

Meta anual programa: 4.

Meta ejecutada: 1.

1. Justificación

Gran parte del éxito productivo de la naranjilla depende del adecuado manejo nutricional de las plantas. La planta de naranjilla tiene un crecimiento acelerado durante el primer año; en esta fase son importantes los aportes de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y micro elementos considerando el análisis químico del suelo, las condiciones climáticas, la movilidad de los nutrientes en el suelo y las etapas fenológicas del cultivo. En el segundo año, la planta reduce su crecimiento vegetativo y presenta una continua formación de flores y frutos que demanda de nutrientes para mantener altos los índices de amarre de fruta, tamaño y calidad (Revelo, et al., 2010).

Por lo mencionado anteriormente con ésta investigación se pretende ajustar dinámicamente el uso de fertilizantes para llenar efectivamente el déficit que ocurre entre la necesidad total de nutrientes para obtener rendimientos altos y el aporte de nutrientes provenientes de las fuentes nativas del suelo, mediante el manejo de la nutrición por sitio específico (MNSE) metodología que busca entregar nutrientes a la planta como y cuando ella los necesita. Éste déficit debe ser compensado con la aplicación de fertilizantes. Con esta forma de manejo busca aplicar los nutrientes en dosis óptimas y al momento

adecuado para obtener altos rendimientos y alta eficiencia de uso de los nutrientes por el cultivo de naranjilla, es decir, cosechar la mayor cantidad de fruta por unidad de fertilizante utilizado.

2. Objetivos.

2.1 Objetivo General

- ✓ Determinar el requerimiento de nutrientes del cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por medio del MNSE en el primero y segundo año de producción en el cantón Palora.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar los nutrimentos limitantes del rendimiento para el cultivo de naranjilla en el cantón Palora.
- ✓ Determinar los niveles del contenido de nutrientes en el tejido vegetal para el diagnóstico del estado nutricional del cultivo de naranjilla.
- ✓ Visualizar y documentar los síntomas de deficiencias nutricionales en el cultivo de naranjilla.
- ✓ Realizar análisis económico, beneficio/costo.

3. Metodología

3.1 Tratamientos

La investigación se realizó en tres localidades, en cada ensayo se establecieron parcelas donde se omite cada uno de los elementos en estudio (N, P, K, Ca, S y Mg), para determinar el suplemento de nutrientes nativos del suelo más Cal, una parcela con fertilización completa u óptima (+N, +P, +K, +Ca, +S, +Mg) más Cal, una sin fertilización más cal y una parcela sin fertilización ni encalado (Cuadro 20).

Cuadro 20. Tratamientos y cantidad de nutrientes para el manejo de la nutrición del cultivo de naranjilla en los cantones Palora y Pastaza

Tratamientos		Cantidad de nutrientes (Kg/ha/año)					
Nº	Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
1	N-P-K-Ca-S-Mg+Cal* COMPLETO	180	150	150	80	30	40
2	P-K-Ca-S-Mg+Cal*	0	150	150	80	30	40
3	N-K-Ca-S-Mg+Cal*	180	0	150	80	30	40
4	N-P-Ca-S-Mg+Cal*	180	150	0	80	30	40
5	N-P-K-S-Mg+Cal*	180	150	150	0	30	40
6	N-P-K-Ca-S+Cal*	180	150	150	80	0	40
7	N-P-K-Ca-Mg+Cal*	180	150	150	80	30	0
8	TESTIGO	0	0	0	0	0	0
9	TESTIGO + CAL	0	0	0	0	0	0

✓ *= 3 TM/ha/año de cal.

Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

3.2 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con modelos lineales generales y mixtos INFOSTAT (R) versión 2015, dónde, el efecto fijo son los tratamientos y como efecto aleatorio las diferentes localidades.

4. Actividades desarrolladas

Con la información de altura de planta, diámetro del tallo, número de frutos y producción se elabora un informe en formato de artículo científico y se presenta como tarea del Diplomado – Proyecto AFAM-CATIE-INIAP, sin embargo debido a que la base de datos no estaba completa se empieza a digitalizar los cuatros meses de evaluación (septiembre – diciembre/2015), se cuenta con la base de datos actualizada de las variables agronómicas del ensayo de MNSE, esta información está siendo depurada cuando se tenga lista se enviará al Ing. Viera con el objetivo de que se revise la matriz, y posteriormente se analicen los datos obtenidos.

5. Resultados preliminares

Para la presentación de este informe se realiza un análisis preliminar de la variable producción, en informes posteriores se seguirán presentando más avances que servirán para la escritura del artículo científico.

De acuerdo al análisis realizado se encontró que no existe interacción de la localidad con los tratamientos, pero se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. En L1 (Palora) se obtuvo la producción más alta, con 8676 g/planta, le sigue la parroquia 16 de Agosto (L2) con 5889,16 g/planta y finalmente la menor producción se obtuvo en la parroquia Murialdo (L3), con 3202,16 g/planta.

En la localidad 1, los elementos que no limitaron la producción del cultivo de naranjilla fue el azufre y el magnesio y el elemento que limitó la producción en un 40% fue el nitrógeno. En la localidad 2 el calcio y nitrógeno no limitaron la producción de naranjilla, pero los elementos que sí limitaron la producción fueron el K y P. En Murialdo los elementos que más limitaron la producción son el N y P y el K es el elemento que menos limitó la producción (Cuadro 21).

Cuadro 21. Producción de los tratamientos (parcelas de omisión) en tres localidades de la Amazonía ecuatoriana.

Tratamiento	Palora (L1) producción kg/planta	Tratamiento	16 de Agosto (L2) producción kg/planta	Tratamiento	Murialdo (L3) producción kg/planta
7 - S	11,84	5 - Ca	9,3	1 - Completo	5,3
6 - Mg	10,7	2 - N	7,6	6 - Mg	5,0
1 - Completo	9,1	1 - Completo	7,1	7 - S	4,4
5 - Ca	8,5	7 - S	6,4	4 - K	3,7
3 - P	8,4	6 - Mg	6,4	5 - Ca	3,3
4 - K	8,3	8 - Testigo	4,8	2 - N	2,5
8 - Testigo	7,3	4 - K	4,8	3 - P	2,2
2 - N	7,1	3 - P	3,4	8 Testigo	1,5
9 - Testigo + cal	6,9	9 - Testigo + cal	3,2	9 - Testigo + cal	0,9

Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

En la localidad 1, la producción del tratamiento completo + cal fue similar al reportado por Bastidas en el año 2010 (9,48 kg/planta), en cambio que para 16 de Agosto y Murialdo los rendimientos para este mismo tratamiento fueron menores en un 20 y 40%, respectivamente.

La diferencia en rendimiento en las tres localidades se debe posiblemente a que en Palora se dio una mayor absorción de los nutrientes por parte del cultivo, la misma que se refleja con producciones superiores a las de la 16 de Agosto y Murialdo, en donde la absorción de nutrientes fue deficiente a causa de las condiciones edáficas de cada zona.

Por lo antes expuesto se demuestra que los elementos que más limitan la producción del cultivo de naranjilla son el N, luego el K y finalmente el P, estos resultados encontrados coinciden a los obtenidos por Bastidas (2010) pero en su investigación encontró que los elementos limitantes del cultivo son el fósforo, luego el nitrógeno y finalmente el magnesio y potasio. De la misma manera, Tonato (2015) y

Alvarado et al. (2011), señalan que los nutrientes limitantes para los cultivos de papa y maíz son el fósforo y nitrógeno.

En términos generales el mayor contenido de nitrógeno en el tejido foliar de naranjilla se encontró en las fases V1 (crecimiento vegetativo) y R4 (inicio de la fructificación), etapas en las que existe una mayor demanda de este nutriente por parte del cultivo, mientras que la concentración de éste nutriente disminuyó ligeramente en la etapa R3 (inicio de la floración); (Figura 7) el tratamiento con omisión de N (T2) indica que existió el nitrógeno suficiente de la fuente nativa del suelo, éstos resultados sugieren que las plantas toman únicamente la cantidad requerida del nutriente en cada etapa fenológica.

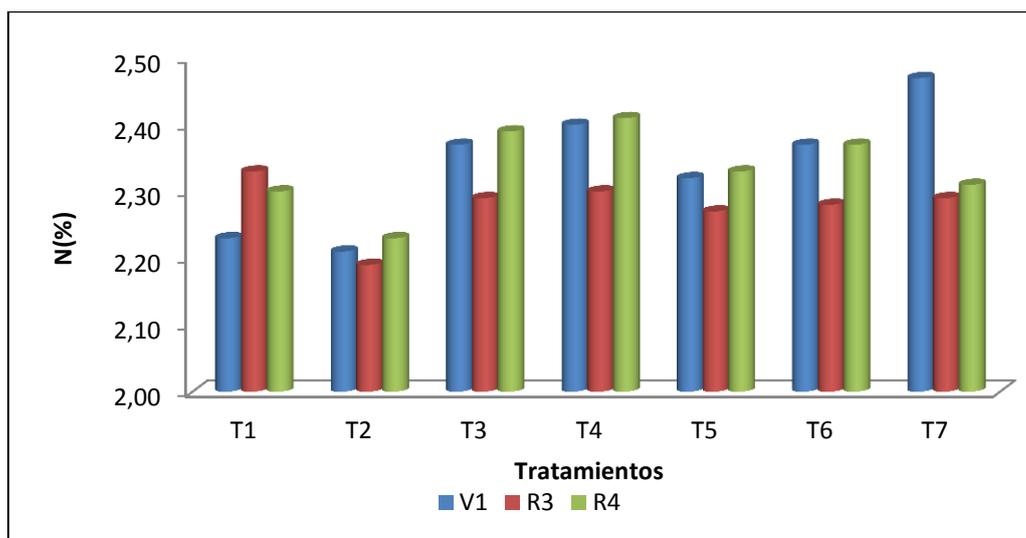


Figura 7. Contenido de N en el tejido foliar por tratamiento en tres etapas fenológicas del cultivo naranjilla INIAP Quitonense 2009.

El análisis foliar realizado en las diferentes etapas fenológicas indica que el contenido de fósforo es esencial en la formación de frutos y semillas disminuye a partir de la etapa R3, así mismo el aporte de fósforo por la fuente nativa del suelo se evidencia en el tratamiento 3 (Figura 8).

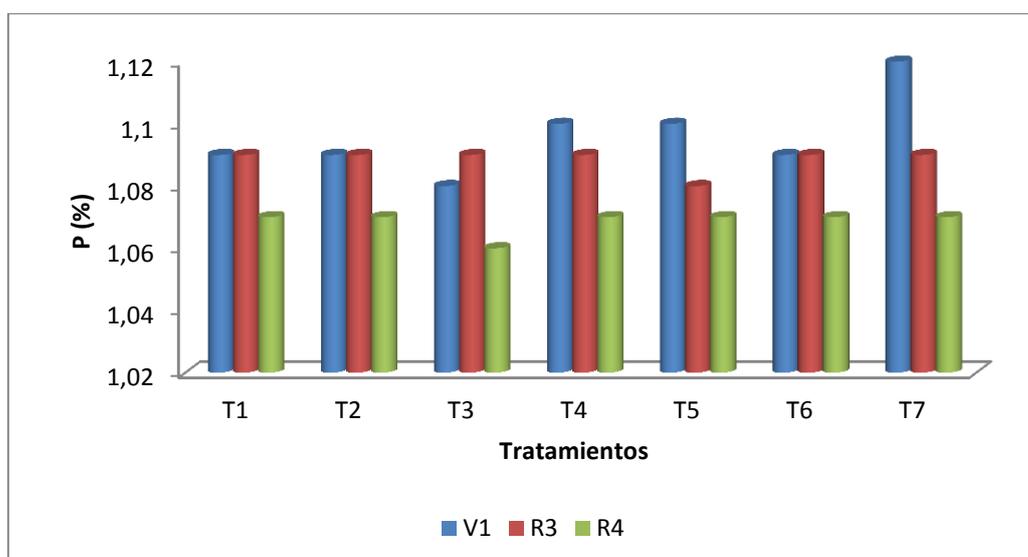


Figura 8. Contenido de P en el tejido foliar por tratamiento en tres etapas fenológicas del cultivo naranjilla INIAP Quitonense 2009.

El contenido de potasio decrece en todos los tratamientos en la etapa R4, los menores contenidos de potasio se observa en el tratamiento 4 indicando que el aporte de potasio de la fuente nativa del suelo es bajo (Figura 9).

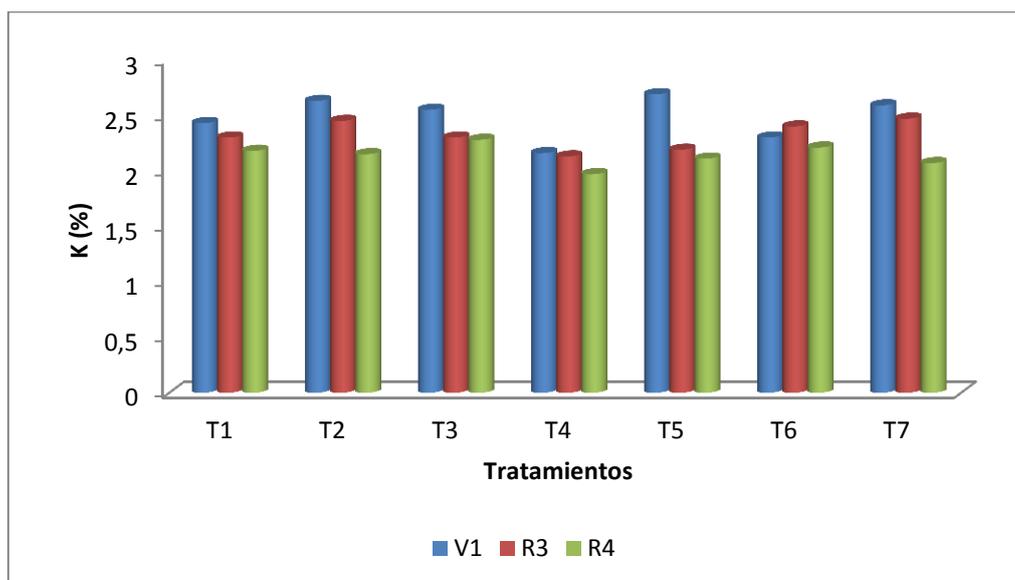


Figura 9. Contenido de K en el tejido foliar por tratamiento en tres etapas fenológicas del cultivo naranjilla INIAP Quitonense 2009.

La mayor concentración de calcio en el tejido foliar del cultivo de naranjilla se aprecia en la etapa R3, sin embargo, como ya se mencionó los resultados indican que las plantas toman únicamente la cantidad requerida del nutriente en cada etapa fenológica, lo que sugiere que existió el Ca suficiente de la fuente nativa del suelo (Figura 10).

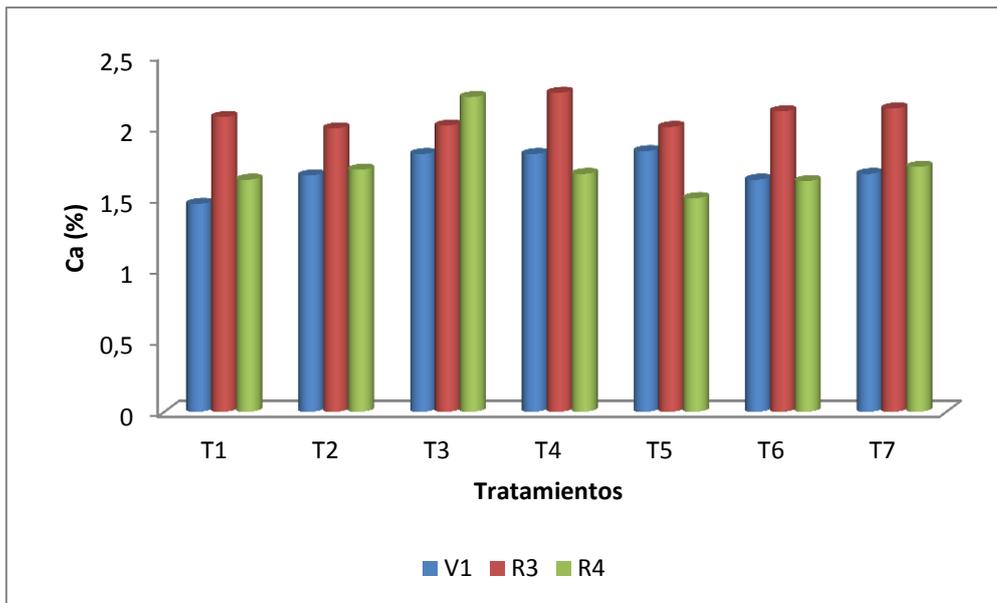


Figura 10. Contenido de Ca en el tejido foliar por tratamiento en tres etapas fenológicas del cultivo naranjilla INIAP Quitonense 2009.

8.7 Hito 7: Artículo científico sobre los frutales presentes en fincas piloto del Proyecto AFAM-CATIE- INIAP elaborado para revisión.

Indicador: Número de informes de avance.

Meta anual programa: 4.

Meta ejecutada: 1.

1. Justificación

2. Objetivos

2.1 General

- ✓ Caracterizar fincas de productores (área agrícola) del proyecto AFAM-CATIE con la finalidad de conocer la variabilidad de frutales presentes en las mismas.

2.2 Específicos

- ✓ Identificar las especies frutales presentes en las fincas de productores y sus sistemas de producción.

3. Metodología

Aplicación de encuestas y para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico Infostat (R), con este programa se realizó un análisis de las variables cualitativas y cuantitativas.

4. Actividades desarrolladas

Se cuenta con el primer borrador del artículo científico y el 12 de mayo se envió al Dr. Elías de Melo para que nos emita sus respectivas sugerencias. Recibidas las sugerencias del Dr. Carlos Astorga se empieza a buscar información secundaria para poder sustentar las observaciones realizadas, sin embargo hasta la fecha se han realizado un 70% de las correcciones realizadas.

8.8 Evaluación del comportamiento agronómico de la guaba en el SAF de café y chonta en el SAF de cacao.

Esta actividad está en el marco del proyecto: "Evaluación de sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de café robusta (*Coffea canephora*) y cacao (*Theobroma cacao*) en Joya de los Sachas. Las actividades se realizan de acuerdo al monitoreo que realizan los coordinadores de los ensayos. Todos los técnicos del programa participan todos los viernes en las actividades de los ensayos antes mencionados. Es importante indicar que hasta la fecha se ha estado realizando un manejo general en las parcelas de investigación, sin embargo cuando se establezcan los tratamientos para los rubros cacao y café se establecerán para los frutales que se encuentran formando parte de los SAFs. Hasta el momento se han realizado resiembras de guaba y chonta.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Proyecto: "IMPLEMENTACIÓN INTERINSTITUCIONAL DE AGROFORESTERÍA SOSTENIBLE PARA LA AMAZONÍA ECUATORIANA: INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN APLICADA, ECUADOR", PROYECTO AFAM CATIE-INIAP.

a) Implementación de parcelas de investigación.

Se han implementado 9 parcelas de investigación de los rubros, cacao y café.

N°	Propietario	Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Componentes	Temas	Estado-parcelas
1	Antonia Tapuy	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	Panduyacu	Cacao	cacao + flemingia+guaba + fertilización.	Instalada
						Café	café + leucaena+gliricidia+guaba + fertilización.	Instalada
						Ganadería	Banco forrajeros	Instalada
2	Bertha Imelda Cerda	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	La Laguna	Café	café + gliricidia+guaba + fertilización.	Instalada
3	Cristina Valeria Vargas	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	La Unión	Cacao	cacao + leucaena+guaba + fertilización	Instalada
4	Delia Andy	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	Siguacocha	Cacao	cacao + gliricidia+guaba + fertilización.	Instalada
						Café	café + flemingia+guaba + fertilización	Instalada
5	Inés Calapucha	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	La Laguna	Cacao	cacao + leucaena+ fertilización.	Instalada
6	María Janeta	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	La Unión	Cacao	cacao+ guaba+ flemingia	Instalada
						Pasto	cercas vivas de poró + flemingia + gliricidia	Por instalar
7	María Elena Vargas	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	La Unión	Cacao	cacao+ guaba+ flemingia	Instalada
8	David Monta	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	La Unión	Cacao	cacao+ flemingia+ guaba	Por instalar
						Café	café + poró + guaba	Por instalar
9	Eduardo Balseca	Napo	El Chaco	Santa Rosa	Santa Rosa	Ganadería	Banco Forrajeros	Instalada
10	Andrés Coyago	Napo	El Chaco	Gonzalo Díaz de Pineda	alo Díaz de Pi	Ganadería	Banco Forrajeros	Instalada
11	Mariana Recalde	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	El Reventador	El Reventador	Ganadería	Banco Forrajeros	Instalada
12	Rosa Grefa	Sucumbios	Gonzalo Pizarro	Gonzalo Pizarro	La Laguna	Ganadería	cercas vivas de poró + flemingia + gliricidia	Por instalar
13	Elizalde Verdesoto	Sucumbios	Gonzalo Pizarro		Santa Cecilia	Café	café + flemingia+ guaba	Por instalar

Imagen 1.Lista de productores donde se tienen instaladas las parcelas de investigación de cacao y café.

Fuente: Libro de campo - Programa Fruticultura

b) Evaluación de parcelas de investigación

Se ha realizado cuatro evaluaciones de incidencia de plagas y rendimiento de cacao y café. Además se realizó los diagnósticos socio productivos del año 2015. En el mes de abril se evaluó número de lombrices, porcentaje de sombra y cobertura de suelos. El 27 de abril se envió la información recolectada de las evaluaciones realizadas en el año 2015 y 2016 al Ing. Cristian Subía para su respectivo análisis. El 13 de abril se envió en digital los diagnósticos socio productivos 2015 al Ing. Omar Vizuete para su digitalización y análisis.

c) Seguimiento en parcelas de investigación.

Se da seguimiento a las parcelas en estudio y se verifica que los productores hayan realizado las actividades de podas y chapias al menos 1 vez al mes. Se realizaron los controles fitosanitarios con plaguicidas sintéticos. Y se incorporó la biomasa de leguminosas.

PARCELAS DE FRUTALES EN LA EECA.

Se ha realizado cuatro controles de malezas en las parcelas: copuazú, arazá, borjón clonal y semilla, cítricos y frutales en la EECA. En el mes de febrero se realizó podas fitosanitarias en las parcelas de frutales antes descritas, posteriormente se aplicó cal y en marzo, mayo, julio se realiza la fertilización correspondiente. Se está realizando controles fitosanitarios mensuales en el borjón clonal, copuazú, frutales en la EECA y cítricos + guanábana.

Se está injertando borjón de los clones seleccionados y repoblando el lote de borjón clonal debido a que algunas plantas se han perdido por la incidencia de alguna plaga o condiciones adversas – vientos fuertes.

Se está propagando plantas de guanábana, debido a que en la EECA contamos con un material que fue traído de Tumbaco en el año 2012 y se ve que tiene un buen comportamiento agronómico, se mandó a realizar un análisis físico – químico y los parámetros no están alejados a los de las guanábanas comerciales, por esta razón se empieza a propagar plantas de guanábana para realizar en lo posterior algún tipo de investigación.

Además de se está realizando el análisis físico – químico de tres materiales de maracuyá que fueron sembrados en diciembre de 2015, el objetivo es ver la posibilidad de encontrar un material sobresaliente— esta actividad fue recomendada por el Ing. Viera debido a que se podría empezar a realizar algún tipo de investigación.

OTRAS ACTIVIDADES

- Se participa en el Diplomado de Bioestadística con el CATIE.
- Se elabora el POA y PAC del programa.
- Se participa como expositora en el taller de clausura del proyecto AFAM-CATIE- INIAP, se dio a conocer los resultados preliminares del SAF de naranjilla.
- Se participa en el comité técnico de la EECA.
- Se actualiza la información de los investigadores en la página del SENESCYT.
- Se elabora protocolo de investigación titulado: Evaluación de la eficacia del barbasco y entomopatógenos para el control del gusano perforador (*Neoleucinodes elegantalis*) del fruto de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) en el centro norte de la Amazonía ecuatoriana. Este protocolo se está realizando de manera conjunta con técnicos del DPV de la EECA, en este protocolo se están incorporando algunas sugerencias para su posterior presentación.

9. CONCLUSIONES

Es importante indicar que en vista a que en el programa recortaron un asistente de investigaciones se ha retrasado la tabulación de la información y la escritura de borradores de artículos científicos de investigaciones realizadas en el año 2015, por esta razón es importante priorizar la contratación de técnicos en función de las investigaciones que desarrolla cada programa y departamento.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Libros de campo del Programa Fruticultura, 2016.
- Protocolo de investigación, 2014 y 2020.
- Base de datos en el programa estadístico Infostat (R) y en Excel.

11. ANEXOS

11.1 Sección III. FRAGILIDAD Y PRINCIPALES AMENAZAS. Capítulo 6. ¿Por qué son frágiles los suelos de la Amazonía ecuatoriana? – Capítulo publicación del libro AGROFORESTERÍA SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA, No 2.

Capítulo 6. ¿Por qué son frágiles los suelos de la Amazonía ecuatoriana?

Autores: Yadira Vargas, José Nicolalde, Andrés Calero, Omar Vizuite.

6.1. Introducción

El suelo es un recurso natural semi renovable importante para la vida sobre la tierra, especialmente de las plantas, los animales y seres humanos, que son los responsables de la producción agrícola y pecuaria, pero para poder producir es importante conocer la fertilidad del suelo, que está representada por el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan su capacidad para sostener el desarrollo de la vegetación (Suquilanda 2008).

Sin embargo, en la época de la revolución verde, gran parte de los suelos del país fueron afectados por el uso de tecnologías inadecuadas, las mismas que provocaron variación en la productividad de la mayoría de cultivos, también se produjo severos desbalances en los agroecosistemas y contaminación ambiental.

La Amazonía también fue afectada por la revolución verde, debido a que se han impulsado muchos proyectos agropecuarios (monocultivos) de palma africana, café, cacao, maíz, arroz y expansión de áreas ganaderas. No obstante la realidad muestra que los niveles de producción son bajos debido a que los ecosistemas son frágiles, a que posee suelos químicamente pobres, a la alta precipitación que provoca la lixiviación del suelo y al bajo valor nutritivo de los pastos tropicales (gramíneas) principal factor que limita la

producción ganadera (Matamoros 2007, ECORAE 2001). Esto concuerda con lo que manifiesta Bustamante et al. (1993), que la exuberante vegetación en la RAE no se debe a la calidad agrológica de los suelos sino al funcionamiento de los ecosistemas, que se da, cuando se produce el ciclaje de nutrientes generada por la vegetación y las condiciones ambientales (humedad y temperatura).

Por otra parte, es importante indicar que a medida que se va ampliando la actividad ganadera se va deforestando más la región, por esta razón dada la importancia que tiene esta actividad para las familias amazónicas no podemos pretender que esta actividad desaparezca sino más bien generar modelos de producción rentables y eficientes.

6.2. Diversidad de los suelos

En la Amazonía ecuatoriana se puede encontrar una diversidad de suelos que se explica por la combinación que ocurre entre los materiales de partida y el clima; es así que podemos encontrar suelos de origen volcánico que se han formado en depósitos de cenizas y materiales volcánicos fragmentados, suelos que se forman cuando se cristaliza la arcilla y los que provienen de rocas sólidas (Maldonado 2006).

Así mismo encontramos suelos menos fértiles que poseen bajos niveles de ceniza volcánica, buenas características físicas, altos niveles de aluminio y bajos contenidos de fósforo (Grijalva et al. 2004). Otra característica física que varía en los suelos de la región es la textura que se ha convertido en un condicionante de las actividades agropecuarias (Viteri 2013). Por ejemplo la textura de los suelos en la provincia de Pastaza es franco-arcillosa, predominando la fracción limosa, que hace que esta fracción obstruya los poros del suelo, disminuya el contenido de aire y limite la respiración de las plantas por las raíces (Pérez 2009).

Nieto y Caicedo (2012), mencionan que, la mayor parte de los suelos del oriente ecuatoriano pertenecen al orden de los Inceptisoles que poseen el carácter de poco asequibles para cultivos, debido a que los horizontes no se encuentran bien definidos; esas características hacen que los suelos sean frágiles presentando limitaciones para el uso agropecuario.

6.3. Deterioro de los suelos

Las actividades agropecuarias, petroleras y mineras son las causantes de la deforestación en la Amazonía, provocando la pérdida de la biodiversidad, tala indiscriminada del bosque (50 000 ha/año), y degradación del suelo por quedar desprotegido (Custode y Sourdat 1986, Bustamante et al. 1993, CEPAL 2013).

Las pérdidas de suelo en el país varían entre 30 y 50 t/ha/año en áreas de estribaciones con pendientes superiores al 25%. En zonas con pendientes que varían entre 12 y 25%, la erosión está comprendida entre 10 y 30 t/ha/año, y en suelos con pendientes menores al 12% la erosión se estima entre <5 y 10 t/ha/año. Las principales causas del deterioro de los suelos en la Amazonía ecuatoriana son: prácticas como las “quemadas”, monocultivos, uso de tecnologías contaminantes (plaguicidas), planificación nacional sin incorporación de proyectos de uso y manejo adecuado de suelos y control de la erosión y uso inadecuado de mecanización agrícola (Suquilanda 2008).

El mismo autor indica que los efectos causados por el deterioro de los suelos son: pérdida irreversible de áreas productivas, pérdida progresiva de la capacidad productiva de los suelos, incremento de la susceptibilidad erosiva y deterioro de los suelos, incremento de los costos de producción, pérdida del valor económico de las tierras, disminución de los ingresos de los productores e incremento de la migración campo – ciudad.

6.3.1. Producción Agropecuaria

La Región Amazónica ecuatoriana hace muchos años atrás, no era afectada por los procesos erosivos, debido a que la vegetación natural protegía a los suelos. Sin embargo, esto empezó a cambiar cuando se dieron los procesos masivos de colonización y se inició con la tala del bosque para sembrar cultivos y pastos para la ganadería, a pesar que, desde 1963 hasta 1987 diferentes entes gubernamentales analizaron

muestras de suelos, datos hidrológicos y otra información para determinar cuáles eran las zonas más aptas para el asentamiento humano, estas evaluaciones se realizaron en el nororiente del Ecuador en 5.3 millones de hectáreas, los resultados mostraron que solo el 17% de esta región era apto para la producción agropecuaria y que las selvas deberían mantenerse intactas, pero en 1994 ya se había colonizado el 20% de esta región y se convirtieron la mayor parte en pastizales (Wasserstrom y Southgate 2013, Nieto y Caicedo 2012).

Esta ampliación de la frontera agrícola se dio porque existió apoyo por parte del estado (créditos) para la producción de palma africana, maíz duro seco y café, este último producto fue apoyado principalmente por la demanda internacional, sin embargo para incrementar la producción se empezó a utilizar plaguicidas y abonos químicos (Burgos 1997). También se impulsó la siembra de palma africana en monocultivo (*Elaeis guineensis*), en el año de 1998, en Napo existían 7 119 ha, mientras que en Sucumbíos 5 688 ha; para el año 2005 en Sucumbíos se duplicó la superficie sembrada (10 118 ha) y se reporta las 5 068 ha sembradas en Orellana (Matamoros 2007); y, para el año 2009 en la región ya existe 22 037 ha (Nieto y Caicedo, 2012). El incentivo a la siembra de monocultivos de palma y palmito en la región desde la década de 1980 ha provocado una pérdida considerable de la diversidad biológica (Matamoros 2007).

La actividad ganadera ha provocado el empobrecimiento de los suelos de forma irreversible debido al sobrepisoteo del ganado (Noni y Trujillo 2010). La actividad ganadera en la región en términos de área intervenida y ocupada, constituye la principal forma de uso productivo, y podría considerarse como la causa principal de deforestación, debido a que el 79% de la superficie es destinada para pastizales (Nieto y Caicedo 2012). El proceso de deterioro ambiental en los suelos de la zona se evidencia por el descenso de la productividad, en el año 1974 el rendimiento del pasto y ganado fue de 0.65 y para el año 1989 el rendimiento fue de 0.37; por esta razón el número de unidades bovinas (UBAs) decayó de 1.4 UBAs/ha a 0.5 UBAs/ha en el lapso de 5 a 10 años (Burgos 1997). Caicedo (2013), indica que en el mediano y largo plazo la presión ejercida por las pezuñas de los bovinos es de 1.2 a 1.6 kg/cm², independientemente del sistema silvopastoril en el que se encuentren los animales; esto provoca la compactación del suelo debido a que se produce una reducción del volumen de macroporos, este proceso afecta negativamente a la tasa de infiltración de agua, la penetración de las raíces y la disponibilidad de O₂ para el sistema radicular.

6.3.2. Explotación petrolera

Otro factor antrópico de importancia en la RAE es el desarrollo petrolero que ha provocado la creación de un extenso sistema de carreteras, mismas que facilitaron el proceso de colonización y la posterior deforestación por parte de agricultores que buscan desarrollar procesos agropecuarios (Wasserstrom 2013). Este proceso incluye no sólo la conversión forestal, sino también la pérdida de diversidad, aun cuando se realice una tala selectiva implica reducir la calidad de los bosques (Andrade 2004).

Uno de los principales impactos que generan las actividades hidrocarbúricas, es la contaminación de suelos producida por los derrames y por los desechos de la industria (Vogliano 2009). Estos derrames afectan grandes áreas de terreno que provocan la destrucción y hasta pérdida de la biodiversidad; también se ven afectadas las fuentes de agua, los cultivos del sector y la fauna acuática y la flora de las riveras de los ríos (Guaranda 2011).

Bravo (2007) menciona que, otros de los impactos típicos generados por la industria petrolera en el suelo incluyen, daño o destrucción de la rizosfera y suelo superficial, erosión y pérdida de suelo, debido a la pérdida de vegetación. También se produce la contaminación con compuesto inorgánicos (sulfatos y sales) y orgánicos (especialmente hidrocarburos). La compactación del suelo en la región está relacionada con la construcción de carreteras, vías de acceso, apertura de áreas para tender los oleoductos y líneas de flujo, así como de otra infraestructura petrolera. Este proceso que ocurre en el suelo puede provocar que poblaciones de coleópteros y otra microfauna desaparezca o disminuya. Finalmente, la actividad petrolera en su conjunto produce una pérdida de fertilidad en el suelo, lo que impacta negativamente en las poblaciones humanas asentadas en la zona de influencia y en la biodiversidad en general.

Por lo tanto se puede decir que la explotación petrolera en la región es responsable de la contaminación de bosques, ríos, esteros por el derrame de barriles de crudo y de sustancias tóxicas producto de la explotación petrolera, como los metales pesados provenientes de las aguas de formación (Guaranda 2011).

6.3.3. Deforestación

Según Burgos (1997), define a la deforestación como toda alteración en la estructura de la foresta ocasionada por el hombre en su entorno natural, indica además que las causas de este proceso en la Amazonía ecuatoriana son:

- ✓ Demandas de mercados nacionales e internacionales,
- ✓ Políticas de desarrollo nacional, en especial el rol socio-económico de la región,
- ✓ Construcción de infraestructura, como vías de comunicación,
- ✓ Políticas, programas y proyectos de colonización,
- ✓ Incentivos económicos y políticas crediticias,
- ✓ Patrones de tenencia de la tierra, que determina fuertemente el comportamiento de los pueblos nativos y colonos.
- ✓ Crecimiento de la población, por las altas tasas de fertilidad, aumento de esperanza de vida y altas tasas de migración.

La política gubernamental en el siglo XIX y XX tenía como objetivo la colonización de la Amazonía ecuatoriana. En 1875, el gobierno declaró a los territorios de la Amazonía como “tierras baldías”. En 1963, las autoridades nacionales designaron algunas zonas de la Amazonía como aptas para la colonización agrícola y diseñaron un plan de asentamiento. A inicios de 1964 el crecimiento poblacional en la región es acelerado y heterogéneo, esto puede explicarse por la importancia del sector petrolero y el dinamismo económico que se había generado. A partir de ese año la población creció un 4.3% más que la media nacional que fue 2.1%, este crecimiento se debe a que la región se convirtió en un espacio de producción, determinado por la extracción de petróleo, madera, cultivo de palma africana, té, café y la producción ganadera (Burgos 1997).

En el año 1972, se concluyó la construcción de la carretera Quito - Lago Agrio, está fue la puerta de entrada para los colonos, ya que el gobierno declaró que el desarrollo petrolero permitiría al noreste convertirse en una “zona para la migración y la expansión”, pues, ofrecía parcelas de 50 hectáreas de tierra en la Amazonía y necesitaba que los colonos cortarán la mitad del bosque dentro de cinco años a fin de demostrar un “uso efectivo”. En zonas no petroleras el gobierno inició también la construcción de obras públicas necesarias para la colonización y exigió a las empresas petroleras que construyeran carreteras y puentes (Wasserstrom 2013).

En la década de 1970 y 1980, el gobierno ofrecía subsidios e incentivos fiscales a los productores de aceite de palma y ganaderos más grandes, si abrían tierras en zonas periféricas como la cuenca de la Amazonía (Wasserstrom 2013). En el año 70 la región amazónica también se convirtió en una región económica, productiva y estratégica. Sobre ella se sustentaba el desarrollo social y económico del país, acentuándose el modelo de desarrollo económico extractivista y productivista. Así, en la RAE se incrementa las áreas destinadas a la actividad minera (petróleo y extracción aurífera), forestal, agrícola (cacao, café, palma, ciclo corto) y pecuaria. En el año 80 se ratifica el rol económico de la región de abastecedora de materias primas destinadas al mercado nacional e internacional, aquí se profundiza el modelo económico de corto plazo (Burgos 1997).

Después de este breve análisis, dónde se describe las causas de la deforestación en el oriente, es importante indicar que los procesos de deforestación en la época 1990 y 2000 se concentraron en las

provincias de Sucumbíos y Orellana para la subregión Llanura Amazónica, Zamora en la subregión Vertiente Oriental de los Andes y Esmeraldas en la subregión Costa, con una tasa de deforestación anual de 0.71%, que corresponde a 89 944 ha/año. En cambio en el período 2000 al 2008 este proceso se concentró en la subregión Vertiente Oriental de los Andes y en la subregión Andes del Sur en las provincias de Zamora y Loja, respectivamente y Esmeraldas en la subregión Costa, en este período la tasa de deforestación se redujo a -0,66%, que corresponde a 77 647 ha/año que se convirtieron de bosques naturales a otros tipos de uso. En términos absolutos, la deforestación disminuyó en 12 297 ha/año entre el primer y segundo período (MAE 2012).

Si analizamos la deforestación de las subregiones, encontramos que la tasa de deforestación para el año 2000 a 2008 disminuyó en comparación con el período 1990 a 2000, excepto en la Vertiente Oriental donde aumento en 0.36%. Si comparamos la tasa de deforestación del Oriente con el de la Costa, encontramos que para esta última la tasa de deforestación es mayor, con 25 481 ha/año; luego le sigue la Vertiente Oriental de los Andes, con 21 501 ha/año; y el más bajo valor lo registra los Valles Interandinos con 50 ha/año (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tasa de deforestación y tasa anual de cambio de las seis subregiones, período 1990 – 2000

Región	Período 1990		Período 2000	
	Tasa de deforestación (%)	Deforestación anual promedio (ha/año)	Tasa anual de cambio (%)	Tasa de deforestación (%)
Llanura Amazónica	-0.30	19 968	-0.28	16 430
Vertiente Oriental de los Andes	-0.47	13 009	-0.83	21 601
Vertiente occidental de los Andes	-1.12	11 068	-1.02	9 027
Valles Interandinos	-0.68	1 895	-0.02	50
Costa	-2.49	37 967	-2.19	25 481
Andes del Sur	-1.19	6 237	-1.17	5 158
Ecuador Continental	-0.71	89 944	-0.66	77 647

Fuente: MAE 2012.

6.3.4. Factores climáticos

En la región cuando se retira la cubierta vegetal, el suelo queda expuesto por un largo período de tiempo a lluvias excesivas y repetitivas superiores a los 2 500 mm anuales, provocando los movimientos de masa, posteriormente se produce la erosión que se visualiza con mayor intensidad en zonas colindadas o pendientes (Guaranda 2011, Noni y Trujillo 1986). Burgos (2016) indica que en la provincia de Pastaza se observó mayor escorrentía en suelos que estaban cubiertos por pasto (4.25 mm) y menor escorrentía en suelos que estaban cubiertos por bosque secundario (3.97 mm). Por otra parte en la Amazonía Colombia después de 32 meses de evaluación, encontraron que las mayores pérdidas de suelo ocurrieron en suelo desnudo (54.5 t/ha) y las menores pérdidas ocurrieron en suelos cubiertos con pasto kenia (*Brachiaria ruziziensis*) (1.3 t/ha), Bosque (1.6 t/ha), pasto micay (*Axonopus micay*) (2.3 t/ha) y pasto kudzú tropical (*Pueraria Phaseoloides*) (2.8 t/ha). Es importante indicar que la máxima cobertura se logró con el pasto kenia en terrenos con máximas pendientes, además esta gramínea es consumida por el ganado (Navas 1982).

En el Ecuador se han trazado las principales isólinas de intensidad de precipitación durante 30 minutos con frecuencia mediana y se ha determinado que tienen una orientación norte-sur y, en cuanto a la importancia de su papel erosivo, pueden mencionarse que en las estribaciones orientales de la cordillera se tiene una situación absolutamente simétrica, con una gradiente positiva oeste – este; con valores que varían de 40 mm/h a 70 mm/h, aquí las regiones en peligro son las zonas colonizadas. En la región Amazónica baja

(altitud inferior a 400 m.s.n.m) se caracteriza por una gran homogeneidad en la distribución espacial de las intensidades, que son superiores a los 70 mm/h, estos valores son altos; pero siempre hay que considerar que la pluviosidad anual permanentemente supera a los 2 500 mm (Noni y Trujillo 1986).

6.3.5. Contenido nutricionales de los suelos

Los suelos amazónicos son pobres en nutrientes y poseen un bajo contenido nutricional (Moragas 2008), la mayoría de los suelos de la región corresponde al orden Inceptisoles, estos suelos se caracterizan por poseer una baja fertilidad, alta acidez y toxicidad causadas por el aluminio, deficiencia de fósforo (Pérez 2009), calcio y potasio (Moragas 2008), además de problemas físicos, estructura no definida y alta saturación de humedad, lo que provoca una gran acumulación de materia orgánica de baja calidad (Pérez 2009). Sin embargo, en estos suelos crece una exuberante vegetación, lo que ha llegado a confundir a muchos, porque se asume, que debajo de esta vegetación existen suelos fértiles. Este bajo contenido de nutrientes se debe principalmente a las altas temperaturas y precipitaciones, y a la historia geológica de la región, como la intensa meteorización y lixiviación (Moragas 2008).

Por ejemplo, Pérez en el año 2009 al analizar el factor edafológico, encontró que los suelos de la provincia de Pastaza son infértiles, presentan una alta acidez y toxicidad causada por el aluminio y la deficiencia de fósforo, además de problemas físicos, estructura no definida y alta saturación de humedad. Indica que estos suelos poseen un alto contenido de materia orgánica, pero debido a la gran pluviometría la materia orgánica es pobre en nutrientes. Además el pH en ese sector es de 4.9 a 5.2 y los contenidos de Mg^{2+} son medios (1.80 a 2.10 $Cmol.kg^{-1}$), el contenido de calcio²⁺ es bajo (3.50 a 4.7 $Cmol.kg^{-1}$), el contenido de K^+ es bajo (0.16 a 0.18 $Cmol.kg^{-1}$) y medio (0.23 a 0.27 $Cmol.kg^{-1}$). Burgos (2016) al comparar el contenido de nutrientes en suelos con pasto, cultivo y bosque en la misma provincia encontró que el contenido de fosfato (PO_4) en el suelo de un bosque es mayor (0.48 mg/l) y menor en suelos que están cubiertos por pasto (0.14 mg/l); con el nitrato (NO_3) en suelo sucede lo contrario, existe más cantidad en suelos cubiertos de pasto (28.97 mg/l) y menos contenido en suelos de bosque (20.38 mg/l). Para el calcio y magnesio se encuentra mayores contenidos en suelos cubiertos por cultivos (28.4 y 9.72 mg/l , respectivamente) y menor cantidad en suelos que poseen pastos (9.88 y 0.4 mg/l , respectivamente).

Es importante indicar que la degradación de los suelos en la región se debe a la pérdida de cationes básicos como el Ca, Mg, K y la presencia de catión ácido Al que se encuentra en los suelos que están cubiertos por pasto (Burgos 2016). Además Moragas (2008), manifiesta que los suelos amazónicos tienen muy baja capacidad de retención de los nutrientes, que se originan a partir de la descomposición de la materia orgánica, esto se debe, en parte, a la elevada concentración de aluminio e hidrógeno, que ocupan los espacios en que los nutrientes deberían ser retenidos. Pese a esta poca capacidad del suelo para retener nutrientes, la sobrevivencia del bosque no se ve amenazada, debido a que la vegetación amazónica se ha adaptado a estos suelos que se encuentran altamente meteorizados y lavados, un ejemplo palpable es que la concentración de raíces en la superficie del suelo les ha permitido capturar nutrientes que provienen de la descomposición de la materia orgánica.

6.3. Bibliografía

Andrade, K. 2004. "El papel del ECORAE en la Región Amazónica Ecuatoriana. Un ejemplo de crisis de gobernabilidad democrática en el Ecuador". Tesis de Posgrado. Quito, EC. FLACSO. 273p. Disponible en http://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/10090.Tesis_KAndrade.pdf

Bustamante, T; Espinosa, F; Ruiz, L; Trujillo, J y Uquillas, J.1993. Retos de la Amazonía. 43p. Quito, EC. Abya – Yala Editing. 43p. Disponible en <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/51287.pdf>

Burgos, L. 1997. Causas Estructurales de la deforestación en la Amazonía Ecuatoriana. Ecuador Debate. Quito, EC. 22p. Albazul offset. 22p. Disponible en <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/5197/1/RFLACSO-ED40-13-Burgos.pdf>

Burgos, E. 2016. Determinación de infiltración del suelo en los sectores ganaderos de la Cuenca Alta del río Puyo. Tesis de Pregrado. Puyo, EC. UEA. 87p.

Bravo, E. 2007. Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad. EC. 61p. Disponible en http://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf

Caicedo, W. 2013. Evaluación de Sistemas Silvopastoriles como alternativa para la Sostenibilidad de los Recursos Naturales, en la Estación Experimental Central de la Amazonía, del INIAP. Tesis de Pregrado. Riobamba, EC. ESPOCH. 203p.

Custode, E y Sourdat, M. 1986. Paisajes y suelos de la Amazonía Ecuatoriana. Revista Banco Central del Ecuador. 8 (24a): 325-337. Disponible en http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/26528.pdf

ECORAE (Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico, EC). 2001. Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la Amazonía ecuatoriana. Quito.

Guaranda, W. 2011. Explotación petrolera en el Ecuador. INREDH (Fundación Regional de Asesoría en Derechos Humanos, EC). 14p. Disponible en http://www.inredh.org/index.php?option=com_content&id=288:explotacion-petrolera-en-el-ecuador&Itemid=126

Grijalva, G; Arévalo, V; Wood, C. 2004. Expansión y Trayectorias de la Ganadería en la Amazonía. Editorial Tecnigrava. Quito, EC. 185 p.

Grijalva, J. 2009. "La Agroforestería y Desarrollo de la Ganadería en la Amazonía Ecuatoriana: Problemas, impactos y oportunidades" Reunión conjunta de Redes Producción animal y Sistemas AF&P., Sierra – Bolivia – Programa Nacional de Forestería.

MAE (Ministerio del Ambiente, EC). 2012. Resumen del Parque Nacional Yasuní. 62p. Disponible en <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Yasuni.pdf>

MAE (Ministerio de Ambiente, EC)/Socio Bosque, EC. 2012. 32p. Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental. Quito, EC. 32p. Disponible en <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto%20mapa-parte1.pdf>

Maldonado, F. 2006. Proyecto de Manejo Integrado y Sostenible de Recursos Hídricos Transfronterizos en la cuenca del río Amazonas. Quito, EC. 144p. Informe Final. Disponible en <http://iwlearn.net/iw-projects/2364/reports/amazon-basin-vision/RelatorioFinalFaustoMadonaldoVisaoEcuador.pdf>

Matamoros, A. 2007. Documento sobre Gestión de la Biodiversidad Amazónica en Ecuador. Programa OTCA – BID ATN/OC – 9251 – RG. 63p. Disponible en [http://www.otca.info/biodiversidade/2009/publico/_arquivos/File/Documento%20Ecuador%20\(final\).pdf](http://www.otca.info/biodiversidade/2009/publico/_arquivos/File/Documento%20Ecuador%20(final).pdf)

Amazonía: investigación sobre agricultura y usos de la tierra. (1982, Cali, CO). 1982 Algunas consideraciones sobre la Amazonía Colombiana. Conferencia Internacional. Editada. S Hecht; G Nores; P Sánchez; J Spain; G Toenniessen. Cali, CO. Fundación Rockefeller/GTZ/CIAT/NCSU/ICRAF. 41 – 60p. Disponible en http://passthrough.fw-notify.net/download/124759/http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Digital/CIAT_S471.A39A4E_amazonia_investigacion_sobre_agricultura_y_uso_de_tierras.pdf

Nieto, C y Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA. Joya de los Sachas, EC. 102p. Publicación Miscelánea N° 405.

Noni, G y Trujillo, G. 1986. La Erosión en el Ecuador. CEDIG (Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, EC). 9-11p. Documentos de Investigación N° 6. Disponible en http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers08-01/23658.pdf

Noni, G y Trujillo, G. 2010?. Degradación de los Suelos en el Ecuador. 12p. Disponible en http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/26531.pdf

Moragas, 2008. Suelo Amazónico. Disponible en <http://flor-amazonas.blogspot.com/2008/04/suelo-amaznico.html>

Pérez, 2009. Evaluación Agroproductiva de cuatro sectores de la provincia de Pastaza en la Amazonía Ecuatoriana. Cultivos Tropicales, vol. 30, núm. 1, 5-10pp.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CO) y Patrimonio Natural. 2013. Amazonía Posible y Sostenible. Bogotá, CO. 20p. Disponible en http://www.cepal.org/colombia/noticias/paginas/0/51110/Folleto_Amazonia_Posible_y_Sostenible.pdf

Suquilanda, M. 2008. El Deterioro de los Suelos en el Ecuador y la Producción Agrícola. XI. Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. 11p. Quito, EC.

Viteri, O. 2013. Evaluación de la sostenibilidad de los cultivos de café y cacao en las provincias de Orellana y Sucumbíos: conservación y la explotación. Tesis Doctoral. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental). Quito, EC. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en repositorio.educacionsuperior.gob.ec/.../1/T-SENESCYT-000361.pdf

Vogliano, S. 2009. Ecuador – Extracción petrolera en la Amazonia. FUHEM (Fundación Educación + Eco social, EC). Ficha n° 22. Disponible en http://www.fuhem.es/media/ecosocial/image/culturambiente/fichas/ECUADOR_combustibles_n22.pdf

Wasserstrom, R y Southgate, D. 2013. Deforestación, reforma agraria y desarrollo petrolero en el Ecuador, 1964-1994. Natural Resources, 4,34-44.

Hito 1: Evaluaciones de los segregantes de naranjilla realizadas - Año 2 (Sistematización y análisis de los datos).



Foto 1. Varetas de segregantes seleccionados en vivero.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 2. Pruebas de fecundación de naranjilla.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 3. Plantas de segregantes seleccionados de naranjilla – fuera del cobertizo para pruebas de fecundación.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 4. Plantas de segregantes seleccionados de naranjilla – fuera del cobertizo para pruebas de fecundación en crecimiento.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

Hito 2: Poblaciones de papaya evaluadas - Año 2 (sistematización y análisis de los datos).



Foto 5. Poblaciones de papaya en producción.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 6. Poblaciones de papaya en producción- Visita del Coordinador Nacional del Programa
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

Hito 3: Componentes del sistema agroforestal de naranjilla evaluados (Año 2).



Foto 7. Evaluación de producción y podas en plantas de naranjilla-SAF.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 8. Evaluación de biomasa de flemingia y gliricidia y número de lombrices -naranja-SAF.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 9. Muestreo de suelo después de que se finaliza el primer ciclo – naranja SAF.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.

Hito 5. Artículo científico de selección y compatibilidad de portainjertos para solanáceas silvestres elaborado para revisión.



Foto 11. Tomate de árbol sobre portainjertos de solanáceas silvestres.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 12. Visita del Ing. W Viera al ensayo de tomate de árbol sobre portainjertos de solanáceas silvestres.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 13. Colocación de tutores ensayo de tomate de árbol sobre portainjertos de solanáceas silvestres.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 14. Evaluación exploratoria de tres materiales de maracuyá.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 15. Pruebas de injertación en guanábana.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 16. Pruebas injertas de guanábana listas para salir a campo.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.



Foto 17. Construcción de drenajes en el sitio donde se va a sembrar la guanábana.
Fuente: Programa Fruticultura, 2016.