Autores:

David Monterroso Salvatierra

José Manuel Portillo Sandoval Gesly Anibal Bonilla Landaverry

David Mauricio Guzmán Mejía Juan Alberto Herrera Ardón Wendy SuzetteCóbar Sáenz

Michelle Sanabria Oliva

Hernán Guerra Sandoval



Aportes Científico-Tecnológicos en Sistemas de Producción Agrícola y Recursos Naturales Renovables, Gestión Ambiental Local e Ingeniería en Industrias Agrícolas y Forestales

CONTENIDO

- Método integrado para estimar la dimensión de las Plagas en el sistema café David Monterroso Salvatierra
- Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule Hevea brasiliensis, Finca San José El Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez José Manuel Portillo Sandoval Gesly Anibal Bonilla Landaverry
- Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula

David Mauricio Guzmán Mejía Juan Alberto Herrera Ardón Wendy Suzette Cóbar Sáenz

- Resúmenes de Tesis de Grado
- Resúmenes de Tesis de Postgrado
- Instrucciones para autores y Lista de chequeo para que el artículo pueda ser admitido para su evaluación por el Consejo Editorial

Publicación indexada en:



Volumen 38, Número 1 Enero-Junio 2020

ISSN 2221-5964

Revista científica de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala

Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule Hevea brasiliensis, Finca San José El Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez



Método integrado para estimar la dimensión de las plagas en el sistema café

Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula







Revista Tikalia Volumen 38, Número 1-2020 (enero-junio) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene los artículos siguientes:

Método integrado para estimar la dimensión de las plagas en el sistema café, de David Monterroso Salvatierra Se estudió la relación incidencia/severidad de plagas y enfermedades (roya (Hemileiavastatrix B. & Br.), mancha de hierro (Cercosporacoffeicola), antracnosis (Colletotridnumspp.), broca (Hypothenemu shampei Ferrari) y minador (Leucopteracoffeella Guérin-Méneville).), se comprobé que la distribución es por contagio continuo se estableció inicialmente un tamaño mínimo de sitios y de conglomerados, se determinó el diseño de muestreo. El proyecto CATIE/MIP-Agroforestería NORAD-Nicaragua, decidió avalar el método integrado de cuantificación de las principales plagas del sistema café, por simple, práctico y eficiente en uso de tiempo; por lo tanto, es recomendable para la implementación de procesos de capacitación-investigación-acción, también se considera una buena herramienta para experimentación

Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule Hevea brasiliensis, Finca San José El Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez, de José Manuel Portillo Sandoval y Gesly Anibal Bonilla Landaverry. Con el clon RRIM 600 se evaluaron 4 concentraciones de Etefón, en un diseño de bloques al azar, con 4 tratamientos (Etefón al 10, 7.5, 5 y 2.5 % aplicando 1 cm3/árbol) y 5 repeticiones, en un sistema de explotación de pica inversa. La unidad experimental fueron 25 árboles. La pica fue ascendente, en un cuarto de espiral, cada 4 días por 8 meses, se registró la producción de 42 picas. La dosis de 5 % fue la mejor en rendimiento, 2,588 kilos de hule seco por hectárea, y la mejor relación beneficio/costo. por cada Q.1.00 recuperó Q.1.67.

Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula, de David Mauricio Guzmán Mejía, Juan Alberto Herrera Ardón v Wendy Suzette Cóbar Sáenz Enfocado a evaluar el uso de materiales nativos como sustratos en un sistema hidropónico artesanal para la producción de tomate, chile pimiento, lechuga y pepino. Utilizando arena de río, rocas sedimentarias, restos de cosecha de maíz y restos de madera de construcción.



APORTES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES, GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL E INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

La Revista Tikalia es el órgano oficial de divulgación científica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Su propósito es contribuir al desarrollo de las Ciencias Agrícolas mediante la publicación de artículos científicos y técnicos que reflejan los resultados de las investigaciones que realizan profesores y estudiantes de la Facultad; así como la publicación de artículos teóricos elaborados por científicos y técnicos de otras universidades e instituciones de investigación agrícola que se adecúen a las necesidades del desarrollo académico de la Facultad.

Los autores son responsables del contenido de sus artículos.

¿Por qué el nombre **tikalia**?

El nombre de esta revista dedicada a la ciencia y la tecnología agrícola se debe a que Tikal fue un centro clásico de la antigua cultura maya, establecida otrora sobre una base constituida por la producción agrícola.

Las evidencias obtenidas por diversos mayistas muestran que en los asentamientos iniciales de aquel pueblo, las tierras bajas de lo que ahora es Petén, se desarrollaron sistemas de producción agrícola basados en el maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), piloy (*Phaseolus coccineus*), y otras especies cultivadas y forestales.

Se ha estimado que en el período clásico, Tikal llegó a tener una población de 50 mil a 70 mil habitantes, dentro de un radio de seis kilómetros al derredor de la ciudad, o sea una área aproximada de 120 kms². Una densidad poblacional de tal magnitud requería sustentarse en sistemas de producción agrícola sumamente intensivos, los cuales incluyeron una infraestructura especializada, constituida por terrazas, riego y drenajes. Como consecuencia de lo anterior, se dice que la agricultura y el manejo de los Recursos Naturales Renovables de aquella zona alcanzaron un alto grado de desarrollo.

Por haber sido Tikal un sitio histórico-geográfico privilegiado durante el florecimiento Maya, y por estar actualmente la Facultad de Agronomía orientada al estudio y manejo de los Sistemas de Producción Agrícola y de los Recursos Naturales Renovables, Gestión Ambiental Local e Ingeniería en Industrias Agrícolas y Forestales —actividades primigeniamente conocidas por los mayas— es que esta revista, dedicada a difundir la ciencia y la tecnología, ha sido denominada con el nombre de Tikalia.



Revista científica de la Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala



Volumen 38, Número 1



Guatemala, Enero - Junio 2020



Revista científica de la Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala

Junta Directiva de la FAUSAC 2020

Decano

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes

Secretario Académico

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Vocal I

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

Vocal II

Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez

Vocal III

Ing. Agr. Jorge Mario Cabrera Madrid

Vocal IV

P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez

Vocal V

Br. Sergio Wladimir González Paz

Consejo Editorial

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes (Presidente)
Licda. Michelle Sanabria (Secretaria)
Dr. Hugo Cardona Castillo
Ing. Agr. Carlos López Búcaro
Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz
Br. Marco Yordano Hernández



Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala Edificio T-9, Nivel 3,
Salón 3-18, Cuidad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala 01012, Apartado Postal 1545
Teléfono y Whats App +(502) 54767223
Correo electrónico: tikalia@fausac.gt

Editora:

Michelle Sanabria Oliva

Agradecimiento a las Traductoras:

Traductora Jurada Alessandra García Pontaza Traductora e Intérprete Jurado Licda. Carla María Archila León

PRESENTACIÓN

Revista Tikalia Volumen 38, Número 1-2020, (enero-junio) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene los artículos siguientes:

Método integrado para estimar la dimensión de las plagas en el sistema café, de David Monterroso Salvatierra. Se estudió la relación incidencia/ severidad de plagas y enfermedades (roya (Hemileiavastatrix B. & Br.), mancha de hierro (Cercosporacoffeicola), antracnosis (Colletotrichums pp.), broca (Hypothenemushampei Ferrari) y minador (Leucopteracoffeella Guérin-Méneville).), se comprobó que la distribución es por contagio continuo, se estableció inicialmente un tamaño mínimo de sitios y de conglomerados; se determinó el diseño de muestreo. El proyecto CATIE/ MIP-Agroforestería NORAD-Nicaragua, decidió avalar el método integrado de cuantificación de las principales plagas del sistema café, por simple, práctico y eficiente en uso de tiempo; por lo tanto, es recomendable para la implementación de procesos de capacitación-investigaciónacción; también se considera una buena herramienta para experimentación.

Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José El Bosque, grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez, de José Manuel Portillo Sandoval y Gesly Aníbal Bonilla Landaverry. Con el clon RRIM 600 se evaluaron 4 concentraciones de Etefón, en un diseño de bloques al azar, con 4 tratamientos (Etefón al 10, 7.5, 5 y 2.5 % aplicando 1 cm³/árbol) y 5 repeticiones, en un sistema de explotación de pica inversa. La unidad experimental fueron 25 árboles. La pica fue ascendente, en un cuarto de espiral, cada 4 días por 8 meses, se registró la producción de 42 picas. La dosis de 5 % fue la mejor en rendimiento, 2,588 kilos de hule seco por hectárea, y la mejor relación beneficio/costo, por cada Q.1.00 recuperó Q.1.67.

Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula, de David Mauricio Guzmán Mejía, Juan Alberto Herrera Ardón y Wendy Suzette Cóbar Sáenz. Enfocado a evaluar el uso de materiales nativos como sustratos en un sistema hidropónico artesanal para la producción de tomate, chile pimiento, lechuga y pepino. Utilizando arena de río, rocas sedimentarias, restos de cosecha de maíz y restos de madera de construcción.

CONTENIDO

1	Método integrado para estimar la dimensión de las plagas en el sistema café
	David Monterroso Salvatierra
21	Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule <i>Hevea brasiliensis</i> , Finca San José El Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez
	José Manuel Portillo Sandoval
	Gesly Aníbal Bonilla Landaverry
35	Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula
	David Mauricio Guzmán Mejía
	Juan Alberto Herrera Ardón
	Wendy Suzette Cóbar Sáenz
53	Resúmenes de Tesis de Grado
65	Resúmenes de Tesis de Postgrado
85	Instrucciones para autores y Lista de chequeo para que el artículo pueda ser admitido para su evaluación por el Consejo Editorial



Método integrado para estimar la dimensión de las plagas en el sistema café

David Monterroso Salvatierra¹

Recibido el 08 de octubre de 2019. Aprobado el 16 de junio de 2020.

Doctor en Ciencias, Ingeniero Agrónomo, Profesor Titular Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. (502) 5172-0274, davidmonsal@yahoo.com.mx.

RESUMEN

El trabajo se inició en un lote de 50 surcos de 50 m cada uno. En cada lote se seleccionaron al azar 5 surcos y de ellos se tomaron 5 plantas, la primera de ellas seleccionada al azar en el surco respectivo, para un total de 25 plantas. En cada planta se seleccionaron arbitrariamente 6 bandolas distribuidas en los tres estratos de la planta: bajo, medio y alto. Para tener los datos se contó el total de hojas por bandola, luego se contaron las hojas con cada una de las plagas, se contaron los frutos sanos y los brocados o enfermos. Se tomaron datos de afecciones causadas por patógenos como roya (Hemileiavastatrix B. & Br.), mancha de hierro (Cercosporacoffeicola), antracnosis (Colletotrichums pp.) y, las causadas por insectos como Broca (Hypothenemushampei Ferrari) y minador (Leucopteracoffeella Guérin-Méneville). Se estudió la relación incidencia/severidad y se determinó que es suficiente leer incidencia. Se comprobó que la distribución de los patógenos es por contagio continuo, se estableció inicialmente un tamaño mínimo de sitios (5) y de conglomerados (3). En los años subsiguientes, con la participación en la investigación de productores y técnicos, se llegó al siguiente diseño de muestreo: se eligen arbitrariamente 5 sitios de acuerdo al conocimiento del encargado del plantío. En cada sitio se seleccionan 5 plantas seguidas; se deja un surco por medio, en el siguiente se toman otras 5 plantas para tener los dos conglomerados por sitio; en la primera planta, se cuentan las plagas en una bandola ubicada entre el medio y la copa, en la segunda planta la bandola entre el medio y la más baja, así hasta contar las plagas en cada bandola seleccionada en las 5 plantas del primer conglomerado; se pasa al segundo conglomerado y en la planta 6 se cuantifica la bandola entre el medio y la más baja, en la planta 7 la bandola entre el medio y la copa, así hasta llegar a la planta 10, en la cual tocaría contar la bandola entre el medio y la más baja. En la lectura inicial se marcan las bandolas de conteo; así, cuantificar las plagas en las mismas bandolas durante todo el ciclo. Luego de dos ciclos de producción, el proyecto CATIE/MIP-Agroforestería NORAD-Nicaragua, decidió evaluar, en definitiva, el método integrado de cuantificación de las principales plagas del sistema café: Los resultados del experimento permiten afirmar: que el método es simple, práctico y eficiente en uso de tiempo; por lo tanto, es recomendable para la implementación de procesos de capacitación-investigación-acción; también se considera una buena herramienta para experimentación.

Palabras clave: Café; *Coffea*; Roya del café; *Hemileiavastatrix*; *Cercosporaco-ffeicola*; *Colletotrichum*; Broca del café; *Hypothenemushampei*; Minador; *Leu-copteracoffeella*; Incidencia; Patogenicidad; Metodología.

Tikalia 38(1): 1-20, Enero-Junio 2020

This investigation began in a batch of 50 rows of 50 m each. In each batch, 5 rows were randomly selected and in each of these a cluster of 5 plants, the first of which was randomly selected in the respective row, for a total of 25 plants. In each plant, 6 branches were arbitrarily selected distributed in the three strata of the plant: low, medium and high. To have the data, the total number of leaves per branch was counted, then the leaves with each of the pests were counted, the healthy fruits and the brocaded or diseased ones were counted. Data were collected on pests produced by pathogens such as rust (Hemileiavastatrix B. & Br.), Iron stain (Cercosporacoffeicola), anthracnose (Colletotrichum spp.) And those caused by insects such as Broca (Hypothenemushampei Ferrari) and miner (LeucopteracoffeellaGuérin-Méneville). The incidence / severity relationship was studied and it was determined that reading incidence is sufficient. It was found that the distribution of pathogens is by continuous contagion and a minimum size of sites (5) and clusters (3) was initially established. In subsequent years, with the participation of producers and technicians in the research, the following sampling design was reached: 5 sites were arbitrarily chosen according to the knowledgeable about the plantation. In each site 5 plants are selected in a row; a row is left in the middle and, in the next, another 5 plants are taken to have the two clusters per site; on the first plant, the pests are counted in a branch located between the middle and the crown, on the second plant the branch between the middle and the lowest, so on until the pests in each branch selected in the 5 plants of the first cluster are counted; You go to the second cluster and on the 6th floor the branch between the middle and the lowest is quantified, on the 7th floor the branch between the middle and the crown, so on until reaching the 10th floor, where it would be necessary to count the branch between the middle and the lowest. At the initial reading the counting branches are marked; thus, quantify the pests in the same branches throughout the cycle. After two production cycles, the CATIE / MIP-Agroforestry NORAD-Nicaragua project decided to experimentally evaluate the integrated method of quantification of the main pests of the coffee system. The results of the experiment allow us to affirm: that the method is simple, practical, efficient in use of time and; therefore, recommended for the implementation of training-action-research processes; in addition, it is considered a good tool for experimentation.

Key Words: Coffee; Coffea; Coffee rust; Hemileiavastatrix; Cercosporacoffeicola; Colletotrichum; Coffee drill bit; Hypothenemushampei; Minelayer; Leucopteracoffeella; Incidence; Pathogenicity; Methodology.

1. INTRODUCCIÓN

En los años 1990 al 2003 se desarrolló en Nicaragua un proceso de capacitación-investigación-acción- (De 1990 a 1994 Proyecto Catie-Inta/MIP y de 1995 al 2003 Proyecto CatieMip-Agroforestería). Este proceso se inició motivados por la pre-ocupación de los productores con la aparición de nuevas plagas y el incremento de algunas ya existentes en los sistemas de producción agrícola, entre ellos, el sistema café. Para el efecto, se tomaron en cuenta dos componentes en función del espacio y el tiempo: la altura del sitio y la tecnología aplicada por el productor. Estos argumentos permitieron ubicar los sitios para obtención de información, en las regiones IV y VI de Nicaragua a partir del ciclo de producción 1991-1992; en estos sitios, se tomaron datos de las afecciones causadas por patógenos como roya (Hemileiavastatrix B.& Br.), mancha de hierro (Cercosporacoffeicola), antracnosis (Colletotrichums pp.), las causadas por insectos como broca (Hypothenemushampei Ferrari) y minador (Leucopteracoffeella Guérin-Méneville).

El plan estratégico se planteó en cuatro fases para el desarrollo del proceso:

- a) Establecimiento de un método integrado de cuantificación para las plagas más importantes en el sistema café de Nicaragua;
- Epidemiología-diagnóstico, para obtener información básica sobre los síntomas que desarrollan las plagas en café y sus comportamientos en espacio y tiempo;
- Epidemiología-pérdidas, para convencer a los productores de cuán importante es evaluar las plagas previo a tomar decisión de cómo controlarlas;
- d) Epidemiología-manejo para evaluar programas integrados, amigables al ambiente y a la economía de la familia productora, que permitiesen bajar a niveles aceptables los efectos de las plagas.

El plan operativo de la primera fase se desarrolló en tres etapas de efecto complementario:

- (a) Propuesta, evaluación y establecimiento del primer método integrado de cuantificación para las plagas más importantes del café, que fuese suficientemente sencillo y comprensible para ser ejecutado por técnicos y productores (1991-1993);
- (b) Aplicación del método integrado inicial comparándolo con los métodos unívocos de cuantificación; en términos de, eficacia, practicidad y tiempo requerido. Con el propósito de simplificar al máximo el método integral en términos de coeficiente de variación y tiempo requerido (1994-1997);
- (c) Ejecución del experimento "Recuento Integral de Plagas en el Sistema Café" para confirmar eficacia, practicidad y economía de tiempo, del método de cuantificación (Monterroso, Mendoza† y Monterrey, 2001).

2. Propuesta, evaluación y establecimiento del método integrado de cuantificación de plagas del café (1991-1993).

2.1. Selección y organización de las áreas de muestreo.

Se escogieron tres fincas en diferentes regímenes climáticos altitudinales (Cuadro 1), similares en cuanto a variedad, edad, densidad de siembra y en donde, según los operarios del sistema, ocurrían las plagas en estudio.

Cuadro 1. Ubicación y regímenes climáticos de las fincas seleccionadas.

Región	Departamento	Finca	Altura (m.s.n.m.)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
VI	Matagalpa	Pintada	1050	923.6	22	79
V I	Matagalpa	Laguna	850	1133.8	23	78
IV	Masaya	Asilo	650	1165	24	85

Fuente: Mendoza, Monterroso y Gutiérrez. (1995a).

2.2. Métodos convencionales (unívocos) de cuantificación.

1.1.1. Broca.

En el plantío se ubican 20 sitios bien distribuidos en el campo, en cada uno de ellos, se ubican 5 plantas, en cada planta se examinan 20 frutos de la parte media y se cuentan aquellos que están o no perforados. De tal manera se observan 100 frutos por sitio y 2000 por plantío. El porcentaje (%) de frutos brocados se calcula: %brocados= (frutos brocados/2000)*100 (Guharay, Monterrey y Barrios 1994).

Importante: Se tachó de sesgo, el impacto al ojo de la persona cuantificadora, provocado por las bandolas con frutos brocados al momento de la selección.

1.1.2. Enfermedades.

Múltiples metodologías eran usadas en la última década del pasado siglo, para cuantificar los patógenos foliares del café, el ejemplo que resume la más usada, es la utilizada por Barquero (2013), aun practicada para cuantificar la roya y que, con propósitos de la investigación, se extendió para mancha de hierro y antracnosis: seleccionar al "azar" (Arbitrariamente) 50 plantas de café por hectárea, procurando la mayor distribución posible de las plantas en el lote o finca. En cada planta se debe escoger una bandola de la parte media y contar: el total de hojas, la cantidad de hojas con enfermedad (cualquier hoja que tenga al menos una lesión de roya). Para calcular la cantidad de roya en términos de incidencia, se debe dividir la cantidad de hojas enfermas en la bandola, entre la cantidad total de hojas de la bandola y el resultado multiplicarlo por 100 (Barquero 2013).

La actualidad de lo anterior, se confirma con lo expuesto en la Primera Cumbre Internacional de la roya (WCR – Promecafe, 2013): hay muchos métodos empíricos buenos que varían de país en país, metodologías más estructuradas que se utilizan y se divulgan por técnicos. En general, los técnicos recomiendan al productor hacer un muestreo básico de 100 hojas y determinar cuántas tienen al menos una lesión de roya y, se saca el porcentaje de la incidencia: hojas con roya/100.

Tikalia 38(1): 1-20, Enero-Junio 2020

En el método desarrollado por el área de fitopatología del proyecto para cuantificar de forma integral las enfermedades foliares, minas de gusano y frutos brocados fue el siguiente: Inicialmente, para definir el tamaño de la muestra, se consideró desconocimiento total del estimador (incidencia y/o severidad), se admitió distribución binomial con máxima varianza, el resultado fue de 25 plantas para distribuirlas en una manzana de café. En cada finca se seleccionó un lote con 50 surcos de 50 m cada uno [34 plantas de café (±2) por surco]. En cada lote se seleccionaron al azar 5 surcos y en cada uno de estos un conglomerado de 5 plantas, la primera de ellas seleccionada al azar en el surco respectivo, para un total de 25 plantas en el lote de muestreo. En cada planta se seleccionaron arbitrariamente 6 bandolas distribuidas en los tres estratos de la planta (2 por estrato: bajo, medio y alto), se consideró un comportamiento diferenciado de las plagas en estos estratos (Somarriba 1992, Vásquez 1992). Finalmente, en cada bandola se contó y anotó la presencia de cada plaga. Para tener el dato se contaron todas las hojas de la bandola, luego se contaron las hojas con cada plaga y se contaron los frutos sanos y los brocados o enfermos. Para estimar la proporción plaga/hospedero se realizó la operación: Número de hojas con la plaga/total de hojas por bandola; y para la broca: Frutos brocados/total de frutos. El total de bandolas muestreadas en cada finca fue de 150.

Esta primera etapa tuvo una duración de 40 semanas (10-05-1991 a 06-02-1992): los datos permitieron escudriñar la relación incidencia/severidad, el tipo de distribución de los patógenos en el campo y determinar el tamaño mínimo de sitios y conglomerados.

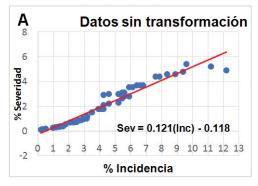
1.3. Estudio de la relación incidencia/severidad (Mendoza, Monterroso y Gutiérrez, 1995b).

La incidencia se definió como el número de hojas afectadas por la plaga en la bandola y en el caso de la severidad como la proporción de área foliar afectada por la enfermedad estimada visualmente; ambas expresadas en porcentajes para su análisis. También se recabó información concerniente al nivel tecnológico, las prácticas agrícolas y las características físicas de los lotes en cada finca.

Promedios semanales de los datos de las variables incidencia y severidad, obtenidos por conteo y estimación visual, se transformaron mediante Ln(x), "x, Logit(x) y arcoseno(x) para estimar la correlación de estas variables. Para el análisis de regresión se utilizó la transformación de la proporción con la más alta correlación de la incidencia sobre la severidad.

Se realizó una estimación de intervalos de los coeficientes de regresión para establecer comparaciones entre ellos. Se consideraron iguales aquellos coeficientes cuyos intervalos traslaparon. Se correlacionaron los datos al inicio, al medio y al final de la epidemia para verificar si había consistencia a lo largo de estos períodos. Los resultados mostraron una alta correlación al inicio y al final de las epidemias, disminuyendo en las fases intermedias; sin embargo, la correlación fue consistente en todas las epidemias estudiadas.

Se determinó de manera contundente qué, para las enfermedades roya, mancha de hierro y antracnosis, es suficiente medir la incidencia; principalmente para la roya, enfermedad que presentó la más estrecha relación entre las tendencias de incidencia y severidad (ver la dispersión de los puntos alrededor de la línea de regresión en la Figuras 1A, en comparación con las 1B y 1C.).



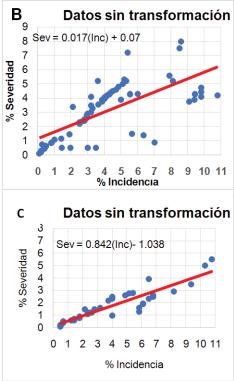


Figura 1. Relación entre incidencia y severidad de tres enfermedades foliares del café: Roya (A), mancha Fuente: Mendoza†, Monterroso y Gutiérrez (1995b). de hierro (B) y, Antracnosis (C)

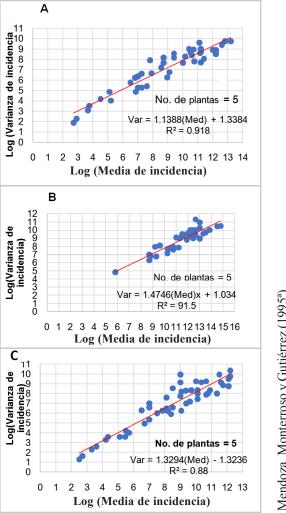
3. Distribución de los patógenos en el sistema café y determinación del tamaño mínimo de sitios y conglomerados (Mendoza, Monterroso y Gutiérrez, 1995a).

3.1. Distribución de los patógenos en el sistema café.

La distribución espacial es la principal característica ecológica de las especies, su estudio es complejo, porque en poblaciones restringidas (muestras), se altera la distribución natural. En la práctica, las distribuciones de frecuencia siguen un patrón desconocido y erráticamente afectado por factores físicos y biológicos del entorno ambiental: luz, humedad, suelo, temperatura y otros, así como, la presencia de parásitos, depredadores o simbiontes, provocan reacciones diversas en los hospedantes (plantas).

Lo que puede ser estimado en programas de muestreo se da, primordialmente, mediante la media y la varianza; ajustadas estas por varios procedimientos producen índices de agregación que sirven como apoyo conceptual en la interpretación de los datos y su posible aplicación para el manejo de las poblaciones estudiadas (Taylor 1984). En nuestro caso y mediante los coeficientes empíricos de regresión derivados de las tendencias de los datos obtenidos en los muestreos, al relacionar la media con la varianza se demostró que, consistentemente, para roya, mancha de hierro y antracnosis la varianza es mayor que la media, lo cual coincide con la distribución de agregados crecientes. Este argumento de agregación se respalda más fuertemente cuando se comprueba que para las tres enfermedades el coeficiente de regresión (b) es mayor que 1 (b>1) (Figura 2).

Figura 2. Relación del logaritmo de la varianza con el logaritmo de la media para la incidencia de la roya (A), mancha de hierro (B) y antracnosis (C) del café a partir de muestreo por conglomerados.



3.2. Determinación del tamaño mínimo de sitios y conglomerados.

Con el supuesto que la distribución de las enfermedades se da principalmente por contagio continuo (agregación), como fue demostrado en el ítem anterior; se analizó el tamaño de la muestra conforme la ley ponderada de Taylor (1984); se evidenciaron cambios en la agregación de la enfermedad de acuerdo a las variaciones de la densidad poblacional; se establece también, que la varianza de la muestra se modifica con la variación de la media y, de acuerdo con Campbell (1990), el coeficiente de variación (CV) está inversamente relacionado con el tamaño de la muestra (n). Base sobre la cual, se determinó con 30 % de CV que el número mínimo de sitios es de 5 y el de plantas por sitio es de 3.

En vista que el depósito del inóculo primario es naturalmente aleatorio en el campo, está influenciado por factores externos a la planta y, el inóculo secundario (dispersión de la plaga), depende principalmente de la distancia del tejido susceptible; se puede suponer una eficiencia intermedia al recomendar mantener el mismo número de sitios y bajar de 5 a 3 el número de plantas o conglomerado, con el propósito de equilibrar lo aleatorio de la infección primaria con el efecto de contagio de la infección secundaria.

4. Aplicación y perfección del método integral, comparado con los métodos individuales de cuantificación en término la su eficacia, practicidad y tiempo requerido. Con el propósito de simplificar al máximo el método integral en términos de coeficiente de variación y tiempo requerido (1994-1997).

El método integrado descrito anteriormente, se modificó al primer año de su aplicación a petición de los usuarios (técnicos y productores), con la indicación de que ellos preferían contar las 5 plantas, pero disminuir el número de bandolas, para hacerlo así más simple y bajar el tiempo de ejecución en cada planta. La decisión del cambio a cada paso de la investigación-acción, dio ganancia o pérdida en CV de cada paso realizado.

Así el método integral simplificado, aumentó el número de plantas en el sitio de 3 a 5, en el primer ciclo y se obviaron las bandolas del medio (1994-95); en el segundo ciclo (1995-96), no se tomó en cuenta la bandola de abajo en la planta 1, la de arriba

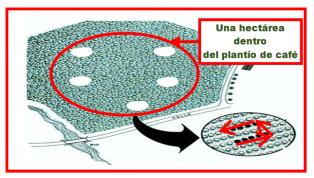
en la 2, la de abajo en la 3, la de arriba en la 4 y finalmente en este conglomerado, la de abajo en la 5.

De suerte que el método adoptado por técnicos y productores participantes del proyecto (Monterroso, Mendoza y Monterrey, 1996) y confirmado en 1997-98, 1998-99 quedó:

4.1. Primero.

Se elijen 5 sitios de acuerdo al conocimiento que tenga el encargado del plantío (Figura 3);

Figura 3. Selección de los sitios dentro el plantío y de las plantas a muestrear dentro del sitio.



Fuente: Monterroso, Mendoza[†] y Monterrey (2001).

4.2. Segundo.

En el sitio se elige un conglomerado de 5 plantas seguidas, se deja un surco por medio y, se toman en el siguiente, otro conglomerado de 5 plantas. En la primera planta se cuentan las plagas en una bandola ubicada entre el medio y la copa, la siguiente bandola entre la bandola más baja y la intermedia en la planta, así hasta contar las plagas en cada bandola seleccionada del primer conglomerado de 5 plantas (Figura 4), se pasa al otro conglomerado y en la planta 6 se cuantifica la bandola de abajo, en la 7 la de arriba, así hasta llegar a la planta 10, en la cual se debe contar la bandola de abajo. Se recomienda en la primera lectura marcar cada bandola de conteo; para consecuentemente, cuantificar las mismas bandolas durante todo el ciclo de producción.

Figura 4. Alternancia en la selección de bandolas para cuantificar incidencia de plagas del sistema café.



Fuente: Monterroso, Mendoza[†] y Monterrey (2001).

Para experimentos en donde se individualizan parcelas para aplicar tratamientos se recomienda, dada la experiencia del proyecto, ubicar los dos conglomerados al centro de la unidad experimental, la cual debe estar conformada de 6 surcos de 9 plantas cada uno y, para la cuantificación proceder como lo indicado. La hoja formato para anotar los datos se presenta en el anexo 1.

El proceso de investigación-capacitación participativa con productores se desarrolló sobre la base de momentos críticos para el cultivo (capacitación por etapa fenológica) y basándose en las plagas/problemas priorizadas en cada momento definido. Durante los encuentros participativos de capacitación-acción con grupos de personas productoras en el campo: los y las participantes identificaron problemas, reforzaron sus conocimientos y desarrollaron sus habilidades para observar el cultivo y sus plagas, por medio de esta sencilla metodología. Mejoraron su capacidad en tomar datos, lo cual se facilitó al hacer prácticas de "recuento integral" en la finca de una de las familias de cada grupo. Con los datos tomados, el análisis y discusión de los mismos, los grupos lograron tomar las decisiones más adecuadas en cada momento fenológico del café (Staver, 2000).

Durante las reuniones, en las "parcelas escuela" (lote de café en donde se desarrolló la evaluación de las actividades decididas en el proceso de capacitación-acción), se discutieron los datos y se analizaron las respuestas del sistema, en cuanto a eficacia, eficiencia y practicidad de las opciones probadas. Al final de cada encuentro los grupos acordaban las acciones a realizar en el siguiente período y el cumplimiento de estos acuerdos se revisaban en el subsiguiente encuentro. Al final del ciclo el grupo evaluó su cosecha, el desarrollo y los aprendizajes durante el proceso de implementación supervisada y participativa del MIP. Los equipos de facilitadores realizaron, estudios formales y sesiones de reflexión con grupos de trabajo para evaluar los avances y dificultades en el desarrollo del proceso (Staver, 2000).

Cada persona ejecutora del proceso de capacitación-acción completó, al final del ciclo 1997-1998, un cuaderno de autoevaluación, estos cuadernos permitieron sistematizar resultados satisfactorios: más de 50% indicó que podría identificar 3-5 plagas entre broca, minador, cochinilla, roya, mancha de hierro, antracnosis en hoja y bandola, derrite, marchitez lenta, mal de talluelo, nemátodos y bejucos; más de 50% de las y los participantes cuantifican sus problemas fitosanitarios con el método de recuento integral en sus fincas. Cerca de la tercera parte está usando técnicas culturales como poda sanitaria, pepena y desmalezado selectivo para mejorar sus plantíos (Staver, 2000).

Cuadro 2. Alcance de las actividades de capacitación del Programa CATIE MIP/ AF-café nicaragüense en 1999.

Región	Familias	Grupos	Extensionistas	Especialistas	Instituciones
Segovias	533	28	22 (3*)	4 (1*)	11
Jinotega	564	26	18 (2*)	3 (1*)	11
Pacífico Sur	414	21	18 (1*)	4 (2*)	8
Matagalpa	409	19	14 (3*)	3 (2*)	10
Boaco- Chontales	314	15	17 (2*)	1	7
Total	2234 (15 %*)	109	89 (12 %*)	5 (40 %*)	44

*Mujeres

Fuente: Staver, (2000).

5. Confirmación de la eficacia, eficiencia, practicidad y ahorro en tiempo del método de recuento integral de plagas en el sistema café 1998-1999, 1999-2000) (Monterroso, Mendoza†y Monterrey, 2001).

Luego de dos ciclos de producción y, dada la incredulidad y resistencia de varios técnicos a la aplicación del método; con el argumento de inexactitud; el proyecto CATIE/MIP-Agroforestería NORAD-Nicaragua decidió evaluar participativamente, el método integrado de cuantificación de las principales plagas del sistema café, el insecto que perfora el fruto (broca) y los patógenos que causan enfermedades foliares; roya, mancha de hierro, antracnosis. Se comparó el método integral con las metodologías convencionales (Unívocas); es decir, un conteo por cada plaga. El experimento se desarrolló con la participación de técnicos del proyecto y la participación de algunos técnicos de instituciones nacionales.

Los resultados del experimento indicaron que el método integrado propicia variabilidad (mayor dispersión de los datos en términos de CV); sin embargo, al realizar el análisis de varianza para todas las variables de enfermedad estudiadas, estas no manifestaron diferencias, excepción del caso broca, el cual resultó con diferencias estadísticamente significativas.

La cuantificación de la broca por el método integral manifestó menores promedios que el método convencional; según nuestro criterio, se puede advertir la diferencia como el sesgo en la selección de los frutos brocados al dirigirse a primera vista, directamente ala bandola que presenta un fruto brocado; lo cual niega selección al azar; más bien, se incorpora el fruto brocado con probabilidad 1; se considera el número de frutos brocados sobreestimado. El método de recuento integral, elimina el sesgo asociado a la selección realizada por el operario dirigida directamente a bandolas con frutos brocados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación estadística de los métodos de cuantificación.

Dlaga	Método individual	Método integrado	Desviación				
Plaga	Media	Media	Diferencia				
	Mcdia	TVICUIA	Significativa				
Roya	14.29	12.39	1.90	NS			
Mancha de hierro	2.04	1.63	0.41	NS			
Antraenosis	2.45	2.6	0.15	NS			
Broca	7.75	3.51	4.24	**			

NS: no significativo, ** Altamente significativo.

Fuente: Monterroso, Mendoza[†] y Monterrey (2001).

En cuanto al tiempo que se requiere para ejecutar la cuantificación, se requieren de 210 minutos para contar las plagas individualmente; mientras que, con el método integral se requieren sólo 68 minutos para estimar la cantidad de las plagas presentes en una hectárea. En general se ahorrará un 68 % del tiempo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación del uso del tiempo en los métodos de cuantificación

Dlaga	Individual	Integral	Cálculo propo	orcional				
Plaga	Minutos	Minutos	Diferencia	% ahorro				
Enfermedades	64	21	43	67.18				
Broca	135	43	92	68.15				
Minador	11	4	7	63.63				
Total	210	68	142	67.62				

Fuente: Monterroso, Mendoza† y Monterrey (2001).

En conclusión, los resultados encontrados en este ensayo participativo, nos permiten afirmar que: el método integrado de cuantificación de plagas del café es simple, práctico, eficiente en uso del tiempo y, por lo tanto, recomendable para implementar procesos de capacitación-investigación-acción; además, se considera una buena herramienta para la experimentación.

REFERENCIAS

- Barquero-Miranda, M. 2013. Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto. 3 ed. San José, Costa Rica, ICAFE. 63 p.
- Campbell, CL; Madden, LV. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. New York, John Wiley. 532 p.
- Guharay, F; Monterrey, J; Barrios, M. 1994. Apuntes sobre manejo integrado de la broca del café. Nicaragua, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). 31 p. (Cuaderno de trabajo Proyecto CATIE-INTA/MIP (NORAD-ASDI)).
- Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, C. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Nicaragua, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). 258 p. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 44).
- Mendoza R.[†], D. Monterroso y Y. Gutiérrez. 1995a. Tamaño y arreglo de la muestra para estudios epidemiológicos de las principales enfermedades foliares del café (*Coffeaarabica* L.) en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 35:19-24
- Mendoza, R; Monterroso, D; Gutiérrez, Y. 1995a. Tamaño y arreglo de la muestra para estudios epidemiológicos de las principales enfermedades foliares del café (*Coffeaarabica* L.) en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 35:19-24.
- Monterroso S, D; Mendoza, R[†]; Monterrey, J. 1996. Método integrado de cuantificación de plagas en el sistema café. En: Avances técnicos. Nicaragua, CATIE / INTA (NORAD), Proyecto Manejo Integrado de Plagas CATIE-INTA/(NORAD). tomo 3, p: 12-13.
- Monterroso S, D; Mendoza G, R[†] Monterrey M, J. 2001. Recuento integral de plagas en el sistema café. Nicaragua, Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza –CATIE- (Presentado en el marco del

- Congreso Internacional de fitopatología de la APS-CD, 2001). Proyecto CATIE-MIP/AF-NORAD. Nicaragua. 4 p.
- Somarriba, BG. 1992. Epidemiología de la "mancha de hierro" del café (*Cercosporacoffeicola* B. & Ck.) en las regiones norte y Pacífico de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 79 p.
- Staver, C. 2000. Implementación participativa de agroforestería y MIP café sobre bases ecológicas. Programa Regional CATIE-MIP/AF-NORAD. Agroforestería en las Americas 7(26):76.
- Taylor, RR. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. AnnualReviewEntomology 29:321-357.
- Vásquez, CO. 1992. Epidemiologia de la "roya" del café (*Hemileiavastatrix* B.& Br) en las zonas norte y Pacífico de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 56 p.
- WCR (World Coffee Research); Promecafe. 2013. Informe final de la primera cumbre internacional de la roya (2013, Guatemala). Guatemala. 92 p.

-19-

		SITIO							٦										
Anexo 1. Formato para la toma de datos en la cuantificación integral de las plagas del café		I		II			III		IV			V							
Hojas con roya	Est.*1																		
	Est. 2		Ш	1			1	Ш	1		1	L			1			Ш	
Hojas con mancha de	Est.1		Ш	1			1	\sqcup	1		4				4			Ш	
hierro	Est. 2		Ш	1			1	Ш	1										
Hojas con antracnosis			Ш				1	Ш											
	Est. 2		Ш	\perp			1	Ш	\perp									Ш	
Hojas con ojo de	Est.1		Ш	\perp			\perp	Ш	\perp			L						Ш	
gallo	Est. 2		Ш					Ш											
Hojas con minador	Est.1		Ш					Ш											
	Est. 2		Ш					Ш	\perp									Ш	
Hojas totales	Est.1																		
	Est. 2																		
Muerte regresiva	Est.1																		
(antracnosis en rama)	Est. 2			Τ			T	П									Γ		
Frutos con mancha de	Est.1																		
hierro	Est. 2																		
Frutos con ojo de	Est.1																T		
gallo	Est. 2		П					П									T	П	
Frutos brocados	Est.1																T	П	
	Est. 2		П	T				П	T								T	П	
Frutos brocados con	Est.1		П	T				П	T						T		Ī	П	
Beauveria	Est. 2		П					П							T	T	Г	П	
Frutos totales	Est.1		П	T			T		T		T				T	Ī	Г	П	
	Est. 2		П	Τ			T	П	T							T	Γ	П	
Nudos con cochinilla	Est.1		П	T				\prod									T	П	٦
	Est. 2						T										Γ	П	
Nudos totales	Est.1									П								П	
	Est. 2																T		

^{*}Est.=estación o conglomerado.



Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José El Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez

José Manuel Portillo Sandoval¹ Gesly Aníbal Bonilla Landaverry²

Recibido el 07 de mayo de 2019. Aprobado el 16 de junio de 2020.

¹Empresario Independiente, Centro Universitario de Sur Oriente CUNSURORI USAC, Ingeniero Agrónomo en manejo de suelo y agua jmpsm2010@hotmail.com

² Profesor Titula VII de Agronomía en el CUNSURORI, Centro Universitario de Sur Oriente CUNSURORI USAC, Ingeniero Agrónomo, Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental y Doctor en Ciencias Políticas y Sociologíagesly77@hotmail.com

José Manuel Portillo Sandoval Gesly Aníbal Bonilla Landaverry Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José el Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue resolver un problema agronómico de fisiología del látex del árbol de hule y ayudar al productor a mejorar la rentabilidad del cultivo al incrementar el rendimiento. Se propuso en esta investigación evaluar 4 concentraciones de estimulante Etefón en sistema de explotación de pica inversa en el clon RRIM 600. Para la investigación se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Cada unidad experimental estaba conformada por 25 árboles. La pica se realizó de forma ascendente, en un cuarto de espiral, con una frecuencia de 4 días. La evaluación tuvo una duración de 8 meses y se registró la producción de 42 picas. De acuerdo al análisis estadístico de las cuatro concentraciones evaluadas, donde se aplicó Etephón a una concentración del 5% se produjeron 2,588 kilos de hule seco por hectárea, que fue el mejor rendimiento. En este tratamiento la relación B/C (beneficio/costo) permite tener el mejor retorno, debido a que por cada Q.1.00 que se invirtió se obtuvo un beneficio de Q.1.67. Por lo que se recomienda como estimulante de la producción de hule natural en paneles de un cuarto de espiral en pica ascendente o inversa la aplicación de Etephón a una concentración del 5 %.

Palabras clave: Hule; *Hevea brasiliensis*; Etefón; Dosis de aplicación; Rendimiento de cultivos; Rentabilidad

ABSTRACT

The objective of this study was to solve an agronomic problem of latex tree rubber and help the producer to improve the profitability of the crop by increasing yield. In this investigation, it was proposed to evaluate 4 concentrations of Etephon stimulant in reverse chip exploitation system in clone RRIM 600. For the investigation, the experimental design of blocks was used randomly, with 4 treatments and 5 repetitions. Each experimental unit consisted of 25 trees. The pike was made ascending, in a quarter spiral, with a frequency of 4 days. The evaluation lasted 8 months and the production of 42 spades was recorded. According to the statistical analysis of the four concentrations evaluated, where Etephon was applied at a concentration of 5%, 2,588 kilos of dry rubber was produced per hectare, which was the best yield. In this treatment the B/C ratio (benefit/cost) allowed to have the best return, because for each Q.1.00 that was invested, a benefit of Q.1.67 was obtained. Therefore, the application of Etephon at a concentration of 5% is recommended as a stimulant of the production of natural rubber in quarter-spiral panels in ascending or reverse.

Keywords: *Hevea brasiliensis*; Ethephon; Application dose; Crop yield; Profitability

-23-

José Manuel Portillo Sandoval Gesly Aníbal Bonilla Landaverry Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José el Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez

INTRODUCCIÓN

El árbol de *Hevea brasiliensis* (hule) es actualmente la única fuente comercial y económicamente viable de caucho natural que se obtiene de su látex. El árbol tiene un buen rendimiento, con excelentes propiedades físicas y químicas, siendo ampliamente utilizado en la industria de hules sólidos y líquidos (Palencia, 2000).

Para obtener el látex del árbol se debe realizar una incisión controlada en la corteza, con lo cual se logra cortar los vasos laticíferos de los que emana el látex. El árbol de hule (*Hevea brasiliensis*) requiere un sistema de extracción eficiente para una producción máxima. La cantidad de látex obtenida en cada incisión depende de la facilidad del flujo, la duración de este flujo y la regeneración del látex dentro del árbol.

La pica (corte que se realiza en la corteza del árbol para extraer el látex) excesiva puede ser perjudicial para los árboles; por lo tanto, para asegurar una explotación sostenida, las frecuencias de pica más bajas han sido ampliamente adoptadas. Para compensar la reducción del rendimiento se ha hecho uso de hormonas (estimulantes) como el etileno (Etefón). La estimulación en árboles de *Hevea* tiene como fin extender la duración del flujo, con el objetivo de aumentar el rendimiento de látex en los árboles (Midence, 2015).

El estimulante utilizado es Etefón, el cual funciona liberando gas etileno en el sistema laticífero, al aumentar la presión y la elasticidad de los laticíferos, con lo que disminuye la coagulación del látex, se retrasa la obstrucción y se prolonga la duración del flujo (López, 2016).

Con la finalidad de evitar la sobre explotación de las plantaciones, la tendencia actual es usar estimulantes para obtener sólo el rendimiento potencial con los costos de explotación más bajos. Esto se logra mediante la pica de baja frecuencia junto con la estimulación del rendimiento. Con la estimulación se tienen otras ventajas tales como bajos costos de pica, mayor ingreso por picador, menor número de picas por año, menor cantidad de insumos relacionados con el proceso productivo, lo que mejora la vida económica del árbol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos y 5 repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales.

Se tomó la decisión de utilizar bloques al azar porque el ensayo fue a campo abierto y las condiciones no se controlan en su totalidad.

Para este diseño el modelo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \bullet_i + \hat{a}_J + \bullet_{ij}$$

 Y_{ij} Fue la variable de respuesta a la aplicación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule.

 μ = Fue la media global de los tratamientos.

- ¡=Fue el efecto de la i-ésima concentración de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule.
- â_j=Fue el efecto de la j-ésima repetición.
- \bullet $_{ij}$ = Fue el error asociado a la ij- ésima unidad experimental.

Unidad experimental

La unidad experimental estaba formada por 25 árboles, sembrados bajo el marco de siembra de calles y avenidas, con distanciamientos de siembra de siete metros entre surco y dos punto ocho metros entre árboles, con un área de 490 m² por cada unidad experimental (figura 1). Se tuvo un total de 20 unidades experimentales, con un total de 500 árboles los cuales ocuparon un área de 0.98 ha.

Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José el Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez

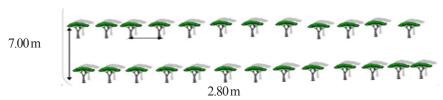


Figura 1. Unidad experimental.

Distribución de los tratamientos en el campo.

La distribución de los tratamientos en el área experimental se muestra en la figura 2.

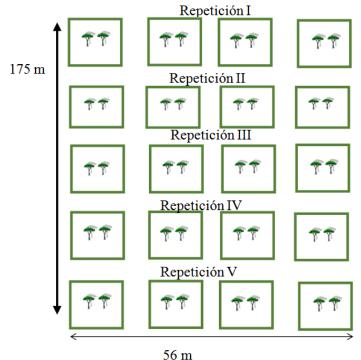


Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo.

Tratamientos

Los tratamientos evaluados (Cuadro 1) fueron distintas concentraciones de Etefón.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos evaluados.

Tratamientos							
Código	Etefón (%)						
TA 10							
TB	7.5						
TC	5						
TD	2.5						
La dosis por	r cada tratamiento fue de 1cm³ por						
árbol.	1						

La aplicación se realizó con brocha al panel de pica, por un periodo de ocho meses. Se aplicó un centímetro cúbico por árbol.

Manejo del experimento

- Selección de la plantación: consistió en seleccionar el área para la evaluación, con las siguientes características: fácil acceso, topografía plana, plantación homogénea, disponibilidad de agua, árboles sanos.
- Conteo de árboles y marcación: como parte del experimento se identificaron los árboles sanos y se realizó el conteo respectivo de los mismos, para luego marcarlos con pintura con los colores correspondientes para así diferenciar los tratamientos.

Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José el Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez

- Preparación de las mezclas utilizadas durante el experimento: en la preparación de las mezclas se agregó la dosis ya indicada de producto de origen químico en su orden correspondiente a cada litro de agua, para lo cual se utilizaron cubetas de plástico donde se hizo la mezcla para su posterior aplicación en el panel de pica de los árboles de hule.
- Aplicación de mezclas al panel de pica: durante las primeras horas de la mañana (5:00 a 6:00 a.m.) en las 48 a 72 horas antes de la pica se aplicaron las diferentes dosis.
- Pica y toma de datos: luego de cada pica, el látex obtenido se coaguló en la tasa, utilizando para esto ácido fórmico al 5%. Al cuarto día después de la pica se tomó lectura con una balanza digital, para conocer el peso de la producción de hule húmedo (chipa).

Variables de respuesta

Rendimiento de hule seco

Para establecer los rendimientos en kilogramos de hule seco para cada uno de los tratamientos fue necesario llevar muestras de cada una de las repeticiones de los distintos tratamientos al laboratorio de análisis de propiedades físicas y químicas del hule natural de Grupo INTROSA. La determinación se realizó para las muestras acumuladas cada mes, para cada uno de los sistemas de explotación y cada una de las dosis evaluadas.

Análisis económico

El análisis económico se realizó mediante el registro de los costos en cada uno de los tratamientos, así como por medio del control de los ingresos generados por concepto de venta de coágulo de taza (chipa).

Análisis de la información

Análisis estadístico

Los datos recopilados de cada tratamiento se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA). Cuando se tuvo diferencia estadística significativa, se aplicó una prueba de medias de Tukey.

Análisis económico

Con los datos de costo e ingresos se determinaron las utilidades, relación B/C y rentabilidad de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de hule seco

Se realizó el peso del coágulo de taza húmedo durante las 42 picas y posteriormente se determinó el rendimiento de hule seco en kilogramos por hectárea. Los datos de los rendimientos por hectárea se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Rendimientos de hule seco en la evaluación de dosis de Etefón.

nto							
Tratamiento	Etefón (%)	I	П	Ш	IV	V	Media
TA	10.0	1248.67	1225.33	1178.65	1318.69	1272.01	1248.67
TB	7.5.	2161.26	2042.22	2018.88	2112.24	2042.22	2075.37
TC	5.0	2625.72	2520.69	2649.05	2544.03	2602.38	2588.37
TD	2.5	1925.52	1983.87	1920.86	1860.17	1909.19	1919.92

A estos datos se les realizó el análisis de varianza, resultados que se muestran en el Cuadro 3.

Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José el Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez

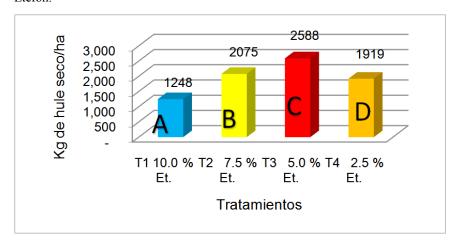
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	4578712	1526237.37	475	0.0001*
Repeticiones	4	6112	1528.00	0.5	0.755^{NS}
Error	12	38536	3211.33		
Total	19	4623360			

C.V. = 2.9%

Cuadro 3. Análisis de varianza para el rendimiento de hule seco en la evaluación de dosis de Etefón.

El análisis de varianza realizado a la producción de hule seco mostró que existió diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis. Para determinar cuál de los tratamientos evaluados fue quien produjo la mayor cantidad de hule seco se realizaron los análisis de medias a través de la prueba de Tukey a un $\acute{a}=0.05$; los resultados se presentan en la Figura 5.

Figura 5. Rendimientos en kilogramos hule seco en la evaluación de dosis de Etefón.



Al comparar los rendimientos entre concentraciones de Etefón se observó que las concentraciones mayores al 5 % produjeron menos kilogramos de hule seco por hectárea, ya que a una concentración del 7.5 % se obtuvo 2075 kg/ha, que representa 19.82 % menos de rendimiento. La mayor concentración evaluada fue Etefón al 10 %, pero de acuerdo a los resultados fue el tratamiento que reportó el menor rendimiento (1248 Kg/ha), un 51.72 % menor a lo obtenido a la concentración del 5 %.

El tratamiento donde se evaluó Etefón al 2.5 % produjo un rendimiento de 1919 kilogramos por hectárea. Esta concentración es la usada para estimulación descendente, con la que se logra buenos resultados; sin embargo, en paneles en picas ascendentes los rendimientos son menores.

Análisis económico

El análisis económico se llevó a cabo contabilizando todos los materiales, insumos, mano de obra y todo lo utilizado para la ejecución de cada uno de los tratamientos, por lo que se analizó a cada uno por separado. En el Cuadro 4 se presenta el resumen del análisis económico.

Cuadro 4. Análisis económico de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Etefón (%)	Ingreso bruto (Q/ha)	Costo (Q/ha)	Ingreso neto (Q/ha)	Beneficio / Costo	Rentabilidad (%)
TA	10	8,683.25	11,139.87	- 2,456.62	0.77	-22
TB	7.5	14,229.55	10,967.49	3,262.06	1.30	30
TC	5	17,999.52	10,795.11	7,204.41	1.67	67
TD	2.5	13,351.12	10,622.73	2,728.39	1.26	26

José Manuel Portillo Sandoval Gesly Aníbal Bonilla Landaverry Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José el Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez

Al comparar las relaciones beneficio/costo, el TA tuvo una relación beneficio/costo<1, lo que representa pérdidas, por lo que se descarta.

En los tratamientos TB, TC y TD, donde se obtuvo una relación beneficio/costo>1, los beneficios superaron los costos, por consiguiente, estos tratamientos deben considerarse dentro de las recomendaciones. Sin embargo, el mejor retorno de la inversión se logró con tratamiento TC (Etefón al 5 %), donde por cada Q.1.00 que se invirtió se obtuvo una rentabilidad de 67 %.

CONCLUSIONES

De los tratamientos evaluados la concentración de 5 % de Etefón, produjo la mayor producción de hule seco con 2588 kg/ha.

Se determinó que la aplicación de Etefón en concentraciones mayores al 5 % en paneles de pica inversa disminuye la producción de hule seco. La concentración del 7.5 % provocó un decremento del 19.82 % de la producción y en la concentración del 10 % la producción se redujo en un 51.72 %.

De los tres tratamientos seleccionados se tuvo que el mejor retorno de la inversión se logró con la aplicación de Etefón al 5 %, con una rentabilidad de 67 % y una relación beneficio/costo de Q.1.67.

REFERENCIAS

- Enríquez, J. F. (2012). Rendimiento de hule seco e incidencia de enfermedades en el panel de pica en cuatro clones de hule (Hevea brasiliensis), Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala).
- Gremial de Huleros de Guatemala (GREMHULE). (2010). *Manual Hevea 2010. Manual práctico del cultivo del Hule en Guatemala*. Guatemala: GREMHULE. 165 p.
- López, M. A. (2016). Comparación de presentaciones de Etefón en un sistema de explotación de pica en cultivo de hule, Cuyotenango, Suchitepéquez. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala).
- Mayorga, W. R. (2005). Rendimiento de hule seco, en quince clones de hule (Hevea brasiliensis), con estimulación, en pica precoz, en la finca Santa Ana Mixpiya, San Miguel Panán, Suchitepéquez. (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala).
- Midence Paz, L. H. (2015). *Utilización de la pica ascendente en octavo de espiral con Etefón gel, en hule clon RRIM 600; El Asintal, Retalhuleu.* (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala).
- Palencia J., C. V. (2000). *Manual general del cultivo del hule (Hevea brasiliensis)*. (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). 100 p.
- Peter, H. R. (2005). *Información general y cálculos básicos en la heveicultura*. (3 ed.). Guatemala: Servi Caucho.

-33-

José Manuel Portillo Sandoval Gesly Aníbal Bonilla Landaverry Evaluación de cuatro concentraciones de Etefón como estimulante en paneles de pica inversa en árboles de hule *Hevea brasiliensis*, Finca San José el Bosque, Grupo INTROSA, Río Bravo, Suchitepéquez

- Regil, P. (2002). Evaluación agroeconómica de veinticuatro clones de hule (Hevea brasiliensis) en la finca Guanacaste, municipio de Coatepeque, Quetzaltenango. (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). 63 p.
- Salguero, E. D. (2014). Efecto del estimulante Etefón sobre la producción de látex en el cultivo de hule, clon RRIC 100, Morales, Izabal. (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala).



Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula

Autores:

David Mauricio Guzmán Mejía¹ Juan Alberto Herrera Ardón ² Wendy Suzette Cóbar Sáenz ³

Recibido el 27 de agosto de 2020 Aprobado el 04 de octubre de 2020

¹Profesor - Investigador del Instituto de Investigaciones del Centro Universitario de Santa Rosa, Universidad de San Carlos de Guatemala. Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,

USAC.guzmau@outlook.com

²Profesor de la Subárea de Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.juanherrera70@gmail.com

³Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC.wendycobar@gmail.com

David Mauricio Guzmán Mejía Juan Alberto Herrera Ardón Wendy Suzette Cóbar Sáenz Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula

RESUMEN

En el municipio de Camotán, del departamento de Chiquimula, Guatemala, se realizó un ensavo con el objetivo de evaluar el uso de materiales nativos como sustratos en un sistema hidropónico artesanal para la producción de tomate, chile pimiento, lechuga y pepino. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 5 repeticiones, como base para las evaluaciones se usaron rocas sedimentarias y arena de río, además se emplearon restos de cosecha de maíz y restos de madera de construcción (viruta) mezclados con arena de río. Los cultivos se establecieron en cajones de madera 2 x 1 x 0.4 metros, lo que equivale a 0.8 metros cúbicos, con un sistema de riego por goteo artesanal, las variables de respuesta fueron altura de planta, peso fresco de planta y rendimiento. Para la selección de un material como sustrato en hidroponía, se debe idealmente encontrar el equilibrio entre el costo, la disponibilidad, el cuidado del ambiente y las características físicas y químicas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Los resultados mostraron que, para lechuga, la roca sedimentaria fue el sustrato con el mejor rendimiento de 14.3 ton/ha(P=<0.0001). En el caso de chile pimiento no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento (P=0.0732). El tomate tuvo su mejor rendimiento con el uso de la arena de río como sustrato (31.24 ton/ha), seguido por la mezcla de arena de río más viruta de madera (21.56 ton/ha). Similar comportamiento se observó para pepino, con rendimientos de 67.5 y 62.4 ton/ha respectivamente.

PALABRAS CLAVE: Pepino; *Cucumissativus*; Tomate; *Solanumlycopersicum*; Lechuga; *Lactuca sativa*; Chile pimiento o dulce; *Capsicum*; Cultivo hidropónico; Substratos de cultivo; Virutas; Rastrojo; Arena; Rendimiento.

ABSTRACT

In the municipality of Camotán, department of Chiquimula, Guatemala, an essay was conducted in order to the aim of assess the use of native materials as substrates in an artisanal hydroponic system for the production of tomato, bell pepper, lettuce and cucumber. A randomized block design with 5 replications was used, as a basis for the evaluations sedimentary rocks and river sand were used, in addition, corn remains and construction wood remains mixed with river sand were used. The crops were established on wood 2 x 1 x 0.4 meters (0.8 m³), with an artisan drip irrigation system, the variables were plant height, fresh plant weight and performance. For selection of material as a substrate in hydroponics, the balance should ideally be found between cost, availability, care for the environment and the appropriate physical and chemical characteristics for crop growth and development. The results showed for lettuce, the sedimentary rock was the substrate with the best performance of 14.3 ton / ha (P=<0.0001). In the case of bell pepper, no significant differences in performance were found (P=0.0732). The tomato had its best performance with the use of river sand as substrate (31.24 ton/ha), followed by the mixture of river sand plus wood remains (21.56 ton/ha). Similar behavior was observed for cucumber, with performances of 67.5 and 62.4 ton/ha respectively.

KEYWORD: Cucumber; *Cucumis sativus*; Tomato; *Solanum lycopersicum*; Lettuce; *Lactuca sativa*; Chili pepper or sweet; *Capsicum*; Hydroponic cultivation; Culture substrates; Rastrojo, Chips; Sand; Yield.

-37-

David Mauricio Guzmán Mejía Juan Alberto Herrera Ardón Wendy Suzette Cóbar Sáenz Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula

INTRODUCCIÓN

La producción hidropónica representa una alternativa para las áreas rurales guatemaltecas, ya que es una tecnología que puede adaptarse con conocimientos agronómicos generales y bajo impacto económico. La producción de distintas especies bajo el sistema hidropónico incide en la dieta y los ingresos de pequeñas poblaciones (Arcos, Benavides y Rodríguez, 2011; Cruz-Crespo et al., 2013; Guerrero, Revelo, Benavides, Chaves y Moncayo, 2014; Muro et al., 2004).

En las producciones agrícolas el sustrato es la base para optimizar la producción y reducir costos (*Cruz-Crespo et al., 2013; Inden y Torres, 2001; Ortega-Martínez et al., 2010*). La necesidad de caracterizar su potencial y la respuesta de las plantas a su uso y a la mezcla de estos genera diversidad de investigaciones (*Dannehl, Suhl, Ulrichs y Schmidt, 2015; Gayosso-Rodríguez, S., Borges-Gómez, L., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M. A., & Garruña-Hernández, R., 2016; López-Pérez, Cárdenas-Navarro, Lobit, Martínez-Castro y Escalante-Linares, 2005; Pineda-Pineda et al., 2012).*

Gran cantidad de materiales pueden ser utilizados para este fin. Su elección depende de distintas variables, sin embargo, la durabilidad y la capacidad para ser reciclados son relevantes desde la perspectiva ambiental y sostenible (Böhme, 1993; Dannehl et al., 2015; Inden y Torres, 2001; Maloupa y Gerasopoulos, 1997; Muro et al., 2004; Ortega-Martínez et al., 2010). El sustrato es el material que brinda anclaje al sistema radicular, en algunos da soporte a la planta y participa en la actividad nutricional de la misma (Gayosso-Rodríguez, S., Borges-Gómez, L., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M. A., & Garruña-Hernández, R., 2016; López-Pérez et al., 2005).

Cuando es necesario se recurre a la mezcla de materiales para obtener un sustrato que aporte todas las características para cultivar. Una de estas es la retención de humedad, imprescindible para un correcto desempeño metabólico de la planta (Arcos et al., 2011; Cruz-Crespo et al., 2013; Dannehl et al., 2015; Quintero, González y Guzmán, 2011).

Las aldeas Brasilar y Shupá del municipio de Camotán, Chiquimula, por su localización geográfica y vegetación predominante, proveen de una diversidad de materiales que pueden ser utilizados como sustratos en cultivos hidropónicos.

El objetivo principal fue evaluar en un sistema hidropónico artesanal el crecimiento y la producción de Chile pimiento *Capsicumannuum* L., Lechuga *Lactuca sativa* L., Pepino *Cucumissativus* L. y Tomate *Solanumlycopersicum* L., utilizando como sustratos los materiales nativos: arena de río, roca sedimentaria y las mezclas de viruta de madera y restos de cosecha de maíz (olote y caña) con arena de río.

MATERIALESYMÉTODOS

Localización

El proyecto fue ubicado en las aldeas Brasilar y Shupá del municipio de Camotán, en el departamento de Chiquimula, el cual forma parte de la región denominada como el corredor seco de Guatemala (Aristondo Martínez, 2015; Catalán Díaz, 2016). Las ubicaciones de las áreas experimentales se presentan en el Cuadro 1, las áreas exhibieron poca pendiente, buena exposición a luz solar, fácil acceso, sin problemas de viento y una extensión mayor a 200 metros cuadrados.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las áreas experimentales

Identificación	Latitud / Norte	Longitud / Oeste
Área 1	14°50'0.89"	89°20'52.84"
Área 2	14°50'1.31"	89°20'52.56"
Área 3	14°52'23.91"	89°16'45.86"
Área 4	14°52'28.00"	89°16'41.50"
Área 5	14°52'25.48"	89°16'51.48"

David Mauricio Guzmán Mejía Juan Alberto Herrera Ardón Wendy Suzette Cóbar Sáenz Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula

Selección de sustratos

Para la colecta de materiales en las aldeas Brasilar y Shupá se realizaron giras de campo. Los materiales con potencial para ser utilizados como sustratos de producción hidropónica fueron identificados y referenciados para facilitar futuras colectas. De cada material se tomó una muestra para evaluar sus características físicas y su adaptabilidad como sustrato hidropónico.

Se seleccionaron dos materiales base: arena de río y roca sedimentaria. Para favorecer la porosidad y aireación se evaluó la mezcla de residuos de maíz (caña y olote procesado) y viruta de madera de pino a la arena de río a un volumen proporcional 3:1 Se incluyó la arena blanca como tratamiento control.

A los sustratos y las mezclas elaboradas, se les determinaron algunas de sus propiedades químicas, tal como se muestra en el Cuadro 2. Los materiales requeridos se prepararon en un área desinfestada, manteniendo la proporción en la distribución de cada materia. La homogenización de las mezclas se hizo manualmente.

Áreas experimentales

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con cinco repeticiones, los bloques fueron ubicados en las aldeas Shupá y Brasilar de Camotán, Chiquimula (Cuadro 1). El sistema de riego utilizado fue por goteo, por cada bloque se elaboró un cajón madera de 0.8 metros cúbicos (2x1 x 0.4 m), con una elevación de 0.60 metros.

Como unidades de cultivo se utilizaron cajones de madera de dos metros de largo por un metro de ancho y 40 centímetros de profundidad (0.8 m³), elevadas del nivel del suelo 60 centímetros (para evitar daños por animales domésticos), forradas con plástico negro de 8 mm. La distancia de siembra fue de 25 cm entre plantas y 30 cm entre surco.

Cada cajón contenía un sustrato y se sembraron dos surcos de cada cultivo. La siembra se realizó el mismo día para todos los cultivos y en todos los sustratos. Se sembraron dos semillas por postura y se hizo una selección de plántulas a los 15 días después de la siembra.

Se utilizo un sistema de goteo artesanal. Con una frecuencia de dos riegos por día. Cada tercer día se aplicó la solución nutritiva de Marulanda y Izquierdo (2003), la cual comprende la preparación de dos soluciones madres concentradas. La solución concentrada A, que proporciona los elementos mayores y la solución concentrada B que aporta los que son absorbidos en menor proporción. Todas las parcelas obtuvieron el manejo agronómico según la etapa fenológica del cultivo, con una misma fecha de trasplante para todos los cultivos.

Las variables evaluadas fueron, Altura de la planta: Una vez finalizado los días correspondiente al ciclo del cultivo se procedió a medir la altura de las plantas desde la base hasta el extremo superior, empleando una cinta métrica. Peso Fresco: peso fresco de la parte aérea de las plantas. Se pesaron todas las plantas, con la ayuda de una balanza común, los datos fueron registrados en gramos. Rendimiento: rendimiento comercial por especie en función del peso por hectárea (ton/ha).

La bitácora de datos se manejó en función de cada cultivo y por cada parcela hidropónica. El 60% de la producción fue utilizada para el consumo propio y el restante 40 % fue comercializado por los agricultores participantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características químicas de los sustratos

Los análisis químicos de los sustratos resumidos en el Cuadro 2 indican que únicamente la arena de río presenta un pH superior a 7. La adición de materiales adicionales como residuos de cosecha o viruta a la arena de río, para formar un sustrato compuesto, acidifica la mezcla. Los sustratos en estudio son ricos en fósforo, lo cual contribuye a un mejor desarrollo radicular. Adicionalmente, la arena de río es rica en hierro, cobre y magnesio. La inclusión de restos de cosecha al sustrato con arena de río le provee de un mayor contenido de calcio, zinc y manganeso. En contraste la mezcla de viruta con arena de río hace un sustrato más rico en potasio.

-41-

Cuadro 2. Resumen de análisis químico de los materiales utilizados como sustrato.

Identificación		ppm		Meq/100gr		ppm			
Identification	pН	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
RANGO	PII	12-16	120-	6-8	1.5-	2-4	4-6	10-	10-
MEDIO			150		2.5			15	15
Arena Blanca	6.3	48.77	45	1.43	0.33	3.50	4.50	8.00	2.50
Arena de Río	7.2	123.65	193	2.90	1.85	11.00	28.50	51.00	37.50
Arena de Río + Restos de cosecha	6.9	96.12	145	16.54	0.90	8.50	50.00	30.50	48.00
Arena de Río + Viruta	6.6	22.30	405	4.68	1.29	9.50	25.50	19.50	18.50
Roca sedimentaria	6.7	4.22	15	0.19	0.08	0	0	12.5	0

Altura de planta

El incremento en la altura de las plantas, sugiere que el material utilizado como sustrato influyó en la disponibilidad de las cantidades necesarias y adecuadas de elementos minerales, contribuyendo con el crecimiento adecuado de cada hortaliza (Arcos et al., 2011; Zúñiga-Estrada et al., 2004). Los resultados del Cuadro 3 exponen mayor crecimiento de hortalizas utilizando como sustrato arena de río, con resultados superiores en tres de las cuatro especies en evaluación. Las mezclas de sustratos no presentan una mejora en la altura de las especies evaluadas. La inclusión de restos de cosecha y viruta a la arena de río no influyen significativamente en mejores condiciones para el desarrollo de las plantas.

Cuadro 3. Prueba de medias bajo el criterio de Tukey para la variable altura (m).

Tratamiento	Chile pimiento	Lechuga	Pepino	Tomate
Arena Blanca	0.43 b	0.13 e	1.23 b	0.59 <u>be</u>
Arena de Río	0.75 a	0.22 ab	1.99 a	0.90 a
Arena de Río + residuos de cosecha	0.56 ab	0.19 bc	1.72 ab	0.61 <u>bc</u>
Arena de Río + Viruta	0.44 b	0.25 ab	1.24 b	0.67 b
Roca sedimentaria	0.59 ab	0.27 a	1.40 ab	0.49 c

El análisis de varianza para la altura en chile pimiento mostró diferencias significativas entre los tratamientos (P=0.0008). El rango de crecimiento de plantas de chile pimiento se observó desde 0.43 hasta 0.75 metros; datos similares son reportados en los estudios de Elizondo-Cabalceta y Monge-Pérez (2017), Monge Pérez (2016), Moreno Pérez, Mora Aguilar, Sánchez del Castillo y García-Pérez (2011) y Zúñiga-Estrada *et al.* (2004). El mejor desarrollo se observó con el uso de arena de río como sustrato. La roca sedimentaria se presenta como el sustrato con el segundo promedio más destacado tal como se observa en el Cuadro 3. Una planta con altura adecuada proveerá una adecuada cobertura vegetativa, con menor riesgo de deterioro del fruto por exposición solar (Elizondo-Cabalceta y Monge-Pérez, 2017).

La altura promedio obtenida en lechuga, mostró diferencias asociadas al uso de los sustratos (P=0.0002). En este ensayo la roca sedimentaria obtuvo la media más alta: 0.27 metros de altura. Los resultados obtenidos de esta variable se asemejan a los que reportan estudios de Muños y Alexis (2012) y Velasco, Aguirre y Ortuño (2016) que incluyen la adición de suplementos nutricionales a las soluciones hidropónicas tradicionales. La arena blanca fue el sustrato con el menor promedio de altura de plantas de lechuga, el cual registra cerca de la mitad de la altura del mejor tratamiento, coincidente a lo reportado por Arcos *et al.* (2011). Para este mismo sustrato.

En los casos de pepino y tomate los datos obtenidos del análisis estadístico reflejan significancia estadística sobre la altura de planta, con valores de P=0.008 y P=<0.0001 respectivamente. Los resultados de la prueba de medias bajo el criterio de Tukey mostrados en el Cuadro 3, muestran a la arena de río con los mejores valores de crecimiento. Estadísticamente la adición de otros componentes (residuos de cosecha o viruta) no ofrecen mejora sobre incremento en la altura de plantas de estas dos especies.

Peso Fresco

El vigor de una planta es directamente proporcional al incremento en biomasa de la misma (Arcos *et* al., 2011; Guerrero et al., 2014).

-43-

Cuadro 4. Prueba de medias bajo el criterio de Tukey para la variable peso fresco (gr).

Tratamiento	Chile pimiento	Lechuga	Pepino	Tomate
Arena Blanca	313.30 b	654.51 b	384.86 a	273.50 в
Arena de Río	747.80 a	612.35 b	410.92 a	522.40 a
Arena de Río + Residuos de cosecha	297.10 b	636.30 в	461.80 a	489.20 a
Arena de Río + Viruta	258.50 b	615.54 b	421.00 a	574.10 a
Roca sedimentaria	291.60 b	726.50 a	221.54 b	522.00 a

Los resultados obtenidos de la prueba múltiple de medias de Tukey para el peso fresco de chile pimiento (Cuadro 4), confirman los resultados del análisis de varianza que indica diferencias estadísticas entre los sustratos evaluados (P=<0.0001). Los valores están enmarcados dentro de los rangos reportados por el ensayo realizado por Grazia, Tittonell y Chiesa (2011), a excepción del valor reportado para el sustrato arena de río, quien registra el peso medio más alto (747.80 gramos/planta), más del doble de lo que expresan el resto de tratamientos. El mejor promedio se obtiene al utilizar como sustrato la arena de río, el resto de sustratos se ubican en un mismo grupo categórico sin diferencias significativas.

En cuanto al peso fresco obtenido en lechuga, el sustrato de roca sedimentaria fue superior (P=<0.0001), alcanzando los 726.5 gramos por planta en promedio (Cuadro 4). El resto de tratamientos mostraron un comportamiento estadísticamente similar entre sí. A excepción de la roca sedimentaria ninguno de los sustratos evaluados mostró pesos superiores a los obtenidos con arena blanca para este ensayo, sin embargo, estos mostraron valores superiores a los obtenidos por Guerrero *et al.* (2014), Muños y Alexis (2012) y Velasco *et al.* (2016) en ensayos similares. Proponiendo que la acumulación de nutrientes y la disponibilidad de agua son los factores que permiten la mayor acumulación de biomasa para este cultivo. Martínez Carrillo *et al.* (2015) reportan en su estudio un rango de pesos para lechuga que va desde 600 hasta 980 gramos.

Para el caso del cultivo de pepino el Cuadro 4 señala a la roca sedimentaria como el sustrato con el que se alcanza el menor desarrollo vegetativo (P= 0.0002). La prueba múltiple de medias agrupa al resto de sustratos en una misma categoría estadística, es decir, no muestra diferencias significativas entre sus medias, los datos obtenidos se incluyen en el rango de valores reportados por Galindo Pardo *et al.* (2004). Para esta variable. En este caso los mejores promedios se alcanzan con los sustratos compuestos, es decir la mezcla de arena de río más restos de cosecha y la mezcla de arena de río más viruta. Lo anterior sugiere que las propiedades físicas y químicas que los materiales adicionales pueden brindarle al sustrato pueden significar una mejora directa en el desarrollo de biomasa para este cultivo.

Agrupados en una misma categoría estadística los datos del Cuadro 4 para el cultivo de tomate muestran diferencias estadísticas (P=0.0035) únicamente con el sustrato arena blanca. La arena blanca reporta el menor crecimiento de biomasa para esta especie con un promedio de 273.50 gramos por planta de peso fresco. Los sustratos evaluados presentan promedios dentro de los rangos reportados por los estudios de Juárez-Maldonado, Alba Romenus, Zermeño González, Ramírez y Benavides Mendoza (2015) y Ramírez-Vargas y Nienhuis (2012). Los valores más altos se observan en el sustrato compuesto de arena de río más viruta y arena de río. Estos resultados permiten inferir que la mezcla de viruta con arena de río es una alternativa de uso aplicable en función de la disponibilidad de los materiales, similar a lo propuesto por Muro *et al.* (2004). y Pineda-Pineda *et al.* (2012).

Rendimiento

Los valores de rendimiento obtenidos de esta investigación para el cultivo de chile pimiento no presentaron diferencias estadísticas (P=0.0732). Los promedios son menores a los rendimientos comerciales para este cultivo y corresponden a lo que se esperaría de plantas que no encontraron las condiciones agroclimáticas adecuadas para su adaptación, razón por lo cual presumiblemente presentaron valores inferiores a los reportados por Elizondo-Cabalceta y Monge-Pérez (2017), Grazia *et al.* (2011), Monge Pérez (2016) y Moreno Pérez et al. (2011) quienes obtuvieron rendimientos entre los rangos de 45 y 75 ton/ha en ensayos con sistemas hidropónicos para este cultivo.

Cuadro 5. Prueba de medias bajo el criterio de Tukey para rendimiento (ton/ha).

Tratamiento	Chile pimiento	Lechuga	Pepino	Tomate	
Arena Blanca	7.87 a	13.09 b	44.89 ab	4.91 b	
Arena de Río	17.24 a	12.25 b	67.50 a	31.24 a	
Arena de Río + Residuos de cosecha	9.70 a	12.73 b	45.32 ab	16.93 ab	
Arena de Río + Viruta	9.99 a	12.31 b	62.40 a	21.56 a	
Roca sedimentaria	9.79 a	14.53 a	27.52 b	20.65 ab	

En el Cuadro 5 se puede apreciar que se encontraron diferencias significativas en los rendimientos de lechuga (P=<0.0001). los resultados señalan que el mayor rendimiento (14.53 ton/ha) se obtuvo cuando se utilizó como sustrato a la roca sedimentaria. Clasificados en un mismo grupo estadístico el resto de sustratos y mezclas no presentan diferencias estadísticas significativas. Los valores de rendimiento obtenidos son inferiores a los rangos reportado por Arcos *et al.* (2011), Baldoquin Hernández, Alonso García, Gómez Masjuan y Bertot Arosa (2015) y Martínez Carrillo *et al.* (2015). Los ensayos presentan a la roca sedimentaria como el sustrato con los mejores indicadores de crecimiento y rendimiento para este cultivo bajo las condiciones de este estudio.

En relación al cultivo de pepino la menor media se registra para la roca sedimentaria (Cuadro 5). El rango de rendimientos obtenidos en el cultivo de pepino corresponde a los obtenidos en los ensayos de Chacón Padilla y Monge Pérez (2017), Galindo Pardo et al.(2014), Gutiérrez Olalde, Matasche Lagunas, Carreño Román, Martinez Serna y Ramírez López (2014) y Meneses-Fernández y Quesada-Roldán (2018). La menor respuesta productiva para el cultivo de tomate se obtiene en la arena blanca, presumiblemente por la falta de aporte nutricional de este sustrato, el resto de sustratos presentan datos comparables con los obtenidos por Barraza, Fischer y

Cardona (2004), Inden y Torres(2001), Juárez-Maldonado *et al.* (2015) y Ortega-Martínez *et al.* (2010).

En los casos de pepino y tomate los resultados del Cuadro 5 perfilan a la arena de río como el sustrato que permite obtener los mejores rendimientos para ambos cultivos registrando las medias de 67.50 y 31.24 ton/ha respectivamente (P=0.0171 y P=0.0025); sin embargo, en ambos casos en una misma categoría estadística se encuentra la mezcla de arena de río y viruta, lo que indica que esta mezcla puede alcanzar estadísticamente los mismos resultados. En su estudio de 2004 Muro *et al.* plantea que la viruta provee de mayor capacidad de retención de humedad al sustrato, lo que puede significar una mayor capacidad de absorción nutrientes en un sistema hidropónico. Adicional a esto Pineda-Pineda *et al.* (2012) relaciona en su trabajo de investigación que en función del tamaño de la partícula los restos de madera pueden tener influencia sobre la porosidad del sustrato. Considerando que el sustrato compuesto de arena de río y viruta es una fuente de potasio (Cuadro 2), el uso de este en un esquema hidropónico artesanal para los cultivos de pepino y tomate pueden potenciar su desarrollo y rendimiento.

-47-

David Mauricio Guzmán Mejía Juan Alberto Herrera Ardón Wendy Suzette Cóbar Sáenz Evaluación de sustratos para el cultivo hidropónico a base de materiales nativos del municipio de Camotán, Chiquimula

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio presentan alternativas viables a usarse como sustratos en la producción de hortalizas bajo un esquema hidropónico artesanal.

Los materiales con mayor potencial de uso como componentes de sustratos para plántulas de hortalizas son en orden decreciente: arena de río en combinación con viruta, arena de río, roca sedimentaria y finalmente arena de río en combinación con restos de cosecha de maíz.

El rendimiento encontrado en este estudio para los cultivos de tomate y pepino se ubica dentro del rango productivo comercial, por lo que el cultivo hidropónico de estas hortalizas, puede ser una alternativa de producción en esta región.

Los resultados obtenidos fortalecen el enfoque de la producción sostenible en la zona oriental guatemalteca, ya que se promueve el uso de materiales propios de la zona a través de la adopción de tecnologías alternativas eficientes y responsables con el uso de los recursos.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo ha sido posible gracias al apoyo financiero dentro del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología -FONACYT-, otorgado por la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT- y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT-.

Se hace un especial agradecimiento a la población de los caseríos que conforman las aldeas Shupá y El Brasilar en el municipio de Camotán, Chiquimula, con un especial reconocimiento al líder comunitario Ángel Gutiérrez.

BIBLIOGRAFÍA

- Arcos, B., Benavides, O., y Rodríguez, M. (2011). Evaluación de dos sustratos y dos dosis de fertilización en condiciones hidropónicas bajo invernadero en lechuga Lactuca sativa L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2), 95–108.
- Aristondo Martinez, W. J. (2015). Evaluación de la tolerancia a marchitez bacteriana, causada por Ralstonia solanacearum ef Smith, de dos porta injertos comerciales de tomate (Solanum lycopersicum L), bajo condiciones protegidas de casa Malla, en el municipio de Camotán, Chiquimula, 2014. (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala).
- Baldoquin Hernández, M., Alonso García, M., Gómez Masjuan, Y., y Bertot Arosa,
 I. J. (2015). Respuesta agronómica del cultivo de la lechuga (Lactuca sativa
 L.) variedad Black Seed Simpson ante la aplicación de bioestimulante
 Enerplant. Centro Agrícola, 42(3), 55–59.
- Barraza, F. V., Fischer, G., y Cardona, C. E. (2004). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en el Valle del Sinú medio, *Colombia. Agronomía Colombiana*, 22(1), 81–90.
- Böhme, M. (1993). Effects of hydroponics on the development of cucumber growing in ecologically suitable substrates. En*International Symposium on New Cultivation Systems in Greenhouse 361* (pp. 133–140).
- Catalán Díaz, E. N. (2016). Evaluación del sistema de telemedicina enfocado en la población rural Chortí de los municipios de Camotán, Jocotán y San Juan Ermita del departamento de Chiquimula. Guatemala. Recuperado de Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología; Proyecto FODECYT no. 07-2014. http://168.234.106.70/library/images/4/46/FODECYT_2014.07.pdf
- Chacon Padilla, K., y Monge Pérez, J. E. (2017). Rendimiento y calidad de pepino (Cucumis sativus L.) cultivado bajo invernadero. *Pensamiento Actual*, 17(29), 39–50. https://doi.org/10.15517/pa.v17i29.31550
- Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, A., Sandoval-Villa, M., Bugarín-Montoyá, R., Robles-Bermúdez, A., y Juárez-López, P. (2013). Sustratos en la horticultura. *Bio Ciencias*, 2(2), 17–26.

- Dannehl, D., Suhl, J., Ulrichs, C., y Schmidt, U. (2015). Evaluation of substitutes for rock wool as growing substrate for hydroponic tomato production. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88(1).
- Elizondo-Cabalceta, E., y Monge-Pérez, J. E. (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (Capsicum annuum) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *InterSedes*, 18(37), 129–154. https://doi.org/10.15517/isucr.y18i37.28652
- Galindo Pardo, F. V., Fortis Hernández, M., Preciado Rangel, P., Trejo Valencia, R., Segura Castruita, M. Á., y Orozco Vidal, J. A. (2014). Caracterización fisico-quimica de sustratos orgánicos para producción de pepino (Cucumis sativus L.) bajo sistema protegido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(7), 1219–1232.
- Gayosso-Rodríguez, S., Borges-Gómez, L., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M. A., y Garruña-Hernández, R. (2016). Sustrato para producción de flores. *Agrociencia*, 50(5), 617–631.
- Grazia, J. de, Tittonell, P. A., y Chiesa, Á. (2011). Fertilización nitrogenada en plantines de pimiento (Capsicum annuum L.) cultivados en sustratos con diferentes proporciones de materiales compostados. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 43(1).
- Guerrero, E. M., Revelo, J. C., Benavides, O., Chaves, G., y Moncayo, C. Á. (2014). Evaluación de sustratos en un cultivo de lechuga bajo un sistema hidropónico en el municipio de Pasto. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(1), 3–16.
- Gutiérrez Olalde, V. M., Matasche Lagunas, Á. A., Carreño Román, E., Martinez Serna, J., y Ramirez López, M. (2014). El sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente protegido. *Interciencia*, 39(10), 712–717.
- Inden, H., y Torres, A. (2001). Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. En*International Symposium on Growing Media and Hydroponics* 644 (pp. 205–210).

- Juárez-Maldonado, A., Alba Romenus, K. de, Zermeño González, A., Ramírez, H., y Benavides Mendoza, A. (2015). Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agricolas, 6(5), 943–954.
- López-Pérez, L., Cárdenas-Navarro, R., Lobit, P., Martínez-Castro, O., y Escalante-Linares, O. (2005). Selección de un sustrato para el crecimiento de fresa en hidroponía. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(2), 171–174.
- Maloupa, E., y Gerasopoulos, D. (1997). Quality production of four cut gerberas in a hydroponic system of four substrates. En*International Symposium Greenhouse Management for Better Yield & Quality in Mild Winter Climates* 491 (pp. 433–438).
- Martinez Carrillo, G., Lara Herrera, A., Padilla Bernal, L. E., Luna Flores, M., Avelar Mejía, J. J., y Llamas Llamas, J. J. (2015). Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero, como alternativa para invierno. *Terra Latinoamericana*, 33(3), 251–260.
- Marulanda, C., y Izquierdo, J. (2003). *La huerta hidropónica popular*. Santiago, Chile; FAO.
- Meneses-Fernández, C., y Quesada-Roldán, G. (2018). Crecimiento y rendimiento del pepino holandés en ambiente protegido y con sustratos orgánicos alternativos. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 235–250. https://doi.org/10.15517/ma.y29i2.28738
- Monge Pérez, J. E. (2016). Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (Capsicum annuum L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 29(2), 125–136.
- Moreno Pérez, E. d. C., Mora Aguilar, R., Sánchez del Castillo, F., y García-Pérez, V. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (Capsicum annuum L.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 17(SPE2), 5–18.
- Muños, Y., y Alexis, M. (2012). Establecimiento del cultivo hidropónico de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de

-51-

- diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo (Thesis B.S., Universidad Técnica de Babahoyo: Ecuador).
- Muro, J., Irigoyen, I., Samitier, P., Mazuela, P., Salas, M. C., Soler, J., y Urrestarazu, M. (2004). Wood fiber as growing medium in hydroponic crop. En*International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics 697* (pp. 179–185).
- Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., Salcido-Ramos, B. A., y Manzo-Ramos, F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai*, 6(3), 339–346.
- Pineda-Pineda, J., Sánchez del Castillo, F., Ramírez-Arias, A., Castillo-González, A. M., Valdés-Aguilar, L. A., y Moreno-Pérez, E. d. C. (2012). Aserrín de pino como sustrato hidropónico I: Variación en características físicas durante cinco ciclos de cultivo. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 18(1), 95–111.
- Quintero, M. F., González, C. A., y Guzmán, J. M. (2011). Sustratos para cultivos horticolas y flores de corte. En Flórez R., VJ (ed). Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo. Colombia: Universidad Nacional de Bogotá. pp, 79–108.
- Ramírez-Vargas, C., y Nienhuis, J. (2012). Evaluación del crecimiento y productividad del tomate (Lycopersicon esculentum Mill) bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 25(1), 3-15.
- Velasco, J., Aguirre, G., y Ortuño, N. (2016). Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (Lactuca sativa var. Crespa) en cultivo de hidroponía. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(2), 71–83.
- Zúñiga-Estrada, L., Martínez-Hernández, J. d. J., Baca-Castillo, G. A., Martínez-Garza, Á., Tirado-Torres, J. L., y Kohashi-Shibata, J. (2004). Producción de chile pimiento en dos sistemas de riego bajo condiciones hidropónicas. *Agrociencia*, 38(2), 207–218.





RESÚMENES DE TESIS DE GRADO

Determinación de la evapotranspiración de referencia y estadísticas de precipitaciones pluviales mensuales de las estaciones meteorológicas de Guatemala, C.A.

Bryan Javier López Álvarez*

RESUMEN

Guatemala cuenta con 65 estaciones meteorológicas con registros de 1990 a 2016. Se sintetizó y analizó datos de las variables de evapotranspiración de referencia y estadísticas de precipitación pluvial, humedad relativa, precipitación, temperatura, media, máximas y mínimas, velocidad del viento, horas sol por día y radiación solar media, mediante Cropwat 8.0. Los resultados indican que el país posee una temperatura mínima absoluta de 2.3, máxima 37.9 y media 23.4 °C; humedad relativa promedio 88.8, máxima 100 y mínima 63.6 %; velocidad del viento máxima 19.7 y mínima 1.3 km/h; días lluvia mensual máximo 18, mínimo 7; horas de insolación máxima 12.1, mínima 5.3 hrs; precipitación máxima 4938.38 mm/año (Mazate, 430 m s.n.m.) y mínima de 722.98 mm/año (San Agustín, 370 m s.n.m.); evapotranspiración de referencia máxima de 2,495.49 mm/ año (Cuilco, 1120 m s.n.m.) y mínima de 1,110.09 mm/ año (San Marcos, 2420 m s.n.m.); debido al alto valor de correlación de 83 % y r2 de 0.69 en Hargreaves, sobre Thornthwaite de 68 %, hay dos épocas: seca y lluviosa; seca de noviembre a abril, lluviosa de mayo a octubre; se observa un periodo seco (canícula), tercera semana de julio a la segunda semana de agosto; precipitación media anual de 1794.4 mm/ año, 14.2 % en verano y 87.8 % en invierno; el país tiene un exceso de agua de 20,597,370,208.11 m³.

Palabras clave: Guatemala; Climatología; Precipitación pluvial; Temperatura; Evaporación; Velocidad del viento; Horas luz

^{*}Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03631.pdf

Determination of reference evapotranspiration and monthly rainfall statistics from the meteorological stations of Guatemala, C.A.

ABSTRACT

Guatemala has 65 meteorological stations with records from 1990 to 2016. Data from the reference evapotranspiration variables and rain precipitation statistics were synthesized and analyzed: Relative Humidity, Precipitation, Temperature, Average, Maximum and Minimum, Wind Speed, Sun Hours per day and average solar radiation, using Cropwat 8.0. The results indicate that the country has an absolute minimum temperature of 2.3, maximum 37.9 and average 23.4 °C; average relative humidity 88.8, maximum 100 and minimum 63.6 %; maximum wind speed 19.7 and minimum 1.3 km/h; days of monthly rain maximum 18, minimum 7; hours of maximum insolation 12.1, minimum 5.3 hrs; maximum rainfall 4,938.38 mm/year (Mazate, 430 m a.s.l.) and a minimum of 722.98 mm/year (San Agustín, 370 m a.s.l.); maximum reference evapotranspiration of 2,495.49 mm/year (Cuilco, 1,120 m a.s.l.) and a minimum of 1,110.09 mm / year (San Marcos, 2,420 m a.s.l.); Due to the high correlation value of 83% and r2 of 0.69 in Hargreaves, over Thornthwaite of 68%, it is recommended in cases of lack of information on climatic variables for the reference evapotranspiration; There are two seasons: dry and rainy; dry from November to April, rainy from May to October; a dry period (canicula) is observed, the third week of July to the second week of August; annual average precipitation of 1794.4 mm / year, 14.2 % in summer and 87.8% in winter; the country has an excess of water of 20,597,370,208.11 m³.

Keywords: Guatemala; Climatology; Pluvial precipitation; Temperature; Evaporation; Wind speed; Light hours

Evaluación de procedimientos de desinfección de explante de hoja y medios de cultivo para la inducción de organogénesis y de callo en valeriana (*Valeriana prionophylla* Standl.).

Karla Lizbeth Chinchilla Padilla*

RESUMEN

En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, se evaluó los procedimientos de desinfección de explantes de hoja de valeriana (Valeriana prionophylla Standl) y medios de cultivo para la inducción de organogénesis y de callo para contribuir a la propagación vegetativa de esta especie. En un diseño experimental completamente al azar con siete tratamientos (1 mg/l + 0.5 mg/l, 1 mg/l + 1 mg/l, 3mg/l + 0.5 mg/l y 3 mg/l + 1 mg/l de Bencilaminopurina (BAP) y Ácido Naftalenacético (ANA)) y cuatro repeticiones. Se evaluaron procedimientos de desinfección de hojas de valeriana, el mejor tratamiento fue el que consistió en el lavado de las hojas con jabón antibacterial, luego inmersión en una solución de benomyl por 30 min, realizando tres lavados con agua estéril para eliminar restos de benomyl, luego inmersión en hipoclorito de sodio comercial al 10 %, (el cual contiene 5.25 % de hipoclorito de sodio) por 10 min, retirando nuevamente los residuos de hipoclorito por medio de tres lavados con agua estéril. El rizoma de valeriana no se pudo utilizar como explante debido a que este contiene exudados viscosos, los cuales producen alta oxidación además de dificultar la desinfección.

En los medios de inducción de organogénesis evaluados no se obtuvo respuesta organogénica. Así también no se produjo callo en los medios de inducción de callo evaluados.

Palabras clave: Valeriana; *Valeriana prionophylla*; Reproducción; Cultivo de tejidos; Explantes; Bencilaminopurina; Ácido Naftalenacético; Dosis de aplicación; Desinfección; Medios de cultivo

^{*}Ingeniera Agrónoma, Sistemas de Producción Agrícola http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03596.pdf

Evaluation of disinfection procedures of leaf explants and culture media for the induction of organogenesis and callus in valerian (*Valerianaprionophylla*Standl.).

ABSTRACT

The disinfection procedures of valerian leaf explants (Valerianaprionophylla Standl) and culture media for the induction of organogenesis and callus were evaluated in the Plant Tissue Culture Laboratory of the Faculty of Agronomy, University of San Carlos de Guatemala, to contribute to the vegetative propagation of this species. In a completely randomized experimental design with seven treatments (1 mg/L + 0.5 mg/L, 1 mg/L + 1 mg/L, 3 mg/L + 0.5 mg/L and 3 mg/L + 1mg/L of Benzylaminopurine (BAP) and Naphthalenacetic Acid (ANA)) and four repetitions. Valerian leaf disinfection procedures were evaluated, the best treatment was that of washing the leaves with antibacterial soap, then immersing them in a solution of benomyl for 30 min, performing three sterile water washes to remove traces of benomyl, then immersion in commercial 10% sodium hypochlorite, (which contains 5.25% sodium hypochlorite) for 10 min, again removing the hypochlorite residues by means of three sterile water washes. Valerian rhizome could not be used as an explant because it contains viscous exudates, which produce high oxidation in addition to making disinfection difficult. In the organogenesis induction media evaluated, no organogenic response was obtained. Also, no callus occurred in the callus induction media evaluated

Keywords: Valerian; *Valerianaprionophylla*; Reproduction; Tissue culture; Explants; Benzylaminopurine; Naphthalenacetic Acid; Application rate; Disinfection; Culture media

Evaluación del efecto de dos tipos de acolchado plástico, plata-negro y blanco-negro sobre el rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en Tiucal, Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala, C. A.

Juan Luis Folgar Corado*

RESUMEN

En la aldea Tiucal, municipio de Asunción Mita, Jutiapa, de noviembre a febrero de 2013, se evaluó el rendimiento en el cultivo de la cebolla, el comportamiento de la temperatura y de la humedad en el suelo, utilizando acolchado plástico color plata-negro y blanco-negro. Se evaluaron tres tratamientos: Acolchado plástico "cebollero" color Plata-negro, Blando-Negro y sin acolchado en un Diseño Bloques al Azar, con 21 repeticiones, con 825 cebollas por unidad experimental. El uso de acolchado mejoró en un 25 % el rendimiento de cebolla, acolchado negro-plata 87.06, negro-blanco 72.74 y sin acolchado 65.2; el acolchado produjo un efecto amortiguador de la temperatura, disminuyéndola en un grado centígrado, además mantuvo un mayor porcentaje humedad del suelo, hasta un 2 % más. Recomienda utilizar acolchado plástico ya que ayuda a una mayor humedad del suelo, regular la temperatura y reducir la propagación de malezas.

Palabras clave: Cebolla; *Allium cepa*; Cubrimiento del suelo; Plásticos agrícolas; Rendimiento de los cultivos; Suelos; Temperatura; Humedad.

^{*}Ingeniero Agrónomo, Sistemas de Producción Agrícola http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03596.pdf

Evaluation of the effect of two types of plastic mulch, silver-black and white-black on the yield of the onion crop (*Allium cepa* L.) in Tiucal, Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala, C. A.

ABSTRACT

In the Tiucal village, municipality of Asunción Mita, Jutiapa; from November to February 2013, the performance of the onion crop, the behavior of temperature and humidity in the soil were evaluated, using silver-black and white-black plastic mulch. Three treatments were evaluated: Plastic padding "onion" color Silverblack, White-black and without padding in a Random Blocks Design, with 21 repetitions, with 825 onions per experimental unit. The use of mulch improved onion yield by 25 %, black-silver 87.06, black-white 72.74 and 65.2 no mulch; The mulch produced a damping effect on the temperature, reducing it by one degree centigrade, and it also maintained a higher percentage of soil moisture, up to 2 % more. He recommends using plastic mulch as it helps to increase the humidity of the soil, regulate the temperature and reduce the spread of weeds.

Keywords: Onion; *Allium cepa*; Ground cover; Agricultural plastics; Crop yield; Floors; Temperature; Humidity.

-59-

Influencia de la hora del día y de las condiciones ambientales en que se efectúa la polinización en maíz (Zea mays L.) para la inducción de haploidía, bajo condiciones de invernadero, diagnóstico y servicios en la finca Esquejes S.A, Jalapa, Guatemala, C.A.

Jackeline Andrea Montes de Oca Córdova*

RESUMEN

De agosto a noviembre del 2017, en la finca Esquejes S.A., Jalapa, de la empresa Syngenta, se evaluaron horarios de polinización, cada hora de 7:00 a 16:00 horas, el tiempo de liberación de polen del inductor, en cuatro líneas de maíz (13BF019596, 14FSC006577, 4FSC006570 y 15FS020293), en un diseño trifactorial en Bloques al Azar, con arreglo en parcelas subdivididas y tres repeticiones, con una planta como unidad experimental. El mayor número de granos haploides, se dio de 13:00 a 16:00 h, solo para 13BF019596, con 263 granos; para las demás no mostró efecto alguno de horario, temperatura, humedad, día y viabilidad. Recomienda colectar polen de 10:00 h, presentan condiciones idóneas de temperatura y humedad relativa (24 °C y 64 %), el polen se encuentra suelto y harinoso, dispersando de mejor manera el polen en el estigma y estilo (seda) de la inflorescencia femenina (jilote).

Palabras clave: Maíz; *Zea mays*; Polinización artificial; Método haploide; Horario; Temperatura; Humedad

^{*}Ingeniera Agrónoma, Sistemas de Producción Agrícola http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03654.pdf

Influence of the time of day and the environmental conditions in which pollination is carried out in corn (*Zea mays* L.) for the induction of haploidy, under greenhouse conditions, diagnosis and services at the Esquejes S.A farm, Jalapa, Guatemala, C.A.

ABSTRACT

From August to November 2017, at the Esquejes SA farm, Jalapa, belonging to the Syngenta company, pollination schedules were evaluated, every hour from 7:00 a.m. to 4:00 p.m., the pollen release time of the inducer, in four lines of corn (13BF019596, 14FSC006577, 4FSC006570 and 15FS020293), in a trifactorial design in Random Blocks, arranged in subdivided plots and three replications, with a plant as an experimental unit. The highest number of haploid grains occurred from 1:00 p.m. to 4:00 p.m., only for 13BF019596, with 263 grains; for the others, it did not show any effect of time, temperature, humidity, day and viability. It is recommended to collect pollen from 10:00 h, they present ideal conditions of temperature and relative humidity (24 °C and 64 %), the pollen is loose and floury, dispersing the pollen in a better way in the stigma and style (silk) of the female inflorescence (baby corn).

Keywords: Corn; *Zea mays*; Artificial pollination; Haploid method; Schedule; Temperature; Humidity.

-61-

Identificación de indicadores para establecer una línea base en pro de la restauración del paisaje forestal, en el parque regional municipal "Chuiraxamoló", Santa Clara la Laguna, Sololá, Guatemala, C.A., diagnóstico y servicios realizados como técnico consultor en el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en la cuenca del río Nahualate, Sololá, Guatemala, C.A.

Angeles Bella-Elízabeth Méndez Guzmán*

RESUMEN

En el parque regional municipal Chuiraxamoló, Santa Clara la Laguna, Sololá, de febrero a noviembre del año 2018, se identificaron indicadores para establecer una línea base en pro de la restauración del paisaje forestal a través de una caracterización del bosque. Como primera propuesta de indicadores, se tomaron los planteados en 2017 y 2018 por la Mesa de Restauración del Paisaje Forestal (MRPF); se evaluó mediante un muestreo preferencial, la unidad muestral fue de 20 x 20 m., se determinaron 27 indicadores a evaluar que cubre lo biológico, ecológico y socioeconómico. Se construyó y validó la boleta de monitoreo, herramienta que integra la obtención de los indicadores propuestos dando la pauta para la construcción de índices de valoración y clasificación de las áreas de interés en grados establecidos de restauración progresiva del paisaje forestal guatemalteco.

Palabras clave: Guatemala; Restauración medioambiental; Indicadores; Bases de datos.

^{*}Ingeniera Agrónoma, Recursos Naturales Renovables http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03650.pdf

A monitoring report was built and validated as a tool that integrates the obtaining of the proposed indicators, giving the guideline for the construction of valuation and classification indices of the areas of interest in established degrees of progressive restoration of the Guatemalan forest landscape.

ABSTRACT

In the Chuiraxamoló municipal regional park, Santa Clara la Laguna, Sololá, from February to November 2018, indicators were identified to establish a baseline for the restoration of the forest landscape through a characterization of the mentioned forest. As the first proposal of indicators, those proposed in 2017 and 2018 by the Forest Landscape Restoration Board (MRPF) were taken; It was evaluated through a preferential sampling, the sampling unit was 20 x 20 m., 27 indicators were determined to evaluate that cover the biological, ecological and socioeconomic. The monitoring report was created and validated, a tool that integrates the obtaining of the proposed indicators, giving the guideline for the construction of valuation and classification indices of the areas of interest in established degrees of progressive restoration of the Guatemalan forest landscape.

Keywords: Guatemala; Environmental restoration; Indicators; Databases

-63-



RESÚMENES DE TESIS DE POSTGRADO

Jóvenes rurales y dinámicas territoriales: Estudio sobre la participación y el cambio social en la producción del cardamomo (Elettariaspp.) en la Región Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

Juan José Pineda Mejía*1

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar los condicionantes y dinámicas que acontecen en la comunidad Santa María Tonichaj de la Región Campur, San Pedro Carchá, y que afectan las decisiones de vida de la juventud rural sobre su participación social y económica en la producción de cardamomo. Asimismo, se buscó responder a preguntas como: ¿Cuáles son los factores que determinan la permanencia o no de la juventud rural de la comunidad Santa María Tonichaj, los cuales están vinculados a la producción de cardamomo? ¿Qué dinámicas presenta la juventud rural indígena Q'eqchí de la comunidad Santa María Tonichaj frente a la producción de cardamomo? ¿Qué factores pueden identificarse para comprender la vinculación de las mujeres jóvenes indígenas en la producción de cardamomo?; entre otras.

La investigación reflejó que los factores que determinan la permanencia o no de la juventud en su comunidad, y que generan nuevas dinámicas territoriales, en orden de importancia son: (i) las oportunidades de trabajo como opción de generación de ingresos, (ii) el acceso a la tierra y (iii) sentido de pertenencia a su comunidad y el entorno. Asimismo, que la vinculación de los jóvenes a una sola cadena de valor no necesariamente influencia por sí sola la dinámica de dicha población en los territorios.

Comprender la dinámica de la juventud vinculada a una cadena de valor varía considerablemente de un lugar a otro, tanto por las condiciones sociales, culturales, económicas y ambientales del lugar cuando se trabaja con juventud indígena, principalmente porque esto configura su identidad, su arraigo con el territorio y la comunidad, así como sus expectativas de vida. Por último, los jóvenes perciben que existe una realidad muy distinta a la situación que estos viven en su comunidad, en ámbitos familiares y laborales. Sobre todo, esta afirmación resulta del sentimiento de encontrar en su comunidad las oportunidades necesarias para la vida y para su desarrollo humano.

Palabras claves:

Jóvenes rurales, identidad territorial, dinámicas territoriales, cardamomo.

Rural youth and territorial dynamics: Study of the participation and social change in the cardamom production (*Elettaria* spp.) in the Campur Region, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

ABSTRACT

The objective assessment was to determine the conditions and dynamics that occur in the Santa María Tonichaj community of the Campur Region, San Pedro Carchá, and how its affect the life decisions of rural youth on their social and economic participation in cardamom production. Likewise, it sought to answer questions such as: What are the factors that determine the permanence or not of the rural youth in the Santa María Tonichaj community, which are linked to the production of cardamom? What are the dynamics of the Q'eqchí rural indigenous youth of the Santa María Tonichaj community regarding cardamom production? What socio-economic differences exist between young people, men and women, who remain in rural areas and their similar who migrate to other areas? What factors can be identified to understand the involvement of young indigenous women in cardamom production? among others.

The research reflected that the factors that determine the permanence or not of youth in their community, and that generate new territorial dynamics, in order of importance are: (i) job opportunities as an income generation option, (ii) access to land and (iii) sense of belonging to their community and environment. Likewise, the linking of young people to a single or at a particular value chain (cardamom) does not necessarily influence by itself the dynamics of youth population in the territories.

Understanding the dynamics of youth linked to a value chain varies considerably from one place to another, both due to the social, cultural, economic and environmental conditions of the place when working with indigenous youth, mainly because this configures their identity, their heritages or belonging with the territory and the community, as well as their life expectancies. Finally, young people perceive that there is a very different reality to the situation they live in their community, in family and work environments. About that, this statement results from the feeling of finding in their community the necessary opportunities for life and for their human development.

Keywords:

Rural Youth, territorial identity, territorial dynamics, cardamom.

RESÚMENES DE TESIS DE POSTGRADO

Efectos de la tormenta tropical Stan y de los cambios económicos-sociales y culturales en el frijol nativo de vara (*Phaseolusvulgaris* L.), en la zona suroccidental de Guatemala

Carlos Arturo Estevan García

RESUMEN

Con esta investigación, se calculó la pérdida de cultivares de frijol nativo de vara (*Phaseolusvulgaris* L.), en la región suroccidental de Guatemala (Suchitepéquez, Retalhuleu, parte costera de Quetzaltenango y San Marcos), se determinó el efecto de los factores económicos, sociales y culturales en la pérdida de cultivares de frijol de vara en esta zona y se generó una propuesta para la conservación y preservación de cultivares de esta especie. La metodología empleada se circunscribió a encuestar a todos los productores de fríjol que Otzoy*et al.* ubicó en 1997, determinando la situación actual en la cual estos reproducen dicha especie y cómo esta tormenta tropical daño la infraestructura productiva desarrollada por los agricultores. Entre los resultados más importantes destacan que de los 147 cultivares de frijol de vara (*Phaseolusvulgaris* L.) que fueron reportados en 1997, sólo 24 de estos (16.38 por ciento) son aún reproducidos, el restante 83.67 por ciento se encuentran extintos, en este aspecto la tormenta Stan, fue la causante directa de que 29 de estos desaparecieran definitivamente.

Palabras clave:

Cultivares, frijol nativo, tormenta tropical, colecta, germoplasma.

Effects of the tropical storn "Stan" and of the changes economical-social and culture in the vare native beans (*Phaseolus vulgaris* L.), in the southwest zone of Guatemala

ABSTRACT

In this research, about the lost of vara native beans (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties, in the southwest of Guatemala (Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango and San Marcos) It was determined the effects of theculture, social and economical factors, in the lost vara native beans varieties in this Guatemalan region. The research genered one proposal for the conservation, preservation of this beans varieties. The method used it was to inquiry all the producers of beans cited in Otzoy*et al.* 1997. It was determining the local situation at the farmers reproduce this beans and how the storm tropical Stan, damaged the productive infrastructure developmented by farmers of these locations. Between the most important results obtained are: 147 vara beans varieties that reported in 1997 only 24 varieties are yet production the rest 83.67 per cent was extinted, in this aspect Stan storm it was of that varieties lost directly.

Keywords:

Cultivars, native beans, tropical storm, collection, germplasm.

-69-

Caracterización de factores edáficos y fisiográficos que influyen en el crecimiento de ciprés² en Huehuetenango

Carlos Humberto Estrada Carrillo³

RESUMEN

En Guatemala desde la década de los 70, se iniciaron programas y proyectos de reforestación con el propósito de recuperar las masas boscosas que han sido eliminadas por el cambio de uso de la tierra y por el avance de la frontera agrícola.

El crecimiento de las plantaciones no tiene los resultados esperados, debido a que los árboles no se plantan en lugares con las condiciones óptimas para su desarrollo, ya que las plantaciones se realizan en tierras donde por lo menos es la zona de vida con crecimiento natural de cada especie, pero el adecuado crecimiento de los árboles en un "sitio" no solo tiene relación con los factores climáticos y de zonificación, sino también con las condiciones físico-químicas del suelo donde se planta.

Para obtener el conocimiento exacto sobre las condiciones de crecimiento, se realizó la presente investigación, con el fin de obtener información sobre los factores edáficos y fisiográficos que influyen en el crecimiento del ciprés común (*Cupressuslusitanica* Mill.).

Este conocimiento permitirá establecer las plantaciones de árboles de ciprés en las condiciones climáticas (zonas de vida) pero además con las condiciones de suelo apropiadas para el desarrollo adecuado y comercial de los árboles.

Los resultados de la presente investigación son una herramienta para que los silvicultores puedan tener la certeza de que sus plantaciones forestales crecerán y desarrollarán en forma apropiada, y la actividad forestal pueda ser atractiva y rentable.

Palabras clave:

Árboles, ciprés, silvicultores, forestación, forestal.

Characterization of edaphic and physiographic factors that influence cypress growth in Huehuetenango

ABSTRACT

In Guatemala since the 70's, started programs and reforestation projects in order to recover the wooded areas that have been eliminated by changing land use and for the advancement of the agricultural frontier.

The growth of the plantations do not have the expected results, because the trees are not planted in locations with optimal conditions for its development, as plantations are carried out on land where it is at least the living area with natural growth each species, but the proper growth of trees in a "place" not only is related to climatic factors and zoning, but also with the physical-chemical conditions of the soil where plant.

To obtain accurate knowledge about growing conditions, this research was conducted in order to obtain information on soil and physiographic factors affecting the growth of common cypress (Cupressus lusitanica Mill.)

This knowledge will establish plantations of cypress trees in climatic conditions (life zones) but also with appropriate soil conditions for the successful development and commercial trees

The results of this research will be a tool for foresters can be assured that their forest plantations will grow and develop properly, and forestry can be attractive and profitable.

Keywords:

Trees, cypress, foresters, afforestation, forestry.

-71-

Análisis sobre el potencial de institucionalidad comunitaria como instrumento de gestión ambiental en la comunidad ladinos pardos Jalapa, Guatemala

Gesly Aníbal Bonilla Landaverry

RESUMEN

Algunas comunidades del área rural se están organizando para manejar, administrar y aprovechar sus recursos naturales creando capacidades que les permitan tener una mejor gestión sobre el ambiente. Es por ello que crear instituciones para el manejo de los recursos naturales en las comunidades es una herramienta importante que ayuda a prevenir y mitigar los impactos del deterioro ambiental. La institucionalidad comunitaria tiene como principios básicos: a la aplicación de reglas en uso, la toma de decisiones y acciones, así como tomar los procedimientos apropiados para el manejo de los recursos naturales, proveyendo información básica y generando incentivos para cumplir las normas creadas por distintos tipos de obligaciones dentro de la comunidad.

Dentro del territorio nacional encontramos muchas comunidades que a través del tiempo han hecho grandes esfuerzos para organizarse y manejar sus recursos naturales. Una de estas comunidades es Ladinos Pardos situada en el municipio de Jalapa, departamento del mismo nombre en el oriente de Guatemala. Los pobladores de Ladinos Pardos han conservado sus recursos naturales y en la comunidad se cuenta con un área forestal de suma importancia, pues, representa la única zona de recarga hídrica de la sub cuenca del río Jalapa, que abastece de agua potable a la misma comunidad, a las comunidades vecinas y a la ciudad de Jalapa.

Para entender cómo la comunidad ha manejado, aprovechado y conservado el bosque, agua y tierra de su territorio se ha realizado un trabajo de investigación científica que consistió en un análisis sobre las capacidades que los habitantes de Ladinos Pardos han generado para manejar sus recursos. Se empleó un método de análisis cualitativo con el auxilio de la herramienta de estudio de caso, las técnicas

utilizadas fueron las de trabajo con grupos focales, observación participativa, entrevistas colectivas e investigación bibliográfica documentada.

Se concluye en que la institucionalidad comunitaria ha sido una herramienta importante para manejar los recursos naturales y finalmente se hace una propuesta para reforzar algunas debilidades institucionales ambientales comunitarias que sugieren el fortalecimiento de la gestión ambiental que repercuta en la mejora de vida de todos los pobladores de Ladinos Pardos.

Palabras clave:

Gestión ambiental, institucionalidad comunitaria, recursos naturales, recarga hídrica, ambiente, Ladinos Pardos.

-73-

Analysis of the potential of community institutionality as an instrument of environmental management in the Ladino Pardos Jalapa community, Guatemala

ABSTRACT

Some rural communities are organizing to operate, manage and exploit their natural resources to create capabilities to have better management on the environment. That is why we create institutions to manage natural resources in communities is an important tool to help prevent and mitigate the impacts of environmental degradation. The community institutions have as basic principles: the application of rules in use, decisions and actions, and take the appropriate procedures for managing natural resources, providing basic information and creating incentives to meet the standards created by different types of within the community.

Within the national territory are many communities that over time have made great efforts to organize and manage their natural resources. One of these communities is Ladino Pardos located in the municipality of Jalapa department of the same name in eastern Guatemala. The residents of Ladinos Pardos have retained their natural resources in the community forest has an area of utmost importance, therefore, represents the only water recharge area of the sub Jalapa River, which supplies drinking water to the community, to neighboring communities and the city of Jalapa.

To understand how the community has handled, used and maintained the forest, water and land in their territory has been carried out scientific research work consisted of an analysis of the capabilities that the inhabitants of Ladinos Pardos have created to manage their resources. It employed a qualitative analysis with the help of the tool case study, the techniques used were the work with focus groups, participant observation, group interviews and literature review documented.

This document describes the procedures used in research. Then an analysis that concludes that the Community institutions has been an important tool to manage natural resources and eventually makes a proposal to strengthen Community environmental institutional weaknesses that suggestithe strengthening of environmental management that affect the improvement of living of all the inhabitants of Ladinos Pardos.

Keywords:

Environmental management, community institutions, natural resources, water recharge environment, Ladinos Pardos.

Cambio de uso de suelo rural a urbano y su relación con el medio ambiente en el municipio de Quetzaltenango

Mirna Carolina Montes Santiago

RESUMEN

En el municipio de Quetzaltenango los usos del suelo inadecuados propician la pérdida de recursos naturales y de tierras productivas. En su superficie de 18,919 ha, la topografía es un sistema montañoso con asentamientos humanos a pie de la montaña y planicie, que ha ido ganando terreno, tanto al uso de suelo agrícola como forestal, presentando como resultado un acelerado proceso de urbanización. Las actividades antropogénicas han dado lugar a una transformación del municipio que anteriormente mostraba menor área urbana y mayor superficie con características rurales. Este cambio considerable se debe a una interrelación funcional y económica con la región ya que el municipio está considerado como un polo de desarrollo. Paralelamente, la conformación y crecimiento de Quetzaltenango expresa la ausencia de la planificación adecuada. Esto es observable en el deficiente aprovechamiento del espacio y conservación de los recursos naturales, aunado a contaminación del agua y el aire, disminución de los mantos acuíferos, pérdida de áreas verdes.

Palabras claves:

Periurbano, conurbación, deterioro ambiental, planificación territorial.

-75-

RESÚMENES DE TESIS DE POSTGRADO

Change from rural to urban land use and its relationship with the environment in the municipality of Quetzaltenango

ABSTRACT

In the city of Quetzaltenango, the improper uses of the soil cause the loss of natural resources and productive land. With a surface area of 18,919 hectares, the topography of the city is mountainous with growing, populated settlements at the base of the mountains and in the flatlands. This growth has occurred over agricultural soil as well as forested areas, resulting in an accelerated process of urbanization. Anthropogenic activities have allowed a transformation of the city that previously showed fewer urban areas and more surface area with rural characteristics. This considerable change is due to a functional and economic interrelationship with the region, now that the city is considered the center of development. Similarly, the formation and growth of Quetzaltenango shows a lack of adequate planning. This can be seen in the deficient use of space, the lack of conservation of natural resources, water and air contamination, the diminishing of the water table, and the loss of green areas.

Keywords:

Periurban, conurbation, environmental deterioration, territorial planning.

Caracterización de los entes agroindustriales generadores de aguas residuales y su potencial de impacto ambiental en la calidad del agua del rio Xayá

Oscar García Figueroa

RESUMEN

La calidad física y química del agua que corre por el río Xayá es cada más vulnerable a la contaminación debido al crecimiento demográfico y a la agricultura intensiva que se practica en la parte alta de la subcuenca. El crecimiento de los centros poblados y el surgimiento de otros, ha incrementado el volumen de desechos líquidos y sólidos que se producen y descargan a los ríos tributarios del río Xayá sin tratamiento previo. Los entes agroindustriales localizados sobre la franja cafetalera de la parte media y baja de la subcuenca, son fuentes de contaminación al generar desechos tanto líquidos como sólidos. Se realizó una caracterización de los entes agroindustriales para determinar su potencial de impacto ambiental en la calidad del agua del río Xayá. Con el apoyo de SIG. se localizaron los entes agroindustriales y se delimitó una zona con potencial de riesgo de contaminación cuyo criterio ambiental único fue la cercanía de los entes agroindustriales respecto a los ríos (100 metros) que sirvió de base para elegir la muestra. Los entes agroindustriales localizados en la zona con potencial de riesgo de contaminación, el río principal y los ríos tributarios cercanos a estos fueron las unidades de muestreo, siendo seleccionados 9 de ellos al azar. Caracterizar los entes agroindustriales permitió agruparlos por nivel tecnológico (13% Tecnificados, 37% tradicionales y 50% semitecnificados) además de estimar la carga contaminante que puede ser descargada a la red hidrográfica. Durante la cosecha, los entes agroindustriales generan alrededor de 2,868 Tm. de DQO, pero más de la mitad utiliza sistema de recirculación de agua y una tercera parte transporta la pulpa en seco. El análisis de las muestras de agua permitió determinar una línea base de la calidad del agua en la subcuenca a pesar de que la posibilidad de contaminar el río Xayá a través de los ríos tributarios se mantiene debido a que la mayoría sigue utilizando las quebradas secas o barrancos para la deposición final de las aguas mieles, el mucílago y la pulpa.

Palabras clave:

Agua miel, planta tratamiento, café sostenible, pulpa, mucílago, contaminación, ambiente, DOO, DBO5, Café sostenible.

Characterization of the agro-industrial entities that generate wastewater and their potential for environmental impact on the water quality of the Xayáriver

ABSTRACT.

The physical and chemical quality of water flowing down the river is becoming more Xaya vulnerable to pollution due to population growth and intensive agriculture practiced in the upper subbasein. The growth of towns and the emergence of others have increased the volume of liquid and solid wastes produced a discharged into the river Xaya tributaries without treatmen. The agro-industrial entities located on the coffee belt of the middle and lower sub-basin, are sources of pollution to generate both liquid and solid wastes. We conducted a characterization of the entities to determine their potential agroindustrial potential environmental impact on river water quality Xaya. With the support of GIS, agro-industrial entities located and was delimited an area with potential risk of contamination of environmental criteria which only was the closeness of local agribusiness over the rivers (100 m) that formed the basis for choosing a sample. The agro-industrial entities located in the potential risk of pollution, the main river and tributaries rivers close to these were the sampling units, 9 of them being selected at random. To characterize the agro-industrial entities grouped by level of technology allowed (13% technical 37% traditional and 50% semi.technical) as well as estimating the pollutant load that can be downloaded to the hydrographic network. During harvest, agro-industrial entities generate about 2.868 tons. DQO, but more than half use water recirculation system and a third carries the pulp dry. Analysis of water samples allowed to determine a baseline of water quality in the catchment although the possibility of contaminating the river Xaya through the tributaries is maintained because the majority is still using the dry ravines and ravines for the final disposal of honey water, mucilage and pulp.

Keywords:

Honey water, treatment plant, sustainable coffee, pulp, mucilage, pollution, environment, COD, BOD5, Sustainable coffee.

Relaciones ingreso forestal, educación, salud, estado del bosque en comunidades de San Agustín Acasaguastlán, Guatemala

Oscar Estuardo Rojas

RESUMEN

La investigación busca comprender la dinámica local entre pobreza y bosques, a través del desarrollo y aplicación de enfoques de análisis, derivados del índice de desarrollo humano (IDH) y de la investigación entre pobreza y ambiente de la Red Global (Poverty Environment Network -PEN-). La finalidad del estudio es la generación de datos para orientar los programas y políticas de conservación y desarrollo en Guatemala. Se busca considerar el alivio de la pobreza, en especial en la región oriental, empobrecida en los últimos diez años. Se aplicaron índices de salud, educación, ingreso y bosque remanente, a partir de la información recabada en seis comunidades en la cuenca de El Hato, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. El estudio no identificó relación directa entre la calidad de vida y el deterioro de los bosques. Sin embargo, mostró el aporte de los ingresos forestales para los medios de vida y la sobrevivencia de los grupos más pobres de la cuenca (60% de hogares), para quienes los productos forestales pueden significar el 29% de sus ingresos anuales.

Palabras clave:

Ingreso forestal, índices bienestar, calidad de vida, degradación ambiental, pobreza, deforestación, índice desarrollo humano, economía local, investigación integrada.

-79-

Relations between forest income, education, health, forest status in communities of San Agustín Acasaguastlán, Guatemala

ABSTRACT

The research contributes to the understanding of the poverty and forest dynamics, through the development and application of analytic scopes related with the human development index and the Poverty Environment Network research about the link between poverty and environment. The research main objective is the data generation to design conservation and development programs and policies in Guatemala. It should be considered poverty alleviation, especially in the oriental region, which has been depressed in the last ten years. Health, education, income and forest remainder indexes have been applied, using the information obtained in six communities from El Hato watershed in San Agustin Acasaguastlan, El Progeso. The study did not identify a direct relationship between life quality and forest degradation. However, it showed the importance of the forest income for the livelihoods and survival economy of the poorest groups in the watershed (60% of the families), for whom the forest products may summarize 29% of their annual income.

Keywords:

Forest income, well-being indices, quality of life, environmental degradation, poverty, deforestation, human development index, local economy, integrated research.

Efecto del manejo orgánico, sobre algunas propiedades del suelo, indicadoras de la sostenibilidad

Francisco Belisario Quixtán Gómez* Marco Vinicio Fernández Montoya** Aníbal Sacbajá Galindo**** María Antonieta Alfaro****

RESUMEN

El suelo del sector de manejo convencional del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), presenta la pérdida de la capa superficial, se observa cambios en el color natural, reducción del desarrollo de la vegetación arvense y bajo rendimiento de los cultivos. Comparado con el suelo de manejo orgánico, en donde se observa una coloración obscura, mayor desarrollo de la vegetación arvense y un mayor rendimiento de los cultivos. Sin embargo, no existe información del cambio, en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo con manejo orgánico. El objetivo fue la determinación del efecto en el suelo, sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas, debido a la implementación del manejo orgánico, por un período de 11 años, partiendo de la hipótesis de que el manejo orgánico, favorece las condiciones del mismo. La investigación se realizó en 200 m² del sector convencional y 200 m² del sector orgánico, en tres estratos de profundidad y las variables fueron: infiltración básica, humedad densidad, porosidad, potencial de hidrógeno (pH), concentración de sales, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), cobre (Cu), manganeso (Mn), cinc (Zn) y hierro (Fe). Estos como elementos disponibles, capacidad de intercambio catiónico (CIC). Calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K). Estos como cationes intercambiales, saturación de bases, materia orgánica y nitrógeno total, lombrices de tierra (Lumbricusterrestris), altura, diámetro basal y biomasa del cultivo de Girasol (Helianthusannuus L.) y valor de importancia de arvenses. Las variables físicas y biológicas se determinaron mediante pruebas de campo y las variables químicas mediante el análisis de suelos. Se realizaron comparaciones en los resultados, con la densidad se realizó una prueba estadística, aplicando el diseño

RESÚMENES DE TESIS DE POSTGRADO

Completamente al Azar con arreglo bifactorial 2 x 3. Siendo el factor A, el tipo de suelo y el factor B, la profundidad. La infiltración básica del suelo con manejo orgánico superó en 2.78 cm/h, a la infiltración obtenida en la parcela convencional. La humedad fue 29.38% y 28.46%, la densidad 1.07 y 1.25 gr/cm³, la porosidad 59.9 y 52.7% en la parcela de manejo orgánico y convencional, respectivamente. En la prueba estadística se presentaron diferencias entre el suelo con manejo orgánico y convencional y no se presentaron diferencias en los diferentes estratos de profundidad. Se presentó una diferencia en el pH de 0.3. Conductividad eléctrica de 0.23 y 0.18 dS/m. También mejoró la fertilidad natural y solamente el cobre presentó un nivel inferior en el suelo de manejo orgánico, también se encontró en un nivel inferior al rango adecuado. Además, se incrementó el número de lombrices de tierra, se presentó una mayor altura, diámetro de tallos y materia seca del cultivo de girasol y mayores valores de importancia de la vegetación arvense en la parcela orgánica y se halló una correlación entre la materia orgánica y la densidad y porosidad, presentándose los índices de -0.71 y 0.77, respectivamente. La aplicación de principios ecológicos es importante para el desarrollo de agroecosistemas sostenibles, basado en el uso de recursos en beneficio del medio ambiente, del agricultor y del consumidor. Mejorando el suelo, diversificando la producción, modificando las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades, regenerando y conservando los recursos naturales.

Palabras clave:

Manejo orgánico, manejo convencional, agroecosistemas sostenibles, principios ecológicos, medio ambiente.

Effect of organic management on some soil properties, indicators of sustainability

ABSTRACT

The soil in the field of conventional management of Agronomy Teaching Experimental Center (CEDA), has the loss of the surface layer is observed in the natural color changes, reducing the development of weed vegetation and low yields. Compared with soil organic management, where there is a dark color, the further development of weed vegetation and increased crop yields. But there is no information of change in the physical, chemical and biological soil under organic management. The objective was to determine the effect on the ground, on the physical, chemical and biological weapons, due to the implementation of organic management for a period of 11 years, assuming that the organic management of the conditions conducive. The research was conducted in the conventional sector 200 m2 and 200 m2 of the organic sector in three depth strata and the variables were: basic infiltration, moisture, density, porosity, potential hydrogen (pH), salt concentration, phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), copper (Cu), manganese (Mn), zinc (Zn) and iron (Fe). These elements are available, cation exchange capacity (CEC). Calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na) and potassium (K). Such as exchangeable cations, base saturation, organic matter and total nitrogen, earthworms (Lumbricus ground), height, basal diameter and biomass of sunflower (Helianthus annuus L.) and importance value of weeds. The physical and biological variables were determined by field tests and chemical variables by soil analysis. Comparisons were made on the results, the density was performed a statistical test, using completely randomized design under two-factor 2 x 3. As the factor A, the soil type and factor B, the depth. The basic infiltration of soil with organic management exceeded 2.78 cm / h, the infiltration obtained in the conventional plot. The humidity was 29.38% and 28.46%, density 1.07 and 1.25 g/ cm³, porosity 59.9 and 52.7% in the plot of organic and conventional management. Respectively. In the statistical test showed no differences between the soil with organic and conventional management and there were no differences in the different layers of depth. There was a difference in pH of 0.3. Electrical conductivity of 0.23 and 0.18 dS/m. It also improved natural fertility and copper only presented with a

RESÚMENES DE TESIS DE POSTGRADO

lower level in the soil of organic management, also found at a level below the proper range. You can increase the number of earthworms, there was a greater height, stem diameter and biomass production of sunflower and highest importance values of weed vegetation in the organic plot and found a correlation between organic matter and density and porosity, performing indexes -0.71 and 0.77. Respectively. The application of ecological principles is important for the development of sustainable agroecosystems, based on the use of resources for the benefit of the environment, the farmer and the consumer. Improving soil, diversifying production, changing climatic conditions favor the development of pests and diseases, regenerating and conserving natural resources.

Keywords:

Organic management, conventional management, sustainable agro-ecosystems, ecological principles, environment.





INSTRUCCIONES PARAAUTORES Y GUÍA DE EVALUACIÓN PARAACEPTACIÓN DE ARTÍCULO

INSTRUCCIONES PARA AUTORES Y GUÍA DE EVALUACIÓN PARA ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO

INSTRUCCIONES PARALOS AUTORES

La **Revista Tikalia e**s una publicación científica de edición semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC).

En la revista se publican trabajos originales de contribución técnico- científica (artículos) en el campo de las ciencias agrícolas, forestales, ambientales, agroindustriales, sociales, biológicas, ecológicas, etc.; en las áreas de: desarrollo rural, conservación de la biodiversidad y medio ambiente, manejo y mejoramiento de plantas, protección de plantas, ingeniería agrícola, manejo de suelo y agua, administración y comercialización agrícola, silvicultura, tecnología y utilización de productos forestales. Así mismo se publican trabajos de revisión bibliográfica, únicamente a invitación del Consejo Editorial

Exclusivamente se presentan trabajos escritos en idioma Español el Consejo Editorial de la Facultad de Agronomía, deberá invitar "referees" anónimos (Revisores y Calificadores Pares y fuera de la Facultad de Agronomía), dependiendo de la naturaleza del artículo presentado. Los trabajos pueden aprobarse sin correcciones, aprobarse sujetos a correcciones o no ser aceptados para su publicación.

POLÍTICA EDITORIAL

Mantener conducta ética en relación a la publicación y a sus colaboradores, rigor con la calidad de los artículos científicos y revisiones bibliográficas, integrar el Consejo Editorial con profesionales de calidad científica y ética, con carácter imparcial en el proceso de análisis de los trabajos.

PÚBLICO OBJETIVO

Comunidad nacional e internacional vinculada con las ciencias agrícolas y forestales o campos afines. Estudiantes de licenciatura, postgrado y profesores de las ciencias agrícolas, ambientales, agroindustriales y forestales.

FORMA Y PREPARACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos deben presentar las siguientes características: espacio 1,5; papel tamaño carta (21.59 x 27.94 mm), con márgenes superior, inferior, izquierda y derecha de 2,5 cm; fuente Arial 12; y contener un máximo de 10 páginas, incluyendo cuadros y figuras.

En la primera página deberá contener el título del trabajo no mayor a 20 palabras, el resumen de 250 palabras y las palabras clave (Con base en el AGROVOC de la FAO).

Los cuadros y figuras deberán ser numerados con números arábigos consecutivos y aparecer referidos en los textos. Deben ser legibles sobre todo en sus leyendas (no deben bajar de Arial 8).

Los títulos deben identificarse con números arábicos y escribirse con letras mayúsculas (en negrita); los subtítulos, sí necesarios, deben identificarse con dos números arábicos (ejemplo: 1.1) y escribirse con letra inicial mayúscula (en negrita).

Los títulos de las figuras deberán aparecer en la parte inferior antecedidos de la palabra "Figura" seguida de su número de orden (en negrita). Los títulos de los cuadros deberán aparecer en la parte superior y ser antecedidos de la palabra "Cuadro" seguida de su número de orden (en negrita).

En la figura, la fuente (sí es pertinente) debe de escribirse por arriba del título, sin punto final; en el Cuadro, en la parte inferior y con punto final. Las figuras deberán estar exclusivamente a colores, trabajarlas en Word o Excel para poder hacer cambios en leyendas en tamaño de letra o tipografía. A las fotografías se aplican los mismos criterios que para las figuras, deben estar en formato JPG o PNG. Para las figuras y fotografías no enviar capturas o recortes de las mismas.

Los trabajos deben presentarse de acuerdo con el siguiente esquema:

TÍTULO en Español, RESUMEN (seguido de Palabras clave tomadas de AGROVOC), TÍTULO DEL ARTÍCULO en inglés,

INSTRUCCIONES PARA AUTORES Y GUÍA DE EVALUACIÓN PARA ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO

ABSTRACT (seguido de Key words tomadas de AGROVOC);

- 1. INTRODUCCIÓN (incluye revisión de literatura);
- 2. MATERIAL Y MÉTODOS:
- 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:
- 4. CONCLUSIONES;
- 5. LITERATURA CITADA, (Se acepta APA, IICA o ISO); y
- 6. AGRADECIMIENTOS (si es pertinente)

ENVÍO DE TRABAJOS (ARTÍCULOS Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)

Para enviar un trabajo para publicación el o los autores pueden hacerlos llegar al Consejo Editorial, por vía electrónica a: <u>tikalia@fausac.gt</u>. El Consejo Editorial le notificará sobre la recepción y aceptación de su trabajo.

Recomendaciones de edición:

Presentación

Los trabajos deben iniciarse con el título, luego abajo colocar los apellidos y nombres completos del o los autores(es). En esa misma hoja, como pie de página, el grado académico, cargo, lugar de trabajo y correo del o los autor(es).

Título: Conciso e indicar el contenido del trabajo, no mayor a las 20 palabras.

Resumen: Presenta lugar, época, objetivo, métodos y resultados o conclusiones. Es seguido de las palabras clave tomadas del AGROVOC de la FAO,http://aims.fao.org/es/standards/agrovoc/functionalities/search.

Abstract: Consiste en la traducción del resumen al idioma inglés. Es seguido de keywords. Tomadas del AGROVOC de la FAO, http://aims.fao.org/es/standards/agrovoc/functionalities/search

Tikalia 38(1): 85-90, Enero-Junio 2020

Introducción: Presentar el contexto, antecedentes, alcances, beneficiarios de los resultados y objetivos

Materiales y métodos: reúne la información necesaria para la reproducción del trabajo por otros investigadores, los diferentes métodos deben referenciarse con base en la bibliografía. (Insumos, herramientas, métodos y procedimientos plenamente identificados)

Resultados y Discusión: Presentación concisa de resultados, incluye cuadros, figuras y fotos. Análisis y discusión de los mismos, respaldados por la información bibliográfica.

Conclusión: Con base en la información discutida.

Agradecimiento(s): Sucinto(s), no deben aparecer en el texto. Opcional(es).

Literatura citada: incluye sólo las referencias citadas en el texto (IICA, APA o ISO).

Lista de chequeo para que el artículo pueda ser admitido para su evaluación por el Consejo Editorial

Esta lista de chequeo detalla los elementos mínimos que debe presentar un artículo para ser para ser evaluado para su publicación en la Revista Tikalia, la misma va a ser cotejada por la Secretaría del Consejo Editorial. El propósito inicial de esta guía es que cada artículo lene los requisitos mínimos estipulados en las instrucciones para autores.

Para aquellos artículos que el Consejo Electoral apruebe para su publicación, sujeto a correcciones, la Secretaría del Consejo Editorial enviará una notificación al autor principal sobre los cambios esenciales que debe realizar a su artículo, especificando el lapso no mayor de **15 días** para la devolución del mismo y proceder con el siguiente paso.

INSTRUCCIONES PARA AUTORES Y GUÍA DE EVALUACIÓN PARA ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO

Elementos mínimos para la recepción del artículo	Si	No
¿El artículo cuenta con un máximo de 10 páginas incluyendo gráficas y cuadros?		
¿Cada autor presenta: nombre completo, grado académico, lugar donde labora y correo electrónico?		
¿El artículo cuenta con Resumen resaltando lugar, época, objetivo, metodología y principales resultados, conclusiones o recomendaciones (máximo 250 palabras)?		
¿Palabras clave obtenidas de AGROVOC FAO?		
¿El artículo cuenta con Abstract(máximo 250 palabras en inglés)?		
¿Key words obtenidas de AGROVOC FAO?		
¿El artículo cuenta con introducción, presentación, antecedentes, contexto, beneficiarios, alcances de la investigación y marco conceptual?		
¿El artículo tiene conclusiones y recomendaciones?		
¿El artículo cuenta con referencias en IICA, APA o ISO?		
¿Las gráficas, figuras o cuadros tienen la resolución mínima requerida?		
¿Las gráficas, figuras o cuadros cuentan título descriptivo?		
¿Las gráficas, figuras o cuadros cuentan con una tipografía legible, no menor a Arial 8?		
¿Si las figuras o cuadros no son del autor, estas tienen fuente de donde se tomó la información?		

Revista **tikala** se terminó de imprimir en el mes de octubre de 2020, en los talleres de Editora Arizandieta, con una tirada de 500 ejemplares en papel bond beige de 80 gramos.

