

Autores:

Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez
Pedro Alejandro Soto Reyes

David Monterroso Salvatierra
Lesly Mariela Moreira González
Nery Guillermo Barrios Fernández



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

CONTENIDO

- 1 **Estudio del agua subterránea en la zona semiárida del departamento de Guatemala**
Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez
Pedro Alejandro Soto Reyes

- 21 **Evaluación de tácticas para el manejo del complejo mancha de asfalto –CMA– del maíz: Labranza, asocio y programas fitosanitarios. Monjas, Jalapa y Panzós, Alta Verapaz, Guatemala**
David Monterroso Salvatierra
Lesly Mariela Moreira González
Nery Guillermo Barrios Fernández

- 35 **Resúmenes de Tesis de Grado**

- 81 **Resúmenes de Tesis de Postgrado**

- 87 **Instrucciones para autores y guía de evaluación para la recepción de artículos**

Publicación indexada en:



www.latindex.unam.mx

Editora:
Michelle Sanabria Oliva

Diseño:
Hernán Guerra Sandoval

Vol. 39 No. 2, Julio-Diciembre 2020

Tikalía

Facultad de Agronomía, USAC



Volumen 39, Número 2
Julio - Diciembre 2020

tikalía

ISSN 2221-5964

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

Evaluación de tácticas para el manejo del complejo mancha de asfalto –CMA– del maíz: Labranza, asocio y programas fitosanitarios. Monjas, Jalapa y Panzós, Alta Verapaz, Guatemala



Estudio del agua subterránea en la zona semiárida del departamento de Guatemala



Revista Tikalia Volumen 39, Número 2-2020, (julio-diciembre) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene los artículos siguientes:

Estudio del agua subterránea en la zona semiárida del departamento de Guatemala, de Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez y Pedro Alejandro Soto Reyes. Se enfoca en determinar el modelo conceptual de funcionamiento del sistema, elaborando para ello la geología a detalle del área y la interacción de la misma con la hidrogeología. Los datos sobre la heterogeneidad de los acuíferos obtenidos de perfiles geológicos combinado con los datos hidráulicos estimados a partir de ensayos de bombeo, han posibilitado mejorar la caracterización y evaluación cuantitativa de las aguas subterráneas.

Evaluación de tácticas para el manejo del complejo mancha de asfalto –CMA– del maíz: Labranza, asocio y programas fitosanitarios. Monjas, Jalapa y Panzós, Alta Verapaz, Guatemala, de David Monterroso Salvatierra, Lesly Mariela Moreira González y Nery Guillermo Barrios Fernández. Guatemala reporta pérdidas hasta 80% de maíz debidas al complejo mancha de asfalto (CMA). El CMA es causado por: *Phyllachoramaydis* Maubl., *Monographellamaydis* Muller & Samuels y *Coniothyriumphyllachorae* Maubl. Se realizó el primer experimento ubicado en la aldea Los Achiotos, Monjas, Jalapa. Sembrando el híbrido HB-83 para evaluar dos labranzas del terreno, dos asocio de cultivo y cuatro programas de manejo fitosanitario.

Los editores.



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



Volumen 39, Número 2



Guatemala, julio- diciembre 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

Revista  **tikalía**
Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala Edificio T-9, Nivel 3,
Salón 3-18, Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala 01012, Apartado Postal 1545
Teléfono y Whats App +(502) 54767223
Correo electrónico: [tikalia@fausac.gt](mailto:tikalía@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 39, Número 2-2020, (julio-diciembre) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene los artículos siguientes:

Estudio del agua subterránea en la zona semiárida del departamento de Guatemala, de Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez y Pedro Alejandro Soto Reyes. Se enfoca en determinar el modelo conceptual de funcionamiento del sistema, elaborando para ello la geología a detalle del área y la interacción de la misma con la hidrogeología. Los datos sobre la heterogeneidad de los acuíferos obtenidos de perfiles geológicos combinado con los datos hidráulicos estimados a partir de ensayos de bombeo, han posibilitado mejorar la caracterización y evaluación cuantitativa de las aguas subterráneas.

Evaluación de tácticas para el manejo del complejo mancha de asfalto –CMA– del maíz: Labranza, socio y programas fitosanitarios. Monjas, Jalapa y Panzós, Alta Verapaz, Guatemala, de David Monterroso Salvatierra, Lesly Mariela Moreira González y Nery Guillermo Barrios Fernández. Guatemala reporta pérdidas hasta 80% de maíz debidas al complejo mancha de asfalto (CMA). El CMA es causado por: *Phyllachoramaydis* Maubl., *Monographellamaydis* Muller & Samuels y *Coniothyriumphyllachorae* Maubl. Se realizó el primer experimento ubicado en la aldea Los Achiotes, Monjas, Jalapa. Sembrando el híbrido HB-83 para evaluar dos labranzas del terreno, dos socios de cultivo y cuatro programas de manejo fitosanitario.

Los editores.

CONTENIDO

1 Estudio del agua subterránea en la zona semiárida del departamento de Guatemala

Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez
Pedro Alejandro Soto Reyes

21 Evaluación de tácticas para el manejo del complejo mancha de asfalto –CMA- del maíz: Labranza, asocio y programas fitosanitarios. Monjas, Jalapa y Panzós, Alta Verapaz, Guatemala

David Monterroso Salvatierra
Lesly Mariela Moreira González
Nery Guillermo Barrios Fernández

35 Resúmenes de Tesis de Grado

81 Resúmenes de Tesis de Postgrado

87 Instrucciones para autores y guía de evaluación para la recepción de artículos



Estudio del agua subterránea en la zona semiárida del departamento de Guatemala

Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez¹
Pedro Alejandro Soto Reyes²

Recibido el 08 de octubre de 2019.

Aprobado el 17 de junio de 2020.

¹Doctor, Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
iherrerai@hotmail.com

² Ingeniero Agrónomo, Investigador asociado.

RESUMEN

Los factores físicos y climáticos afectan la región semiárida en Guatemala, como la altitud menor de 900 m.s.n.m, lluvias anuales menores de 1,000 milímetros y temperaturas medias mayores de 22 centígrados. Se estudiaron las aguas subterráneas en rocas graníticas y metamórficas que proveen de agua potable a las localidades del norte de ciudad Guatemala. El objetivo del estudio fue determinar el modelo conceptual de funcionamiento del sistema, elaborando para ello la geología a detalle del área y la interacción de la misma con la hidrogeología. Los datos sobre la heterogeneidad de los acuíferos obtenidos de perfiles geológicos combinado con los datos hidráulicos estimados a partir de ensayos de bombeo, han posibilitado mejorar la caracterización y evaluación cuantitativa de las aguas subterráneas. La preponderante relevancia que adquiere la permeabilidad superficial en el lugar determina distintas zonas hidrogeológicas que componen acuíferos con aguas aptas para consumo humano, con agua subterránea en zonas fracturadas. Estas rocas funcionan como pobres acuíferos fisurados, poco transmisibles, con baja permeabilidad y caudales de bombeo por pozo, menores de 3.4 L/s.

Palabras clave: Guatemala; Rocas; Metamorfismo; Granito; Geomorfología; Hidrogeología; Aguas subterráneas; Agua de infiltración; Permeabilidad del suelo.

ABSTRACT

Climatic and physical factors affect the semiarid region in Guatemala, with altitude less than 900 ms.n.m, annual rain less than 1,000 millimeters and temperature mean major of 22 degrees. The purpose of this study was to explain how the groundwater system in the drinking water granitic and metamorphic rocks which supplies the locations of Guatemala City north. The study was carried out designing a conceptual model based on the geological information in relation to the hydrological present in the area. The data allow recognize the heterogeneity of the aquifer. The match between the vertical sections and the pump test results have made possible to improve the quantitative evaluation of groundwater. The particular surface permeability property of the place has created aquifers of water suitable for human consumption with groundwater located in fractured zones. These rocks work as poor fractured aquifers for their little or nothing transmissible, as the permeability down and flow the water from a well lesser than 3.4 L/s.

Key Words:

Guatemala; Rocks; Metamorphism; Granite; Geomorphology; Hydrogeology; Groundwater; Infiltration water; Soil permeability

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la población mundial hace que aumenten las demandas de agua para el abastecimiento de las actividades humanas, que han tenido un efecto negativo sobre la naturaleza y ha logrado afectar al clima del planeta y la variabilidad de los componentes del ciclo hidrológico (Gómez, 2014).

En América Central aproximadamente el 80% de personas dependen de fuentes subterráneas para su abastecimiento de agua potable (Losilla *et al*, 2000): variando la extracción de agua anual en cada país entre 1,000 a 3,300 millones de metros cúbicos (Herrera, 2018).

En la República de Guatemala el mayor porcentaje de agua que se consume es subterránea, en aproximadamente 2,000 millones de metros cúbicos por año (FAO, 2016). Esta cantidad se incrementa continuamente debido al crecimiento de la población y al aumento de la contaminación del agua superficial. En el país ya se tiene un aumento en la demanda de agua subterránea debido a sobreexplotación de acuíferos principalmente en la ciudad de Guatemala (Herrera, 2018).

La hidrología de una región está determinada por sus patrones de clima, la topografía, la geología y la vegetación.

Los movimientos tectónicos de los límites entre las placas de Norte América y Caribe han sido los responsables de la formación de la región semiárida en Guatemala, originando tres zonas de fallas transcurrentes sinestrales conocidas como el sistema Chixoy-Polochic, Motagua y Jocotán, que crearon tres cuencas tectónicas *pull-apart* que se distinguen superficialmente como cuencas hidrográficas Cuilco-Selegua-Chixoy, del río Motagua y río Jocotán.

Esta región semiárida está conformada por valles secos y una vegetación típica de bosque seco espinoso, con lluvias anuales entre los 200 y los 800 mm, donde el 50 % de las precipitaciones vuelve a la atmósfera por evapotranspiración, el 30 % se convierte en agua superficial de escorrentía y el 20 % recarga las aguas subterráneas (Monterroso, 2010). De acuerdo con datos climáticos de la estación San Pedro Ayampuc, la lluvia anual varía de 608 a 998 mm, la temperatura media

es 22° C (18° a 28° C) y la evapotranspiración potencial de 1,702 mm/año (Curup, 2017).

Limitando a estas zonas semiáridas, se presentan montañas constituidas por macizos rocosos de rocas intrusivas y metamórficas cuyos sistemas hidrogeológicos son desconocidos e impiden el manejo y protección del agua subterránea.

La parte central del territorio de Guatemala, el 12 % está formado por rocas intrusivas (2.4 %) y metamórficas (9.6%), que se categorizan como el basamento impermeable de las cuencas subterráneas, presentando condiciones poco favorables desde el punto de vista hidrogeológico, pero para varias comunidades constituyen la única alternativa como fuentes de agua, por lo que es de interés hidrogeológico su estudio para determinar las condiciones en las que es posible que almacenen agua subterránea.

Un área importante con este tipo de rocas y con bajo nivel de servicio de suministro de agua, es la parte norte del departamento de Guatemala, que comprende principalmente los municipios de San José del Golfo, San Pedro Ayampuc, San Raymundo y Chuarrancho, porque constituyen parte de la región semiárida, con evidente falta de agua superficial donde las rocas graníticas y metamórficas forman amplias zonas del subsuelo, por lo que no queda otra solución que utilizar los relativamente bajos caudales que suelen proporcionar estas formaciones (Herrera, Orozco y Mujica, 2011).

En tal sentido, el objetivo de la investigación fue caracterizar la hidrogeología de las formaciones de macizos intrusivos y metamórficos o medios cristalinos de la parte norte del departamento de Guatemala, que sirven para satisfacer la demanda de agua potable de algunas poblaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de investigación se sitúa al norte del departamento de Guatemala y se ubica geográficamente entre los 14° 45' a 14° 51' de latitud norte y los 90° 20' a 90° 37' de longitud oeste, y se encuentra entre las elevaciones de 500 a 1,500 m.s.n.m.

Los materiales utilizados fueron principalmente informes, mapas y perfiles geológicos e hidrogeológicos. Las técnicas comprendieron la recopilación de información geológica e hidrogeológica de la región metamórfica e intrusiva del país y el reconocimiento de las diferentes áreas y formaciones geológicas del norte de ciudad Guatemala, donde se realizan extracciones de agua subterránea.

La investigación se desarrolló en tres etapas. La primera etapa comprendió el análisis de la hidrogeología de las rocas cristalinas que afloran en las cabeceras municipales, que definen variaciones de flujo en medios fracturados, sus espesores, parámetros hidráulicos y caudales de extracción por pozo. En la segunda etapa se realizó el levantamiento geológico a escala 1:50,000 y la identificación de muestras litológicas de pozos. Por la naturaleza de las principales unidades litológicas, se dividieron en dos tipos de rocas: intrusivas como granitos y metamórficas como filitas, esquistos y gneises. En la tercera etapa se conformó el informe final, integrando el análisis e interpretación de las características del medio hidrogeológico y el grado de permeabilidad por fallas, diaclasas, esquistosidad, estratificación, disolución y meteorización. Los parámetros hidrogeológicos fueron calculados de pruebas de bombeo, con una valoración hidráulica de las áreas definidas por su transmisividad y conductividad hidráulica (Escuderet *al*, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

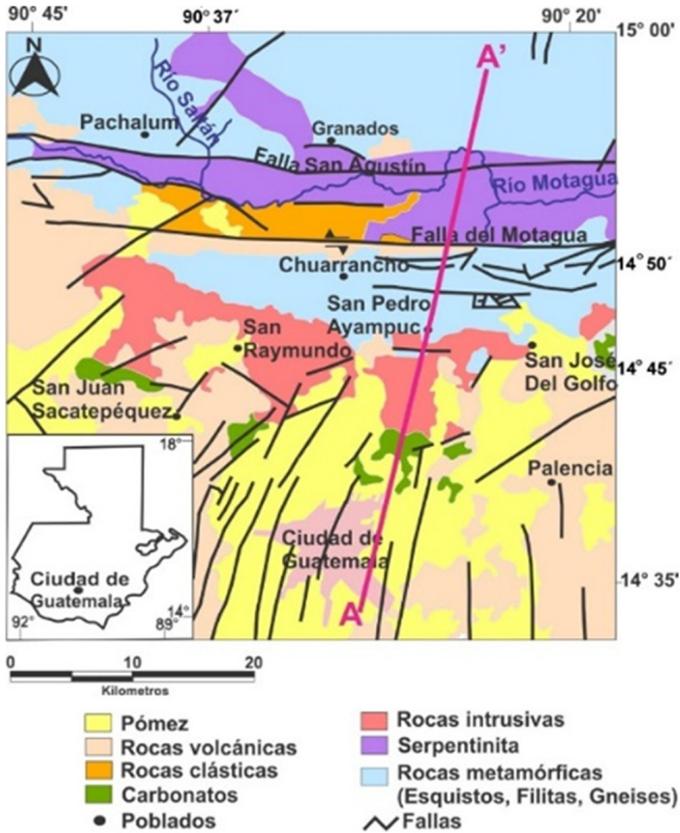
Geología

En el país de Guatemala se presentan dos terrenos geológicos distintos: al norte las rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico; y al sur principalmente rocas ígneas recientes del Terciario y Cuaternario. Esta geología está en correspondencia a dos placas tectónicas: la de Norteamérica al norte y la del Caribe al sur, las cuales están separadas por los sistemas de fallas de Chixoy – Polochic, Motagua – San Agustín y Jocotán, conocido como sistema Motagua; correspondiendo esta región, al cinturón plegado metamórfico que separa el Bloque Maya al norte (placa norteamericana) y el Bloque Chortis (placa Caribe) al sur (Martens *et al*, 2007).

La estructura geológica regional y la condición paleogeográfica de Guatemala, se da a partir del Paleozoico Tardío al Jurásico, con la formación del mayor sistema de falla del Motagua. Desde el Cretácico Tardío hasta el Paleoceno Temprano, las rocas ígneas de granito y diorita, intrusieron las series cretácicas a través del basamento metamórfico del Paleozoico Tardío, originando movimientos geotectónicos agudos con amplios levantamientos, subsidencias locales, fallas y plegamientos, ocurriendo un levantamiento que transformó el relieve marino poco profundo a tierras levantadas, donde el sistema de falla inicial Motagua – San Agustín fue transformado con fallas locales con fracturas abiertas en las direcciones SSO-NNE, N-S y NNO-SSE, que permiten el flujo de agua subterránea.

La región cristalina presenta rocas metamórficas como: esquistos, filitas, y gneises, así como, rocas intrusivas de granito que afloran a lo largo de la Falla del Motagua (Figuras 1 y 2).

Estos materiales comúnmente se denominan “rocas duras”, es decir, muy compactas y de reducida capacidad de almacenamiento de agua y todas ellas muestran una muy baja porosidad primaria. De este modo, es la porosidad secundaria la propiedad que controla su capacidad acuífera, ya que las formaciones presentan capas de alteración más superficiales y zonas de discontinuidad, que es por donde circula preferentemente el agua subterránea y en algunas partes representan pequeñas áreas de recarga hídrica.



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Figura 1. Mapa Geológico del norte del departamento de Guatemala.

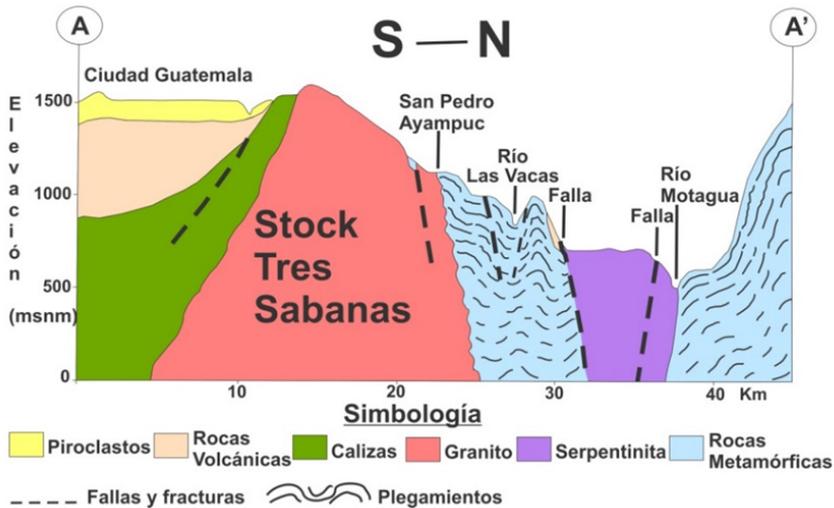


Figura 2. Perfil geológico del norte del departamento de Guatemala

Hidrogeología

Los granitos son rocas que forman el cuerpo intrusivo llamado stock magmático Tres Sabanas en San Pedro Ayampuc y San Raymundo. El granito sano tiene cuarzo, ortosa (feldespato de potasio), biotita y muscovita. Generalmente los afloramientos se presentan alterados y con fracturas, con buzamientos preferenciales de rumbo este a oeste en correspondencia con el sistema de fallas del Motagua.

Las rocas metamórficas en su mayoría son del Grupo Chuacús, que se componen de esquistos, filitas y gneises, que presentan foliaciones hacia el norte con ejes de plegamiento de rumbo este a oeste.

Los esquistos son de color verde y contienen cuarzo, muscovita, clorita, talco, serpentina y anfíbol, que les confieren un típico color verde a estas rocas llamadas

“esquistos verdes” y anfíbolitas. Los afloramientos de los esquistos, se presentan en forma de bloques y generalmente se encuentran muy meteorizados.

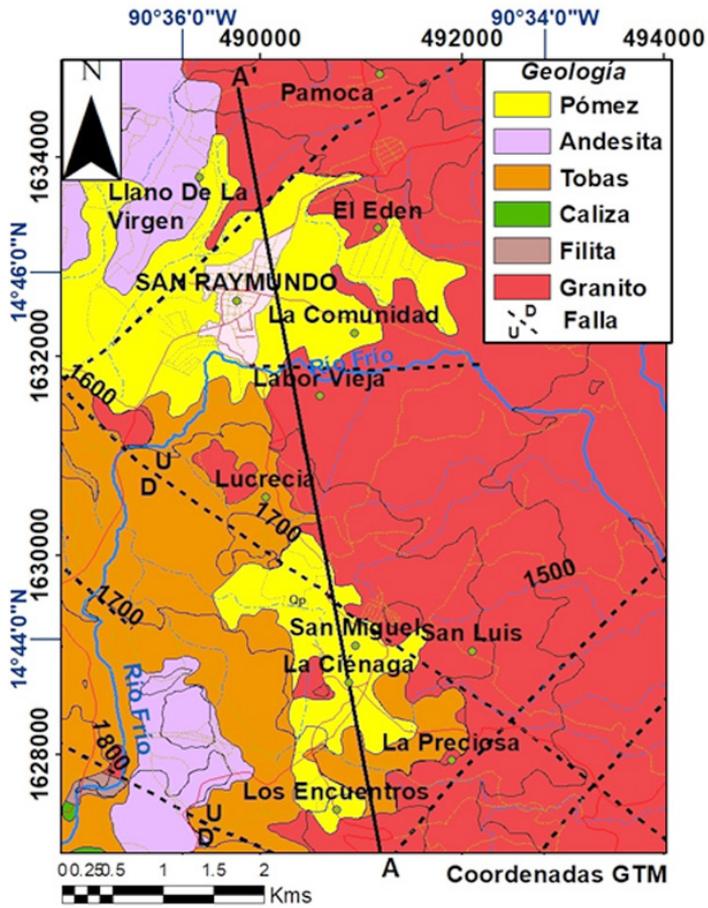
Las filitas en superficie se encuentran muy alteradas con color pardo grisáceo y gris verdoso con limonita. Además, se presentan muy plegadas, formando anticlinales y sinclinales. En el área las filitas se encuentran sobre yaciendo a los esquistos y gneises.

La edad de las rocas comprende el Paleozoico superior al Cretácico superior.

En algunos pozos del municipio de San Raymundo, se han encontrado granitos meteorizados en sus primeros 70 a 80 m con minerales de arcilla y sílice por la alteración por hidrólisis del feldespato potásico, con tamaño de partículas de arena constituida por cuarzo y micas, y con fracturas pequeñas. Es decir, la descomposición de las rocas ígneas en silicatos con alto contenido de cuarzo da origen a la llamada “arenización”. Esto es congruente con el espesor de la zona alterada, mayor de 50 metros que se presenta en climas cálidos (Escuderet *al*, 2009), alcanzando profundidades de 100 metros en los andes colombianos (Gómez, 2014).

Estas alteraciones de las rocas graníticas han proporcionado una pequeña capacidad de almacenamiento de agua (Figuras 3 y 4). El problema es que los pozos producen agua en las primeras semanas de funcionamiento y posteriormente a los pocos meses descienden los niveles y las producciones de agua hasta que llegan a secarse o abatirse.

Cuando el agua subterránea está contenida en piroclastos de pómez y tobas fracturadas el nivel del agua subterránea desciende en menor proporción, ya que se mantiene una cierta recarga hídrica en estas rocas (Curup, 2017).



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.
Figura 3. Mapa geológico de San Raymundo.

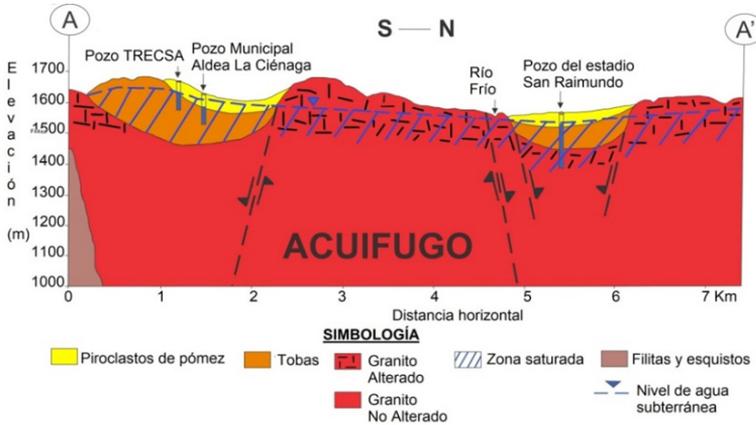


Figura 4. Perfil hidrogeológico de San Raymundo

En los municipios de San José del Golfo, San Pedro Ayampuc y Chuarrancho, las rocas de filitas están disgregadas y foliadas hacia el norte, con niveles alterados con cierta permeabilidad a profundidades superiores a los 150 metros.

Los esquistos y gneises constituyen el basamento de la región, sin embargo, se presentan partes superficiales aflorando alteradas y fracturadas con profundidades superiores a los 100 metros. Las rocas metamórficas normalmente se meteorizan en materiales limos arenosos, como lo ha investigado Gómez (2014).

Las alteraciones de las rocas filíticas proporcionan una pequeña capacidad de almacenamiento de agua. Sin embargo, así como, en las rocas graníticas los niveles de agua subterránea con el tiempo van descendiendo y disminuyendo los caudales de extracción. En esta área se presenta un basamento de esquistos y anfíbolitas que constituyen rocas impermeables o acuífugos, como se observa en las Figuras 5 y 6.

Custodio y Llamas (2001), mencionan que la porosidad total de las zonas de alteración superficial son variables, con valores de 30 a 40 %. Gómez (2014), en

rocas cristalinas ha encontrado porosidades mayores del 40 %. Sin embargo, muchos de estos poros se encuentran rellenos con minerales de neoformación como óxidos, hidróxidos y silicatos. La porosidad en las rocas sanas es muy baja, en granitos es 0.4 a 3.9 %, en filitas de 0 a 1.06 %, y en esquistos y gneises de 0.3 a 2.2 % (Krynine y Judd, 1980).

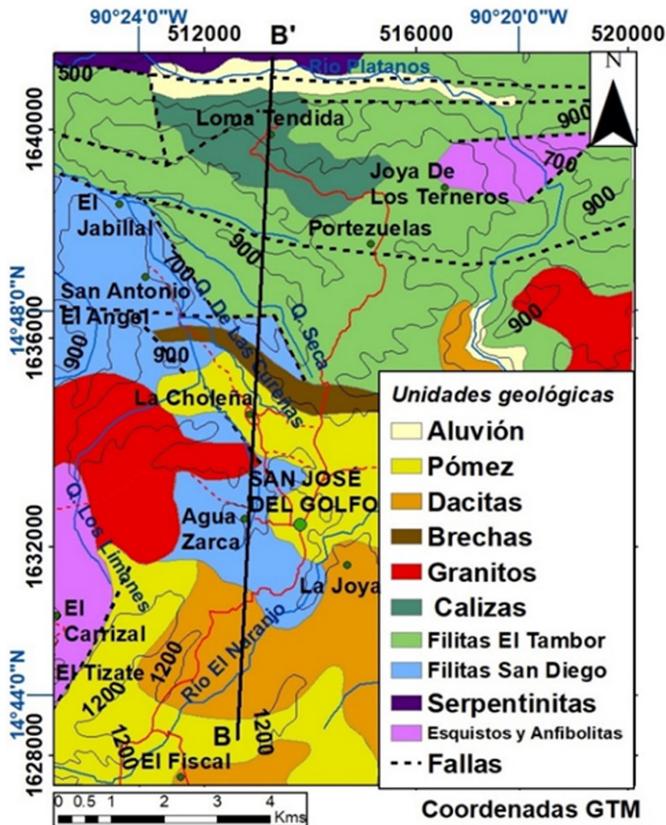


Figura 5. Mapa geol3gico de San Jos3 del Golfo.

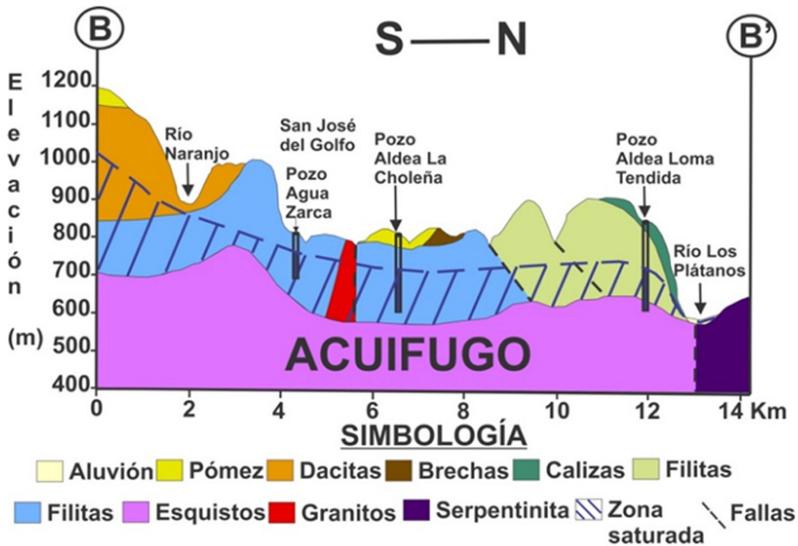


Figura 6. Perfil hidrogeológico de San José del Golfo

Parámetros hidrogeológicos

La conductividad hidráulica del macizo de rocas graníticas decrece en profundidad, ya que el mayor grado de alteración se encuentra entre los primeros 80 metros, que provoca un medio heterogéneo por la posición y densidad de las fracturas y una doble porosidad, con una matriz muy poco porosa, atravesada por zonas o lineamientos de fallas mucho más conductivos. En profundidad la roca es sana y por ende la conductividad hidráulica es muy baja.

En los macizos graníticos sanos, no alterados, ni fracturados en profundidad, la permeabilidad varía de 0.01 a 1×10^{-5} m/d (Custodio y Llamas, 2001).

En granitos alterados se presentan valores de conductividad hidráulica de 0.1 a 0.15 hasta 2.5 a 3 m/día y de transmisividad de 6 a 9 hasta 175 a 250 $\text{m}^2/\text{día}$.

Esta variación se da porque la conductividad hidráulica en un granito alterado puede ser 3 o más ordenes de magnitud que un granito sano y se puede comparar con la permeabilidad de una arenisca de grano fino (Gómez, 2014).

El coeficiente de almacenamiento en granitos varia de 2.2×10^{-2} a 2×10^{-4} , indicando que es un acuífero confinado (Curup, 2017).

Las filitas sanas tienen permeabilidades de 1×10^{-3} a 1×10^{-5} m/d. En el área las filitas presentan una permeabilidad secundaria con valores de 0.05 a 0.14 m/d y transmisividades de 4 a 10 m²/día.

Los esquistos, anfíbolitas y gneises sanos en profundidad, muestran permeabilidades de 1×10^{-3} a 1×10^{-6} m/d. Sin embargo, en sus partes superiores alteradas tienen valores de conductividad hidráulica de 0.02 a 0.05 m/d y transmisividad de 1 a 8 m²/d.

En el área de San José del Golfo las filitas presentan un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-3} a 6.8×10^{-4} , indicando que es un acuífero confinado.

Producciones de caudales de pozos

Los caudales iniciales de bombeo cuando se construyeron los pozos en macizos cristalinos fueron relativamente elevados al principio, siendo caudales instantáneos en tiempos cortos de extracción de pocas horas, que no sirven para definir caudales de explotación a mediano o largo plazo, ya que normalmente la producción de los pozos en estos medios suele disminuir con el tiempo.

En pozos construidos en rocas graníticas se presentaron al inicio caudales de 3.4 a 24.8 L/s (54 a 393 gal/min), sin embargo, estos disminuyeron en el rango de 1 a 1.8 L/s (16 a 29 gal/min) en un periodo de tiempo de 2 a 10 años de explotación.

En algunas partes del mundo existen captaciones de agua en granitos, como en África, donde Angola y Costa de Marfil producen 0.5 a 8 L/s por pozo; en Zaire, Ghana, África del Sur y Sudán, los pozos en granitos, gneises y esquistos presentan caudales entre 0.14 a 6.6 L/s. En general se menciona que el 90 % de los pozos en granitos y gneises proporcionan alrededor de 1 L/s como caudal

de explotación máximo, siendo habitual obtener valores inferiores (Escuderet al, 2009).

Los caudales iniciales en filitas fueron de 4.5 a 18.9 L/s (72 a 300 gal/min) y luego en el término de 5 a 10 años, los caudales se redujeron hasta 1.4 a 3.4 L/s (22 a 54 gal/min). Es importante destacar dos pozos que se localizaron sobre filitas falladas, los cuales presentaron caudales iniciales de 13.2 y 22.1 L/s (210 y 350 gal/min), los cuales disminuyeron a 7.9 y 18.9 L/s (126 y 300 gal/min), en un tiempo de cuatro y un año respectivamente.

Los esquistos y gneises representan los materiales más impermeables, con caudales iniciales entre 0.76 a 1.26 L/s, que disminuyeron en 6 años de 0.5 a 0.63 L/s.

En la parte occidental de Estados Unidos en gneises y esquistos se producen de 0.83 a 5.55 L/s por pozo; en Brasil en materiales de granitos, gneises y esquistos se tienen caudales de 0.1 a 2.2 L/s; y en India en granitos, gneises y esquistos entre 0.14 a 4.2 L/s (Escuderet al, 2009). En rocas metamórficas de otras partes de Guatemala, los caudales por pozo son menores de 3 L/s (Herrera, 2017).

CONCLUSIONES

El norte del departamento de Guatemala comprende los municipios de San Raymundo, San Pedro Ayampuc, San José del Golfo y Chuarrancho, que forman parte de la región semiárida con lluvias anuales entre 608 a 998 mm, evapotranspiración de 1,702 mm y recarga hídrica muy baja.

Las rocas graníticas y metamórficas tienen espesores muy potentes y en las partes superiores no están consolidadas y pueden almacenar cierta cantidad de agua subterránea, por efecto de una doble porosidad, constituyendo un medio poroso y fracturado.

El mayor grado de alteración se encuentra entre los primeros 80 metros, que provoca un medio heterogéneo por la posición y densidad de las fracturas, con una matriz poco porosa rellena de óxidos y silicatos, atravesada por zonas de fallas mucho más conductivas. En profundidad la roca es sana y por ende la conductividad hidráulica es muy baja.

Los macizos cristalinos presentan falta de comunicación de fracturas por estar rellenas de arcillas, que origina que la conductividad hidráulica sea muy baja de 0.02 a 0.15 m/día, causando grandes abatimientos del nivel de agua subterránea y una lenta recuperación de los pozos, con transmisividad menor de 10 m²/día, constituyendo acuíferos pobres.

En los medios cristalinos solo se pueden extraer pequeños caudales de agua, del orden de 1 a 1.8 L/s en granitos, de 1.4 a 3.4 L/s en filitas y de 0.5 a 0.63 L/s en esquistos y gneises, ya que no constituyen reservorios de aguas subterráneas por su baja permeabilidad intrínseca, que lo hace un medio muy heterogéneo.

La probabilidad de que se perforo un pozo productivo en macizos cristalinos depende del grado de permeabilidad del área. Las zonas más favorables suelen corresponder a las zonas que han sufrido mayor fracturación o deformación frágil del macizo, como las zonas próximas a fallas regionales y las zonas de charnela de los pliegues, que son las que presentan una mayor densidad de discontinuidades.

El flujo en un macizo rocoso podría llegar a alcanzar largas distancias o escala de flujos regionales a través de sistemas de fracturas extendidas por ser de tipo tectónico, donde su conductividad hidráulica dependerá del grado de conexión de las fracturas. Es decir, existen flujos preferenciales que pueden ocurrir en largas distancias, cuando la tectónica regional ha generado conexión entre fallas geológicas.

REFERENCIAS

- Curup Chavac, J. R. (2017). *Reconocimiento Hidrogeológico de la Microcuenca del Río Frío, Municipio de San Raymundo, Departamento de Guatemala*. (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8060/1/TESIS%20PARA%20AREA%20INTEGRADA%20AGOSTO%202017.pdf>
- Custodio, E., & Llamas, R. (2001). *Hidrología Subterránea*. (2ª ed.). España: Omega.
- Escuder, R., Fraile, J., Jordana, S., Ribera, F., Sánchez-Vila, X., & Vázquez-Suñé, E. (2009). *Hidrogeología, conceptos básicos de hidrología subterránea*. España: Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea.
- Gómez, S. (2014). *Agua subterráneas en zonas de montaña y trazadores ambientales*. Colombia: Universidad Industrial de Santander Ediciones.
- Herrera, I. (2017). Acuíferos de Guatemala. *Tikalía*, 35(2), 35-56.
- Herrera, I. (2018). Sobre extracción de las aguas subterráneas en la cuenca norte de ciudad de Guatemala. *Tikalía*, 36(2), 7-29.
- Herrera, I., Orozco, E., & Mujica, A. (2011). Estrategia para el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo en una zona semiárida de Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(3), 12-18.
- Krynine, D. & Judd, W. (1980). *Principios de geología y geotecnia para ingenieros*. España: Omega Ediciones.
- Losilla, M., Rodríguez, H., Schosinsky, G., Stimson, J., & Bethune, D. (2000). *Acuíferos volcánicos y el desarrollo sostenible en América Central*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Martens, U., Solari, L. A., Sisson, V., Harlow, G., Ligorria, J. P., Tsujimori, T., Ortega, F., Brueckner, H., Giunta, G., & Lallemand, H. (2007). *High Pressure Belts of Central Guatemala: The Motagua suture and the Chuacús Complex*. Field Trip Guide, (1 st.). Field Workshop of IGCP 546 “Subduction Zones of the Caribbean”. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas / IUGS / UNESCO. https://www.researchgate.net/publication/258726916_High-pressure_belts_of_central_Guatemala_the_Motagua_suture_and_the_Chucacús_complex

Monterroso Flores, D. A. (2010). *Base de datos con la investigación disponible, realizada hasta la fecha, por organismos nacionales e internacionales, relacionada con aspectos agrícolas, económicos, ambientales y de recursos naturales en las regiones semiáridas de Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Informes de Ejecución Rápida, 2010. 93 p. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/resumenes2010/inf1002.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia (FAO). (2016). *Sistema de Información sobre el uso del Agua en la Agricultura y el Medio Rural*. Recuperado de <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>

F A C U L T A D D E
AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



tikalía

**Evaluación de tácticas para el manejo del
complejo mancha de asfalto –CMA– del maíz:
Labranza, asocio y programas fitosanitarios.
Monjas, Jalapa y Panzós, Alta Verapaz,
Guatemala.¹**

David Monterroso Salvatierra²
Lesly Mariela Moreira González³
Nery Guillermo Barrios Fernández³

Recibido el 17 de junio de 2020.

Aprobado el 17 de junio de 2020.

¹ Las investigaciones fueron financiadas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

² Doctor en Ciencias, Ingeniero Agrónomo, Profesor Titular Facultad de Agronomía.
Universidad de San Carlos de Guatemala. (502) 5172-0274,
davidmonsal@yahoo.com.mx

³ Ingenieros Agrónomos

RESUMEN

Guatemala reporta pérdidas hasta 80% de maíz debidas al complejo mancha de asfalto (CMA). El CMA es causado por: *Phyllachoramaydis* Maubl., *Monographellamaydis* Muller & Samuels y *Coniothyriumphyllachorae* Maubl. El primer experimento se ubicó en la aldea Los Achiotes, Monjas, Jalapa. Se sembró el híbrido HB-83 para evaluar dos labranzas del terreno, dos asocios de cultivo y cuatro programas de manejo fitosanitario: (1) Programa B, Trifloxistrobin, Tebuconazol + Triadimenol; (2) Programa D, Tebuconazole + Picoxystrobin; (3) Programa S, Azoxistrobin + Cyproconazole; y (4), Programa P, Extractos de *Larrea tridentata* + Sulfato Tetramino Cúprico. Para estimar la severidad del CMA, en el 4° y 5° surco se marcó la 8ª y 16ª planta respectivamente y en cada planta la 4ª hoja bajera y la hoja bandera. Ninguno de los programas liberó al maíz del CMA; sin embargo, el programa P y el Programa S fueron efectivos para mantener la severidad del CMA en niveles bajos (15% y 22% respectivamente), adicionalmente redujeron la incidencia de pudrición de mazorca (*Stenocarpella* spp. y *Gibberella* spp.). La protección aportada por las labranzas evaluadas fluctuó de moderada a muy baja para ambos complejos patológicos. Las interacciones con mejor productividad y sanidad, en su orden son: Labranza mínima *Maíz Programa P, con 5,630.12 Kg/Ha y Labranza mínima*Maíz-Frijol*Programa P con 5,5524.29 Kg/Ha.El segundo ensayo se realizó en el Caserío Xucub, Panzós, Alta Verapaz, sobre la base de los resultados obtenidos en Monjas, Jalapa. Los factores labranza 0 ó mínima y asocio maíz-frijol, ya no se incluyeron en la evaluación. Se probaron los mismos programas fitosanitarios evaluados en Monjas Jalapa y se adicionó un tratamiento testigo sin aplicación de fungicidas (SF). Así, el experimento se diseñó en bloques completamente al azar con cinco repeticiones y los tratamientos evaluados fueron: (1) Testigo SF; (2) Programa D; (3) Programa B; (4) Programa S; y, (5) Programa P. Igual que en Monjas, ninguno de los tratamientos aplicados logró evitar el desarrollo de epidemias del CMA; pero, las condiciones ambientales no favorecieron el desarrollo del CMA (23.5% en parcelas de maíz donde no se aplicó fungicida). El programa P con un avance de la epidemia con tasa de 0.014% de tejido enfermo por día, los programas S, D y B un 0.018 %/día; mientras que, el testigo con la mayor tasa de crecimiento (0.034 %/día). Los mejores resultados los ofreció el Programa experimental P: permitió la menor severidad del CMA (13%), el menor promedio de mazorcas con pudrición (3.4 mazorcas/parcela) y en contraste fue el tratamiento con el mayor rendimiento (3,839.67 kg /ha).

ABSTRACT

Guatemala reports losses of up to 80% of corn due to the asphalt stain complex (CMA). CMA is caused by: *Phyllachora maydis* Maubl., *Monographella maydis* Müller & Samuels, and *Coniothyriumphyllachorae* Maubl. The first experiment was located in Aldea los Achiotés, Monjas, Jalapa. The hybrid HB-83 was planted to evaluate two land cultivations, two cultivation associations and four phytosanitary management programs: (1) Program B, Trifloxystrobin, Tebuconazole + Triadimenol; (2) Program D, Tebuconazole + Picoxystrobin; (3) Program S, Azoxystrobin + Cyproconazole; and (4), Program P, Extracts of *Larrea tridentata* + Tetramine Cupric Sulfate. To estimate the severity of the CMA, in the 4th and 5th furrows the 8th and 16th plants were marked respectively and in each plant the 4th lower leaf and the flag leaf. None of the programs released corn from the CMA; However, Program P and Program S were effective in maintaining the severity of CMA at low levels (15% and 22% respectively), additionally they reduced the incidence of ear rot (*Stenocarpella* spp. and *Gibberella* spp.). The protection provided by the evaluated crops ranged from moderate to very low for both pathological complexes. The interactions with the best productivity and health, in order are: Minimum tillage * Corn-Beans * Program P with 5,5524.29 Kg / Ha and Minimum tillage * Corn Program P, with 5,630.12 Kg / Ha. The second trial was carried out in Caserío Xucub, Panzós, Alta Verapaz, based on the results obtained in Monjas, Jalapa. The 0 or minimum tillage factors and the corn-bean association were no longer included in the evaluation. The same phytosanitary programs evaluated in Monjas Jalapa were tested and a control treatment without application of fungicides (SF) was added. Thus, the experiment was designed in completely randomized blocks with five repetitions and the evaluated treatments were: (1) Control SF; (2) Program D; (3) Program B; (4) Program S; and, (5) Program P. As in Monjas, none of the applied treatments managed to prevent the development of CMA epidemics; but, the environmental conditions did not favor the development of CMA (23.5% in corn plots where no fungicide was applied). Program P with an advance of the epidemic with a rate of 0.014% of diseased tissue per day, programs S, D and B 0.018% / day; while, the control with the highest growth rate (0.034% / day). The best results were offered by the Experimental Program P: it allowed the lowest severity of the CMA (13%), the lowest average of ears with rot (3.4 ears / plot) and in contrast it was the treatment with the highest yield (3,839.67 kg / ha).

David Monterroso Salvatierra
Lesly Mariela Moreira González
Nery Guillermo Barrios Fernández

Evaluación de tácticas para el manejo del complejo mancha de asfalto –CMA– del maíz: Labranza, asocio y programas fitosanitarios. Monjas, Jalapa y Panzós, Alta Verapaz. Guatemala.¹

PRESENTACIÓN

La preocupación por el estudio de la mancha de asfalto y los daños provocados en la producción de maíz, se establece en la reunión convocada por el MAGA-ICTA sobre la situación de la mancha de asfalto en Guatemala el 6 de septiembre de 2011. En esta reunión surge la Comisión Técnica Nacional de Mancha de Asfalto del Maíz. En representación de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala asiste el Dr. David Monterroso Salvatierra; quien, a su vez, participa en el **“Taller de Ejecución del Proyecto Alternativas de Manejo de la Enfermedad Mancha de Asfalto en Centroamérica y formulación de una agenda de investigación de maíz”**; realizado en el CIMMYT, México del 24 al 26 de junio de 2013 (Figura 1).



Figura 1: Taller de planificación del Proyecto Alternativas de Manejo de la Enfermedad Mancha de Asfalto en Centroamérica y formulación de la agenda de investigación de maíz. CIMMYT junio 2013.

Al finalizar el período de exposición de informes nacionales, el fitopatólogo del CIMMYT Dr. Henry K. Ngugi solicita al Dr. Monterroso la elaboración de la propuesta “Identificar y Optimizar Estrategias para la Gestión Sostenible del Complejo Mancha de Asfalto (CMA) del Maíz en América Central y Colombia”.

Aceptada la propuesta se dividió en dos proyectos: (1) Identificar y Optimizar Estrategias para la Gestión Sostenible del Complejo(Mancha de Asfalto (CMA) del Maíz en América Central y, (2) Mecanismos de Resistencia al Complejo Mancha de Asfalto –CMA- y Selección de Germoplasma. Este escrito resume los resultados del primer proyecto.

Guatemala reportó para 2012 pérdidas en maíz entre 60 a 80%, debidas al complejo mancha de asfalto (CMA) (Roxana, 2012) causado por los hongos: *Phyllachoramaydis* Maubl., *Monographellamaydis* Muller & Samuels y *Coniothyriumphyllachorae* Maubl.

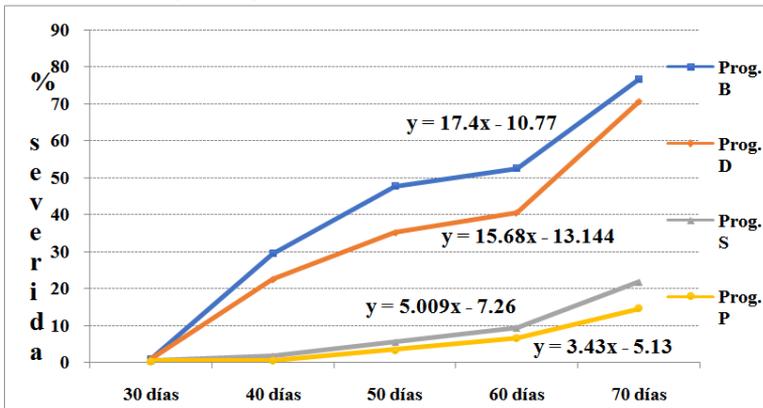
En 2014 y 2015, se desarrollaron dos experimentos: uno en Monjas, Jalapa y el otro en Panzós, Alta Verapaz. Con los objetivos de establecer: (1) la mejor práctica de labranza, (2) el mejor sistema de cultivo; (3) el mejor programa fitosanitario y, (4) la mejor interacción prácticas agrícolas* programas fitosanitarios. Esto con el propósito de bajar la incidencia de la mancha de asfalto para incrementar la productividad del maíz.

En el primer ensayo; realizado de julio a octubre del 2014 en la aldea Los Achiotes, de Monjas, Jalapa se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Se sembró el híbrido HB-83 por su alta susceptibilidad, para evaluar: dos labranzas del terreno (0 y mínima), dos sistemas de cultivo (limpio y maíz-frijol) y, cuatro programas de manejo fitosanitario: (1) Programa B, Trifloxistrobin (Estrobilurina) + Tebuconazol (Triazol) 7.4 gr/bomba a los 30 dds y Tebuconazol + Triadimenol (Triazoles) 21.25 gr/bomba a los 45 dds (días después de siembra); (2) Programa D, Tebuconazole (Triazol) 1.30 ml/bomba a los 30 dds y Picoxystrobin (estrobilurina) 1.17 ml/bomba a los 40 dds;(3) Programa S, Azoxystrobin 20% (Estrobilurina) + Ciproconazol 8% (Triazol) 400 ml/ha a los 35 dds y una segunda aplicación a los 45 días; Programa P, Extractos de *Larrea tridentata* 80 ml/bomba + cobre (Sulfato tetramino cúprico 29% + Fosfito de Potasio 15% con N 6.2%, P

5%, K 2.9% y Cu 4.5%) 480 ml/bomba, dos aplicaciones a los 30 dds y la segunda a 45 dds. Para estimar severidad del CMA: en el 4º y 5º surco de la parcela, se marcó la 8ª y 16ª planta respectivamente y en cada planta la 4ª hoja bajera y la hoja de la mazorca.

Ninguno de los programas liberó al maíz del CMA; sin embargo, el programa P y el Programa S fueron efectivos para mantener la severidad del CMA en niveles bajos: 15% y 22% respectivamente (Ver gráfico 1). Cada programa comercial fitosanitario permitió el desarrollo de la epidemia afectando la tasa de crecimiento de la misma; así, El Programa B por cada porcentaje de lesiones presentes del CMA estimuló la formación de 6.63 %/día en área foliar afectada, el programa D permitió 2.51 %/día; mientras que, el Programa S permitió 1.37 %/día y, el Programa P solo permitió la formación de 0.89 %/día de área foliar afectada. Se puede inferir con estos datos que los Programas P y S afectan dramáticamente el potencial de multiplicación del inóculo del CMA.

Gráfico 1. Comportamiento de las epidemias del CMA del maíz. Los Achiotes, Monjas, Jalapa.



En la Tabla 1 se presenta el análisis de varianza y su respectiva comparación de medias para las lecturas realizadas a los 70 dds; es indiscutible la diferencia provocada por los programas P y S comparados con los programas D y B. Otra ventaja importante de los programas P y S es el efecto preventivo al retardar 10 días el inicio de las epidemias y el freno a la tasa de incremento diario de la epidemia. La máxima ventaja es del programa P dado que se aplica como táctica ante la selección de los patógenos para resistencia a los fungicidas.

Tabla 1. Análisis de varianza y comparación de medias lecturas a 70 dds.

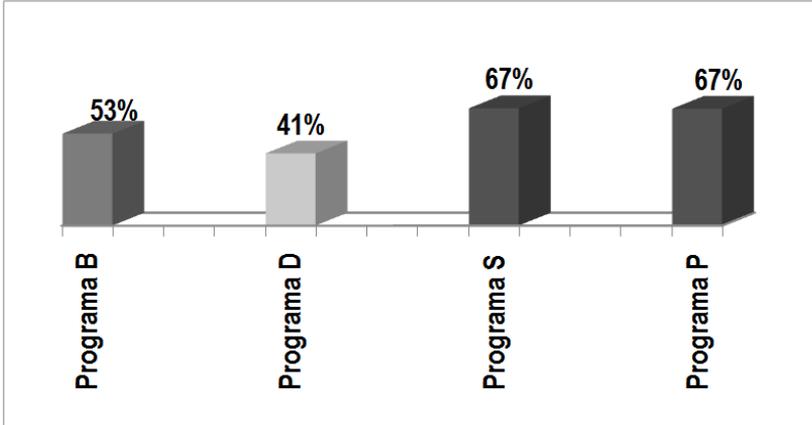
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54617.88	11	4965.26	33.79	<0.0001
Repetición	2083.63	3	694.54	4.73	0.0054
Tratamiento	49658.88	3	16552.96	112.64	<0.0001
Labranza	342.25	1	342.25	2.33	0.1331
Asocio	370.56	1	370.56	2.52	0.1184
Trat.*Lab.*Asoc.	2162.56	3	720.85	4.91	0.0045
Error	7641.88	52	146.96		
Total	62259.75	63			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=11.37550

<i>Error: 146.9591</i>	<i>gl: 52</i>		
Tratamiento	Medias	n	Grupos
Programa P	14.56	16	A
Programa S	21.75	16	A
Programa D	70.44	16	B
Programa B	76.50	16	B

La lectura del porcentaje de tejido verde a los 85 dds (0% significa nula actividad y 100% total actividad fotosintética), se realizó al momento de llenado de grano con el consecuente efecto en la producción, el excelente efecto de los programas S y P puede constatarse en la Gráfica 2.

Gráfica 2. Efectividad fotosintética propiciada por los programas fitosanitarios a los 85 dds.



La mayor ventaja del tratamiento P sobre el resto de los programas es el efecto multisitio de los ingredientes activos, que lo convierte en un programa anti resistencia, dado que evita que el patógeno se autoseleccione para soportar las aplicaciones del mismo ingrediente.

En la Tabla 2 se despliegan los efectos de la labranza y los programas comerciales fitosanitarios con su sistema de cultivo. Las mejores expectativas por el abatimiento del CMA, menos pudrición de mazorca y alta productividad de maíz son: Programa P*Maíz con 5630.12 kg/hay Programa P*Maíz-Frijol con 5,524.29 kg/ha. Por el contrario, en la labranza cero se presenta las mayores epidemias del CMA y más pudrición de mazorca, los tratamientos con mayor problema de pudrición de mazorca son: Programa B*Maíz con 16% y Programa D*Maíz con 15%. Estos resultados orientan la propuesta teórica de pérdida de efectividad por selección a resistencia de los hongos.

En conclusión; el mejor sistema para la producción de maíz es: labranza 0 ó mínima, siembra en asocio con frijol y de los cuatro programas, el mejor es el Programa P con dos aplicaciones, la primera al detectar los primeros síntomas (30-35 dds) y la segunda a los 45 dds.



Figura 2. Los días 3 y 4 de julio del 2014, se realizó la primera evaluación de los avances de la investigación. De izquierda a derecha: Sr. Adán Campos (Productor colaborador), Leslie Moreira (Epesista), Ing. Wener Ochoa (Asesor-Supervisor EPS-FAUSAC), M.C. Rachael Ann Cox (Especialista CIMMYT) y un productor vecino.



Figura 3. Discusión de los resultados del experimento con los agricultores en casa de don Adán Campos.

Tabla 2. Comparador múltiple de medias para las variables: grado de severidad (%), porcentaje de tejido verde (%), número de mazorcas enfermas, y peso de grano (Kg/Ha).

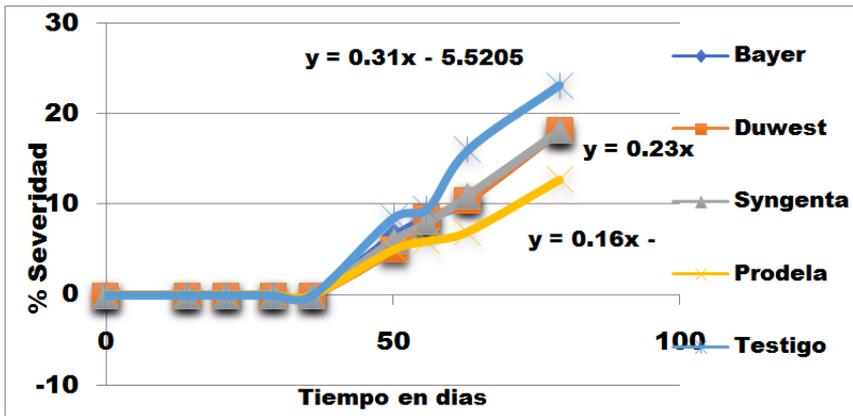
Labranza	Programas fitosanitarios	Grado de severidad a los 70dds(%)	Porcentaje de tejido verde a los 90 dds (%)	Número de mazorcas enfermas	Peso de grano (Kg/Ha)
Cero	Programa P*Maíz	5.94 a	67.55 a b	2.16 a	4488.36 b c
	Programa S*Maíz-Frijol	14.56 a	74.17 a	6.41 a	3988.41 b c
	Programa P*Maíz-Frijol	18.56 a	73.55 a	4.41 a	4462.83 b c
	Programa S*Maíz	24.31 a	67.67 a b	6.41 a	3988.41 b c
	Programa B*Maíz-Frijol	64.56 b	60.05 b c	13.91 b	3663.82 b c
	Programa D*Maíz-Frijol	66.69 b	47.05 c	15.41 b	3052.08 c
	Programa D*Maíz	69.56 b	41.08 c	15.16 b	3201.89 c
	Programa B*Maíz	83.81 b	51.42 c	15.28 b	3613.88 c
Mínima	Programa P*Maíz-Frijol	5.75 a	44.55 c	3.53 a	5524.29 a
	Programa P*Maíz	28 a	44.67 c	6.16 a	5630.12 a
	Programa S*Maíz	24 a	37.98 c	6.41 a	5155.71 a b
	Programa S*Maíz-Frijol	24.13 a	37.36 c	4.41 a	5161.68 a b
	Programa D*Maíz-Frijol	69.38 b	18.80 c	16.53 b	4237.82 b c
	Programa B*Maíz	74 b	23.86 c	13.9 b	4831.12 b c
	Programa D*Maíz	26.13 b	10.86 c	15.41 b	4219.3 b c
	Programa B*Maíz-Frijol	83.63 b	28.42 c	16.66 b	4649.8 b c

El segundo ensayo se realizó en el caserío Xucub, Panzós, Alta Verapaz, sobre la base de los resultados obtenidos en Monjas, Jalapa, en el cual las dos prácticas: labranza 0 ó mínima y asocio maíz-frijol fueron comparativamente mejores; en tal sentido estos dos factores ya no se incluyeron en la evaluación.

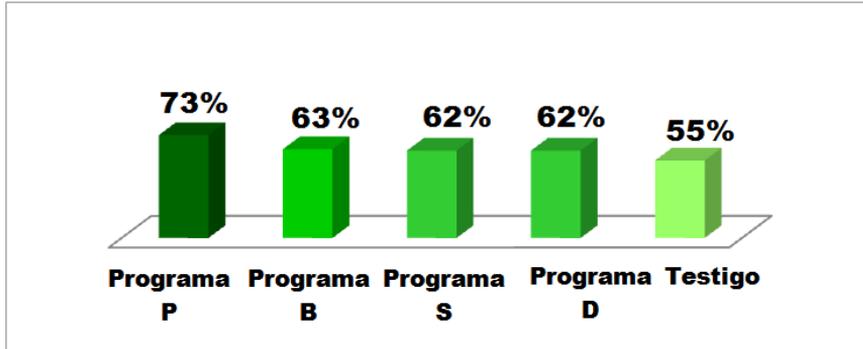
Se probaron los mismos programas fitosanitarios evaluados en Monjas, Jalapa y se adicionó, un tratamiento testigo sin aplicación de fungicidas (SF); así, al experimento diseñado en bloques completamente al azar con cinco repeticiones, los tratamientos evaluados fueron: (1) Testigo SF; (2) Programa D; (3) Programa B; (4) Programa S; y, (5) Programa P.

Igual que en Monjas, ninguno de los tratamientos aplicados logró evitar el desarrollo de epidemias del CMA; sin embargo, es importante señalar que las condiciones ambientales no favorecieron el desarrollo del CMA. En la Gráfica 3 se constata el poco incremento del CMA (23.5%) en las parcelas de maíz donde no se aplicó ningún fungicida. Se presenta el comportamiento de las epidemias del CMA desde el programa P; el cual, se estima avanza con una tasa de 0.014% de tejido enfermo por día, los programas S, D y B un 0.018 %/día, mientras que el testigo desarrolló la mayor tasa de crecimiento 0.034 %/día. En este espacio se puede concluir que el programa P, detiene en mayor grado el crecimiento del CMA, al reducir el potencial de multiplicación de los patógenos involucrados.

Gráfica 3. Comportamiento de las epidemias del CMA del maíz. Caserío Xucub, Panzós, Alta Verapaz.



En la Gráfica 4 se ven los datos del porcentaje de tejido verde a los 85 dds, estimación de la actividad fotosintética al momento de llenado de grano y su consecuente efecto en la producción. En la cual, es evidente la superioridad del Programa P para proteger la actividad fotosintética.

Gráfica 4. Efectividad fotosintética propiciada por los programas fitosanitarios a los 85 dds.

En la Tabla 3 se presentan los valores promedios integrados del comparador múltiple de medias para las variables: grado de severidad (%), porcentaje de tejido verde (%), número de mazorcas enfermas (No.) y, peso de grano (kg/h), para los diferentes tratamientos. Los mejores resultados los ofreció el Programa experimental P; tales resultados son consistentes con los atributos de control mostrados en Los Achiotés, Monjas, Jalapa permitiendo la menor severidad (13%) del CMA al final del ciclo.

Tabla 3. Valores promedios del comparador múltiple de medias para las variables: severidad (%), tejido verde (%), mazorcas enfermas (No.) y, peso de grano (Kg/Ha), para los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Severidad 79 dds (%)	Tejido verde 85 dds (%)	No mazorcas enfermas	Peso de grano (kg/ha)
Programa P	13 a	72.5 a	3.40 a	3839.67 a
Programa S	18 b	62 b	5.80 b	3684.30 b
Programa B	18 b	63 b	6.40 b	3662.11 b
Programa D	18 b	62 b	5.60 b	3595.53 bc
Testigo SF	23.5 c	54.5 c	8.80 c	3196.02 c

CONCLUSIONES

1. Se confirma que las prácticas agrícolas labranza mínima y sistema de cultivo en asocio, proporcionan las mejores condiciones para que la eficacia y eficiencia de los programas de protección se expresen.
2. El programa P (Extractos de *Larrea tridentata* + Sulfato Tetramino Cúprico), proporciona los mejores números para:
 - 2.1. Retrasar el inicio de la epidemia y detener la tasa de multiplicación de los patógenos del CMA.
 - 2.2. Mantener la actividad fotosintética a los 85 dds momento de llenado de grano y consecuentemente el efecto estimulante de la producción.
 - 2.3. Significativo incremento en la productividad del sistema.
 - 2.4. La mayor ventaja del programa P, es su carácter antiresistencia que resulta ser de beneficio ambiental y recomendable para la producción orgánica.

REFERENCIAS

- Barrios Fernández, NE. 2017. Trabajo de graduación: Evaluación del comportamiento de 8 materiales comerciales de maíz con énfasis en resistencia a la mancha de asfalto y pudrición de la mazorca, diagnóstico y servicios en el Caserío Xucub, en el Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 117 p.
- CIMMYT, México. 2013. Maize Doctor: Etapas de crecimiento del maíz. México. Consultado 08-03-2014. Disponible en: <http://maizedoctor.cimmyt.org/index.php/es/empezando/9?task=view>
- Monterroso Salvatierra, D. 2014. Manejo integrado de la mancha de asfalto del maíz: manual para la capacitación de capacitadores. Guatemala, Consultora Técnica Internacional –COTINSA– / Diario de Centro América / Tipografía Nacional. 24 p.
- Moreira González, LM. 2015. Trabajo de graduación: Evaluación de seis materiales comerciales de maíz (*Zea mays* L.) en tres fechas de siembra con propósitos de optimización estratégica para el manejo, de la mancha de asfalto, en los Achiotres, Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 137 p.
- Roxana, L. 2012. Se reportan pérdidas del 60% en cultivos de maíz (en línea). Prensa Libre, Guatemala, mayo 5. Consultado 06-02-2014. Disponible en: http://www.prensalibre.com/economia/reportan-perdidasmaiz_0_709729021.html



RESÚMENES DE TESIS DE GRADO

Propuesta de extracción de aceite de café (*Coffea arabica*), a escala laboratorio de la Asociación Nacional del Café –ANACAFÉ –.

William Manuel Saballos Morales¹

En el Laboratorio de la Asociación Nacional del Café, ANACAFÉ, se realizó extracción de aceite de café (*Coffea arabica*) mediante lixiviación en caliente con Soxhlet y Maceración, como alternativa del aprovechamiento del café duro y estrictamente duro. Se realizaron análisis de densidad, refracción, solubilidad, humedad, pH, saponificación, acidez, gases y sensorial. Se evaluó la aplicación a la industria de alimentos, cosmética y farmacéutica. Se obtuvo satisfactoriamente la extracción de aceite de café (*C. arabica*) por medio de la evaluación del rendimiento extractivo, el análisis sensorial obtenido de granos de café verde y a diferentes niveles de tueste, mediante los métodos de lixiviación en caliente Soxhlet y Maceración. El método de extracción reportó para café (*C. arabica*) Estrictamente Duro tueste oscuro de 14.16%, + 2.08, mientras que por Maceración el valor fue de 16.74%, + 1.29. El café en la industria puede ser utilizado en el área de alimentos para productos culinarios, postres bebidas, aromas o como un aditivo. En la industria cosmética es utilizado para la elaboración de champú y perfumería. El aprovechamiento de desechos es la elaboración de compostaje por medio de una abonera.

Palabras clave: Café; *Coffea arabica*; Aceites vegetales; Extracción; Usos.

Proposal for the extraction of coffee oil (*Coffea arabica*), at the laboratory scale of the National Coffee Association - ANACAFÉ -.

In the Laboratory of the National Coffee Association, ANACAFÉ, coffee oil (*Coffea arabica*) was extracted by hot leaching with Soxhlet and Maceration, as an alternative to the use of hard and strictly hard coffee. Density, refraction, solubility, humidity, pH, saponification, acidity, gases and sensorial analyzes were carried out. The application to the food, cosmetic and pharmaceutical industry was evaluated. The extraction of coffee oil (*C. arabica*) was satisfactorily obtained through the evaluation of the extractive performance, the sensory analysis obtained from green coffee beans and at different roasting levels, by means of the hot leaching methods Soxhlet and Maceration. The extraction method reported for Strictly Hard dark roast coffee (*C. arabica*) of 14.16%, + 2.08, while for Maceration the value was 16.74%, + 1.29. Coffee in industry can be used in the food area for culinary products, dessert drinks, flavorings or as an additive. In the cosmetic industry is used for the production of shampoo and perfumery. The use of waste is the production of compost by means of a compost bin.

Key words: Coffee; *Coffea arabica*; Vegetable oils; Extraction; Applications.

¹Ingeniero en Industrias Agropecuarias y Forestales <http://www.repositorio.usac.edu.gt/11549/1/William%20Manuel%20Saballos%20Morales.pdf> <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03669.pdf>

Evaluación de harina de soya, como sustituto de levadura tipo Torula, utilizada en dieta larval para la crianza de mosca de la fruta (*Anastrephaludens* Loew) diagnóstico y servicios prestados en Moscamed, San Miguel Petapa, Guatemala, C.A.

David Estuardo Folgar Corado¹

En la planta Moscamed de producción de *Anastrephaludens*, en San Miguel Petapa, se evaluó harina de soya como sustituto de levadura tipo Torula, en dieta larvaria de mosca de la fruta en tres porcentajes de sustitución (25, 30 y 35). El diseño experimental utilizado fue un cuadrado latino con sub muestreos. Las variables evaluadas fueron: número de pupa/kg; peso de pupa; porcentaje emergencia de adultos; y, voladoras y longevidad en horas. El tratamiento 30 % de sustitución reportó el mejor peso de pupa, 19.63 mg/pupa, 3,215 pupas por kilogramo, lo que influyen en obtener un insecto con alta masa muscular y exoesqueleto fuerte el cual es altamente indispensable para su reproducción; además ahorro Q.686.40 por mezclada de dieta; esto le permite a la empresa ahorrar Q.28,029.96 semanales.

Palabras clave: Mosca del mediterráneo; *Ceratitis capitata*; Harina de soja; Producción alimentaria

Evaluation of soybean meal, as a substitute for Torula type yeast, used in larval diet for the rearing of fruit flies (*Anastrephaludens* Loew) diagnosis and services provided in Moscamed, San Miguel Petapa, Guatemala, C.A.

In the Moscamed plant for the production of *Anastrephaludens*, in San Miguel Petapa, soy flour was evaluated as a substitute for Torula-type yeast, in a larval fruit fly diet in three substitution percentages (25, 30 and 35). The experimental design used was a Latin square with subsamples. The variables evaluated were: Number of pupae / kg, weight of pupa, percentage of emergence of adults and fliers, and longevity in hours. The 30% replacement treatment reported the best pupal weight, 19.63 mg / pupa, 3,215 pupae per kilogram, which influences obtaining an insect with high muscle mass and strong exoskeleton which is highly essential for its reproduction; also savings Q.686.40 per mixed diet; This allows the company to save Q.28,029.96 per week.

Key words: Mediterranean fly; *Ceratitis capitata*; Soybean flour; Food production

¹ Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03681.pdf>

El uso de flubendiamide (Belt® 48 SC) como parte de un programa de rotación de insecticidas para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), diagnóstico y servicios realizados en el Departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer S.A., Masagua, Escuintla, Guatemala, C.A.

José Eduardo Ramírez Velásquez ¹

En el Departamento de Desarrollo Agronómico, de la División Crop Science de Bayer, se evaluó el momento oportuno de aplicación de la molécula Flubendiamide (BELT® 48 SC), dentro de programas de rotación, para el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith.), en el cultivo de maíz, mediante un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos, combinaciones de Tiametoxam, Lambda Cyalotrina, Lufenurón, Profenofós, Flubendiamide Imidacloprid, Deltametrina y Triflumuron y en tres fechas de aplicación 18, 30 y 40 días post emergencia. El programa que mantuvo por debajo del umbral de 2 larvas por cada 10 plantas, fue el que inicia con Flubendiamide (BELT® 48 SC) a los 18 días, Imidacloprid+ Deltametrina (Muralla delta® 19 OD) a los 30 días y Flubendiamide (BELT® 48 SC) a los 40 días. El daño foliar estadísticamente no presenta cambios significativos al aplicar cualquier programa de rotación de insecticidas. No se observó presencia de algún síntoma que indicara efecto fitotóxico de Flubendiamide (BELT® 48 SC).

Palabras clave: Maíz, *Zea mays*; Gusano cogollero; *Spodoptera frugiperda*; Tiametoxan; Imidacloprid; Deltametrin; Triflumuron; *Lamdacihalotriona*; Profenofos.

The use of flubendiamide (Belt® 48 SC) as part of an insecticide rotation program for the control of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), in the cultivation of corn (*Zea mays* L.), diagnosis and services carried out in the Agronomic Development Department of Bayer SA, Masagua, Escuintla, Guatemala, C.A.

In the Department of Agronomic Development, Bayer's Crop Science Division, the opportune moment of application of the Flubendiamide molecule (BELT® 48 SC) was

evaluated, within rotation programs, for the control of *Spodoptera frugiperda* larvae (JE Smith.), in the corn crop, using a randomized block design with three repetitions and five treatments, combinations of Thiamethoxam, *Lambda cyalotrina*, Lufenuron, Profenofós, Flubendiamide Imidacloprid, Deltamethrin and Triflumuron and in three application dates 18, 30 and 40 days post emergency. The program that kept below the threshold of 2 larvae for every 10 plants was the one that started with Flubendiamide (BELT® 48 SC) at 18 days, Imidacloprid + Deltamethrin (Muralla delta® 19 OD) at 30 days and Flubendiamide (BELT® 48 SC) at 40 days. The foliar damage statistically does not present significant changes when applying any insecticide rotation program. No symptoms were observed indicating the phytotoxic effect of Flubendiamide (BELT® 48 SC).

Key words: Corn; *Zea mays*; Fall Armyworm; *Spodoptera frugiperda*; Thiamethoxan; Imidacloprid; Deltamethrin; Triflumuron; *Lamdacyhalothrione*; Prophenophs

¹ Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03670.pdf>

—oOo—

Caracterización de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Pasabién; Diagnóstico y Servicios, Río Hondo, Zacapa, Guatemala, C.A.

Erick Alexander Rodríguez¹

En la subcuenca del río Pasabién, Río Hondo, Zacapa, Guatemala, se caracterizaron los recursos naturales renovables y propusieron lineamientos generales de manejo. Se trabajó con base en los elementos de los recursos naturales: vegetación, suelo y agua. La mayor parte de la subcuenca, tiene una vocación forestal de protección (83.79 %), la mayoría está cubierta por bosques (88.88 %), la mayor parte se encuentre sobre utilizada (85.2 %), se tiene una erosión de 103,875 T/año de sedimento y una recarga hídrica de 29.6 millones de m³. El avance de la frontera agrícola ha provocado una disminución en la recarga hídrica de 90.4 a 29.6 millones de m³ del 2007 al 2017. Se recomienda tomar acciones que deben considerar la reforestación y/o recuperación de áreas que han quedado desprovistas de bosque debido a incendios y actividades agrícolas; la recuperación de la cobertura vegetal baja en áreas de bosque con árboles dispersos; la implementación de sistemas silvopastoriles en las áreas de pastoreo, sistemas agroforestales y medidas de conservación de suelo y agua en las áreas de actividad agrícola; y la promoción y extensión de estas acciones a las

comunidades involucradas en el lugar para la protección de los recursos de la subcuenca.

Palabras clave: Río Pasabién; Guatemala; Indicadores ecológicos; Vegetación; Suelo; Agua; Ordenación forestal

Characterization of the renewable natural resources of the Pasabién riversub-basin; Diagnostic Y Servicios, Río Hondo, Zacapa, Guatemala, C.A.

In the sub-basin of the Pasabién River, Río Hondo, Zacapa, Guatemala, renewable natural resources were characterized and general management guidelines were proposed. The work was based on the elements of natural resources: vegetation, soil and water. Most of the sub-basin has a forest protection vocation (83.79%), the majority is covered by forests (88.88%), most of it is overused (85.2%), there is an erosion of 103,875 T / year sediment and a water recharge of 29.6 million m³. The advance of the agricultural frontier has caused a decrease in water recharge from 90.4 to 29.6 million m³ from 2007 to 2017. It is recommended to take actions that should consider reforestation and / or recovery of areas that have been devoid of forest due to fires and agricultural activities; the recovery of low vegetation cover in forest areas with scattered trees; the implementation of silvopastoral systems in grazing areas, agroforestry systems, and soil and water conservation measures in agricultural activity areas; and the promotion and extension of these actions to the communities involved in the area for the protection of the resources of the sub-basin.

Key words: Pasabién River; Guatemala; Ecological indicators; Vegetation; Ground; Water; Forest management.

¹Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables
<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03702.pdf>

—oOo—

Caracterización del desarrollo vegetativo de varetas de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss, diagnóstico y servicios realizados en el vivero multiplicador de yemas sanas de cítricos, MAGA km 22, carretera al Pacífico, Guatemala, C.A.

Astrid Fabiola Fuentes Alfaro¹

En el vivero multiplicador de yemas, ubicado dentro de las instalaciones del MAGA, Bárcenas, Villa Nueva, kilómetro 22 de la carretera al Pacífico, se caracterizó el desarrollo

vegetativo de los brotes que se utilizan como varetas, de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss libres de Huanglongbing -HLB- bajo condiciones protegidas. Durante seis semanas se estuvo observando y registrando: número total de brotes por planta, longitud de la vareta, diámetro de la vareta (basal, medio y apical), consistencia del brote (no lignificada, poco lignificada, semi lignificada, lignificada); determinados por medio de movimiento oscilatorio del brote, número de yemas por brote, apariencia de la yema. La longitud promedio de vareta a las seis semanas es de 30 cm a 45 cm, con un diámetro promedio de 6 mm en la base, 5 mm en la parte media y 4 mm en el ápice. La coloración característica para ser utilizadas en injertación es el color verde oscuro código #003300 de la tabla cromática. Las plantas de lima persa de tres años de edad del vivero multiplicador tienen la capacidad de producir 24 varetas cada una con un promedio de 18 a 20 yemas viables para injertar.

Palabras clave: Limón persa; *Citrus limon*; Propagación vegetativa; Virus

Characterization of the vegetative development of Persian lime sticks (*Citrus x latifolia*) variety Bearss, diagnosis and services performed at the multiplier nursery of healthy citrus buds, MAGA km 22, highway to the Pacific, Guatemala, C.A.

In the bud multiplier nursery, located within the MAGA facilities, Bárcenas, Villa Nueva, kilometer 22 of the highway to the Pacific, the vegetative development of the shoots that are used as twigs of Persian lime (*Citrus x latifolia*) was characterized variety Bearss free from Huanglongbing -HLB- under protected conditions. During six weeks, the following were observed and recorded: total number of shoots per plant, length of the twig, diameter of the twig (basal, middle and apical), consistency of the bud (not lignified, little lignified, semi lignified, lignified); determined by means of oscillatory movement of the bud, number of buds per bud, appearance of the bud. The average length of double crochet at six weeks is 30 cm to 45 cm, with an average diameter of 6 mm at the base, 5 mm in the middle, and 4 mm at the apex. The characteristic coloration to be used in grafting is dark green code # 003300 from the chromatic table. The three-year-old Persian lime plants from the multiplier nursery have the capacity to produce 24 twigs each with an average of 18 to 20 viable buds for grafting.

Key words: Persian limon; *Citrus limon*; Vegetative propagation; Virus.

¹ Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola
astridfu2112@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03671.pdf>

Evaluación de la sensibilidad de cepas de *Phytophthora infestans* de Bary a seis fungicidas químicos, Guatemala, C.A.

Gabriela Ximena Soria Ruiz¹

En el Laboratorio de Biotecnología, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se determinó la sensibilidad de las cepas de *Phytophthora infestans* de Bary a seis ingredientes activos fungicidas, con un modelo experimental trifactorial con arreglo combinatorio, dispuesto en un diseño de bloques al azar. Se evaluaron cuatro procedencias de *P. infestans* (Chimaltenango, Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango), seis ingredientes activos (Mancozeb, Trifloxistrobina, Fosetil aluminio, N- Ftalimida “Folpet”, Fosetil aluminio + Propamocarb y Mefenoxam + Mancozeb) y cinco dosis (1, 10, 100, 500 y 1,000 mg/L). Los tratamientos efectivos en el control micelial de *P. infestans* fueron: Mancozeb y la combinación de Mefenoxam + Mancozeb en concentraciones de 100, 500, y 1,000 mg/L, también Fosetil aluminio y N Ftalimida (Folpet) en concentraciones de 500 y 1,000 mg/L. Se observó resistencia y sensibilidad intermedia en todos los ingredientes activos, debido a los mecanismos del patógeno que utiliza para generar resistencia.

Palabras clave: Tizón tardío; *Phytophthora infestans*; Control de enfermedades; Razas fisiológicas; Fungicidas; Dosis de aplicación

Evaluation of the sensitivity of strains of *Phytophthora infestans* de Bary to six chemical fungicides, Guatemala, C.A.

In the Biotechnology Laboratory, of the Faculty of Agronomy, of the University of San Carlos de Guatemala, the sensitivity of the strains of *Phytophthora infestans* de Bary to six fungicidal active ingredients was determined, with a trifactorial experimental model with combinatorial arrangement, arranged in a randomized block design. Four provenances of *P. infestans* (Chimaltenango, Quetzaltenango, San Marcos and Huehuetenango), six active ingredients (Mancozeb, Trifloxystrobin, Fosetyl aluminum, N-Phthalimide “Folpet”, Fosetyl aluminum + Propamocarb and Mefenoxam + Mancozeb) and five doses (1, 10, 100, 500 and 1,000 mg / L). The effective treatments in the mycelial control of *P. infestans* were: Mancozeb and the combination of Mefenoxam + Mancozeb in concentrations of 100, 500, and 1,000 mg / L, also Fosetyl aluminum and N Phthalimide (Folpet) in concentrations of 500 and 1,000 mg / L. Resistance and intermediate sensitivity were observed in all active ingredients, due to the mechanisms of the pathogen that it uses to generate resistance.

Key words: Late blight; *Phytophthora infestans*; Disease Control; Physiological races; Fungicides; Application rate.

¹ Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola

ximena.soria@hotmail.com-http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03674.pdf

Evaluación de cuatro programas de nutrición en plantas de café (*Coffea arabica* L.) diagnóstico y servicios prestados en la finca El Naranjo, Oratorio, Santa Rosa, Guatemala, C. A.

Hugo Alberto Hernández Rodríguez¹

En la finca El Naranjo, municipio Oratorio, departamento de Santa Rosa, se evaluaron cuatro programas de nutrición al suelo en el cultivo de café, en un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones por cada programa (hidrosoluble, hidrosoluble-ácidos húmicos-ácidos fulvicos, granular y testigo comercial), todos incluían (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre, boro y zic) más un testigo absoluto, la unidad experimental fueron 10 plantas. Se obtuvo que el programa hidrosoluble AH + AF como la mejor opción rindió 909 kg/ha contra 681.88 kh/ha del testigo, pero no es rentable, la inversión no se recupera pronto, presentado un valor de 0.77, contra 2,250 del testigo.

Palabras clave: Café; *Coffeaarabica*; Abonos compuestos; Aplicación de abonos; Ácido húmico; Ácido fúlvico; Rendimiento de cultivos; Rentabilidad.

Evaluation of four nutrition programs in coffee plants (*Coffea arabica* L.) diagnosis and services provided in the El Naranjo farm, Oratorio, Santa Rosa, Guatemala, C. A.

In the El Naranjo farm, Oratorio municipality, Santa Rosa department, four soil nutrition programs were evaluated in coffee cultivation, in a random block design, with four repetitions for each program (water-soluble, water-soluble-humic acids- fulvic acids, granular and commercial control), all included (nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sulfur, boron and zic) plus an absolute control, the experimental unit was 10 plants. It was obtained that the water-soluble AH + AF program as the best option yielded 909 kg / ha against 681.88 kh / ha of the control, but it is not profitable, the investment is not recovered soon, presenting a value of 0.77, against 2,250 of the control.

Key words: Coffee; *Coffea arabica*; Compound fertilizers; Application of fertilizers; Humic acid; Fulvic acid; Crop yield; Cost effectiveness.

¹ Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola

hugohero3093@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03672.pdf>

Modelación de la amenaza de inundaciones en la cuenca baja del río Naranjo, Guatemala, C.A., diagnóstico y servicios en el Programa de Gestión de Riesgo de Desastres, del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático - ICC, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A.

Ricardo Alberto Chán Escobar¹

En Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, con el apoyo del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático – ICC, se generó un modelo de inundaciones para tiempos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años en la cuenca baja del río Naranjo, con la ayuda del software HEC-HMS®, HEC-RAS® y Arc Gis®, a fin de modelar la amenaza de inundación en la cuenca baja del río Naranjo. Se obtuvieron los caudales mediante una modelación hidrológica haciendo uso de la herramienta HEC-HMS® los cuales fueron de 1,449.8 m³/s, 2,521 m³/s, 3,196.20 m³/s, 3,379 m³/s, 3,395.80 m³/s y 3,473.10 m³/s, correspondientes a tiempos de retorno de 2, 5 10, 25, 50 y 100 años. Se identificaron las áreas inundables para cada periodo de retorno las cuales son variables, se obtuvo el área inundable de 3,019 ha, en la cuenca baja del río Naranjo. Según la percepción comunitaria el área inundable es de 7,218 ha del cual el 61 % es a causa de lluvias el 30 % desbordamiento del río Naranjo y el 9 % (marea y desbordamiento) siendo el total de 7,218.60 ha.

Palabras clave: Río Naranjo; Guatemala; Inundación; Modelos de simulación.

Modeling of the threat of flooding in the lower basin of the Naranjo River, Guatemala, CA, diagnosis and services in the Disaster Risk Management Program, of the Private Institute for Climate Change Research - ICC, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, A.C.

In Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, with the support of the Private Institute for Climate Change Research - ICC, a flood model was generated for return times of 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years in the lower basin of the river. Naranjo, with the help of HEC-HMS®, HEC-RAS® and ArcGis® software, in order to model the flood hazard in the lower Naranjo river basin. The flows were obtained through a hydrological modeling using the HEC-HMS® tool, which were 1,449.8 m³ / s, 2,521 m³ / s, 3,196.20 m³ / s, 3,379 m³ / s,

3,395.80 m³ / s and 3,473.10 m³ / s, corresponding to return times of 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years. The flooded areas were identified for each return period, which are variable, the flooded area of 3,019 ha was obtained, in the lower basin of the Naranjo river. According to the community perception, the floodable area is 7,218 ha, of which 61% is due to rain, 30% overflowing the Naranjo river and 9% (tide and overflow), the total being 7,218.60 ha.

Key words: Naranjo River; Guatemala; Flood; Simulation models.

¹ Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
ricardo1113escobar@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03673.pdf>

—oOo—

Evaluación de cinco tratamientos alternativos para el manejo de la roya del café (*Hemileiavastatrix* Berkeley & Broome). Diagnóstico y servicios

Maria Elisa Salazar Rosales¹

En dos cafetales de traspatio de mujeres productoras de la zona 5 de San José Poaquil, Chimaltenango y con el apoyo de la Oficina de Desarrollo Agrícola, de la Municipalidad, se determinó el efecto de cinco tratamientos alternativos (Bicarbonato de sodio, Peróxido de hidrógeno, Ácido acetilsalicílico, Aceite mineral y Jabón de coche) para el manejo de la roya del café (*H. vastatrix*), mediante un diseño de bloques al azar con 5 tratamientos y un testigo y cuatro repeticiones. Los mejores tratamientos fueron bicarbonato de sodio, jabón de coche y ácido acetilsalicílico. Estos mantuvieron la enfermedad en porcentajes estables para incidencia y severidad antes, durante y después de las lluvias. El análisis estadístico y epidemiológico indicó que el más viable fue el bicarbonato de sodio. El bicarbonato y el jabón de coche fueron mejores con las tasas de retorno marginales más altas y redujeron la presencia de la roya en los cafetales de traspatio de las productoras.

Palabras clave: Café; *Coffea arabica*; Roya del café; *Hemileiavastatrix*; Fungicidas; Peróxido de hidrógeno; Bicarbonato sódico; Ácido acetilsalicílico; Aceite mineral; Jabones insecticidas.

Evaluation of five alternative treatments for the management of coffee rust (*Hemileiavastatrix* Berkeley & Broome). Diagnosis and services performed in San José Poaquil, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

In two backyard coffee plantations of women producers in zone 5 of San José Poaquil, Chimaltenango and with the support of the Office of Agricultural Development, of the Municipality, the effect of five alternative treatments (sodium bicarbonate, hydrogen peroxide, Acetylsalicylic acid, mineral oil and car soap) for the management of coffee rust (*H. vastatrix*), by means of a random block with 5 treatments and a control and four repetitions. The best treatments were baking soda, car soap, and acetylsalicylic acid. These maintained the disease in stable percentages for incidence and severity before, during and after the rains. Statistical and epidemiological analysis indicated that the most viable was sodium bicarbonate. Baking soda and car soap were better with the highest marginal rates of return and reduced the presence of rust in the producers' backyard coffee plantations.

Key words: Coffee; *Coffea arabica*; Coffee rust; *Hemileiavastatrix*; Fungicides; Hydrogen peroxide; Sodium bicarbonate; Acetylsalicylic acid; Mineral oil; Insecticidal soaps.

¹ Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola
angeles3420032003@gmail.com-<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03677.pdf>

—oOo—

Evaluación del comportamiento fenológico y rendimiento potencial de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), bajo las condiciones edafo-climáticas de la aldea Montúfar, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, C.A.; Diagnóstico y servicios.

Márvin Leonardo Chavez Chalí¹

En terrenos de la Asociación de Mujeres Maläjlxoqi' (Grandes Mujeres), de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, se evaluó el rendimiento de materia verde (biomasa) y materia seca de *Moringa oleifera*, sujeta a cuatro distintos distanciamientos de siembra (2.50 x 2.50, 1.50 x 1.50, 1 x 1 y 0.75 x 1 m), la altura y el diámetro del tallo, la tasa de crecimiento

por día, la presencia de insectos plaga y la respuesta de la planta a las condiciones de suelo. Con el distanciamiento de 0.75 x 1 m (13,333 plantas/ha), estadísticamente se obtuvo el mayor rendimiento expresado en biomasa de materia verde (2,329.31 kg/ha) y seca (513 kg/ha). Se evaluó aceptabilidad mediante tamalitos de Moringa, consumidos por niños entre 7 y 10 años y personas adultas, en cuanto a sabor, color y olor mediante una escala hedónica de satisfacción. Con el distanciamiento de 0.75 x 1 m, a los 225 días después del trasplante se logró un promedio de altura de 1.24 m, diámetro de tallo de 0.0252 m y una tasa de crecimiento de 0.44 cm/día; los insectos más frecuentes fueron pulgón (*Aphisgossypii*), palomilla blanca (*Pierisrapae*) y zompopos (*Atta* sp.).

Palabras clave: Moringa; *Moringa oleifera*; Espaciamento; Rendimiento de los cultivos; Aceptabilidad

Evaluation of the phenological behavior and potential yield of moringa (*Moringa oleifera* Lam.), Under the edapho-climatic conditions of the Montúfar village, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, C.A .; Diagnostics and services.

In the Association of Women MalājIxoqi' (Big Women), of San Juan Sacatepéquez, Guatemala, the yield of green matter (biomass) and dry matter of *Moringa oleifera* was evaluated, subject to four different planting distances (2.50 x 2.50, 1.50 x 1.50, 1 x 1 and 0.75 x 1 m), the height and diameter of the stem, the growth rate per day, the presence of pest insects and the response of the plant to soil conditions. The distance of 0.75 x 1 m (13,333 plants / ha), statistically obtained the highest yield expressed in biomass of green matter (2,329.31 kg / ha) and dry (513 kg / ha). Acceptability was evaluated using Moringa tamales, consumed by children between 7 and 10 years old and adults, in terms of taste, color and smell using a hedonic satisfaction scale. The average height (1.24 m) and diameter (0.0252 m) at 225 days after transplantation, with a distance of 0.75 x 1 m. The growth rate per day is 0.44 cm / day. The most frequent insects: Aphid (*Aphis gossypii*), White Moth (*Pieris rapae*) and Zompopo (*Atta* sp.).

Keywords: Moringa; *Moringa oleifera*; Spacing; Crop yield; Acceptability.

¹ Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
nadacomelmetal@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03676.pdf>

Caracterización agromorfológica *in situ* de cultivares nativos de maíz (*Zea mays*) en comunidades de San Lucas Tolimán, Sololá, Guatemala, C.A.

Dulce Maria Barillas Méndez¹

En el Comité Campesino del Altiplano (CCDA), ubicado en San Lucas Tolimán, Sololá, se caracterizó morfológica y agronómicamente los principales cultivares nativos de maíz, mediante estratificación en tres pisos altitudinales, utilizando los descriptores de maíz del concejo de Recursos Genéticos (IBPGR) y la guía técnica para la descripción varietal del servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Se caracterizaron ocho cultivares de maíz nativo, localizados entre los 839 a 2,242 m.s.n.m de altitud. El análisis de conglomerados identificó tres grupos. El primer grupo tiene 6 días a emergencia, 68 a floración masculina y 75 a femenina, 11 hileras por mazorca y 39 granos por hilera. La segunda altura de 116.70 cm, floración masculina y femenina de 85 y 90 días. En el tercer grupo, alturas promedio de 315.45 cm, emergencia, floración masculina y femenina con 8, 145 y 155 días respectivamente. El germoplasma de maíz nativo en el área de estudio se encuentra amenazado por utilización de la introducción de híbridos en la región sur del municipio.

Palabras clave: Maíz; *Zea mays*; Características agronómicas; Germoplasma.



In situ agromorphological characterization of native cultivars of corn (*Zea mays*) in communities of San Lucas Tolimán, Sololá, Guatemala, C.A.

In the Campesino Committee of the Altiplano (CCDA), located in San Lucas Tolimán, Sololá, the main native corn cultivars were characterized morphologically and agronomically, through stratification in three altitudinal floors, using the corn descriptors of the Genetic Resources Council (IBPGR) and the technical guide for the varietal description of the National Seed Inspection and Certification Service (SNICS). Eight native corn cultivars were characterized, located from 839 to 2,242 m above sea level. Cluster analysis identified three groups. The first group has 6 days to emergence, 68 to male flowering and 75 to female, 11 rows per ear and 39 grains per row. The second height of 116.70 cm, male and female flowering of 85 and 90 days. In the third group, average heights of 315.45 cm, emergence, male and female flowering with 8, 145 and 155 days respectively. The germplasm of native corn in the study area is threatened, due to the use of the introduction of hybrids in the southern region of the municipality.

Keywords: Corn; *Zea mays*; Agronomic characteristics; Germplasm.

¹Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola
dulcebarillas3@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03675.pdf>

Propuesta de lineamientos de manejo del recurso hídrico superficial de la microcuenca de la parte alta del río Xaltayá, municipio de Santiago Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

Carlos David Aroche Quevedo¹

En la parte alta de la microcuenca del río Xaltayá, municipio de Santiago Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez, se elaboró una propuesta de plan de manejo del recurso hídrico superficial, en base a la recopilación de información básica primaria y secundaria, datos de campo morfométricas, aforos, cualificación del agua, climatología, balance hídrico, etc. Los principales lineamientos fueron: Sensibilización para la conservación y aprovechamiento racional del recurso hídrico, Conservación y aprovechamiento racional de las fuentes de agua para consumo humano y riego, Reducción de contaminación del recurso hídrico a causa de los botaderos de basura no autorizados, Disminución de la contaminación de los canales de los ríos Chiplátanos y Chinimayá por vertimiento de aguas residuales, Aumento de la cobertura forestal y protección de las fuentes de agua y conservación de suelo en la microcuenca y elaboración de un plan de ordenamiento territorial dentro de la microcuenca.

Palabras clave: Río Xaltayá; Sololá; Guatemala; Política ambiental; Política de aguas; Planes de acción.

Proposal of guidelines for the management of surface water resources of the micro-basin of the upper part of the Xaltayá river, municipality of Santiago Sacatepéquez, department of Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

In the upper part of the Xaltayá river micro-basin, Santiago Sacatepéquez municipality, Sacatepéquez department, a proposal for a surface water resource management plan was prepared, based on the collection of basic primary and secondary information, morphometric field data, gauges, water qualification, weather, water balance, etc. The main guidelines were: Awareness for the conservation and rational use of water resources, Conservation and rational use of water sources for human consumption and irrigation, Reduction of contamination of water resources due to unauthorized garbage dumps, Reduction of the contamination of the channels of the Chiplátanos and Chinimayá rivers by discharge of wastewater, Increase of forest cover and protection of water sources and

soil conservation in the micro-basin and development of a land use plan within the micro-basin.

Keywords: Xaltayá River; Sololá; Guatemala; Environmental policy; Water policy; Action plans.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
carlos-aroche-001843@hotmail.com// <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03680.pdf>.

—oOo—

**Elementos para una propuesta de restauración ecológica,
sustitución de especies exóticas por especies nativas en el
Parque Nacional Naciones Unidas -PNNU-, Villa Nueva y
Amatitlán, Guatemala, C.A.**

Reyna Liseth Sinay Chacón¹

Con el apoyo de la Secretaría del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Departamento de Manejo Forestal (MDF), de la Dirección de Manejo de Bosques y Vida Silvestre (DMBVS), se elaboró una propuesta de acciones de restauración ecológica en el Parque Nacional Naciones Unidas (PNNU), Villa Nueva y Amatitlán, Guatemala. De agosto a septiembre del 2017, se revisó información socioeconómica, forestal y biológica del PNNU, que sirvió de base en el procedimiento a seguir para la restauración ecológica, además se tomó en cuenta la opinión de los visitantes. Entre las recomendaciones emanadas están: Seleccionar especies con características morfológicas, fenológicas, de regeneración, que se adapten al área; realizar un plan de manejo forestal; al aplicar las estrategias de restauración se debe tener en cuenta las especies listadas como ideales y seleccionar árboles, con mejores características genéticas; instalar barreras muertas en los rodales que están a la par del Parque; planificar la recolección de propágulos y establecimiento de viveros con las principales especies arbustivas y arbóreas nativas que se utilizarán en la restauración.

Palabras clave: Parque Nacional Naciones Unidas; Parques nacionales; Amatitlán; Guatemala; Restauración del paisaje forestal; Planes de ordenación forestal; Especies en peligro de extinción

Elements for an ecological restoration proposal, substitution of exotic species for native species in the United Nations National Park -PNNU-, Villa Nueva and Amatitlán, Guatemala, C.A.

With the support of the Secretariat of the National Council of Protected Areas (CONAP), the Department of Forest Management (MDF), the Directorate of Forest and Wildlife Management (DMBVS), a proposal for ecological restoration actions in the Park was prepared. United Nations National Park (PNNU), Villa Nueva and Amatitlán, Guatemala. From August to September 2017, socio-economic, forest and biological information from the PNNU was reviewed, which served as the basis for the procedure to be followed for ecological restoration, in addition to taking into account the opinion of visitors. Among the recommendations issued are: Select species with morphological, phenological, and regeneration characteristics that adapt to the area; carry out a forest management plan; When applying restoration strategies, the species listed as ideal must be taken into account and trees with better genetic characteristics selected; install dead barriers in the stands that are next to the Park; plan the collection of propagules and the establishment of nurseries with the main native shrub and tree species that will be used in the restoration.

Keywords: United Nations National Park; National Parks; Amatitlán; Guatemala; Forest landscape restoration; Forest management plans; Endangered species

¹Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables
quickbird01@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03678.pdf>

—oOo—

Evaluación de rendimiento y calidad de dos híbridos de pepino (*Cucumis sativus*) bajo condiciones protegidas, diagnóstico y servicios realizados en el Centro Agrícola Utz Samaj, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

Fernando Eleazar Casia García¹

En el Centro Agrícola Utz Samaj, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, se evaluó el rendimiento y calidad de dos híbridos de pepino (*Cucumis sativus*) (MODAN RZ e INDURAN RZ) bajo condiciones protegidas, en un diseño de parcelas Independientes,

con 30 repeticiones, cada repetición tuvo un total de 3 plantas. Las variables respuesta son: peso del fruto, frutos por planta, longitud y diámetro y costo de producción. Los análisis reportan a Induran RZ como la mejor opción, con 11.31 kg frutos por planta, contra 10.45 de Modan; 369 frutos de primera calidad, contra 293; ganancia neta de 0.7, contra 0.52.

Palabras clave: Pepino; *Cucumissativus*; Híbridos; Rendimientos de cultivos; Rentabilidad

Performance and quality evaluation of two cucumber hybrids (*Cucumis sativus*) under protected conditions, diagnosis and services performed at the Utz Samaj Agricultural Center, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

At the Utz Samaj Agricultural Center, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, the performance and quality of two cucumber hybrids (*Cucumis sativus*) (MODAN RZ and INDURAN RZ) were evaluated under protected conditions, in an Independent plot design, with 30 repetitions, each repetition had a total of 3 plants. The response variables are: fruit weight, fruits per plant, length and diameter, and production cost. The analyzes report Induran RZ as the best option, with 11.31 kg of fruits per plant, against 10.45 for Modan; 369 first quality fruits, against 293; net profit of 0.7, against 0.52.

Keywords: Cucumber; *Cucumis sativus*; Hybrids; Crop yields; Cost effectiveness.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola
fernandocasia80@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03679.pdf>.

—oOo—

**Siembra convencional vrs. La siembra con toletes tratados químicamente en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharums pp.*).
Trabajo de graduación realizado en el Departamento de Producción Agrícola del cultivo de caña de azúcar (*Sacharums pp.*), en la Zona Cuatro del Ingenio Madre Tierra, la Nueva Concepción Escuintla, Guatemala, C.A.**

Jorge Rubén Zumeta Portillo¹

En el Ingenio Madre Tierra en la Zona de Producción Cuatro, se determinó la eficiencia en las variables de altura, brotación y despoblación de la siembra convencional vrs. la siembra

con toletes tratados químicamente en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) y determinar su rentabilidad. Se utilizaron esquejes de 20 y 60 cm de largo, con y sin tratamiento químico (fungicida (Difenoconazole y Azoxystrobin) más insecticida (Fipronil), en un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas y submuestreo. El tratamiento químico, reportó 2.5 insectos/m², contra 11.6 sin tratamiento. La brotación fue del 95 % con esquejes de 20 cm con tratamiento, contra 88 % con esquejes de 60 cm. Los costos de producción fueron menores en esquejes de 20 cm, Q.1,250.00 promedio, contra Q.3,350.00 con los de 60 cm. Se recomienda la siembra con esquejes de 20 cm tratados químicamente debido a que presenta un menor costo que la siembra convencional y presentan mejores resultados para las variables evaluadas.

Palabras clave: Caña de azúcar; *Saccharum officinarum*; Esquejes; Longitud; Insecticidas; Fungicidas; Rendimiento de cultivos; Rentabilidad.

Conventional sowing vs. Sowing with chemically treated sticks in the sugarcane crop (*Saccharum* spp.). Graduation work carried out in the Department of Agricultural Production for the cultivation of sugar cane (*Sacharum* spp.), In Zone Four of the Madre Tierra Sugar Mill, Nueva Concepción Escuintla, Guatemala, C.A.

At the Madre Tierra Sugar Mill in Production Zone Four, the efficiency in the variables of height, sprouting and depopulation of conventional sowing vrs. sowing with chemically treated sticks in sugarcane (*Saccharum* spp.) crops and determining their profitability. Cuttings of 20 and 60 cm long were used, with and with chemical treatment (fungicide (Difenoconazole and Azoxystrobin) plus insecticide (Fipronil), in a randomized block design with arrangement of divided plots and subsampling. Chemical treatment, reported 2.5 insects / m², against 11.6 without treatment. Sprouting was 95 % with 20 cm cuttings with treatment, against 88 % with 60 cm cuttings. Production costs were lower in 20 cm cuttings, Q.1,250.00 average, against Q.3,350.00 with those of 60 cm Planting with chemically treated 20 cm cuttings is recommended because it presents a lower cost than conventional planting and presents better results for the variables evaluated.

Keywords: Sugar cane; *Saccharum officinarum*; Cuttings; Length; Insecticides; Fungicides; Crop yield; Cost effectiveness.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
jorgezumeta@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03683.pdf>

Detección de residuos de ingrediente activo (organoclorados y carbamatos) en muestras de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la ciudad de Guatemala; diagnóstico y servicios realizados en el Departamento de Inocuidad de Productos de Origen Vegetal de la Dirección de Inocuidad de Alimentos del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–

Evelyn Regina Chacón Chacón¹

Con el apoyo de la Dirección de Inocuidad, del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, de febrero a noviembre del 2018, se registró la presencia de ingredientes activos (organoclorados y carbamatos) en muestras de tomate, obtenidos en dos centros de acopio de la Ciudad de Guatemala. Se tomaron 13 muestras en la Central de Mayoreo y dos en La Terminal. No se detectaron, ni se cuantificaron residuos de ingrediente activo de organoclorados ni de carbamatos (Endosulfan, Endosulfansultafo; Clorotalonil, Metiocarb y Thiodicarb), en muestras de tomate de cocina analizadas en laboratorio a través de cromatografía de gases.

Palabras clave: Tomate; *Solanum lycopersicum*; Insecticidas organoclorados; Carbamatos; Residuos de plaguicidas.

Detection of active ingredient residues (organochlorines and carbamates) in tomato samples (*Solanum lycopersicum* L.) in Guatemala City; diagnosis and services carried out in the Department of Safety of Products of Plant Origin of the Food Safety Directorate of the Vice Ministry of Agricultural Health and Regulations of the Ministry of Agriculture, Livestock and Food -MAGA-

With the support of the Safety Directorate, the Vice Ministry of Agricultural Health and Regulations, the Ministry of Agriculture, Livestock and Food -MAGA-, from February to November 2018, the presence of active ingredients (organochlorines and carbamates) was recorded in samples tomato, obtained in two collection centers in Guatemala City. 13

samples were taken at the Central de Mayoreo and two at La Terminal. Organochlorine or carbamate active ingredient residues (Endosulfan, Endosulfansulfato; Chlorothalonil, Metiocarb and Thiodicarb) were not detected, nor were they quantified in kitchen tomato samples analyzed in the laboratory through gas chromatography.

Keywords: Tomato; *Solanumlycopersicum*; Organochlorineinsecticides; Carbamates; Pesticideresidues.

¹Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola
evelynrchacon92@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03684.pdf>

—oOo—

Estudio de aspectos del proceso de eutrofización y de la vegetación acuática a terrestre de la laguna El Pino, Santa Rosa, Guatemala, C.A.

Andrea StefaniaSolombrino Véliz¹

En 2018, con el apoyo del Departamento de Investigación Forestal, del Instituto Nacional de Bosques (INAB), en el Parque Nacional Laguna El Pino, Santa Rosa, se abordó la problemática de la eutrofización y la vegetación acuática y terrestre, se identificaron las fuentes contaminantes de origen antrópico, un estudio vegetativo a orillas de la laguna, el enriquecimiento nutritivo de la laguna y propuestas de mitigación de la eutrofización. El parque tiene un área de 150 ha, la laguna 64.60 ha. Se identificaron 26 fuentes antrópicas contaminantes: desechos orgánicos, compuestos orgánicos, sedimentos-materiales suspendidos y nutrientes vegetales inorgánicos; posee 34 especies vegetales, el estrato herbáceo es el más representativo; la profundidad máxima es 7.15 m en época de lluvia; los sedimentos tienen valores altos de nitrógeno total, M.O. y fósforo (área con mayor interacción humana y poblaciones de *Typhadomingensis*Pers e *Hymenachneamplexicaulis* (Rudge) Nees) y en áreas con basura flotante los sedimentos son ácidos. Para mitigar la eutrofización considerar la recategorización del área protegida y continuar con la toma de decisiones y actividades para ir revirtiendo el proceso de eutrofización y enfocar el área como conservación de la laguna.

Palabras clave: Laguna El Pino; Guatemala; Eutrofización; Mitigación

Study of aspects of the eutrophication process and of the aquatic to terrestrial vegetation of the El Pino lagoon, Santa Rosa, Guatemala, C.A.

In 2018, with the support of the Forest Research Department of the National Forest Institute (INAB), in the Laguna El Pino National Park, Santa Rosa, the problem of eutrophication and aquatic and terrestrial vegetation were addressed, the sources were identified pollutants of anthropic origin, a vegetative study on the shores of the lagoon, the nutritional enrichment of the lagoon and proposals for mitigation of eutrophication. The park has an area of 150 ha, the lagoon 64.60 ha. 26 polluting anthropogenic sources were identified: organic waste, organic compounds, sediment-suspended materials and inorganic plant nutrients; it has 34 plant species, the herbaceous stratum is the most representative; the maximum depth is 7.15 m in the rainy season; sediments have high values of total nitrogen, M.O. and phosphorus (area with greater human interaction and populations of *Typha domingensis* Pers and *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) and in areas with floating garbage the sediments are acidic. To mitigate eutrophication, consider the re-categorization of the protected area and continue with decision-making and activities to reverse the eutrophication process and focus the area as conservation of the lagoon.

Keywords: Laguna El Pino; Guatemala; Eutrophication; Mitigation.

¹Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables
laughingloud2013@gmail.com// <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03685.pdf>

—oOo—

Caracterización del impacto socioambiental y productivo de la norma de certificación de café Rainforest Alliance en el Cluster del grupo Huehue de la Agencia Exportcafé, S.A., Huehuetenango.

Abraham Gerardo Juárez Guzmán¹

De agosto 2017 a mayo 2018, en el Departamento de Sostenibilidad de Nestlé de Nespresso de la agencia Exportcafé S.A, Huehuetenango, se caracterizó el impacto socioambiental y productivo resultante de la norma de certificación en café, se estratificaron las regiones de

este Cluster, tomado en cuenta productores, fincas, áreas, regiones, producción, año de ingreso a la certificación, climatología, etc. La normativa ha mejorado el manejo de las fincas, en el aspecto ambiental, social y productivo. Los productores se han beneficiado con nuevas metodologías de control de plagas y enfermedades reduciendo el uso de productos químicos, la adaptabilidad al cambio climático, la reutilización del recurso hídrico en los beneficios húmedos, la promoción de café de calidad más que cantidad, el cuidado y protección del ambiente con proyectos de desarrollo sostenible y sobre todo promover un café de calidad y lograr mejorar los precios con un valor agregado.

Palabras clave: *Café*; *Coffea arabica*; Producción ecológica; Evaluación del impacto.

Characterization of the socio-environmental and productive impact of the Rainforest Alliance coffee certification standard in the Huehue group Cluster of the Exportcafé Agency, S.A., Huehuetenango.

From August 2017 to May 2018, in the Nespresso Nestlé Sustainability Department of the Exportcafé SA agency, Huehuetenango, the socio-environmental and productive impact resulting from the coffee certification standard was characterized, the regions of this Cluster were stratified, taken in account producers, farms, areas, regions, production, year of entry to certification, weather, etc. The regulations have improved the management of farms, in the environmental, social and productive aspects. Producers have benefited from new pest and disease control methodologies reducing the use of chemical products, adaptability to climate change, the reuse of water resources in wet mills, the promotion of quality coffee rather than quantity, care and protecting the environment with sustainable development projects and, above all, promoting quality coffee and achieving improved prices with added value.

Keywords: Coffee; *Coffea arabica*; Ecological production; Impact assessment.

¹ Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
abrahamger@gmail.com// <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03687.pdf>

Gestión de los recursos necesarios para el buen funcionamiento de os sistemas de riego. Trabajo de graduación realizado en el Departamento de Ingeniería Agrícola del Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, C.A.

William Alexander Velásquez Herrera¹

En el Departamento de Ingeniería Agrícola, del Ingenio Santa Ana, municipios de San José y La Gomera, Escuintla, se conoció el equipo de los diferentes sistemas de riego implementados en la Región Cuatro del Ingenio Santa Ana, así como fuentes de agua y el funcionamiento de los sistemas de riego con la finalidad de gestionar los recursos necesarios para el buen funcionamiento de los sistemas. Se realizó un inventario, georreferenciación, aforo, detección de problemáticas y jerarquización de las mismas. Las fuentes de agua se componen de ríos, reservorios y pozos artesanales, que abastecen hasta 2,477 ha, lo que representa un 95.3 % del área productiva, teniendo en cuenta que es un riego de auxilio; otros problemas son la escasez y el mal estado de los equipos de riego utilizados, la frecuente suspensión de las actividades de riego y la falta de utilización de los aspectos de balance hídrico para determinación de tiempos de riego. Hay 21,493 horas perdidas, en 21 equipos de riego por aspersión tipo cañón; el costo total de los tiempos perdidos en un valor de Q.1,302,562.56 representando un 20.18 % de la labor de riego.

Palabras clave: Caña de Azúcar; *Sacharum officinarum*; Ingenio Santa Ana; Guatemala; Sistemas de riego; Evaluación de capacidades.

Management of the resources necessary for the proper functioning of the irrigation systems. Graduation work carried out in the Department of Agricultural Engineering of Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, C.A.

In the Department of Agricultural Engineering, Ingenio Santa Ana, municipalities of San José and La Gomera, Escuintla, the equipment of the different irrigation systems implemented in Region Four of Ingenio Santa Ana was known as well as water sources and the operation of irrigation systems in order to manage the resources necessary for the proper functioning of the systems. An inventory, georeferencing, capacity, detection of problems and ranking of them was carried out. The water sources are made up of

rivers, reservoirs and artisan wells, which supply up to 2,477 ha, which represents 95.3% of the productive area, taking into account that it is a relief irrigation; Other problems are the shortage and poor condition of the irrigation equipment used, the frequent suspension of irrigation activities and the lack of use of the water balance aspects to determine irrigation times. There are 21,493 hours lost, in 21 irrigation equipment by sprinkler type cannon; the total cost of lost time in a value of Q.1,302,562.56 representing 20.18% of the irrigation work.

Keywords: Sugar cane; *Sacharum officinarum*; Ingenio Santa Ana; Guatemala; Irrigation systems; Capability assessment

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
alexvelasquez1435@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03686.pdf>

—oOo—

Evaluación de fuentes de calcio (Ca) para corrección de suelos ácidos. Diagnóstico y servicios en finca Oriflama, La Reforma, San Marcos, Guatemala, C.A.

Eduardo Rafael García De la Cruz¹

De agosto 2016 a mayo 2017, en la finca Oriflama, La Reforma, San Marcos, se evaluaron algunas propiedades químicas y corrección de acidez, utilizando dos fuentes de calcio en los suelos de la finca; se evaluó la variedad de café Castillo, en un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con tres tratamientos (carbonato de calcio, hidróxido de calcio y el testigo), en tres niveles (3, 6 y 9 Tn/ha CaCO₃ y 2, 4 y 6 Tn/ha de 506Û50NÛ(50BÛ50;Û)2) y tres repeticiones. Estadísticamente las fuentes de calcio (hidróxidos y carbonatos) fueron superiores al testigo; Ambas fuentes fueron estadísticamente iguales en la corrección del pH ácido; las dosis óptimas para corregir la acidez y aumentar el contenido de bases del suelo fueron 3 ton/ha de carbonato de calcio y 2 ton/ha de hidróxido de calcio.

Palabras clave: Café; *Coffea arabica*; pH del suelo; Neutralización; Carbonato de calcio; Hidróxido de calcio; Dosis de aplicación

**Evaluation of sources of calcium (Ca) for correction of acid soils.
Diagnosis and services in farm Oriflama, La Reforma, San
Marcos, Guatemala, C.A.**

From August 2016 to May 2017, at the Oriflama farm, La Reforma, San Marcos, some chemical properties and acidity correction were evaluated, using two sources of calcium in the farm soils; The Castillo coffee variety was evaluated, in a random block design with divided plots arrangement, with three treatments (calcium carbonate, calcium hydroxide and the control), at three levels (3, 6 and 9 Tn / ha CaCO₃ and 2, 4 and 6 Tn/ha of Ca(OH)₂) and three repetitions. Statistically the sources of calcium (hydroxides and carbonates) were superior to the control; Both sources were statistically the same in correcting for acidic pH; the optimal doses to correct acidity and increase soil base content were 3 tons / ha of calcium carbonate and 2 tons / ha of calcium hydroxide.

Keywords: Coffee; *Coffea arabica*; Soil pH; Neutralization; Calcium carbonate; Calcium hydroxide; Application rate.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
ergcruz1993@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03695.pdf>

—oOo—

**Efecto de la bioestimulación a base de ácidos carboxílicos en el
incremento de grados Brix en mini zanahoria naranja (*Daucus
carota* var. Crofton RZ), San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez,
diagnóstico y servicios realizados en el proyecto orgánico de la
Cooperativa Cuatro Pinos en los departamentos de
Chimaltenango y Sacatepéquez, Guatemala, C.A.**

José Daniel Jocop Granados¹

En Finca La Suiza, proveedora de la Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, R.L., de febrero a noviembre de 2018, se evaluó la bioestimulación a base de ácidos carboxílicos para incrementar la concentración grados Brix en el cultivo de mini zanahoria naranja (*Daucus carota* var. Crofton RZ), en un experimento bifactorial, con

un tratamiento adicional, en arreglo combinatorio de bloques al azar, con cinco tratamientos (20, 35, 45, 50 y 60 días después de la siembra) y seis repeticiones. El análisis de varianza indica que la aplicación de ácidos carboxílicos no influye significativamente en el rendimiento de mini zanahoria naranja, en promedio produjo 26,593 kg/ha. En grados Brix, si hubo diferencias significativas, el tratamiento cuatro (4 L/ha, aplicado a los 20, 35 y 45 días después de la siembra) el que marcó 9.435 °Bx, comparado con el testigo 7.815 °Bx.

Palabras clave: Zanahoria; *Daucus carota*; Ácidos carboxílicos; Dosis de aplicación; Grados Brix.

Effect of biostimulation based on carboxylic acids on the increase in Brix degrees in mini orange carrot (*Daucus carota* var. Crofton RZ), San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez, diagnosis and services carried out in the organic project of the Cuatro Pinos Cooperative in the departments from Chimaltenango and Sacatepéquez, Guatemala, CA

At Finca La Suiza, provider of the Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, RL, from February to November 2018, biostimulation based on carboxylic acids was evaluated to increase the concentration of Brix degrees in the cultivation of mini orange carrot (*Daucus carota* var. Crofton RZ), in a bifactorial experiment, with an additional treatment, in a random-block combinatorial arrangement, with five treatments (20, 35, 45, 50 and 60 days after sowing) and six replications. The analysis of variance indicates that the application of carboxylic acids does not significantly influence the yield of mini orange carrot, on average it produced 26,593 kg / ha. In Brix degrees, if there were significant differences, treatment four (4 L / ha, applied at 20, 35 and 45 days after sowing) which marked 9,435 °Bx, compared with the control 7,815 °Bx.

Keywords: Carrot; *Daucus carota*; Carboxylic acids; Application dose; Brix.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola

Propuesta para el establecimiento de la Finca Universitaria Las Granadillas con énfasis en la protección de la zona de recarga hídrica de la subcuenca del río Riachuelo, Sierra El Merendón, Zacapa. Guatemala, C.A.

Luis Rodrigo Salazar Estrada ¹

En la finca municipal Las Granadillas, Zacapa, Zacapa, se propone una ruta metodológica para la creación de la finca universitaria Las Granadillas, conservando el bosque remanente para la regulación del ciclo hidrológico y asegurar la disponibilidad y calidad de agua. Se recolectó, clasificó y depuró la información relevante de fuentes primarias y secundarias del área. Esta finca, está en una posición geográfica con características privilegiadas, disponibilidad de recursos naturales, mantiene un alto grado de conservación, es hábitat de especies de flora y fauna de importancia para la humanidad y con características de endemismo particulares, esta área provee de bienes y servicios ecosistémicos a toda la subcuenca del río Riachuelo. Es necesario operativizar de manera integral la política ambiental universitaria, creando la figura administrativa de la finca Las Granadillas y dotando de infraestructura que permita el empoderamiento de la institución universitaria. La protección de la zona de recarga hídrica en la parte alta de la subcuenca del río el Riachuelo es el énfasis primordial.

Palabras clave: Río Riachuelo; Zacapa; Guatemala; Fincas estatales; Planes de desarrollo.

Proposal for the establishment of the Las Granadillas University Farm with emphasis on the protection of the water recharge zone of the Riachuelo river sub-basin, Sierra El Merendón, Zacapa. Guatemala, C.A.

At the Las Granadillas municipal farm, Zacapa, Zacapa, a methodological route is proposed for the creation of the Las Granadillas university farm, conserving the remaining forest for the regulation of the hydrological cycle and ensuring the availability and quality of water. Relevant information was collected, classified and refined from primary and secondary sources in the area. This farm is in a geographical position with privileged characteristics, availability of natural resources, maintains a high degree of conservation, is a habitat for species of flora and fauna of importance to humanity and with particular characteristics of endemism, this area provides goods and ecosystem services to the

entire sub-basin of the Riachuelo River. It is necessary to fully operationalize the university environmental policy, creating the administrative figure of the Las Granadillas farm and providing the infrastructure that allows the empowerment of the university institution. The protection of the water recharge zone in the upper part of the Riachuelo river sub-basin is the primary emphasis.

Keywords: Riachuelo River; Zacapa; Guatemala; State farms; Development plans.

¹ Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables rodrigo.salazar.62@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03692.pdf>

—oOo—

Determinación de especies utilizadas como fuente de leña, en función del poder calorífico, facilidad de propagación y preferencia del uso de estufas mejoradas, diagnóstico y servicios realizados en la aldea San José, municipio de San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala, C. A.

Carlos Abraham Ortíz Flores¹

En la aldea San José, municipio de San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala, se determinaron las especies utilizadas como fuente de leña, en función del poder calorífico, facilidad de propagación y preferencia del uso de estufas mejoradas. Las especies utilizadas como fuente de energía y su respectivo valor energético (kcal/kg) son: Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill)-4,342; Pino (*Pinus oocarpa*; Schiede)-4,352; Encino, Cuje (*Inga xalapensis* (Benth.); Kuntze.) -4,068; Roble (*Quercus peduncularis* Née, *Quercus segoviensis* Liebm)-3,976; Amate (*Ficus insipida* Willd)-4,258; Caulote (*Guazumaulmifolia* Lam)-3,815; Madre Cacao (*Gliricidiasepium* (Jacq) Walp)-4,231 y Pito (*Erythrinaneglecta* Krukoff & Moldenke)-4,111. Las tres especies con mayor poder calorífico son: pino, ciprés y amate. La frecuencia y uso de estufas es de hasta 9 horas continuas; las estufas mejoradas son preferidas por los pobladores por mejor eficiencia en el calentamiento de la plancha con un 76 % a favor y que la producción de humo es baja en un 98 %.

Palabras clave: Leña; Árboles de propósito múltiple; Valor energético; Estufas

Determination of species used as a source of firewood, based on calorific power, ease of propagation and preference for the use of improved stoves, diagnosis and services performed in the San José village, municipality of San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala, C. A.

In the San José village, municipality of San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala, the species used as a source of firewood were determined, based on calorific value, ease of propagation and preference for the use of improved stoves. The species used as an energy source and their respective energy value (kcal / kg) are: Cypress (*Cupressus lusitanica* Mill) -4,342; Pine (*Pinus oocarpa*; Schiede) -4,352; Encino, Cuje (*Inga xalapensis* (Benth.); Kuntze.) -4,068; Oak (*Quercus pedunculata* Née, *Quercus segoviensis* Liebm) -3,976; Amate (*Ficus insipida* Willd) -4,258; Caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam) -3,815; Madre Cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq) Walp) -4,231 and Pito (*Erythrina neglecta* Krukoff & Moldenke) -4,111. The three species with the highest calorific value are: pine, cypress and amate. The frequency and use of stoves is up to 9 continuous hours; the improved stoves are preferred by the residents for better efficiency in heating the iron with 76% in favor and that the production of smoke is low in 98%.

Keywords: Firewood; Multipurpose trees; Energetic value; Stoves.

¹Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables
caortizflores@gmail.com-<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03688.pdf>

—oOo—

Determinación del requerimiento nutricional del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) por medio de curvas de absorción de nutrientes, diagnóstico y servicios realizados en la finca San Nicolás, Salamá, Baja Verapaz, Guatemala, C.A.

Katherine Alejandra Borón Juárez¹

De febrero a noviembre de 2018, en Salamá, Baja Verapaz, con el apoyo de Unispice, se generó información de la absorción de nutrientes en ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Claudine, en la finca “San Nicolás, se aplicó cada siete días NitroXtend (NH₃/kg)

(73.85 y seis de 31.07 kg/ha) y Krista Sop (K_2O/kg) (50.41 y seis de 32.42 kg/ha) se realizaron diez lecturas a cada siete días. Los resultados son los siguientes, en kilogramos/hectárea: N = 406, P = 42, K = 496, Ca = 164, Mg = 62; en gramos/hectárea: Fe = 1,427, Cu = 142, Zn = 251, B = 366 y Mn = 319. Se determinaron tres momentos de aplicación para N, P, K y B: 0-28, 28-50 y 50-60 días) y para Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn el requerimiento se debe distribuir en cuatro fracciones (0-28, 28-35, 35-50 y 50-75 días) durante un ciclo de cultivo de 77 días.

Palabras clave: Frijol; *Phaseolus vulgaris*; Absorción de sustancias nutritivas; Conjunto de nutrientes asimilables; Dosis de aplicación; Nitrogeno; Fósforo; Potasio; Oligoelementos.

Determination of the nutritional requirement of the French bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) by means of nutrient absorption curves, diagnosis and services performed at the San Nicolás farm, Salamá, Baja Verapaz, Guatemala, C.A.

From February to November 2018, in Salamá, Baja Verapaz, with the support of Unispice, information was generated on the absorption of nutrients in French green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Claudine variety, in the "San Nicolás farm, it was applied every seven days NitroXtend (NH_3 / kg) (73.85 and six of 31.07 kg / ha) and Krista Sop (K_2O / kg) (50.41 and six of 32.42 kg/ha) ten readings were made every seven days. The results are the following, in kilograms / hectare: N = 406, P = 42, K = 496, Ca = 164, Mg = 62; in grams / hectare: Fe = 1,427, Cu = 142, Zn = 251, B = 366 and Mn = 319. Three application moments were determined for N, P, K and B: 0-28, 28-50 and 50-60 days) and for Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn the requirement must be distributed in four fractions (0-28, 28-35, 35-50 and 50-75 days) during a 77-day culture cycle.

Keywords: Bean; *Phaseolus vulgaris*; Absorption of nutritional substances; Set of assimilable nutrients; Application dose; Nitrogen; Match; Potassium; Trace elements.

¹Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola
kaleeja43@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03689.pdf>

Comportamiento de la densidad del grano de café (*Coffea arabica* L.) en relación a las variables climáticas temperatura y precipitación del Clúster Huehuetenango y Fraijanes, diagnóstico y servicios realizados en el Laboratorio Centro de Control De Calidad Nestlé Antigua, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

Josué Isai Santos Aquino¹

En el laboratorio Centro de Control de Calidad Nestlé (NQCC), Antigua Guatemala, se interpretó el comportamiento de la densidad del grano de café verde con la temperatura y precipitación de los Clusters de Huehuetenango y Fraijanes. Para el clúster de Huehuetenango en cosechas de 2012 al 2016, la densidad de grano más alta fue de 1.36 gr/cm³ con una temperatura promedio mensual de 18.56 °C y una precipitación mensual de 844 mm. Mientras que la más baja fue de 1.34 gr/cm³ con una temperatura promedio mensual de 18.14 °C y una precipitación mensual de 584.80 mm. El clúster Fraijanes en las cosechas de café del año 2012 al 2016, presentó la densidad de grano más alta con valor de 1.36 gr/cm³ con una temperatura promedio mensual de 16.85 °C y una precipitación mensual de 1,069 mm. Mientras que la más baja fue de 1.33 gr/cm³ a una temperatura promedio mensual de 16.99 °C y precipitación mensual de 805.50 mm.

Palabras clave: Café; *Coffea arabica*; Granos; Densidad; Lluvia; Temperatura.

Behavior of the density of the coffee bean (*Coffea arabica* L.) in relation to the climatic variable's temperature and precipitation of the Huehuetenango and Fraijanes Cluster, diagnosis and services performed at the Nestlé Antigua Quality Control Center Laboratory, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

In the Nestlé Quality Control Center (NQCC) laboratory, Antigua Guatemala, the behavior of the density of the green coffee bean was interpreted with the temperature and precipitation of the Huehuetenango and Fraijanes Clusters. For the Huehuetenango cluster in harvests from 2012 to 2016, the highest grain density was 1.36 gr / cm³ with a monthly average temperature of 18.56 °C and a monthly rainfall of 844 mm. While the lowest was 1.34 gr / cm³ with a monthly average temperature of 18.14 °C and a monthly rainfall of 584.80 mm. The Fraijanes cluster in the coffee harvests from 2012 to 2016,

presented the highest grain density with a value of 1.36 gr / cm³ with a monthly average temperature of 16.85 °C and a monthly rainfall of 1,069 mm. While the lowest was 1.33 gr / cm³ at a monthly average temperature of 16.99 °C and monthly precipitation of 805.50 mm.

Keywords: Coffee; *Coffea arabica*; Grain; Density; Rain; Temperature.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
j.isaisantos@outlook.com// <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03690.pdf>

—oOo—

Evaluación de cinco programas químicos para el control de mosca blanca (*Bemisiatabaci*) en el cultivo de melón (*Cucumismelo* L.), diagnóstico y servicios en la finca Proyecto Tres en Estanzuela, Zacapa. Guatemala, C.A.

Mario Alberto Perdomo Melgar¹

En la finca Proyecto Tres, Estanzuela, Zacapa, se evaluaron cinco programas de control químico (MinectoDuo, Dantotsu, Evade y Epingle), como medio de control de mosca blanca (*Bemisiatabaci*) en el cultivo de melón (*Cucumismelo* L.), en unos bloques completos al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, se hicieron lecturas a los 19, 29 y 37 días después de la siembra. El programa dos (Thiametoxam + Cyantraniliprole + Buprofezin) disminuyó el promedio de ninfas vivas a una media de 2.78 ninfas vivas, contra 14 del testigo; el control de adultos vivos fueron los programas uno (Thiametoxam + Cyantraniliprole + Buprofezin) y programa dos (Thiametoxam + Cyantraniliprole + Pyriproxifen), con una media de 2.56 adultos, contra 7.83 del testigo. El programa uno mostró el mayor retorno adicional, con Q. 78.83 por unidad invertida.

Palabras clave: Melón; *Cucumismelo*; Mosca Blanca; *Bemisiatabaci*; Insecticidas; Thiametoxam; Cyantraniliprole; Buprofezin; Pyriproxifen; Rendimiento de los cultivos; Rentabilidad.

Evaluation of five chemical programs for the control of whitefly (*Bemisiatabaci*) in the cultivation of melon (*Cucumis melo* L.), diagnosis and services in the Proyecto Tres farm in Estanzuela, Zacapa, Guatemala, C.A.

In the Proyecto Tres farm, Estanzuela, Zacapa, five chemical control programs (Minecto Duo, Dantotsu, Evade and Epingle) were evaluated, as a means of control of whitefly (*Bemisiatabaci*) in the cultivation of melon (*Cucumis melo* L.). In a randomized complete blocks, with five treatments and three repetitions, readings were made at 19, 29 and 37 days after sowing. Program two (Thiametoxam + Cyantraniliprole + Buprofezin) decreased the average number of live nymphs to an average of 2.78 live nymphs, against 14 of the control; the control of live adults were programs one (Thiametoxam + Cyantraniliprole + Buprofezin) and program two (Thiametoxam + Cyantraniliprole + Pyriproxifen), with an average of 2.56 adults, against 7.83 of the control. Program one showed the highest additional return, with Q. 78.83 per unit invested.

Keywords: Melon; *Cucumis melo*; White fly; *Bemisiatabaci*; Insecticides; Thiametoxam; Cyantraniliprole; Buprofezin; Pyriproxifen; Crop yield; Cost effectiveness

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03691.pdf>

—oOo—

Estudio de mercado de leña en la comunidad indígena Vecinos de Chuarrancho, Guatemala, C.A.

Karla Patricia Díaz Chacón¹

De febrero a noviembre 2017, en la Comunidad Indígena Vecinos de Chuarrancho, municipio de Chuarrancho, Guatemala, se estudió el mercado de la leña en la Comunidad, se encuestó a 112 familias de la comunidad, cuestionando: Consumo diario, por mes y leña, especies utilizadas, especie preferida, razón de preferencia, procedencia y precio. El 88 % utiliza leña, 51 % es recolectada (96.4 % en terrenos propios) y un 46 % comprada, 19 mL³/año/familia, consumo *per cápita* de leña 3.9 mL³/año, contra 2.9 mL³/año en el departamento de Guatemala, 2010; solamente el 1 % utiliza estructuras mejoradas para la cocción, comal (47 %), tres piedras (34 %) y pollo (24 %); especie más demandada es encino (*Quercus* spp.), proporciona más brasa y menos humo; la oferta en el 2017 fue de 746.73 mL³/año; costo

promedio de producción: Q. 200.00 por tarea, comprando el árbol en pie, obtenido una ganancia de Q.50.00/tarea, cuando es de terrenos propios, el costo de producción es de Q.50.00, siendo la ganancia de Q. 200.00.

Palabras clave: Leña; Guatemala; Especies; Generación de energía; Producción; Consumo.

Market study of firewood in the indigenous community Vecinos de Chuarrancho, Guatemala, C.A.

From February to November 2017, in the Indigenous Community Vecinos de Chuarrancho, municipality of Chuarrancho, Guatemala, the firewood market in the Community was studied, 112 families in the community were surveyed, questioning: Daily consumption, per month and firewood, species used, preferred species, reason for preference, origin and price. 88 % use firewood, 51 % is collected (96.4 % on their own land) and 46 % purchased, 19 mL³ / year / family, *per capita* consumption of firewood 3.9 mL³ / year, against 2.9 mL³ / year in the department of Guatemala, 2010; only 1 % use improved structures for cooking, comal (47 %), three stones (34 %) and chicken (24 %); The most popular species is oak (*Quercus* spp.), it provides more embers and less smoke; the supply in 2017 was 746.73 mL³ / year; average cost of production: Q. 200.00 per task, buying the standing tree, obtained a profit of Q.50.00 / task, when it is from own land, the production cost is Q.50.00, with the profit of Q. 200.00 .

Keywords: Firewood; Guatemala; Species; Energy generation; Production; Consumption.

¹Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables
<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03693.pdf>

—oOo—

Evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Agronomía, USAC, diagnóstico y servicios prestados en la empresa Super Pilón, S.A., Chimaltenango, Guatemala, C.A.

Clara Luz Haydeé Arenas Ramos ¹

De febrero a noviembre de 2017, en Super Pilón, S.A., en San Miguel, El Tejar, Chimaltenango, se evaluaron dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas

en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *Kalanchoe blossfeldiana* P., utilizando como testigo el medio Murashige y Skoog (1962), y como tratamientos: tres volúmenes de cada fertilizante, suplementados con vitaminas, agar, azúcar morena y reguladores de crecimientos por ser medios de inducción organogénica. Los resultados demostraron que en el medio de cultivo MS complementado con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA, si induce organogénesis en *K. blossfeldiana*, mientras que en los medios de cultivo en los cuales se sustituyen las sales inorgánicas por los elementos inorgánicos de los fertilizantes foliares Bayfolan Forte® y Foliato NPK extra SL® suplementados con reguladores de crecimiento no producen inducción.

Palabras clave: Kalancho; *Kalanchoeblossfeldiana*; Organogéneses; Medio de cultivo.

Evaluation of two foliar fertilizers as substitutes for inorganic salts in culture media for the induction of organogenesis in *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, in the Plant Tissue Culture Laboratory of the Faculty of Agronomy, USAC, diagnosis and services provided in the company Super Pilón, SA, Chimaltenango, Guatemala, CA

From February to November 2017, at Super Pilón, SA, in San Miguel, El Tejar, Chimaltenango, two foliar fertilizers were evaluated as substitutes for inorganic salts in culture media for the induction of organogenesis in *Kalanchoe blossfeldiana* P., using as a control the medium Murashige and Skoog (1962), and as treatments: three volumes of each fertilizer, supplemented with vitamins, agar, brown sugar and growth regulators as they are means of organogenic induction. The results demonstrated that in the MS culture medium supplemented with 1 mg / l of BAP and 1 mg / l of ANA, it induces organogenesis in *K. blossfeldiana*, while in the culture media in which inorganic salts are replaced by the inorganic elements of Bayfolan Forte® and Foliato NPK extra SL® foliar fertilizers supplemented with growth regulators do not produce induction.

Keywords: Kalancho; *Kalanchoe blossfeldiana*; Organogenic; Culture medium.

¹Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola
clarita.els22@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03694.pdf>

Densidades poblacionales del parasitoide *Cotesiaflavipes* (Hymenoptera: Braconidae), para el control del barrenador del tallo de la caña de azúcar *Diatraea crambidoides* (Lepidoptera: Crambidae), bajo condiciones semi controladas. Diagnóstico y servicios realizados en Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, C.A.

Dayrinne Dulce Cristina Godoy Valdéz¹

En ingenio Santa Ana, se evaluó el parasitoidismo de *Cotesiaflavipes* en las densidades poblacionales 0, 10, 20 y 40 mil parasitoides por hectárea para el control del barrenador del tallo *Diatraea crambidoides*, en un arreglo estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones, se generaron los siguientes resultados: las densidades de liberación 20 y 40 mil parasitoides/ha son estadísticamente superiores a los otros tratamientos, con porcentajes de parasitoidismo de 14.92 % y 16.88 %, respectivamente, contra 0 % y 3.13 % de los otros. En intensidad de infestación, la liberación de 40 mil parasitoides/ha, presentó el menor valor: 0.69 %, contra 2.44, 1.94 y 1.52 %.

Palabras clave: Barrenador del tallo; *Diatraea crambidoides*; *Cotesiaflavipes*; Parasitoides; Liberación controlada; Densidad de la población.

Population densities of the parasitoid *Cotesiaflavipes* (Hymenoptera: Braconidae), for the control of the sugarcane stem borer *Diatraea crambidoides* (Lepidoptera: Crambidae), under semi-controlled conditions. Diagnosis and services performed in Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, C.A.

In Santa Ana sugar mill, the parasitoidism of *Cotesiaflavipes* was evaluated at population densities 0, 10, 20 and 40 thousand parasitoids per hectare for the control of the stem borer *Diatraea crambidoides*, in a statistical arrangement of random blocks with four repetitions, generated the following results: the release densities of 20 and 40 thousand parasitoids / ha are statistically higher than the other treatments, with percentages of parasitoidism of 14.92% and 16.88%, respectively, against 0% and 3.13% of the others. In infestation

intensity, the release of 40 thousand parasitoids / ha, presented the lowest value: 0.69%, against 2.44, 1.94 and 1.52%.

Keywords: Stem borer; *Diatraea crambidoides*; *Cotesia flavipes*; Parasitoids; Controlled release; Population density.

¹Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola
dgodoyig@gmail.com // <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03697.pdf>

—oOo—

Evaluación del estado agroecológico con indicadores ambientales sostenibles en cultivo de café, en finca San Fernando Hüixoc, aldea Isnul, municipio La Democracia, Huehuetenango, Guatemala, C.A.

Lizbeth Amabilia Peláez Rosales¹

En la finca San Fernando, aldea Isnul, La Democracia, Huehuetenango, se analizó el estado agroecológico con indicadores ambientales sostenibles en cultivo de café en la parcela La Torre, El Campo y Las 80 Cuerdas, de la finca. Los indicadores de sostenibilidad a evaluar están propuestos por investigadores en agricultura sostenible del área de manejo integrado de plagas y agroecología. Para alcanzar un nivel sostenible ambiental ideal, es necesario realizar un plan de mejoras, considerando los indicadores con ponderaciones bajas, estos son: suelo superficial delgado menor de 10 centímetros; falta actividad biológica, no se encontraron lombrices e invertebrados; plantaciones con poco crecimiento de nuevo follaje, tallos y ramas cortas La Torre y Las 80 Cuerdas; alta incidencia de roya y otras enfermedades; bajo rendimiento, 120 kg de café/hectárea; suelos con problemas de drenaje, toxicidad por aluminio, problema del desarrollo radicular y falta de intercambio catiónico. Se determinó que en las parcelas evaluadas el estado sostenible es variable, conociendo que se aplica el mismo manejo tecnológico, esto puede ser debido a la variabilidad topográfica y edad de la plantación.

Palabras clave: Café; *Coffea arabica*; Agroecología; Indicadores ecológicos; Manejo de fincas.

Evaluation of the agroecological state with sustainable environmental indicators in coffee cultivation, in the San Fernando Hüixoc farm, Isnul village, La Democracia municipality, Huehuetenango, Guatemala, C.A.

At the San Fernando farm, Isnul village, La Democracia, Huehuetenango, the agroecological status was analyzed with sustainable environmental indicators in coffee cultivation in the La Torre, El Campo and Las 80 Cuerdas parcels of the farm. The sustainability indicators to be evaluated are proposed by researchers in sustainable agriculture from the area of integrated pest management and agroecology. To reach an ideal environmental sustainable level, it is necessary to carry out an improvement plan, considering the indicators with low weights, these are: thin surface soil less than 10 centimeters; biological activity is lacking, no worms and invertebrates were found; plantations with little growth of new foliage, stems and short branches La Torre and Las 80 Cuerdas; high incidence of rust and other diseases; low yield, 120 kg of coffee / hectare; soils with drainage problems, aluminum toxicity, root development problem and lack of cation exchange. It was determined that in the evaluated plots the sustainable state is variable, knowing that the same technological management is applied, this may be due to the topographic variability and age of the plantation.

Keywords: Coffee; *Coffea arabica*; Agroecology; Ecological indicators; Farm management.

¹Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola

4.0pelaez@gmail.com// <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03699.pdf>

—oOo—

Caracterización de tres especies nativas con importancia alimenticia para el caserío Pitahaya, Nearar, Camotán, Chiquimula, Guatemala, C.A.

Jonathan Víctor Alberto Amado Balcarcel¹

En el caserío Pitahaya, municipio de Camotán, cultura Ch'orti, de febrero a noviembre de 2017, con colaboración de FAO, MAGA y FAUSAC, se caracterizó el uso local de hierba mora (*Solanum americanum* Miller), bledo (*Amaranthushybridus* L.) y chaya

(*Cnidocolusaconitifolius* ssp. *aconitifolius* Breckon). Mediante una boleta de 24 preguntas, las dimensiones incluidas fueron: gestión del uso pecuario, ecológico, social, medicinal, nutricional y económico. Estas hierbas tienen presencia en las parcelas de maíz, pero su presencia es silvestre, ya que no tienen un cultivo en sí, manejo agronómico, su presencia es más oportunista que dirigida, la aplicación de herbicidas les afecta, la cosecha es ocasional no planificada, su comercio es directo o por medio de pequeños intermediarios. Se recomienda capacitar a los productores con el apoyo de MAGA, COCOCDE, COMUDE, COMUSAN y FAUSAC, mediante los CADER.

Palabras clave: Hierba mora; *Solanum americanum*; Bledo; *Amaranthus hybridus*; Chaya; *Cnidocolusaconitifolius*; Características agronómicas; Factores de producción.

Characterization of three native species with nutritional importance for the Pitahaya, Nearer, Camotán, Chiquimula, Guatemala, C.A.

In the Pitahaya hamlet, Camotán municipality, Ch'orti culture, from February to November 2017, with the collaboration of FAO, MAGA and FAUSAC, the local use of nightshade (*Solanum americanum* Miller), pigweed (*Amaranthus hybridus* L.) and chaya (*Cnidocolusaconitifolius* ssp. *aconitifolius* Breckon). Through a ballot of 24 questions, the dimensions included were: management of livestock, ecological, social, medicinal, nutritional and economic use. These herbs are present in corn plots, but their presence is wild, since they do not have a crop per se, agronomic management, their presence is more opportunistic than directed, the application of herbicides affects them, the harvest is occasional unplanned, their trade is direct or through small intermediaries. Se recommends training producers with the support of MAGA, COCOCDE, COMUDE, COMUSAN and FAUSAC, through CADER.

Keywords: Hierba mora; Nightshade; *Solanum americanum*; Bledo; *Amaranthus hybridus*; Chaya; *Cnidocolusaconitifolius*; Agronomic characteristics; Production factors.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
jonathanamao11@gmail.com <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03696.pdf>

Análisis del impacto ambiental provocado por las actividades del beneficiado de café, sobre el suelo y agua, diagnóstico y servicios realizados en la aldea Oajaqueño, Cuilco, Huehuetenango, Guatemala, C.A.

Francisco Humberto Domingo Morales¹

De octubre 2011 a mayo 2012, en la empresa Exportcafé, se analizó del impacto ambiental provocado por las actividades del beneficiado de café, sobre el suelo y agua, en la aldea Oajaqueño, Cuilco, Huehuetenango, Guatemala; mediante encuestas, entrevistas y toma de muestras de suelo y agua. Se tabularon los datos según la Matriz de Leopold y la Metodología de Impactos Ambientales de Crisp para poder caracterizar y asignar un grado de importancia. Se determinó que los principales impactos son (alteración al suelo, daños a la calidad del agua, alteración a la microbiología del agua y generación de empleo, todos de clasificación moderada y el último con un impacto positivo); por lo tanto se concluye que los procesos que generan mayor impacto son; el despulpado y el lavado de café (remoción de mucílago). Se recomienda mitigar el impacto que generan estos procesos con implementación de plantas para tratamientos de aguas mieles, lo cual se describe dentro del documento de investigación.

Palabras clave: *Café*; *Coffea arabica*; Impacto ambiental; Degradación ambiental.

Analysis of the environmental impact caused by the activities of the coffee processing plant, on the soil and water, diagnosis and services carried out in the Oajaqueño village, Cuilco, Huehuetenango, Guatemala, C.A.

From October 2011 to May 2012, at the Exportcafé company, the environmental impact caused by the activities of the coffee beneficiary was analyzed, on the soil and water, in the Oajaqueño village, Cuilco, Huehuetenango, Guatemala; through surveys, interviews, and soil and water sampling. The data were tabulated according to the Leopold Matrix and the Crisp Environmental Impacts Methodology in order to characterize and assign a degree of importance. It was determined that the main impacts are (alteration to the soil, damage to water quality, alteration to the microbiology of the water and generation of employment, all of moderate classification and the last one with a positive impact); Therefore, it is concluded that the processes that generate the greatest impact are; pulping and washing of coffee (removal of mucilage). It is recommended to mitigate the impact generated by these processes with the implementation of plants for honey water treatment, which is described in the research document.

Keywords: Coffee; *Coffea arabica*; Environmental impact; Environmental degradation

¹Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables

Evaluación del efecto de tres mezclas fúngicas para el control del complejo de hongos de suelo (*Fusarium* spp.) en el cultivo de ejote francés variedad Serengeti (*Phaseolus vulgaris*), diagnóstico y servicios prestados en Parramos, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

Pedro Antonio Ramírez Aguirre¹

De febrero a noviembre 2016, con el apoyo de la empresa FORAGRO, en Parramos, Chimaltenango, se evaluó el efecto de tres mezclas fúngicas (Azoxystrobin, Metalaxil, Propamocarb y Carbendazim) para el control del complejo de hongos de suelo (*Fusarium* spp.) en ejote francés variedad Serengeti (*Phaseolus vulgaris*), con aplicaciones directamente al suelo al momento de la siembra y cada quince días, en un bloques completamente al azar; se evaluaron factores de crecimiento, desarrollo y producción del fruto del ejote. El tratamiento 4 (Carbendazim + Metalaxil) tuvo mejor control de la enfermedad, 37 % de incidencia, contra 75 % del testigo; 1 de severidad (no presento síntomas en las plantas) contra 3 del testigo; la aplicación en las primeras etapas del desarrollo del cultivo son más eficientes.

Palabras clave: Frijol; *Phaseolus vulgaris*; Hongos del suelo: *Fusarium*; Fungicidas; Metalaxil; Carbendazim; Dosis de aplicación; Morbosidad

Evaluation of the effect of three fungal mixtures for the control of the soil fungus complex (*Fusarium* spp.) In the cultivation of French bean variety Serengeti (*Phaseolus vulgaris*), diagnosis and services provided in Parramos, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

From February to November 2016, with the support of the FORAGRO company, in Parramos, Chimaltenango, the effect of three fungal mixtures (Azoxystrobin, Metalaxil, Propamocarb and Carbendazim) was evaluated for the control of the soil fungal complex (*Fusarium* spp.) in French bean variety Serengeti (*Phaseolus vulgaris*), with applications directly to the soil at the time of sowing and every fifteen days, in a completely random block; Growth, development and production factors of the green bean fruit were evaluated. Treatment 4 (Carbendazim + Metalaxil) had better control of the disease, 37% incidence,

against 75% of the control; 1 of severity (I do not present symptoms in the plants) against 3 of the control; application in the early stages of crop development are more efficient.

Keywords: Bean; *Phaseolus vulgaris*; Soil fungi; *Fusarium*; Fungicides; Metalaxyl; Carbendazyme; Application dose; Morbidity.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola
<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03700.pdf>

—oOo—

**Evaluación de tres métodos de manejo utilizando
dos materiales genéticos de maíz (*Zea mays* L.),
diagnóstico y servicios prestados en el caserío Xejuyú,
municipio San José Poaquil, departamento Chimaltenango,
Guatemala, C.A.**

Marlyn Lorena Del Cid Matzar¹

En el municipio San José Poaquil, Chimaltenango, de febrero a noviembre 2016, se evaluó tres tipos de manejo en materiales genéticos de maíz y conocer su adaptabilidad, en un diseño de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas. El manejo que obtuvo el mejor rendimiento, fue el paquete M3 (Híbrido HB-83 y paquete completo refuerzo) con rendimiento de 1,526 kg/ha; el M2 (Manejo Tradicional, sulfato de amonio, urea y 20-20) con 1,195.29 kg/ha; y M1 tecnificado (Ferti Maíz inicio, refuerzo y NitroXtend + S, protección y nutrición del cultivo), con 853.73 kg/ha. En cuanto a rendimiento el material nativo con un rendimiento 1,294.97 kg/ha, HR-245 con 1,281 kg/ha y HB-83 con 998.84 kg/ha. Los materiales y manejos presentaron que el paquete M3 y el material de Nativo presentaron el mejor rendimiento.

Palabras clave: Maíz; *Zea mays*; Manejo del cultivo; Híbridos; Rendimiento de cultivos.

Evaluation of three management methods using two genetic materials of corn (*Zea mays* L.), diagnosis and services provided in the Xejuyú hamlet, San José Poaquil municipality, Chimaltenango department, Guatemala, C.A.

In the San José Poaquil municipality, Chimaltenango, from February to November 2016, three types of management were evaluated in maize genetic materials and their adaptability was evaluated, in a random block design, according to divided plots. The management that obtained the best performance was the M3 package (Hybrid HB-83 and full reinforcement package) with a yield of 1,526 kg / ha; the M2 (Traditional Management, ammonium sulfate, urea and 20-20) with 1,195.29 kg / ha; and M1 technified (Ferti Corn start, reinforcement and NitroXtend + S, protection and nutrition of the crop), with 853.73 kg / ha. Regarding yield, the native material with a yield of 1,294.97 kg / ha, HR – 245 with 1,281 kg / ha and HB-83 with 998.84 kg / ha. The materials and handling showed that the M3 package and the Nativo material presented the best performance.

Keywords: Corn; *Zea mays*; Crop management; Hybrids; Crop yield

¹Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables
<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03701.pdf>

—oOo—

Evaluación del efecto de cinco sustratos y tres métodos de escarificación de semillas del cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), diagnóstico y servicios realizados en la finca Monte de Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala, C.A.

Octavio David Martínez Herrera¹

De agosto 2018 a mayo 2019, en la finca Monte de Oro, municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá, se evaluó el efecto de cinco sustratos (Carboncillo, Lombricompost, Turba, Cáscara de cardamomo y Pulpa de café) y tres métodos de escarificación de semillas (mecánica, deshidratación y por humedad) de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), en un diseño completamente al azar bifactorial

con arreglo en parcelas divididas. Los resultados evidenciaron, que no existe interacción métodos de escarificación y sustratos, para la fase de almácigo del cultivo de macadamia. Estos factores actúan de manera independiente en el desarrollo de la planta, sin embargo, el análisis de varianza evidenció que el sustrato pulpa de café y suelo, influye de manera directa a la variable altura. El análisis de costos evidenció que la escarificación recomendada es el método por deshidratación y el método húmedo, ya que estos necesitan de menos insumos y mano de obra para su ejecución.

Palabras clave: Macadamia; *Macadamia integrifolia*; Sustratos de cultivo; Escarificación.

Evaluation of the effect of five substrates and three methods of scarification of seeds of the macadamia crop (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), diagnosis and services carried out in the Monte de Oro farm, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala, C.A.

From August 2018 to May 2019, in the Monte de Oro farm, municipality of Santiago Atitlán, department of Sololá, the effect of five substrates (Charcoal, Lombricompost, Peat, Cardamom shell and Coffee pulp) and three scarification methods were evaluated. of seeds (mechanical, dehydration and humidity) of macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), in a completely randomized bifactorial design with arrangement in divided plots. The results showed that there is no interaction between scarification methods and substrates for the storage phase of the macadamia crop. These factors act independently in the development of the plant, however, the analysis of variance showed that the substrate, coffee pulp and soil, directly influences the height variable. The cost analysis showed that the recommended scarification is the dehydration method and the wet method, since these require fewer inputs and labor for their execution.

Keywords: Macadamia; *Macadamia integrifolia*; Culture substrates; Scarification.

¹Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola

Propuesta de plan de manejo de la microcuenca del río Caracol, diagnóstico y servicios realizados en las comunidades de El Socorro, Paraxaj y con líderes comunitarios del municipio de Acatenango, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

Félix David López Siguenza¹

De agosto 2018 a mayo 2019, con el apoyo de CARE Guatemala, se estudió la microcuenca del río Caracol, Acatenango, Chimaltenango, se elaboró una propuesta de plan de manejo de la microcuenca. Para lo cual se caracterizó socioeconómica y biofísicamente, se identificaron las problemáticas (Diagnóstico rural participativo), y la propuesta de plan de manejo. Se cuenta con cincuenta y cuatro propuestas de proyectos soluciones, entidades responsables para su ejecución; son 120 ton/año la cantidad de desechos sólidos vertidos hacia el río Caracol; siendo este el principal daño hacia la microcuenca. Se propone la construcción de un centro de acopio de desechos; la implementación de recipientes de basura diferenciados; para disminuir las problemáticas encontradas en las comunidades de la microcuenca.

Palabras clave: Río Caracol; Acatenango; Guatemala; Planificación rural; Planes de desarrollo.

Proposal for a management plan for the Caracol river micro-basin, diagnosis and services carried out in the communities of El Socorro, Paraxaj and with community leaders from the municipality of Acatenango, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

From August 2018 to May 2019, with the support of CARE Guatemala, the Caracol river micro-basin was studied, Acatenango, Chimaltenango, and a proposed micro-basin management plan was prepared. For which it was characterized socioeconomically and biophysically, the problems were identified (participatory rural diagnosis), and the proposed management plan. There are fifty-four solution project proposals, entities responsible for their execution; the amount of solid waste dumped into the Caracol River is 120 tons / year; this being the main damage to the watershed. The construction of a waste collection center is proposed; the implementation of differentiated garbage containers; to reduce the problems found in the micro-basin communities.

Keywords: Caracol River; Acatenango; Guatemala; Rural planning; Development plans.

¹Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables



RESÚMENES DE TESIS DE POSTGRADO

Propuesta de un modelo de gestión ambiental, para la reducción de la contaminación de ríos, en la parte alta de la subcuenca del río Guacalate

Vinicio Enrique Yol Zamora

RESUMEN

Del recurso hídrico en el país, el que fluye de manera superficial, es el que presenta los niveles más altos de contaminación, tal como se puede observar en la subcuenca del río Guacalate, el cual corresponde a la parte alta de la cuenca del río Achiguate en la vertiente del Océano Pacífico. Esta presión sobre el recurso es ocasionada por las descargas directas de aguas residuales, provenientes de los centros poblados y el sector económico – productivo, así mismo, por el mal manejo de los residuos sólidos, los cuales son vertidos directamente a los ríos o bien, por la existencia de botaderos municipales o clandestinos a orillas de los ríos o en vertientes locales. El conocimiento de los factores que provocan la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, la determinación de la calidad ambiental del agua, la identificación, caracterización y valoración de los principales impactos ambientales por la generación de desechos sólidos y aguas residuales, proveerá de información valiosa, para elaborar una propuesta de un modelo de gestión ambiental a nivel de subcuenca, para que las municipalidades que se encuentran dentro de la subcuenca (Chimaltenango, San Andrés Itzapa, El Tejar, Sumpango, Pastores y Parramos), puedan orientar esfuerzos de forma individual o conjunta que permitan manejar la subcuenca, de formas ambientalmente correctas y socialmente aceptables. Mediante boletas de entrevista, los actores participantes: población (268 personas), autoridades municipales (06 municipalidades) e instituciones (12 instituciones), identificaron los siguientes factores o causas de la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales: crecimiento poblacional, incumplimiento de leyes, falta de normativas municipales, falta de programas de educación ambiental, falta de tratamiento adecuado de basura, falta de tratamiento de aguas residuales, falta de recursos económicos de la población. Los mismos actores priorizaron los factores de la siguiente forma: factor de mayor importancia (crecimiento poblacional), factor de mediana importancia (falta de programas de educación ambiental) y factor de menor importancia (no tratamiento de aguas residuales). Al hacer el análisis de los principales parámetros de aguas residuales, es decir, DBO, DQO, grasas y aceites, color y sólidos en suspensión a lo largo de la red de drenaje, es notorio que existen niveles altos de contaminación, presentándose prácticamente estas como aguas residuales, entre otros por los altos contenidos de materia orgánica biodegradable. Al analizar los valores de DQO, debido a que a pesar de que ésta es siempre mayor a la DBO, en todos los puntos de muestreo, los valores representan hasta un 400 % más que el valor de la DBO, indicando que existen, concentraciones mucho más altas de sustancias orgánicas que no son biodegradables. De acuerdo con el valor de importancia y su respectiva caracterización, los principales impactos ambientales se tipifican así: Impactos críticos negativos (alteración de la calidad del agua superficial y alteración de la fauna y flora acuática),

impacto severo negativo (daños a la salud por contacto directo con el agua), impactos bajos negativos (generación de malos olores y alteración del paisaje).

Palabras clave: Río Guacalate, Río Achiguate, desechos, DQO, DBO.

Proposal for an environmental management model to reduce river pollution in the upper part of the Guacalate river sub-basin

ABSTRACT

Of water resources in the country, flowing on a surface, is the one with the highest levels of contamination, as can be seen in Guacalate subwatershed, which corresponds to the upper river basin Achiguate in the Pacific Ocean side. This pressure on the resource, is caused by direct discharges of wastewater from the towns and the economy - production, also, by the mismanagement of solid wastes which are dumped directly into rivers or by the existence of municipal landfills or illegal on the banks of local rivers or springs. Knowledge of the factors causing pollution of rivers by solid waste and sewage, the determination of environmental water quality, the identification, characterization and assessment of the main environmental impacts of solid waste generation and waste water, provide valuable information to develop a proposal for a model of environmental management of sub-basin, for municipalities that are within the watershed (Chimaltenango, San Andrés Itzapa, El Tejar, Sumpango, Pastores and Parramos), can guide efforts individually or jointly manage the watershed permitting, in an environmentally correct and socially acceptable. By ballots interview, the actors involved: population (268 persons), local authorities (06 municipalities) and Institutions (12 institutions), identified the following factors or causes of river pollution by solid waste and wastewater: population growth, failure laws, lack of municipal regulations, lack of environmental education programs, lack of treatment, appropriate disposal, lack of sewage treatment, lack of financial resources from the population. The same actors prioritized factors as follows: the most important factor (population growth), factor of medium importance (lack of environmental education programs) and minor factor (not sewage). When analyzing the main parameters of wastewater, ie, BOD, COD, fats and oils, color and suspended solids along the drainage network, it is clear that there are high levels of pollution, such as presenting virtually sewage, among others by the high content of biodegradable organic matter. By analyzing the values of COD, because although it is always greater than BOD in all sampling points, the values represent a 400% more than the value of BOD, indicating that there, there were many higher organic substances are not biodegradable. According to the value of their respective importance and characterization, the main environmental impacts are typified as follows: critical negative impacts (changes in the surface water quality and disturbance of aquatic flora and fauna), severe negative impact (damage to health by contact with the water), low negative impact (odor generation and alteration of the landscape).

Keywords: Guacalate River, Achiguate River, waste, COD, BOD.

Planificación de uso de la tierra en la subcuenca del río Panajachel, cuenca del lago de Atitlán, Sololá

Wener Armando Ochoa Orozco

RESUMEN

En Guatemala la región de Occidente dentro la cual se encuentra la subcuenca del río Panajachel, cuenca del lago de Atitlán, cuenta con una riqueza biológica alta y con un potencial turístico y forestal aprovechable, debido a la diversidad de climas que se concentran dentro de la topografía y zonas de vida; lo que a su vez la convierte en una región apta para la producción de algunos cultivos agroforestales de importancia económica, posee además la característica de estar cerca del lago de Atitlán; un lugar altamente turístico.

Se formuló una propuesta de planificación del uso de la tierra de la subcuenca del río Panajachel, cuenca del lago de Atitlán, mediante la caracterización del uso de la tierra. Para ello fue necesario realizar entrevistas con actores claves del área, aplicación de metodologías participativas, análisis de información y utilización de técnicas de elaboración y digitalización de mapas como herramientas útiles en la comprensión de la intensidad de uso, capacidad de uso de la tierra de dicha subcuenca.

Con este estudio se demuestra que los efectos ambientales son crecientes en dicha subcuenca, debido a la falta de planificación del uso de la tierra y por el uso y sobreuso que se le ha dado a la tierra y por no aprovecharse correctamente el potencial productivo de esta región. Prueba de ello es que la capacidad de uso y el uso actual se encuentran en conflicto, donde el 23.98 % del área tiene una categoría de subutilizado, 48.54 % sobreutilizado y 27.48 % uso correcto.

Con este estudio se contribuye a la solución de los problemas ambientales y reducción de posibles vulnerabilidades ambientales, agrícolas y sociales en el área, así como mejorar las condiciones de los ecosistemas y de los habitantes de dicha área.

Palabras Claves: Metodología participativa, Cuenca, Subcuenca, Uso de la tierra, Capacidad de uso, Intensidad de uso, Planificación de uso de la tierra, Ordenamiento territorial.

Land use planning in the Panajachel river sub-basin, lake Atitlán basin, Sololá

ABSTRACT

In Guatemala, the western region within which is the panajachel river sub-basin, lake Atitlán basin, has a high biological richness and a usable tourism and forest potential, due to the diversity of climates that are concentrated within the topography and life zones; which in turn makes it a suitable region for the production of some agroforestry crops of economic importance, it also has the characteristic of being near lake Atitlán; a highly touristy place.

A land use planning proposal was formulated for the Panajachel river sub-basin, lake Atitlán basin, through the characterization of land use. For this, it was necessary to carry out interviews with key actors in the area, application of participatory methodologies, information analysis and use of map preparation and digitization techniques as useful tools in understanding the intensity of use, capacity to use the land of that area. sub-basin.

Finally, this study shows that the environmental effects are increasing in said sub-basin, due to the lack of planning of land use and the use and overuse that has been given to the land and because the productive potential is not used correctly. of this region. Proof of this is that the capacity of use and the current use are in conflict, where 23.98 % of the area has an underused category, 48.54 % overused and 27.48 % correct use.

The aim of this study is to contribute to the solution of environmental problems and reduction of possible environmental, agricultural and social vulnerabilities in the area, as well as to improve the conditions of the ecosystems and the inhabitants of said area.

Keywords: Participatory methodology, Basin, Sub-basin, Land use, Capacity of use, Intensity of use, Planning of land use, Land use planning.



**INSTRUCCIONES PARA AUTORES Y GUÍA DE EVALUACIÓN
PARA ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO**

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La **Revista Tikalia** es 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).

INSTRUCCIONES PARA AUTORES Y GUÍA DE EVALUACIÓN PARA ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO

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

Los títulos de las figuras deberán aparecer en la parte inferior anteceditos 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 anteceditos de la palabra “Cuadro” seguida de su número de orden (en negrita).

En la figura, la fuente (si 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,

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: **tikalía@fausac.gt**. 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>

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 Tikalía, 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  **tikalia** se terminó de imprimir en el mes de febrero de 2021, en los talleres de Editora Arizandieta, con una tirada de 500 ejemplares en papel bond beige de 80 gramos.

