

**Autores:**

Boris Augusto Méndez Paiz  
Andrea Elizabeth Saucedo Castellanos

Luis Francisco de León Herrera  
Hugo Cardona Castillo  
Ernesto Yac Juárez

Jonatan Douglas Argueta Salazar  
Gesly Anibal Bonilla Landaverry

Astrid Fabiola Fuentes Alfaro  
Pablo Alberto Vásquez Galindo  
Edgar Oswaldo Franco Rivera



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

**CONTENIDO**

- 1 Efecto de quemas prescritas en árboles y sotobosque en plantaciones jóvenes de teca en Petén, Guatemala  
Boris Augusto Méndez Paiz  
Andrea Elizabeth Saucedo Castellanos
- 21 Cultivo de maxán (*Calatheaacrotalifera* S. Watson): canales y márgenes de comercialización  
Luis Francisco de León Herrera  
Hugo Cardona Castillo  
Ernesto Yac Juárez
- 39 Determinación de zonas de recarga hídrica en la Microcuenca del río El Golfito en Jalapa, Guatemala  
Jonatan Douglas Argueta Salazar  
Gesly Anibal Bonilla Landaverry
- 55 Caracterización del desarrollo vegetativo de varetas de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss, en el vivero multiplicador de yemas sanas de cítricos, MAGA km 22, carretera al pacífico, Guatemala, C. A.  
Astrid Fabiola Fuentes Alfaro  
Pablo Alberto Vásquez Galindo  
Edgar Oswaldo Franco Rivera
- 77 Resúmenes de Tesis de Postgrado
- 85 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



Volumen 40, Número 1  
Enero - Junio 2021

**tikalía**

ISSN 2221-5964

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

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



Determinación de zonas de recarga hídrica en la Microcuenca del río El Golfito en Jalapa, Guatemala



Vol. 40 No. 1, Enero - Junio 2021

Tikalía

Facultad de Agronomía, USAC

Revista Tikalia Volumen 40, Número 1-2021, (enero-junio) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene los artículos siguientes:

**Efecto de quemas prescritas en árboles y sotobosque en plantaciones jóvenes de Teca en Petén, Guatemala,** Boris Augusto Méndez Paiz y Andrea Elizabeth Saucedo Castellanos. Se evalúan los efectos del fuego en la vegetación de sotobosque y en el arbolado en dos condiciones de cultivo en rodales jóvenes de Teca, cuantificando los efectos sobre la vegetación arbustiva y herbácea, como el impacto causado en fustes, copa y la estimulación de brotes basales y epicórmicos en los árboles Teca.

**Cultivo de maxán (*Calatheaacrotalifera* S. Watson): canales y márgenes de comercialización,** Luis Francisco de León Herrera, Hugo Cardona Castillo y Ernesto Yac Juárez. En el componente agrícola, el problema principal es la falta de investigación agrícola y económica del cultivo de hoja de maxán; a pesar de que se ha cultivado por muchas generaciones de manera rudimentaria, se considera que el cultivo aún no ha sido explotado en su totalidad.

**Determinación de zonas de recarga hídrica en la Microcuenca del río El Golfito en Jalapa, Guatemala,** Jonatan Douglas Argueta Salazar y Gesly Anibal Bonilla Landaverry. Se determinaron zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río El Golfito del municipio de Jalapa, Guatemala con la finalidad de generar información para realizar proyectos por la municipalidad, instituciones estatales y cooperación internacional que en un futuro inmediato permitan mantener el equilibrio ecológico del área, debido a la posible alteración del ciclo hidrológico que se manifiesta constantemente y repercute en la disponibilidad del recurso hídrico tanto para consumo humano como para actividades agrícolas.

**Caracterización del desarrollo vegetativo de varetas de lima para (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss,** en el vivero multiplicador de yemas sanas de cítricos, MAGA km. 22 carretera al pacífico, Guatemala, C.A., Astrid Fabiola Fuentes Alfaro, Pablo Alberto Vásquez Galindo y Edgar Oswaldo Franco Rivera. Aborda una investigación del cultivo de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss.

Los editores



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

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

Los autores son responsables del contenido de sus artículos.

### **¿Por qué el nombre tikalia ?**

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

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

Se ha estimado que en el período clásico, Tikal llegó a tener una población de 50 mil a 70 mil habitantes, dentro de un radio de seis kilómetros al derredor de la ciudad, o sea una área aproximada de 120 kms<sup>2</sup>. Una densidad poblacional de tal magnitud requería sustentarse en sistemas de producción agrícola sumamente intensivos, los cuales incluyeron una infraestructura especializada, constituida por terrazas, riego y drenajes. Como consecuencia de lo anterior, se dice que la agricultura y el manejo de los Recursos Naturales Renovables de aquella zona alcanzaron un alto grado de desarrollo.

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



# tikalía

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

---

FACULTAD DE  
**AGRONOMÍA**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Volumen 40, Número 1



Guatemala, enero- junio 2021





En memoria de nuestro compañero y amigo Ing. Agr. Rolando Udine  
Aragón, miembro activo del Consejo Editorial de la Facultad de  
Agronomía



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

**Junta Directiva de la FAUSAC 2021**

**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 Waldimir González Paz

## **Consejo Editorial**

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes (Presidente)

Licda. Michelle Sanabria (Secretaría)

Dr. Hugo Cardona Castillo.

Ing. Agr. Carlos López Búcaro.

Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz.

Br. Marco Yordano Hernández.

Revista  **tikalia**

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala Edificio T-9, Nivel 3,

Salón 3-02, Ciudad Universitaria, zona 12

Guatemala, Guatemala 01012, Apartado Postal 1545

Teléfono +(502) 54767223

Correo electrónico: [consejoeditorial@fausac.gt](mailto:consejoeditorial@fausac.gt)

### **Editora:**

Michelle Sanabria Oliva



## PRESENTACIÓN

Revista Tikalia Volumen 40, Número 1-2021, (enero-junio) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene los artículos siguientes:

**Efecto de quemas prescritas en árboles y sotobosque en plantaciones jóvenes de Teca en Petén, Guatemala, Boris Augusto Méndez Paiz y Andrea Elizabeth Saucedo Castellanos.** Se evalúan los efectos del fuego en la vegetación de sotobosque y en el arbolado en dos condiciones de cultivo en rodales jóvenes de Teca, cuantificando los efectos sobre la vegetación arbustiva y herbácea, como el impacto causado en fustes, copa y la estimulación de brotes basales y epicórmicos en los árboles Teca.

**Cultivo de maxán (*Calathea crotalifera* S. Watson): canales y márgenes de comercialización, Luis Francisco de León Herrera, Hugo Cardona Castillo y Ernesto Yac Juárez.** En el componente agrícola, el problema principal es la falta de investigación agrícola y económica del cultivo de hoja de maxán; a pesar de que se ha cultivado por muchas generaciones de manera rudimentaria, se considera que el cultivo aún no ha sido explotado en su totalidad.

**Determinación de zonas de recarga hídrica en la Microcuenca del río El Golfito en Jalapa, Guatemala, Jonatan Douglas Argueta Salazar y Gesly Aníbal Bonilla Landaverry.** Se determinaron zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río El Golfito del municipio de Jalapa, Guatemala con la finalidad de generar información para realizar proyectos por la municipalidad, instituciones estatales y cooperación internacional que en un futuro inmediato permitan mantener el equilibrio ecológico del área, debido a la posible alteración del ciclo hidrológico que se manifiesta constantemente y repercute en la disponibilidad del recurso hídrico tanto para consumo humano como para actividades agrícolas.

**Caracterización del desarrollo vegetativo de varetas de lima para (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss, en el vivero multiplicador de yemas sanas de cítricos, MAGA km. 22 carretera al pacífico, Guatemala, C.A., Astrid Fabiola Fuentes Alfaro, Pablo Alberto Vásquez Galindo y Edgar Oswaldo Franco Rivera.** Aborda una investigación del cultivo de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss.

**Los editores**



## CONTENIDO

### **1 Efecto de quemas prescritas en árboles y sotobosque en plantaciones jóvenes de teca en Petén, Guatemala**

Boris Augusto Méndez Paiz  
Andrea Elizabeth Saucedo Castellanos

---

### **21 Cultivo de maxán (*Calatheacrotalifera* S. Watson): canales y márgenes de comercialización**

Luis Francisco de León Herrera  
Hugo Cardona Castillo  
Ernesto Yac Juárez

---

### **39 Determinación de zonas de recarga hídrica en la Microcuenca del río El Golfito en Jalapa, Guatemala**

Jonatan Douglas Argueta Salazar  
Gesly Aníbal Bonilla Landaverry

---

### **55 Caracterización del desarrollo vegetativo de varetas de lima persa (*citrus x latifolia*) variedad Bearss, en el vivero multiplicador de yemas sanas de cítricos, MAGA km 22. carretera al pacífico, Guatemala, C. A.**

Astrid Fabiola Fuentes Alfaro  
Pablo Alberto Vásquez Galindo  
Edgar Oswaldo Franco Rivera

---

### **77 Resúmenes de Tesis de Grado**

---

### **85 Instrucciones para autores y guía de evaluación para la recepción de artículos**





## **Efecto de quemas prescritas en árboles y sotobosque en plantaciones jóvenes de Teca en Petén, Guatemala**

Boris Augusto Méndez Paiz<sup>1</sup>

Andrea Elizabeth Saucedo Castellanos<sup>2</sup>

---

Recibido el 16 de enero de 2021.  
Aprobado el 02 de junio de 2021.

<sup>1</sup> Doctor en Ciencias. Profesor Titular, Facultad de Agronomía, Universidad San Carlos de Guatemala. [Email bmpaiz16@gmail.com](mailto:bmpaiz16@gmail.com)

<sup>2</sup> Ingeniera en Recursos Naturales, Departamento Protección Forestal TRIPAN Guatemala S. A. [Email andrelisaucas@gmail.com](mailto:andrelisaucas@gmail.com)



## RESUMEN

Teca (*Tectonagrandis*) es la especie con mayor superficie cultivada actualmente en las Tierras Bajas de Guatemala debido a la relevancia comercial de su madera. La principal zona de cultivo de la especie en el país se ubica en el suroeste del departamento de Petén, donde ocurren incendios que afectan estacionalmente a las plantaciones de la especie durante los meses de febrero a mayo. Entre las estrategias de prevención de incendios forestales se encuentran la aplicación de quemas prescritas. El propósito de este trabajo consistió en evaluar los efectos del fuego en la vegetación de sotobosque y en el arbolado en dos condiciones de cultivo en rodales jóvenes de Teca. Se aplicaron las quemas conforme a una planificación orientada a cumplir con objetivos de manejo de los rodales, priorizando la aplicación segura del fuego, lo que permitió obtener información valiosa sobre las condiciones meteorológicas y la época del año en la cual el uso silvícola del fuego puede ser más efectivo y seguro. Se cuantificaron los efectos del fuego sobre la vegetación arbustiva y herbácea, así como el impacto causado en fustes, copa y la estimulación de brotes basales y epicórmicos en los árboles de Teca. Se concluye que el fuego puede ser una herramienta útil de manejo en plantaciones jóvenes de la especie toda vez se aplique con base en una planeación que responda a condiciones meteorológicas y del estado de los rodales que permita la aplicación segura y efectiva del fuego.

**Palabras clave:** Guatemala, *Tectonagrandis*, Incendios Forestales.



## ABSTRACT

Teak (*Tectona grandis*) is currently the tree species with the highest surface planted on the lowlands of Guatemala due to the commercial relevance of its timber. The main cultivation zone of the species is located on the southwest of the province of Peten, where forest fires are a common threat for the plantations, affecting seasonally from February to May. One of the strategies to cope with forest fires is the application of prescribed burning. The purpose of this research was to assess the effects of controlled fire on planted trees and understory vegetation, under two cultivation schemes on young Teak stands. Burnings were applied following a plan intended to achieve stand management goals, focusing on the safe and secure use of fire, which allowed to obtain valuable information regarding weather conditions and time of the year in which the silvicultural use of fire might be feasible. Effects of fire on bushy and herbaceous vegetation was quantified and also the impacts produced on trees, canopies and the sprouting response of Teak trees. We conclude that burning might be a useful management tool on young Teak stands as long as it can be applied following a plan based on weather conditions and the development and management of stands so that fire might be applied safely and effectively.

**Keywords:** Guatemala, *Tectona grandis*, Forest Fires.



## 1. INTRODUCCIÓN

*Tectonagrandis* es la especie con mayor superficie cultivada en las Tierras Bajas en Guatemala, reportándose un total de 21,450 hectáreas (Instituto Nacional de Bosques, 2017). La empresa internacional TRIPAN, con operaciones en el departamento de Peten, en el norte del país, reporta una superficie plantada con *Tectonagrandis* de alrededor de 14,500 ha (Saucedo, 2021), lo que la convierte en el mayor productor de madera de la especie del país. Aun cuando *Tectonagrandis* se adapta a un amplio rango de condiciones climáticas, desde ambientes marcadamente secos hasta sitios húmedos (Chávez y Fonseca, 1991; Pandey & Brown, 2000) los sitios con mayor productividad en Guatemala son aquellos con elevaciones menores a 220 m., sin problemas de inundación y precipitación media entre 1900 y 2850 mm anuales (Vaides, 2004). En cuanto al fuego, la especie es moderadamente resistente, los árboles jóvenes usualmente se recuperan del daño causado por el fuego (Fonseca, 2004). La capacidad de cualquier planta de sobrevivir al fuego depende de (i) la tolerancia de sus tejidos a temperaturas moderadamente altas y (ii) de su resistencia al fuego, entendiéndose por ello como la capacidad de que al menos una porción de la planta sobreviva el paso del fuego (Camp, 2002).

El uso no controlado del fuego conduce a producir, entre otras complicaciones, incendios forestales (Agustín, 2018). En Guatemala se reportan en promedio para el período 2001-2018 un total medio de 721 incendios anuales, con superficie media afectada de 27,267 ha (Instituto Nacional de Bosques, 2017; Coordinadora Nacional para Reducción de Desastres, 2019). El departamento de Petén, en el norte del país, ha registrado durante los últimos 5 años una media anual de 3,650 ha quemadas, el origen de los incendios proviene del escape del fuego de fincas agropecuarias durante la estación seca (Saucedo, 2021). Para el período entre 2017 y 2019 la empresa TRIPTAN reportó una superficie de 497 ha afectadas por incendios forestales (TRIPAN, Central de Operaciones 2019). Los incendios producen efectos no deseables en el arbolado de Teca, incluyendo un incremento de brotes en fuste y aumento en susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades (Saucedo, 2021).

La magnitud del fuego se referencia en función de su intensidad y severidad, entendiéndose por intensidad la cantidad de energía liberada por el frente de combustión por unidad de tiempo (kW/m), mientras la severidad se define como



los efectos biológicos o ecológicos que provoca el fuego, la velocidad con que el fuego atraviese el rodal y la estación en que ocurre definen el efecto del fuego en el rodal (Edmond, Agee & Gara, 2000, Camp, 2002).

Por el tipo de respuesta que los árboles de Teca tienen respecto a quemaduras de baja a moderada intensidad, se puede afirmar que es una especie tolerante al fuego, dado que sus tejidos soportan el calor por la protección que la corteza brinda al cambium. Por otro lado, puede considerarse como una especie resistente al fuego, dado que algunos componentes del árbol pueden sobrevivir las quemaduras para luego regenerarse, lo cual se observa con el incremento en la capacidad de brotación en distintos puntos del fuste luego de la ocurrencia de fuego, siendo esta una característica de otras especies latifoliadas adaptadas al fuego como Eucaliptos y Encinos (Edmond, Agee & Gara, 2000).

La aplicación de quemaduras prescritas tiene por finalidad principal reducir la carga de combustibles livianos en el piso del bosque para minimizar el riesgo de incendios de gran magnitud. El uso del fuego como herramienta silvícola se ha utilizado en América Latina principalmente en rodales de Pinos (Hudson & Salazar, 1981; Ortiz, Méndez & Peláez, 2009; Martínez et al., 2004) y más recientemente en plantaciones de Teca (Ramos-Rodríguez-Trejo et al., 2018; Pico-Coronel, 2018). Independiente de su origen y magnitud, el fuego producirá un efecto en el arbolado expresado en la corteza del fuste y en la afectación del follaje (Rodríguez et al., 2007; Edmond et al., 2000) así como en las propiedades del suelo (Martínez-Becerra et al., 2004; Edmond et al., 2000) y en el tipo y abundancia de vegetación sobre el piso del bosque (Hernández-Rodríguez, 2017; Hall & Patterson, 1992; Donoso et al., 2015; Blanco-Valdes, 2016), así como en la regeneración natural de las especies arbóreas (Ortiz- De La Cruz, 2009; Edmond et al., 2000).

En Guatemala, la empresa TRIPAN S.A. ha utilizado las quemaduras prescritas como herramienta de manejo de las plantaciones de *Tectonagrandis*. Sin embargo, se carece de información sistematizada para evaluar los impactos de esta práctica en el arbolado de Teca y en el suelo, para poder verificar la viabilidad de utilización de esta herramienta de manejo de forma segura. Los objetivos de la investigación fueron: (i) cuantificar el efecto del fuego en relación a la cantidad de combustibles sobre el suelo; (ii) determinar la influencia de la quema en la cobertura del suelo por

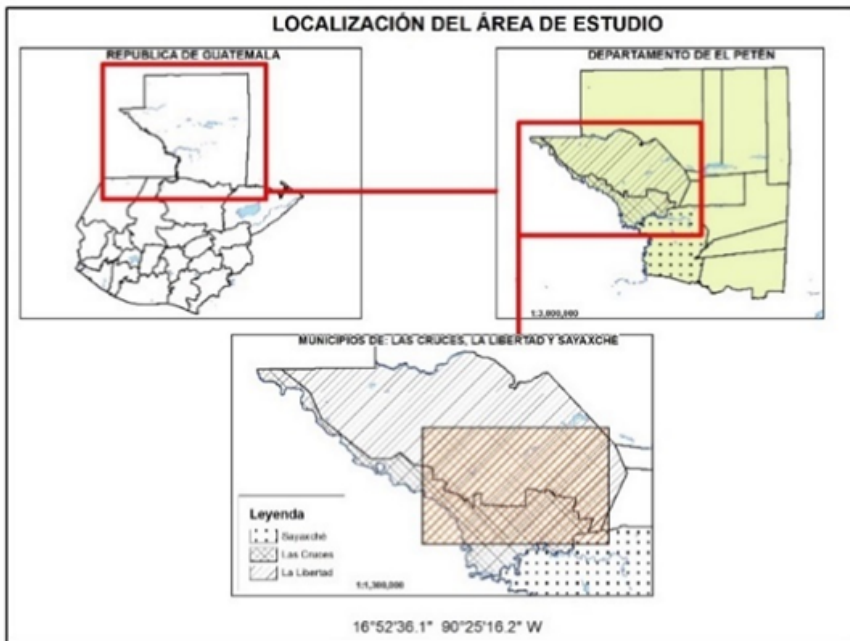


plantas arvenses; (iii) evaluar el impacto de la quema en cuanto a altura alcanzada, penetración en la corteza del arbolado y en la estimulación de rebrotes y (iv) estudiar el comportamiento del fuego para prescribir fecha y horario más seguro para aplicar el tratamiento a las plantaciones.

## 1. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación del área de estudio y condición climática

La investigación se llevó a cabo en dos unidades productivas de la Empresa TRIPAN Guatemala, en Petén, ubicado en las Tierras Bajas del Norte de Guatemala (figura 1).



Fuente: Tripan Guatemala S.A. (2019).  
Figura 1. Ubicación del área de estudio.



El área se encuentra en un intervalo de altitud entre 160 y 200 m. (Xól-Chocooj, 2017). Se cuenta con registros meteorológicos de tres estaciones, aunque con pocos años de registros; la precipitación pluvial promedio está entre 1500 y 1800 mm anuales, distribuido principalmente de mayo a octubre aunque con algunas lluvias en el resto del año. Los meses de marzo a mayo son los más cálidos, mientras que de octubre a febrero se presentan las temperaturas más bajas del año. La temperatura media anual es de 26.2 grados Celsius (Saucedo, 2021; Barquín-Durán, 2018).

## 2.2. Características de los rodales evaluados

El estudio se realizó en dos rodales, uno regenerado completamente por semilla y el otro regenerado combinando semilla y clones. Los datos de rodales aparecen en cuadro 1.

**Cuadro 1.** Información de los rodales evaluados

Característica	Rodal Semilla	Rodal Clon y Semilla
Código del sitio	186	111
Proporción por semilla	100%	66% Clon y 34% Semilla
Superficie hectáreas	44.1	27.2
Edad durante estudio (años)	9	7
Densidad (árboles/ha)	466	633
DAP Medio cm	19.1	19.9
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	13.2	19.5
Altura Media arbolado m.	15.9	15.4
Altura de ramas bajas m.	5.5	4
Combustible sobre el suelo toneladas/ha	20.5	15.91
Proporción de tipos de combustible Leñoso / Arvenses / Hojarasca	17 - 7 - 76	12 - 3 - 85



Como parte del manejo de plantaciones, el suelo en ambos sitios fue preparado previo al establecimiento de rodales en forma mecánica. Se controló la vegetación indeseable durante la fase de establecimiento con herbicidas. Se han realizado distinto tipo de podas, incluyendo la corta de ramas bajas y de brotes (deshijes) en forma frecuente. El retiro de combustibles pesados (ramas o árboles) es una práctica de manejo cotidiana, así como el mantenimiento de brechas cortafuego en contorno de las plantaciones, donde el principal combustible es hojarasca de árboles de Teca (cuadro 1).

### **2.3. Muestreo y mediciones realizadas**

En cada unidad, se recolectó el combustible disponible hasta alcanzar suelo mineral. Se pesó el combustible colectado por unidad y a partir de este dato se proyectó la carga de combustible expresada en toneladas por hectárea (t/ha). Los combustibles generados naturalmente en las plantaciones se agruparon en tres categorías: (i) material leñoso; (ii) plantas no leñosas regeneradas naturalmente sobre el suelo, y (iii) hojarasca producto de defoliación del arbolado de teca (cuadro 1). Se utilizó como unidad de muestreo parcelas con superficie de 1 m<sup>2</sup>/ha; el número de unidades incluidas fue proporcional al área de cada plantación, levantándose para el sitio Semilla-Clon 29 unidades y 44 unidades para el sitio de Semilla. Se promedió con 10 muestras por finca el porcentaje del peso de cada tipo de combustible.

Para determinar cobertura de plantas no leñosas, se utilizó la metodología planteada por Medina-Fernández & Muñoz-Astaíza (2006) para la estimación del porcentaje de cobertura de suelo, consistente en distribuir transectos, con dirección de Norte a Sur y otros de Este a Oeste, con longitudes entre 450 y 900 m. Siguiendo los transectos, cada 5 pasos se registró el tipo de cobertura (Arvense, Hojarasca, Leñoso o Suelo Desnudo). Se realizó un muestreo de cobertura antes de realizar las quemas prescritas con la finalidad de conocer la cobertura pre-quema; los muestreos de cobertura post-quema se realizaron dos y cuatro meses posteriores a la aplicación de la quema prescrita.

Para medir el impacto de quema en el arbolado, se levantaron parcelas circulares de 300 m<sup>2</sup>, en las que se midió altura de quema, corteza quemada y generación de



brotos en el arbolado. Se levantaron para este propósito, 11 parcelas por finca con distribución aleatoria. La evaluación del impacto de quema dirigida en la altura fustal del arbolado, se midió dos semanas posteriores a la aplicación del fuego, tomando medida de la altura fustal quemada por efecto de radiación de llama en los cuatro puntos cardinales en cada árbol expuesto dentro de la parcela, empleando cinta métrica, se calculó el promedio de fuste quemado por árbol. Se determinó el porcentaje de altura fustal quemada.

Para evaluar el impacto de quema en corteza del arbolado, se midió el espesor de corteza quemada en 22 árboles por finca, lo cual equivale a 2 árboles por parcela de muestreo. Se seleccionó el área del árbol con mayor altura de quemado, posterior a ello se midió desde la base del árbol un tramo entre 0.2 m - 0.9 m, se realizó una marca haciendo uso de una navaja y una regla; realizada la marca se cortó una placa de corteza de 5 cm<sup>2</sup>. Finalmente, para evaluar el impacto de quema en la generación de brotes, se contabilizó el número de rebrotes en la base y en fuste de árboles en cada parcela antes de la realización de las quemas prescritas; posterior a la aplicación del fuego, se realizó nuevamente la cuantificación de rebrotes y se estimó el porcentaje de incremento por sitio para rebrotes en la base y en el fuste.

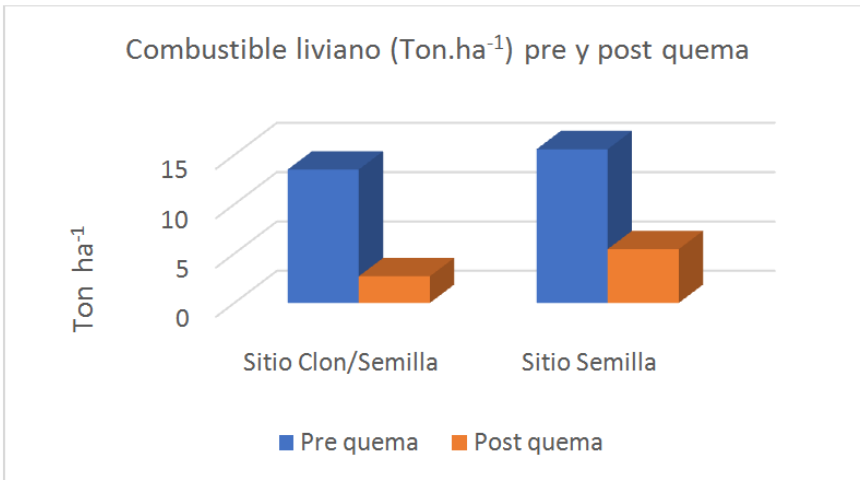
Se preparó un plan de prescripción de quemas, que incluyó la supervisión de rondas cortafuego y el monitoreo de las variables meteorológicas para asegurar un comportamiento seguro del movimiento del fuego en los rodales. Se empleó la técnica “quema en contra del viento”; en fajas de 40 m de ancho. Las horas de quema se definieron considerando el comportamiento de la curva de temperatura típica para la época del año en los sitios del ensayo; se optó por realizar las quemas en horas de baja temperatura. Las quemas iniciaron a 18:30 horas en rodal Semilla y a 3:00 horas en rodal Clon y Semilla: en ambos casos se quemó 4 días luego de la precipitación más reciente. Durante la quema prescrita se estimaron parámetros tales como la velocidad de propagación, altura de llama, dirección de avance y condiciones meteorológicas. La velocidad de propagación se determinó haciendo uso de cronómetro para registrar tiempos de desplazamiento del fuego en distancias predeterminadas. La empresa ha diseñado e implementa normas y procedimientos para la aplicación silvicultural del fuego en las plantaciones (Batún-López, 2016).



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Efecto del fuego en cantidad de combustible sobre el suelo

La extracción de material leñoso en aclareos y podas, como parte del manejo de ambos rodales del estudio, contribuye a reducir el riesgo de incendios. Esta situación influyó en que la acumulación de combustibles pesados fuera baja, por lo que la mayor proporción de combustible sobre suelo fue hojarasca (cuadro 1); ello permitió prever que la duración de la quema podría ser corta debido a la facilidad con que arde este tipo de combustible, reduciendo la posibilidad de provocar daños severos al arbolado y suelo. La carga total de combustible calculada para los rodales evaluados fue de 20.5 ton/ha para el rodal Semilla de 9 años y 15.9 ton/ha para el rodal Clon y Semilla de 7 años. Ramos-Rodríguez *et al.*, (2018) reportan 11.7 ton/ha para un rodal de Teca en Manabí, Ecuador con 15 cm de DAP medio y 13.4 m de altura, es decir valores un tanto menores a los del presente estudio. La tasa de acumulación media, considerando los dos rodales evaluados superó 2 ton/ha/año. Las quemas prescritas tuvieron el efecto de reducir el combustible total en ambos rodales, afectando ostensiblemente las cargas de combustible liviano, que representó el tipo de combustible predominante (figura 2).



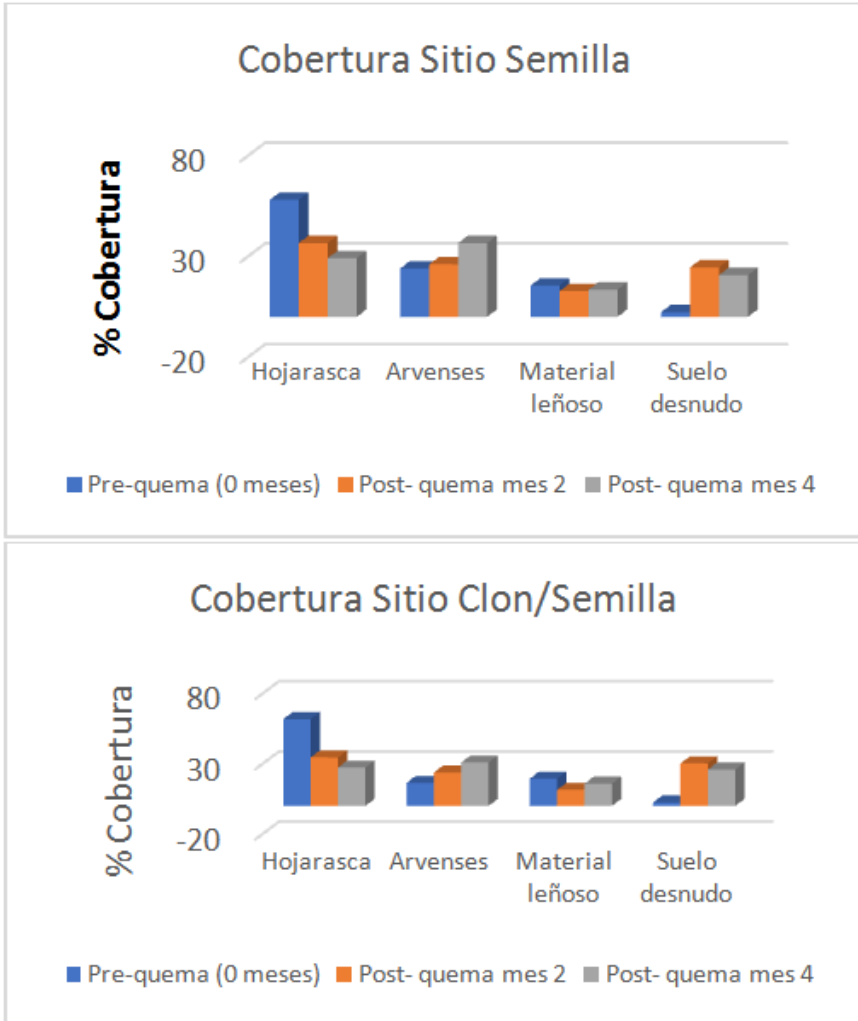
**Figura 2.** Efecto de quemas prescritas en combustibles livianos sobre el suelo.



Los contenidos de humedad en combustibles livianos en los rodales tratados previo a las quemas fueron de 11% para el rodal Clon y Semilla 18% para Rodal Semilla, ambos valores considerados bajos y conducentes a una buena quema. En los dos rodales se alcanzó una reducción de combustible liviano en torno a 10 ton/ha; considerando que la tasa anual de acumulación de combustible liviano alcanzado previo a la quema fue de 1.85 ton/ha/año para el rodal de Clon y Semilla contra 1.72 ton/ha/año para el rodal de Semilla, para recuperar el nivel de combustible liviano previo a la quema se requiere un período de 5.4 años para el rodal Clon y Semilla 5.8 años para el rodal Semilla. Proyectando una edad de rotación de 14 años para rodales clonados y de 19 para rodales por semilla, con un DAP objetivo de 40 cm, puede inferirse que a lo sumo se podría requerir una quema más para el rodal de Semilla, mientras que para el rodal Clon y Semilla puede ser suficiente con aplicar una quema a la mitad del período de rotación, es decir en torno a la edad de 8 años. La efectividad alcanzada en la reducción de combustible liviano en este ensayo, corrobora lo reportado por otros trabajos similares (Ortiz-De La Cruz et al., 2009; Martínez-Becerra et al., 2004).

### **3.2. Influencia del fuego en vegetación arvense**

Para medir el impacto de quema en la vegetación indeseable herbácea y arbustiva (arvenses), se calcularon los % de cobertura previo y posterior a las quemas. La modificación en la proporción de cobertura del suelo en tres momentos (previo a la quema, 2 y 4 meses después de quema) por tipo de material (leñoso, hojarasca, arvenses y espacio sin cobertura) para los dos rodales del ensayo, se muestra en la figura 3.



**Figura 3.** Cobertura del suelo previo y posterior a quema prescrita.



De la figura 3 se interpreta que el fuego redujo sustancialmente la cantidad de hojarasca, material liviano fácilmente combustible. La cantidad de material leñoso sobre suelo se modificó muy poco por el fuego. Luego de la quema, la proporción de suelo sin cobertura aumentó sustancialmente debido al espacio liberado por la hojarasca (de 2-3% incrementó a 21-26%), mientras que la vegetación no leñosa en sotobosque (arvenses) reclamó el espacio de crecimiento y nutrientes del suelo liberado por el fuego, expandiendo su proporción entre 50 y 100% luego de la quema, favorecido por el mayor contacto de semillas y material vegetativo en contacto con suelo mineral (Comisión Nacional Forestal, 2010). Esto confirma lo reportado por otros autores en cuanto al estímulo inducido por el fuego en la regeneración de especies en el piso del bosque y en la producción y germinación de semillas (Rodríguez-Trejo, 2007; Grillo-Delgado et al., 2012). La mayor proporción de arvenses sobre suelo tiene un efecto positivo en el sistema ecológico, al incrementar la diversidad biológica y conservar suelo y agua (Blanco, 2016). La proporción entre los distintos tipos de material sobre el suelo tiende a modificarse en el tiempo y probablemente las proporciones vuelvan a los valores previos a la quema después de algunos años.

### **3.3. Comportamiento y monitoreo del fuego**

El comportamiento del fuego se cuantificó midiendo la altura de llama y la velocidad de movimiento del fuego; el objetivo es definir las condiciones de mayor seguridad para aplicación de quemas en los rodales. El comportamiento responde a variables del terreno y disposición de combustibles, los cuales en este caso se consideraron similares en las dos condiciones evaluadas, así como a variables atmosféricas que pueden ser muy variables y que incluyen temperatura, humedad relativa y dirección/velocidad del viento. El horario de quema afectó la humedad relativa, observándose que en el rodal Clon y Semilla la humedad fluctuó entre 54 y 65%, mientras para rodal Semilla fue un tanto mayor entre 60 y 75%. En ambas condiciones se identificó una relación inversa entre humedad y altura de llama, aspecto confirmado por otros trabajos en el tema (Flores-Garnica et al., 2010); la altura media de quema fue sustancialmente menor en rodal Semilla (0.72 m contra 2.5 m. para rodal Clon y Semilla). Por otro lado, el horario de quema tuvo una influencia marcada en cuanto a las temperaturas alcanzadas, apreciándose que en el rodal Clon y Semilla, donde



inició la quema a 18:30 horas, las temperaturas oscilaron entre 30 y 39 grados Celsius, mientras en rodal Clon y Semilla, con horario de quema iniciando a 3:00 horas, las temperaturas fueron mucho más frescas, oscilando entre 28 y 31 grados, es decir con un rango menor, lo que se tradujo en alturas de llama sustancialmente menores, con altura máxima de 1.5 metros, predominando alturas entre 0.5 y 1.0 metros, contrastando con alturas máximas para rodal Clon y Semilla en torno a 5.0 metros y alturas predominantes de 3.0 metros; la altura máxima considerada como segura en el plan de quema fue de 4.0 metros. La fluctuación en la altura de llama está relacionada con la distribución no homogénea sobre terreno de los combustibles, particularmente de materiales vivos como plantas arvenses y brotes de árboles.

La velocidad del viento tuvo un efecto directo en la altura de llama. En el rodal Clon y Semilla las velocidades de viento fueron todos los tiempos menores a 10 km/hora y ello explica en buena medida la menor altura de quemado, mientras en el rodal Clon y Semilla la velocidad de viento osciló entre 8 y 25 km/hora; Pico-Coronel (2018) sugiere velocidades de viento en el rango de 6.5 y 16 km/hora para alcanzar quemas forestales seguras. Sin embargo, considerando la técnica de quemado empleada, consistente en quemar fajas en contra de la dirección del viento, la velocidad alcanzada fue un tanto baja y condujo a consumir solamente el 65% del total de combustible livianos sobre el suelo.

En cuanto a la velocidad de propagación del fuego, aspecto relevante para poder asegurar el confinamiento del fuego dentro del área de interés, este osciló entre 0.99 km/hora para el rodal Clon y Semilla, considerada como velocidad alta, mientras que en rodal Clon y Semilla fue de 0.28 km/hora, considerada como una velocidad media (Aguirre-Briones, 2001). En síntesis, el comportamiento del fuego obedece a variaciones del estado del tiempo, principalmente de humedad relativa y velocidad del viento, así mismo a las características y distribución de los combustibles forestales; cabe resaltar que, en cuanto al estado del tiempo, las condiciones en las cuales se realizaron las quemas se consideran como rangos seguros, mas no óptimos en el caso de la velocidad del viento, propiciando una velocidad de propagación baja y una proporción de combustible quemado debajo de lo esperado.



### 3.4. Efecto del fuego en el arbolado

El impacto causado por las quemas prescritas se evaluó midiendo la altura media alcanzada por las llamas en el arbolado, la respuesta de los árboles de Teca al fuego generando brotes tanto epicórmicos como en la base del fuste, así como la profundidad de corteza quemada. Los resultados se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Efectos de quemas prescritas en arbolado en rodales de diferente origen

Variable	Rodal Semilla	Rodal Clon y Semilla
Hora de aplicación de la quema	03:00	18:30
Altura media alcanzada por el fuego en m. (rango)	0.72	2.5 (1.55-3.27)
% medio de altura total del arbolado alcanzado por fuego (rango)	4.6	16.4 (10.3-20.3)
Espesor de corteza quemada (radio)/radio total corteza en mm (% de corteza quemada)	0.91/8.8 (10)	0.49 / 12.3 (4)
% de árboles con brotes de fuste (epicórmicos)	10.1	22.7
% de árboles con brotes en la base	2.0	5.3

Considerando que la altura media de las ramas más bajas osciló entre 4 y 5.5 m., puede afirmarse que, con las alturas alcanzadas durante las quemas, no hubo riesgo que el fuego hiciera contacto con las copas de los árboles en ambas condiciones de cultivo. Sin embargo, en el rodal Clon y Semilla, las condiciones ambientales (temperatura, humedad y viento) indujeron a una mayor emisión de calor y mayor altura de llamas, provocando mayor producción de brotes, por lo que en esta condición se considera que se alcanzó una intensidad alta de quema, debido a la emisión de calor por convección. La relación entre quemas y estimulación de brotación en Teca ha sido reportada para la especie (Weaver, 1993). La estimulación de brotes en fuste requiere la aplicación de podas para asegurar la producción de trozas sin nudos, lo cual conduce a incrementar los costos de manejo del rodal.



En cuanto al espesor de corteza quemada, el Rodal Semilla reportó una proporción de 10% contra 4% para el rodal Clon y Semilla. La diferencia se explica por dos factores: el primero que la corteza de árboles originados por semilla es menor a la de árboles clonados, y segundo que, la velocidad de quema fue menor en rodal Clon y Semilla, por lo que los árboles tuvieron mayor tiempo de exposición al calor del fuego. En las dos condiciones de cultivo y quema el riesgo que el fuego alcanzara el cambium -y por tanto pusiera en riesgo la vida de los árboles- fue mínimo, lo cual confirma que el grosor de corteza en árboles de Teca brinda protección contra quemas de baja intensidad. Aun con ello, los valores de espesor de corteza quemada fueron afectados por la cercanía, en algunos de los árboles de cultivo en los dos rodales, a pilas de madera no extraída (combustibles pesados de lento quemado), por lo que tuvieron mayor tiempo de exposición al calor provocado por el fuego.



#### 4. CONCLUSIONES

4.1. Las quemas prescritas evaluadas en las dos condiciones de cultivo para Teca en este trabajo, condujeron a la reducción sustancial de combustibles forestales, principalmente livianos; la reducción promedio del combustible liviano en ambos sitios, posterior a la aplicación del fuego fue de 70 %.

4.2. El efecto a corto plazo (4 meses) posterior a la aplicación del fuego, propició un mayor desarrollo de plantas arvenses, incrementando en promedio un 15 % en ambos sitios; esto se puede considerar un efecto positivo, dado que la vegetación de sotobosque contribuye a conservar el suelo y no parece afectar el desarrollo de los árboles de Teca en esta etapa de su desarrollo.

4.3. El efecto del fuego en el arbolado varió en los dos sitios; la altura alcanzada por el fuego como porcentaje de la altura total del arbolado varió entre 4.6 y 16.4%, presentando mayor proporción en el sitio rodal Clon y Semilla; respecto al espesor de corteza quemado varió entre 4 y 10%, alcanzando mayor proporción en el sitio Semilla; las diferencias se atribuyen a la intensidad de quema, condiciones atmosféricas influenciadas por el horario de quema y el comportamiento del fuego, definido principalmente por la velocidad de propagación del fuego, influenciado por la cantidad y disposición de combustibles forestales; en ninguna de las dos condiciones de material cultivado (Clon o Semilla) y en ninguna de los horarios de quema, el fuego alcanzó el cambium. Finalmente, hubo mayor respuesta de rebrotes en la condición de quema de mayor intensidad, lo cual conlleva una mayor necesidad de poda como parte del manejo posterior a la aplicación de las quemas.

4.4. La fecha de quema fue del 10 al 15 de mayo, generando condiciones de mayor riesgo por la intensidad de calor; idealmente las quemas debieran aplicarse en febrero, al final de la estación lluviosa e inicio del periodo seco, cuando el combustible presenta mayor humedad y menos riesgo de escape del fuego; idealmente de 3 a 5 días posterior a la última lluvia, en horario entre 4:00 - 7:00 horas. Derivado del presente trabajo, se puede concluir que es posible aplicar quemas como herramienta silvícola en plantaciones de Teca, toda vez se planifique realizarlas de manera segura considerando las condiciones meteorológicas, de horario y fecha, así como del tipo y cantidad de combustible a quemar.



## 5. REFERENCIAS

- Aguirre-Briones, F. (2001). Manual de Formación de Incendios Forestales para Cuadrillas. (2ª. ed.). Obtenido de España: Gobierno de Aragón, Natural de Aragón, Departamento de Medio Ambiente,
- Agustín, R. (2018). El Fuego una Herramienta Ecológica de Manejo. *Revista Forestal de Guatemala*, 2: 6-7.
- Barquín-Durán, R. F. (2018). Resumen de los diferentes parámetros hidrometeorológicos de Petén, Guatemala. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Departamento de Investigación y Servicios Hídricos, Proyecto Hidrometeorológico del Norte de Petén.
- Batún-López, S. G. (2016). Instructivo de Quemadas Controladas e Incendios Forestales. Guatemala: Tripan, Departamento de Protección Forestal.
- Blanco-Valdés, Y. (2016). El rol de las Arvenses como Componente en la Biodiversidad de los Agroecosistemas. Obtenido de Cultivos Tropicales, 37(4), [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362016000400003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362016000400003)
- Camp, A. (2002). Forest Fires: Ecology, Management and Policy. Class Notes. Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Comisión Nacional Forestal, México. (2010). Incendios Forestales: Guía Práctica para Comunicadores (3 ed.). Obtenido de: San Juan de Ocotán, Zapopan, Jalisco, México: autor.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2019). Protocolo Nacional Temporada de Incendios Forestales 2018-2019. Guatemala: autor.
- Chávez, E., & Fonseca, W. (1991). *Tectona grandis L.F, una especie de árbol de uso múltiples en América Central*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Donoso, P. J., Giménez-Navarro, C., Soto, D., Gerding, V., Thiers, O., Pinares, J., . . . Sanhueza, M. (2015). Control de Malezas en Plantaciones Forestales de Especies Nativas. Chile, Universidad Austral de Chile y Universidad Católica de Temuco.
- Edmond, R., Agee, J., Gara, R. (2000). Forest Health and Protection. McGraw Hill.



- Flores-Garnica, J., Xelhuanzi-Carmona, & Chávez-Durán, A. (2010). Monitoreo del comportamiento del fuego en una quema controlada en un rodal de Pino-Encino. *Chapingo Ciencias Forestales*, 16(1):49-59.
- Fonseca, W. (2004). *Manual de productores de teca (Tectona grandis L.f)*. Costa Rica, Costa Rica.
- Grillo-Delgado, F., Díaz-Fababú, D., & Caamaño-Azcárate, J. (2012). Curso Nivel II, Incendios Forestales, Manejo del Fuego. Obtenido de Granada, México: Grupo de Acción Forestal (GRAFOR). Recuperado de: <https://docplayer.es/72165157-Curso-niveliincendios-forestales-manejo-del-fuego.html>
- Hernández-Rodríguez, P. (2017). Efecto de Diferentes Métodos de Control de Arvenses en las Propiedades del Suelo, en Plantaciones de Teca (*TectonagrandisL.f.*) Cartago, Costa Rica. Recuperado de: [https://repositoriotec.tec.ar.cr/bitstream/handle/2238/9398/efecto\\_diferentes\\_me\\_todos\\_control\\_arvenses\\_propiedades\\_sielo\\_plantaciones\\_teca\\_tectona\\_grandis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ar.cr/bitstream/handle/2238/9398/efecto_diferentes_me_todos_control_arvenses_propiedades_sielo_plantaciones_teca_tectona_grandis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hudson, J., & Salazar, M. (1981). *Las Quemias Prescritas en los Pinares de Honduras*. Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales.
- Instituto Nacional de Bosques, Guatemala. (2017). Proyecto de Protección Forestal, Componente de Manejo de Fuego; Informe Nacional de Incendios Forestales. Guatemala: autor. Recuperado de: <https://www.sifgua.org.gt/Documentos/Incendios/Informes/Informe%20año%202017.pdf> 28.
- Instituto Nacional de Bosques. (2017). Estadísticas Programa Nacional de Incentivos Forestales. Guatemala: Autor.
- Martínez-Becerra, L., Ramos-Rodríguez, M., Castillo-Martínez, I., Bonilla-Vichot, M., & Sotolongo-Sospredra, R. (2004). Efectos de Quemias Prescritas sobre las Propiedades del Suelo en Bosques de *Pinustropicalis* Morelet, Cuba. *Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 10 (1): 31-35.
- Medina-Fernández, B., & Muñoz-Astaíza, C. (2006). Metodología para la Evaluación de Servicios Ambientales. Guatemala, Asociación Nacional del Café.
- Ortiz-De la Cruz, G. (2009). Evaluación del Comportamiento y Efectos de las Quemias Prescritas en la Finca Lagunilla y Desarrollo de Actividades de Manejo Forestal en Georecursos S.A. (Tesis Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.



- Ortiz-De la Cruz, G., Méndez-Paiz, B., & Peláez, P. (2009). Evaluación del Comportamiento y los Efectos de las Quemias Prescritas en dos Rodales de Bosque Natural de Pinusocarpa Schiede en la finca La Lagunilla, Jalapa, Guatemala. *Tikalía*, 27 (2): 58-79: Recuperado de: [http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/Tikalía27\(2\)-2009.pdf](http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/Tikalía27(2)-2009.pdf)
- Pandey, D., & Brown, C. (2000). La teca: una visión glob al . *Unasylyva* 201. Recuperado de <http://www.fao.org/3/x4565s/x4565s03.htm>
- Pico-Coronel, O. G. (2018). Comportamiento del Fuego a Escala Experimental en una Plantación de Tectonagrandis Linn F. en Jipijapa, Manabí, Ecuador. (Tesis Ing. Forestal). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.
- Ramos-Rodríguez, M., Albán-Ventura, D., Jiménez-González, A., Mero-Jalca, O., & Ganchozo-Quimis, M. (2018). Planificación de una Quema Prescrita en una Plantación de Tectonagrandis Linn F. *CFORES*, 6 (2), 184-194:
- Rodríguez-Trejo, D. A. (2007). Maximizando Impactos Positivos del Fuego Mediante Quemias Prescritas en Apoyo al Manejo Integral de Incendios Forestales. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Saucedo, A. (2021). Impacto de quemias prescritas en masa arbórea y sotobosque en plantaciones de teca (*Tectonagrandis* L.F.) de siete y nueve años de establecidas, diagnóstico y servicios presentados a TRIPAN Guatemala S.A. en Las Cruces, Peten, Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- TRIPAN Guatemala. (2019). Registro de Ocurrencia de Incendios Forestales.
- TRIPAN Guatemala S.A., Central de Operaciones. (2019). Reporte anual de ocurrencia de incendios forestales para el período 2017-2019.
- Vaides, E. (2004). Características de sitio que determinan el crecimiento y productividad de teca (*Tectonagrandis* L. f.) en plantaciones forestales de diferentes regiones de Guatemala. (Tesis Magister), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
- Xól-Chocooj, L. (2017). Evaluación del Volumen de Plantaciones Forestales de Teca (*Tectonagrandis*L.f.) en San Juan Chamelco, Alta Verapaz, Guatemala. (Tesis Ing. Forestal). Universidad Rafael Landívar, Guatemala:
- Weaver, P. (1993). *Tectonagrandis* L. f., Teca, Verbenaceae: Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.



## **Cultivo de maxán (*Calathea crotalifera* S. Watson): canales y márgenes de comercialización**

Luis Francisco de León<sup>1</sup>  
Hugo Cardina Castillo<sup>2</sup>  
Ernesto Yac Juárez<sup>3</sup>

---

Recibido el 25 de mayo de 2021.  
Aprobado el 25 de junio de 2021.

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo. Egresado Facultad de Agronomía, USAC.

<sup>2</sup>Doctor en Economía Agrícola y Ambiental. Profesor Facultad de Agronomía, USAC.  
hucarcas@yahoo.com

<sup>3</sup>Ingeniero Agrónomo. Profesor Facultad de Agronomía, USAC.



## RESUMEN

Según el diagnóstico de la situación actual de la agricultura en el municipio de Pueblo Nuevo, Suchitepéquez (de León Herrera, 2020), en el componente agrícola el problema principal es la falta de investigación agrícola y económica del cultivo de hoja de maxán, a pesar de que se ha cultivado por muchas generaciones de manera rudimentaria; se considera que el cultivo aún no ha sido explotado en su totalidad, sin embargo, genera la mayor parte del ingreso económico de pequeños y medianos productores. En el 2010, el 64.99% de la población económicamente activa de Pueblo Nuevo, Suchitepéquez se dedicaba a la agricultura, en su mayoría a los cultivos de maxán, plátano, café y banano. Actualmente están establecidas 311 hectáreas del cultivo de maxán en todo el municipio lo que equivale al 23.47% del uso de tierras destinadas a la agricultura en el municipio. Los ingresos brutos anuales del cultivo de hoja de maxán son aproximadamente Q37,175 quetzales por hectárea al año (SEGEPLAN, 2010).

Para el presente estudio se utilizaron métodos de campo tales como la encuesta a productores de hoja de maxán, entrevistas a intermediarios y la observación. Se identificó la cadena de comercialización y la participación de cada uno de los agentes en la misma: el productor, el acopiador rural, el mayorista (quien fija el precio de compraventa), el detallista y el consumidor final. Los márgenes netos de comercialización son los siguientes: el productor tiene una participación del 30%, el acopiador rural, tiene un margen neto de comercialización del 5 %, el mayorista obtiene un margen neto de comercialización de 26 % y el detallista tiene un margen neto de comercialización de 18.75 %.

**Palabras clave:** Maxán, Calathea, mercadeo, canal de distribución, margen de distribución.



## ABSTRACT

According to a diagnosis of the current situation of agriculture in the municipality of Pueblo Nuevo, Suchitepéquez (de León Herrera, 2020), in the agricultural component, the main problem is the lack of agricultural and economic research on the cultivation of maxán leaf, despite the fact that it has been cultivated for many generations in a rudimentary way. It is considered that the crop has not yet been fully exploited, however, it generates the majority of the economic income of small and medium size producers.. In 2010, 64.99% of the economically active population of Pueblo Nuevo, Suchitepéquez was dedicated to agriculture, mostly to the crops of maxán, plantain, coffee and bananas. Currently, 311 hectares of maxán cultivation are established throughout the municipality, which is equivalent to 23.47% of the use of land for agriculture in the municipality. The gross annual income from the maxán leaf crop is approximately Q37,175 quetzals per hectare per year (SEGEPLAN, 2010).

For the present study, a survey of maxán leaf producers, interviews with intermediaries and direct observation in the field were used. The marketing chain and the participation of each of the agents in it were identified: the producer, the rural collector, the wholesaler (who sets the purchase-sale price), the retailer, and the final consumer. The net marketing margins are as follows: the producer has a 30% stake, the rural collector has a net marketing margin of 5 %, the wholesaler has a net marketing margin of 26 % and the retailer has a net margin marketing of 18.75%.

**Keywords:** Maxán, Calathea, marketing, marketing channels, marketing margins.



## 1. INTRODUCCIÓN

La hoja de maxán se utiliza como envoltorio de alimentos tradicionales de Guatemala tales como: tamales, paches, tamalitos de chipilín; y, para servir queso, revocado de cerdo, debido a que no libera olor o sabor que afecte a los alimentos (de León Herrera, 2020).

El cultivo de la hoja de maxán constituye un fuente importante de ingresos en varias comunidades rurales de Guatemala (Schrei, 2020) (MARNA, 2018). Este estudio de caso, realizado en Pueblo Nuevo, Suchitepéquez, se propuso estimar los canales y márgenes de distribución o comercialización en dicho producto, como base importante para mejorar la toma de decisiones de los productores sobre la comercialización.

La comercialización es el proceso de preparar la presentación de las mercancías apropiadas en el lugar, en el tiempo, en la cantidad y al precio conveniente. (Barragán, R., 1966). La fase de distribución cumple tres funciones básicas: a. Es el medio por el cual los agricultores recuperan su inversión. b. Permite identificar desajustes en el mercado cuando los agricultores reciben un bajo ingreso por su producto, y los elevados precios que pagan los consumidores finales por los alimentos. c. Finalmente es un proceso que agrega utilidad, en tiempo, de forma de posesión o de lugar (Burgeois, R; Herrera, D, 1995).

La intermediación apropiada es muy importante en los procesos de comercialización ya que los intermediarios, en general, son más eficientes, asumen riesgos, ofrecen financiamiento a los productores y se constituyen en un eslabón importante entre estos y los consumidores (Muñiz G, 2021). Existen, sin embargo, voces críticas en contra de los intermediarios que consideran que es injusto el margen de comercialización que se quedan en la cadena de distribución (Caicedo, 2013), (Boix, 2008).

Los agentes de mercadeo o agentes de comercialización son participantes en el mercadeo y se constituyen en los eslabones en una cadena completa o canales de comercialización (Haag & Soto, 1981). Los canales de comercialización, también



conocidos como canales de distribución, se conforman de entes independientes que participan en el proceso de trasladar un producto del productor al consumidor (Kotler, 2008), facilitando la transferencia de la propiedad sobre un producto, a medida que se mueve del productor hacia el usuario final (Lamb, 2006) hasta dejarlo disponible para el consumo (Mercado H, 1994). Los canales de comercialización permiten señalar la importancia y el papel que desempeña cada participante en el movimiento de los bienes (Haag & Soto, 1981).

El margen bruto de comercialización (MBC), en términos generales se refiere a la diferencia entre el precio de un producto, pagado por el consumidor y el precio que recibe el productor (IICA, 2018). También se le conoce como margen de comercialización, margen de precio o margen bruto de mercado (Martínez Castro, Cotera Rivera, & Kido Cruz, 2013). Un concepto básico relacionado es el de la Participación del Productor (PDP) que se refiere a la porción del precio pagado por el consumidor final que corresponde al productor (Mendoza, 1987). Un ejercicio más elaborado implica el conocimiento de los márgenes netos de comercialización (MNC) definidos como la proporción sobre el precio final que percibe la intermediación como beneficio neto, al deducir los costos del mercadeo (Mestra-Vargas, 2019).

Investigaciones sobre márgenes de comercialización en otros productos y otros países reportan diferentes valores (Troncoso & A., 2004) (Martínez, Cotera Rivera, & Kido Cruz, 2013) (Mestra-Vargas, 2019), por lo que estudiar casos específicos se considera necesario para proveer información especializada a los distintos tomadores de decisiones.

El propósito de este trabajo es identificar los canales de comercialización; estimar los márgenes brutos de comercialización, la participación del productor y los márgenes netos de comercialización en la cadena de mercadeo de la hoja de maxán.

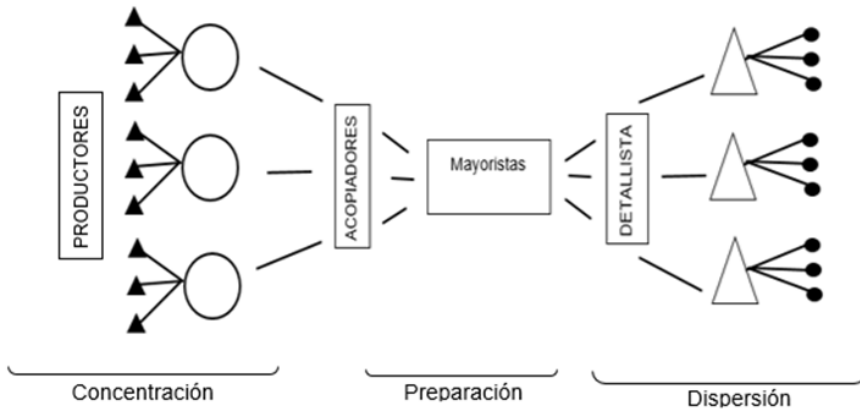
## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Mendoza (1987) ofrece una estructura de análisis integral para la identificación de los agentes, canales y márgenes de comercialización en los productos



agropecuarios. En la figura 1 se presenta el modelo esquemático de un proceso de comercialización bastante generalizado en la producción agrícola. En dicha figura se identifican los agentes que efectivamente participan en el proceso de distribución de la hoja de maxán.

**Figura 1:** Esquema de las grandes etapas del proceso de comercialización en sistema tradicional centralizado.



Fuente: (Mendoza, 1987).

Dichos agentes son: el Productor como el primer participante en el proceso de comercialización desde el momento en que toma la decisión de producir y a quién vender su producto (Mendoza, 1987). Luego tenemos al Acopiador rural, conocido también como intermediario o camionero que se constituye en el primer enlace entre el productor y el resto de los intermediarios. Acumula cantidades pequeñas para realizar venta en lotes mayores, usualmente a mayoristas (Haag & Soto, 1981). El siguiente eslabón es el mayorista que le compra el producto a los acopiadores rurales. Su función es hacer lotes grandes permitiendo la función formadora del precio del producto con lo cual se facilitan operaciones masivas de almacenamiento para realizar la etapa siguiente de distribución (Mendoza, 1987). El siguiente agente es el detallista, cuya función es fraccionar el producto para el suministro al



consumidor. El detallista realiza actividades para satisfacer las necesidades del consumidor final, catalogándose su actividad en el canal como la más costosa (Haag & Soto, 1981). Finalmente, el consumidor final es el último eslabón en la cadena de comercialización. Es la persona u organización con una serie de necesidades por las cuales demanda el producto al detallista (Mendoza, 1987).

Para la identificación y caracterización del canal o canales de comercialización para la hoja de maxán se realizó una encuesta a los productores, donde entre otras características técnicas y socioeconómicas del cultivo, se identificaron aspectos de costos de producción y precios de venta. Para el efecto se utilizó el muestreo aleatorio simple de poblaciones finitas (Morillas, 2012). Se realizó una prueba piloto a 30 productores debido a que se desconocía el valor de la varianza. La varianza **representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media, dándonos un valor de 33.76** a partir de medir el rendimiento en toneladas por hectárea por año de producción de hoja de maxán, el tamaño de la población es de 300 productores, con un nivel de confianza del 95%, un error muestral de 0.06% lo que equivale  $\pm 1$  Tm/ha\* año y se aplicó la siguiente ecuación (Morillas, 2012) con un resultado de  $n$  igual a 91 productores.

$$n = \frac{N z^2 S^2}{d^2 (N-1) + z^2 S^2}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra

$N$  = Tamaño de la población.

$Z$  = Es la desviación correspondiente al nivel de confianza.

$d$  = Es el error máximo permitido.

$S$  = Varianza

Para la determinación de los márgenes brutos de comercialización, para cada uno de los agentes, se utilizaron los precios de mercado.

En la estimación de los márgenes netos de comercialización es necesario determinar



Los costos de mercadeo y precios de venta de cada uno de los agentes de comercialización por lo que se desarrollaron entrevistas estructuradas para cada uno de los agentes que participan en la cadena de distribución de la hoja de maxán.

Una vez identificados los agentes de comercialización, se procedió a estimar los márgenes de comercialización de la manera siguiente (Ortiz, y otros, 2002):

### **Margen bruto de comercialización (MBC)**

Se calcula en relación con el precio final o precio pagado por el último consumidor y se expresa en porcentaje.

$$\text{MBC} = \left( \frac{\text{Precio del consumidor} - \text{precio del agricultor}}{\text{Precio del consumidor}} \right) * 100$$

### **Participación del Productor (PDP)**

Es la porción del precio pagado por el consumidor final que corresponde al agricultor.

$$\text{PDP} = \left( \frac{\text{Precio pagado por el consumidor} - \text{Margen bruto absoluto de comercialización}}{\text{Precio pagado por el consumidor}} \right) * 100$$

El margen bruto absoluto de comercialización es estimado sobre la base del diferencial de precios entre el productor y el último agente del canal de comercialización.

### **Margen neto de comercialización (MNC)**

Es el porcentaje sobre el precio final que percibe la intermediación como beneficio neto, al deducir los costos del mercadeo (Mendoza, 1987).

$$\text{MNC} = \left( \frac{\text{Margen bruto absoluto} - \text{costos de mercado}}{\text{Precio pagado por el consumidor}} \right) * 100$$

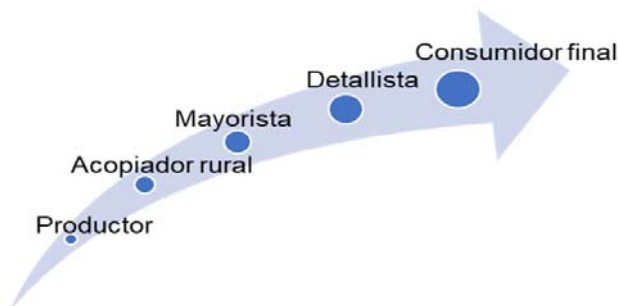


### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Canales de Comercialización

En la Figura 2 se presenta el canal de comercialización dominante identificado en la cadena de comercialización de la hoja de maxán. Este canal de comercialización se observa con frecuencia en la producción agrícola y es consistente con lo que se conoce como el proceso de comercialización en sistema tradicional centralizado (Mendoza, 1987).

**Figura 2:** *Canales de comercialización en el cultivo de hoja de maxán.*



En el sistema de comercialización de la hoja de maxán se encuentran bien delimitados los agentes participantes: Productor, Acopiador rural, Mayorista, Detallista y Consumidor final. Cada uno de esos agentes cumple plenamente las funciones que les corresponde y que son consistentes con los postulados teóricos indicados.

#### Márgenes brutos de comercialización

La unidad de medida para la comercialización es un manojo de hojas de maxán, por lo que los precios que se indican son en quetzales por manojo (paquetes o grupos de 20 hojas) (Escobar, 2018).



Para estimar el margen bruto de comercialización de toda la intermediación, se parte de que el precio al que compra el consumidor final es de Q 4 quetzales el manajo y el productor vende el manajo a Q 1.19 quetzales.

$$MBC = \left( \frac{4 - 1.19}{4} \right) * 100$$

Lo cual nos da un margen bruto del 70 por ciento en toda la cadena de comercialización de la hoja de maxán.

Es importante conocer la proporción de ese margen total que se distribuye en cada uno de los agentes que participan en el canal de comercialización.

El margen bruto de comercialización del acopiador rural (MBCAR) es del 14 por ciento ya que adquiere el producto a Q 1.19 quetzales el manajo y lo vende a Q 1.74 quetzales.

$$MBCAR = \left( \frac{1.74 - 1.19}{4} \right) * 100$$

El margen bruto de comercialización del mayorista (MBCM) es de 31 por ciento. El mayorista compra a Q 1.74 quetzales el manajo y lo vende a Q 3 quetzales.

$$MBCM = \left( \frac{3 - 1.74}{4} \right) * 100$$

Finalmente, el margen bruto de comercialización del detallista (MBCD) es de 25 por ciento al comprar el producto a Q 3 quetzales el manajo y venderlo a Q 4 quetzales.

$$MBCD = \left( \frac{4 - 3}{4} \right) * 100$$

Los resultados indican que quien obtiene un margen bruto de comercialización relativamente alto, es el mayorista. Para el acopiador rural y para el detallista el margen bruto de comercialización está entre el 14 y el 25 por ciento respectivamente.



### Participación del productor

La participación del productor (PDP) se puede estimar por diferencia, como se muestra en el cuadro 1, o utilizando la siguiente ecuación:

$$PDP = \left( \frac{4 - 2.80}{4} \right) * 100$$

Lo cual es consistente con lo que se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Márgenes brutos de comercialización y participación del productor.

AGENTE DE COMERCIALIZACIÓN	MARGEN BRUTO DE COMERCIALIZACIÓN (%)
Acopiador Rural	14
Mayorista	31
Detallista	25
<b>MBC</b>	<b>70</b>
<b>Participación del Productor</b>	<b>30</b>

Los márgenes brutos de comercialización muestran una imagen útil, pero incompleta, sobre los retornos correspondientes a cada agente de comercialización, ya que, al no considerar los costos de mercadeo, suelen dar la imagen generalizada de que hay injusticia en la distribución de los retornos a la actividad productiva del productor. Aunque esa percepción es válida en muchos casos, es necesario conocer los márgenes netos para tener la imagen completa, y que de esa manera el productor pueda tomar la mejor decisión sobre qué elementos del canal podría aprovechar.

### Márgenes netos de Comercialización

Los márgenes netos de comercialización, como ya se indicó, toman en consideración los costos en los que incurre cada uno de los agentes del canal de comercialización y su estimación ofrece información más completa para la toma de decisiones.



### Costos de comercialización

La distribución de este producto se hace en bultos estandarizados, los cuales se integran con 100 manojos, por lo que en el cuadro 2 se presentan los costos por bulto y por manojos. El peso de un bulto de hoja de maxán (paquete o grupo de 100 manojos) es variable, sin embargo, en este estudio se estimó el peso promedio de un bulto equivalente a 0.0612 toneladas métricas (Tm o t) y un manojos con el peso equivalente a 1.35 libras (lb).

En el cuadro 2 se presentan los costos de mercadeo del acopiador rural.

**Cuadro 2:** Costos del acopiador rural en Quetzales.

	Costos por bulto de hoja de maxán (0.0612 Tm)	Costos por manojos de hoja de maxán (1.35 lb)
Costo de maxán	119.00	1.19
Costo de transporte	18.00	0.18
Recepción en centro de acopio	5.00	0.05
Costo de amarre	3.00	0.03
Costo por carga	1.00	0.01
Costo por descarga	3.00	0.03
Laso de maguey	5.00	0.05
Almacenamiento	0.30	0.03
<b>Egresos</b>	<b>154.30</b>	<b>1.54</b>
<b>Ingresos</b>	<b>174.00</b>	<b>1.74</b>
<b>Ganancia</b>	<b>19.70</b>	<b>0.020</b>

El acopiador rural compra a los productores el bulto de hoja de maxán a un promedio de 119 quetzales en la aldea San Francisco Pecúl y la vende a 174 quetzales en la Central de Mayoreo (CENMA) en la ciudad de Guatemala, incurriendo en costos de recepción, amarre, transporte, almacenamiento, carga y descarga de los bultos. Tiene una ganancia de 19.70 quetzales por bulto. El acopiador rural comercializa un promedio de 35 bultos (2.14 Tm) de hoja de maxán a la semana.



En el cuadro 3 se incluyen los costos de mercadeo en los que incurre el agente mayorista. El mayorista compra el bulto de hoja de maxán a un precio de 174 quetzales, puesto en su punto de venta y lo vende a un precio de 300 quetzales. Almacena en una bodega sin refrigeración un aproximado de 80 bultos de hoja de maxán a la semana. Los días que recibe producto son lunes, martes, jueves y domingo. Se observó que generalmente es el mayorista el que establece los precios, tanto para el acopiador rural, como para el detallista. Esto podría asociarse con una condición de monopsonista en el canal de comercialización detallado en el estudio.

Quetzales	Costos por bulto de hoja de maxán (0.0612 t)	Costos por manojo de hoja de maxán (1.35 lb)
Compra de maxán	174.00	1.74
Alquiler de bodega CENMA	15.60	0.16
Jornales	4.70	0.05
Servicios	0.95	0.01
<b>Egresos</b>	<b>195.25</b>	<b>1.94</b>
<b>Ingresos</b>	<b>300.00</b>	<b>3.00</b>
<b>Ganancia</b>	<b>104.75</b>	<b>1.04</b>

En el cuadro 4 se presentan los costos de comercialización en que incurre el agente detallista.



**Cuadro 4:** Costos del detallista en Quetzales.

Quetzales	Costos por bulto de hoja de maxán (0.0612 t)	Costos por manojos de hoja de maxán (1.35 lb)
Compra de maxán	300.00	3.00
Costo de transporte	10.00	0.10
Arbitrio municipal	1.67	0.02
Renta de local	11.11	0.11
Servicios	1.67	0.02
<b>Egresos</b>	<b>324.44</b>	<b>3.24</b>
<b>Ingresos</b>	<b>400.00</b>	<b>4.00</b>
<b>Ganancia</b>	<b>75.56</b>	<b>0.75</b>

El detallista adquiere el producto en la Central de Mayoreo al menos 2 veces por semana. El detallista no va a la Central de Mayoreo exclusivamente a la compra de hoja de maxán, sino que normalmente se abastece en un mismo viaje de otros productos varios, especialmente hortalizas y frutas. Por lo que los costos que se presentan en el cuadro 4 son costos proporcionales al componente de la hoja de maxán. El detallista compra un promedio de 9 bultos de hoja de maxán a la semana. El bulto tiene un costo de 300 quetzales y lo vende al consumidor final por manojos a 4 quetzales (el bulto tiene 100 manojos) teniendo una ganancia de 0.75 quetzales por manojos.

Con los datos resumidos en el cuadro 5, se estiman los márgenes netos de comercialización para todo el canal de comercialización y para cada uno de los agentes de intermediación.

El margen neto de comercialización (MNC) de toda la intermediación por manojos es de 49.75 por ciento. El margen bruto absoluto es de 2.80 quetzales y el costo de mercadeo de toda la intermediación es de 0.81 quetzales.

$$MNC = \left( \frac{2.80 - 0.81}{4} \right) * 100$$



El margen neto de comercialización del acopiador rural (MNCAR) es de 5 por ciento ya que el margen bruto absoluto es de 0.55 quetzales por manajo y el costo de mercadeo por manajo es de 0.35 quetzales.

$$\text{MNCAR} = \left( \frac{0.55 - 0.35}{4} \right) * 100$$

En el caso del mayorista, su margen neto de comercialización (MNCM) es de 26 por ciento dado que el margen bruto absoluto es de 1.25 quetzales por manajo y el costo de mercadeo por manajo es de 0.21 quetzales.

$$\text{MNCM} = \left( \frac{1.25 - 0.21}{4} \right) * 100$$

El margen neto de comercialización del detallista (MNCD) es de 18.75 por ciento; el margen bruto absoluto es de 1 quetzales por manajo y el costo de mercadeo por manajo es de 0.25 quetzales.

$$\text{MNCD} = \left( \frac{1 - 0.25}{4} \right) * 100$$

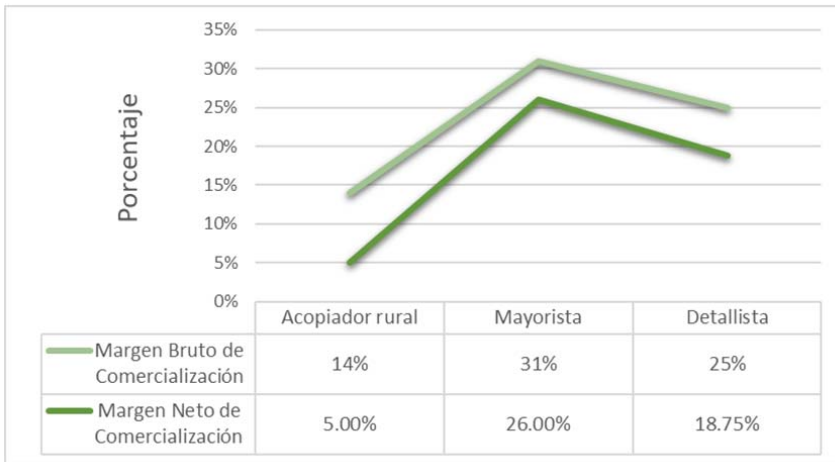
**Cuadro 5:** Precios, costos de mercadeo y márgenes de comercialización en el cultivo de hoja de maxán.

AGENTE	Precio de venta por manajo en (Q)	Margen Bruto de Comercialización		Costo de Mercadeo	Margen Neto de Comercialización		Participación del productor
		Absoluto (Q)	Relativo (%)		Absoluto (Q)	Relativo (%)	
Productor	1.19						30 %
Acopiador Rural	1.74	0.55	14 %	0.35	0.20	5 %	
Mayorista	3.00	1.25	31%	0.21	1.04	26 %	
Detallista	4.00	1.00	25%	0.25	0.75	18.75 %	
Intermediación		2.80	70%	0.81	1.99	49.75 %	



En la gráfica 2 se aprecia la distribución proporcional de las ganancias brutas y netas de los agentes de comercialización en el proceso de mercadeo de la hoja de maxán. Se aprecia claramente que el más alto margen de comercialización lo obtiene el mayorista, que en el sistema descrito funciona con cierto nivel de poder monopsonómico, es decir con cierto nivel de poder de mercado para los procesos de formación de precios.

**Figura 2:** Márgenes de los agentes de mercadeo en el canal de comercialización del cultivo de hoja de maxán.



### 3. CONCLUSIONES

El canal de comercialización predominante en el mercadeo de la hoja de maxán es productor-acopiador rural-mayorista-detallista-consumidor final, consistente con lo que en general se encuentra en estudios relacionados.

Los márgenes bruto y neto de la comercialización en general son del 70 y 49.75 por ciento respectivamente.

El acopiador rural tiene un margen bruto de comercialización del 14 por ciento y un margen neto del 5 por ciento. El mayorista, que es quien obtiene los más altos márgenes de comercialización en el proceso, obtiene un margen bruto de



comercialización del 31 por ciento y un margen neto de 26 por ciento. Finalmente, el detallista tiene un margen bruto de comercialización del 25 por ciento, mientras que su margen neto de comercialización es del 18.75 por ciento.

Se reconoce que cada uno de los intermediarios tiene habilidades, destrezas y métodos específicos que mejoran la eficiencia del proceso de trasladar la hoja de maxán desde el productor hasta el consumidor final. Los márgenes de comercialización del acopiador rural y detallista se consideran aceptables en Guatemala en consideración del nivel de riesgo y costo de oportunidad del capital invertido. Los márgenes de comercialización del mayorista se consideran relativamente altos, y se recomienda una investigación específica para determinar si ello se debe a tener una posición de monopsonio para el caso de la cadena de comercialización estudiada. Se entiende que hay otros canales de comercialización para la hoja de maxán, los cuales en este caso no fueron relevantes.

El tipo de información generada en este estudio se recomienda ponerla al alcance de los agricultores para que ellos tengan claridad sobre los potenciales beneficios y costos de considerar participar en otros eslabones de la cadena de comercialización de su producto.

#### 4. LITERATURA CITADA

1. Barragán, R. (1966). *La comercialización produce beneficios*. México: Herrero.
2. Boix, V. (2008). Resumen de la tragedia en los campos valencianos y de la crisis de precios: El agricultor en peligro de extinción: . *América Latina en Movimiento*.
3. Burgeois, R., & Herrera, D. (1995). *El enfoque participativo para la transformación de los sistemas agroalimentarios: Cadenas y dialogo para la acción*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
4. Caicedo, J. (2013). La intermediación como un impedimento al desarrollo del pequeño productor de Medellín. *Economía y Desarrollo Rural*, 27-32.
5. De León Herrera, L. F. (2020). *Diagnóstico de la situación actual de la agricultura en el municipio de Pueblo Nuevo, Suchitepéquez* . Guatemala: Fausac.
6. Escobar, M. (2018). *Plan de negocios para la hoja de maxán, para la cooperativa agrícola cafetalera y de servicios varios nahualá*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).



7. Haag, H., & Soto, J. (1981). El mercadeo de los productos agropecuarios. México: Limusa.
8. IICA. (2018). *El mercado y la comercialización*. San José: IICA.
9. Kotler, P. y. (2008). *Fundamentos de Marketing*. México: Pearson.
10. Lamb, C. W. (2006). *Fundamentos de Marketing*. Mexico: Thompson.
11. MARNA. (2018). *Estudio de mercado de la hoja de maxan para la cooperativa agrícola cafetalera y de servicios varios Nahualá R.L.* Guatemala: PNUD.
12. Martínez Castro, C. J., Cotera Rivera, J., & Kido Cruz, M. T. (2013). Canales y márgenes de comercialización de productos lácteos en Dobladero, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*.
13. Martínez, C. J., Cotera Rivera, J., & Kido Cruz, M. T. (2013). Canales y márgenes de comercialización de productos lácteos en Dobladero, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 281-288.
14. Mendoza, G. (1987). Compendio de mercadeo de productos agropecuarios . San Jose, Costa Rica: IICA.
15. Mercado H, S. (1994). *Comercio Internacional: Mercadotenia Internacional Importación-Exportación*. Mexico: Limusa.
16. Mestra-Vargas, L. I.-R.-R. (2019). Caracterización técnica y económica de la producción de carne ovina en Córdoba, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*.
17. Morillas, A. (2012). *Muestreo en poblaciones finitas*. Recuperado el 1 de Abril de 2019, de España: Universidad de Málaga: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54093229/muestreo.pdf?1502245540=&responsinline%3B+filename%3DMUESTREO\\_EN\\_POBLACIONES\\_FINITAS.pdf&Expires=1599705590&Signature=IL5TabzaYjacBwZZp00EixBowNv9tw02K9nuJZ3gwc dj~yEnhEjIUuH1QNz~85SWO0s](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54093229/muestreo.pdf?1502245540=&responsinline%3B+filename%3DMUESTREO_EN_POBLACIONES_FINITAS.pdf&Expires=1599705590&Signature=IL5TabzaYjacBwZZp00EixBowNv9tw02K9nuJZ3gwc dj~yEnhEjIUuH1QNz~85SWO0s)
18. Muñiz G, R. (2021). *Marketing en el siglo XXI*. Ediciones CEF.
19. Ortiz, V. E., Díaz, C. L., Beltrán, G. G., García, L. G., Velásquez, P., & Rivera, G. (2002). Márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar. *Revista Científica*.
20. Schrei, A. (2020). *Maxán (Calathea crotalifera)*. Guatemala: RAICES.
21. Secretaría General de Planificación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN). (2010). *Plan de desarrollo Pueblo Nuevo, Suchitepéquez*. Guatemala: SEGEPLAN.
22. Troncoso, C., & A., G. L. (2004). Márgenes de comercialización y concentración.



## **Determinación de zonas de recarga hídrica en la Microcuenca del río El Golfito en Jalapa, Guatemala**

Jonatan Douglas Argueta Salazar<sup>1</sup>  
Gesly Aníbal Bonilla Landaverry<sup>2</sup>

---

Recibido el 6 de junio de 2021.  
Aprobado el 30 de agosto de 2021.

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo en manejo de suelo y agua del Centro Universitario de Sur Oriente CUNSORORI USAC, [jonathan95douglas@gmail.com](mailto:jonathan95douglas@gmail.com)

<sup>2</sup>Profesor Titular VII de Agronomía en el Centro Universitario de Sur Oriente CUNSORORI USAC, Ingeniero Agrónomo, Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental y Doctor en Ciencias Políticas y Sociología, [gesly77@hotmail.com](mailto:gesly77@hotmail.com).



## RESUMEN

Se determinaron zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río El Golfito del municipio de Jalapa, Guatemala con la finalidad de generar información para realizar proyectos por la municipalidad, instituciones estatales y cooperación internacional que en un futuro inmediato permitan mantener el equilibrio ecológico del área, debido a la posible alteración del ciclo hidrológico que se manifiesta constantemente y repercute en la disponibilidad del recurso hídrico tanto para consumo humano como para actividades agrícolas. La metodología empleada fue a través de cálculos de infiltración básica, aforos en los afluentes, estimación de evapotranspiración, precipitación media y precipitación efectiva. Se determinaron 7 unidades de recarga hídrica que suman una extensión territorial de 1166.08 hectáreas y representa el 74.21% del área de estudio. En total se georreferenciaron y aforaron 131 nacimientos, así como el cauce principal del río El Golfito, donde se concluye que los caudales bajan considerablemente en época seca, debido a que el área es una zona en crecimiento de la actividad agrícola por lo que se abastecen de los diferentes manantiales para hacer sus riegos. La principal área de recarga natural potencial se encuentra ubicada a cercanías de la aldea El Verdugo y posee una cobertura de bosques de coníferas. Se clasifica como un área de alta recarga hídrica con una extensión de 198.65 hectáreas, lo que hace que sea la unidad con mayor almacenamiento con una capacidad de 1,328 mm/año. Es necesario tomar las acciones pertinentes para no degradar la principal zona de recarga hídrica del departamento de Jalapa.

**Palabras clave:** Recarga hídrica, infiltración básica, microcuenca, balance hidrológico, aforos



## ABSTRACT

Water recharge zones were determined in the El Golfito river micro-basin of the municipality of Jalapa, Guatemala in order to generate information to carry out projects by the municipality, state institutions and international cooperation that in the immediate future allow to maintain the ecological balance of the area. due to the possible alteration of the hydrological cycle that is constantly manifested and affects the availability of water resources both for human consumption and for agricultural activities. The methodology used was through basic infiltration calculations, tributaries gauging, evapotranspiration estimation, mean precipitation and effective precipitation. 7 water recharge units were determined that add up to a territorial extension of 1166.08 hectares and represent 74.21% of the study area. In total, 131 springs were georeferenced and gauged, as well as the main channel of the El Golfito river, where it is concluded that the flows drop considerably in the dry season, because the area is a growing area for agricultural activity, so they are supplied with the different springs to make their irrigations. The main potential natural recharge area is located near the El Verdugo village and has a coniferous forest cover. It is classified as a high-water recharge area with an area of 198.65 hectares, which makes it the unit with the largest storage with a capacity of 1,328 mm / year. It is necessary to take the pertinent actions so as not to degrade the main hydric recharge zone of the department of Jalapa.

**Keywords:** Water recharge, basic infiltration, micro-basin, hydrological balance, flow measurement



## 1. INTRODUCCIÓN

La identificación de las zonas de recarga hídrica es esencial para el equilibrio ecológico de un área determinada, ya que las consecuencias de la alteración del ciclo hidrológico se manifiestan en el ámbito local y mundial (Ríos, Andrade e Ibrahim, 2008). La ausencia de filtración de agua al acuífero impide que se recarguen los depósitos de agua. Asimismo, la inexistencia de la zona de saturación imposibilita el proceso de escorrentía y la evaporación del agua del suelo, lo cual modifica la cantidad de agua que lloverá (Blanco, 2010).

Las zonas de recarga hídrica son territorios con capacidad de infiltrar de forma natural el agua procedente de la precipitación o escorrentía superficial, y con ello, permiten alimentar a los acuíferos donde los flujos subterráneos se desplazan horizontalmente hacia los diferentes cuerpos de agua como lagos, ríos, manantiales y océanos (Pañuela y Carrillo, 2013).

Existen diferentes factores biofísicos que se interrelacionan para determinar la zona de recarga hídrica como el clima, zona de vida, estratos geológicos, usos de la tierra, tipo de roca, la presencia de cobertura forestal, topografía, etc. Esto repercutirá en el volumen de agua que posea el acuífero y el estado de los cuerpos de agua circundantes a estas zonas (Saavedra, Rosales, y Saavedra, 2020).

En tanto, la pérdida de bosques hace que los suelos queden desprovistos de cobertura vegetal, pierdan la capacidad de infiltración y sean susceptibles de ser arrastrados por el agua de lluvia, sobre todo cuando se encuentran en pendientes pronunciadas, esto disminuye la percolación al manto freático y la alimentación de acuíferos. Por ello, es importante generar información sobre la recarga hídrica de cuencas a través del empleo y aplicación de las distintas metodologías existentes (Herrera y Brown, 2011; Ramírez, 2013).

Un caso particular es la microcuenca del río El Golfito ubicada en el municipio de Jalapa, Guatemala, ya que está empezando a ser deteriorada por diversos factores como el crecimiento de la comunidad y la necesidad de producir alimentos, lo que

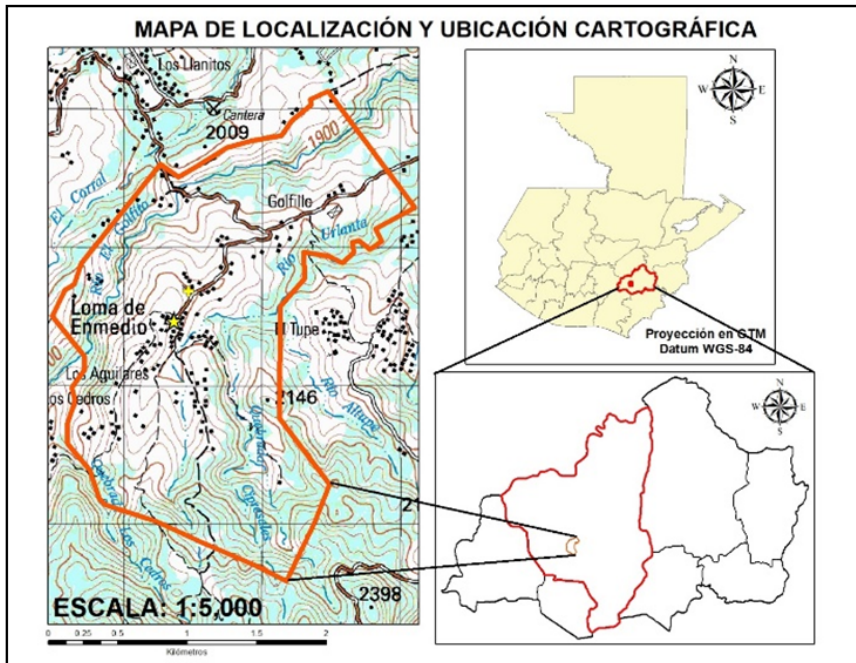


provoca el avance de la frontera agrícola, causando que muchas áreas susceptibles a recarga hídrica se deterioren. El presente artículo muestra información básica necesaria para reconocer el estado actual de la microcuenca, lo que pudiera servir como punto de partida para una planificación que contribuya a conservar un área de recarga hídrica estratégica para el departamento de Jalapa.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad denominada Loma de Enmedio que es una aldea perteneciente a la comunidad Ladinos Pardos ubicada en municipio de Jalapa, departamento de Jalapa. Un punto de referencia geográfica de dicha aldea está en la siguiente coordenada: 14° 58' 24" latitud Norte y 90° 06' 95" longitud Oeste, hoja cartográfica No. 2259-IV. La aldea se encuentra a una altitud de 2120 msnm.

**Figura 1:** Mapa de ubicación y localización de la aldea Loma de Enmedio.



**Nota:** La figura muestra la ubicación de la aldea Loma de Enmedio y el río El Golfito.



## 2.1 Procedimiento general para la determinación de áreas de recarga hídrica

### a) Identificación y levantado (mapeo) de áreas de recarga hídrica

Se editaron mapas de ubicación geográfica e hidrográfica, serie de suelos, unidades geológicas, cobertura forestal y unidades fisiográficas de la microcuenca de estudio.

### b) Verificación de mapas preliminares

Se comprobó la información de los mapas a través de recorridos en toda la parte alta de la microcuenca del río El Golfito, principalmente en las aldeas de Loma de Enmedio, El Verdugo, Altupe y en el caserío Joya de los Cedros, todos pertenecientes al municipio de Jalapa.

### c) Realización de pruebas de infiltración

Se realizaron pruebas de infiltración en cada unidad de mapeo, con el método de Porchet o cilindro invertido. La ecuación de la infiltración de este método es:

$$f_c = (R/2(t_2 - t_1)) \times \ln((2h_1 + R)/(2h_2 + R))$$

- $f_c$  = capacidad de infiltración o infiltración básica del suelo
- $r$  = radio de agujero
- $t$  = tiempo en minutos
- $\ln$  = logaritmo natural
- $h$  = altura del agua en el agujero

**Figura 2:** Realización de pruebas de infiltración en una de las unidades de mapeo.



Nota: Se estimó la cantidad de agua de precipitación pluvial, que luego de infiltrarse en el suelo se percola por fuerzas gravitacionales a estratos más profundos.



#### **d) Aforo y georreferenciación de manantiales**

Se georreferenciaron y aforaron manantiales con el método volumétrico de los nacimientos principales, en época seca y lluviosa.

#### **e) Infiltración básica**

Se obtuvo la infiltración básica de cada unidad de mapeo tomando en cuenta las curvas de tendencia entre la gráfica de tiempo acumulado (minutos) versus velocidad de infiltración (cm /hora). La ecuación que relaciona la capacidad de infiltración de agua en el suelo y la intensidad de lluvia, es la siguiente:

$$K_{fc} = 0.267 \times \ln(fc) - 0.000154 \times (fc) - 0.723$$

Donde:

- $K_{fc}$  = Factor de infiltración de agua en el suelo e intensidad de lluvia
- $\ln$  = Logaritmo natural
- $fc$  = Valor de infiltración básica en mm/h

#### **f) Elaboración del mapa de recarga hídrica**

Se elaboró un mapa con los valores de recarga anual determinados en cada una de las áreas de mapeo, agrupando las áreas con recargas similares mediante una codificación de color.

#### **g) Determinación de áreas de recarga hídrica natural potencial**

Luego de determinar la recarga hídrica natural potencial de cada unidad de mapeo, por medio de los balances hídricos del suelo, se tomaron en cuenta las siguientes categorías en  $m^3/km^2$  para clasificar las áreas de recarga hídrica:

- Muy alta = 441, 950.00 – 391,542.52
- Alta = 391,542.00 – 341,135.00
- Medio = 341, 135.00 – 290,727.50
- Baja = < 290,727.50



## 1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Parámetros generales de la microcuenca del río El Golfito

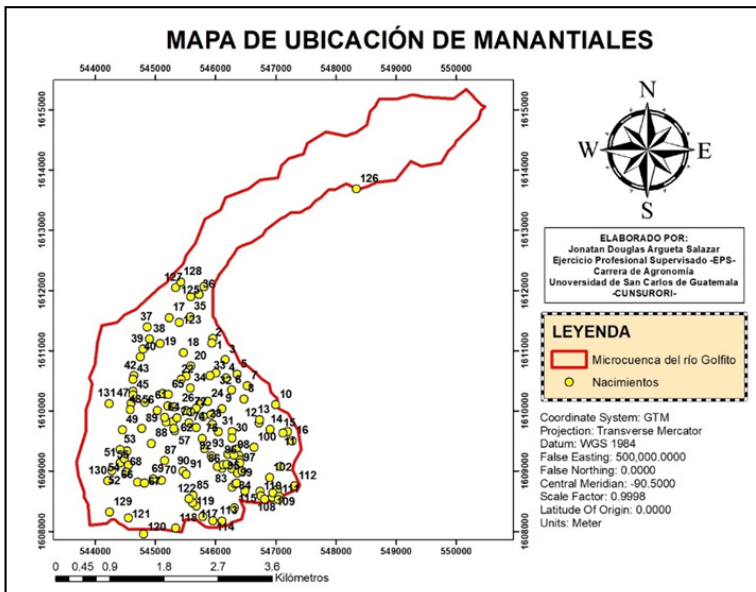
#### a) Datos generales de la microcuenca

El área total de la microcuenca del río Golfito es de 1,571.38 hectáreas, el perímetro es de 26,003.87 metros y con una longitud de 9,542.64 metros. La microcuenca cuenta con una altura máxima de 2,500 metros sobre el nivel del mar y una altura mínima de 1,600 metros sobre el nivel del mar.

#### b) Manantiales o nacimientos de agua

Los manantiales de la microcuenca del río El Golfito fueron contabilizados y georreferenciados, son 131 nacimientos que alimentan a toda la microcuenca.

**Figura 3:** Mapa de ubicación de manantiales de la microcuenca del río Golfito, municipio de Jalapa.



**Nota:** Manantiales que fueron georreferenciados y aforados.



### c) Aforos

El primer aforo se realizó en el mes de abril (época seca) y el segundo aforo se realizó en el mes de septiembre (época lluviosa). Se aforaron todos los nacimientos que se georreferenciaron dentro de esta microcuenca. En la tabla 1 se muestra el aforo de los principales nacimientos.

**Tabla 1:** Aforo de los principales nacimientos de la microcuenca del río El Golfito

Nacimiento Aforado	Coordenadas en GTM		Caudal en época lluviosa		Caudal en época seca	
	X	Y	(lps*)	(m <sup>3</sup> /s)	(lps*)	(m <sup>3</sup> /s)
	10	546999	1610108	6.3	0.0063	5.1
27	545921	1609939	9.3	0.0093	4.2	0.0042
28	545942	1609784	10.2	0.0102	6.2	0.0062
41	545119	1610294	8.8	0.0088	3.8	0.0038
87	545154	1609179	8.8	0.0088	5.6	0.0056
107	547026	1608703	10.2	0.0102	8.6	0.0086
110	547054	1608583	10.5	0.0105	8.4	0.0084
113	546103	1608176	8.5	0.0085	4.9	0.0049
118	545333	1608060	17.2	0.0172	10.8	0.0108
121	544549	1608227	12.5	0.0125	9.6	0.0096
129	544241	1608328	8.9	0.0089	6.2	0.0062
130	544204	1608842	10.5	0.0105	6.5	0.0065

**Nota:** El cálculo se realizó en litros por segundo (lps) y su equivalente a metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s)



Se realizó un aforo al río El Golfito, en el cual se efectuó el mismo procedimiento que en los manantiales, haciéndose uno en época lluviosa y otro en época seca como se observa en la tabla 2.

**Tabla 2:** Cálculo de caudales del río El Golfito en dos épocas del año.

Época	Aforo del río El Golfito	
	Q (lps*)	Q (m <sup>3</sup> /s)
Seca	220.09	0.2201
Lluviosa	398.35	0.3984

Nota: El caudal (Q) se expresa en litros por segundo (lps) y su equivalente en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s)

#### d) Infiltración básica

La infiltración básica fue determinada por el método de Porche y los resultados se observan en la tabla 3.

**Tabla 3:** Ponderaciones de las diferentes unidades de mapeo de la microcuenca del río El Golfito.

Unidad de mapeo	Infiltración básica (cm/h)	Ponderación
M1	0.37	1
M2	0.97	1
M3	0.64	1
M4	1.17	2
M5	1.48	2
M6	1.82	2
M7	0.36	1

Nota: Los resultados de infiltración básica se expresan en centímetros por hora.



## e) Pendiente

La ponderación de las unidades de mapeo se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4:** *Ponderaciones de las diferentes unidades de mapeo de la microcuenca del río El Golfito.*

<b>Unidad de mapeo</b>	<b>Pendiente %</b>	<b>Ponderación</b>
M1	12-26	1
M2	26-36	2
M3	12-26	1
M4	36-55	3
M5	36-55	3
M6	12-26	1
M7	26-36	2

**Nota:** Rangos de pendiente expresados en porcentaje.

## f) Áreas principales de recarga hídrica natural

En la tabla 5 se presentan las unidades de mapeo según el balance hídrico mensual que tienen recarga, además del porcentaje que aportan a la recarga total de la microcuenca del río El Golfito y la clasificación según el volumen de recarga por kilómetro cuadrado.



**Tabla 5:** *Clasificación y ponderaciones de las unidades de mapeo según su recarga potencial de la microcuenca del río El Golfito.*

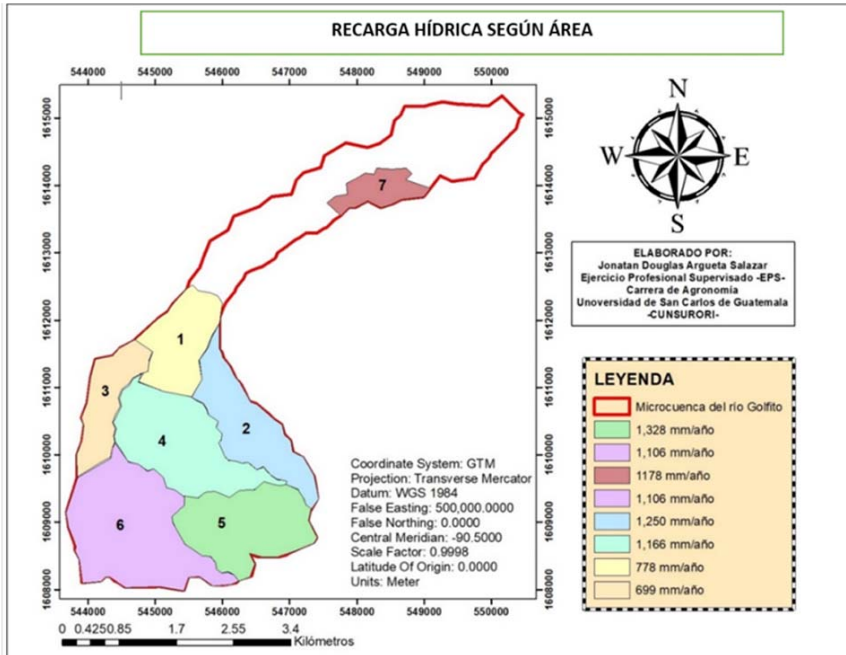
Unidad de mapeo	Cobertura vegetal	Área (ha)	Recarga potencial (mm/año)	Recarga Potencial (%)	Ponderación	Clasificación
M1	Cultivos agrícolas	125.8	778	10.37	4	moderado
M2	Bosque mixto	161.38	1,250	16.66	4	Alta
M3	Cultivos agrícolas	99.62	699	9.31	4	moderado
M4	Bosque mixto	226.47	1,166	15.54	4	Alta
M5	Bosque de coníferas	198.65	1,328	17.69	4	Muy Alta
M6	Bosque mixto	299.25	1,106	14.74	4	Alta
M7	Cultivos agrícolas	54.91	1,178	15.70	4	Alta
TOTAL		1166.08	7,505	100		

**Nota:** Recarga potencial según área en hectáreas.

La figura 4 muestra las áreas donde se realizó el balance hídrico con las unidades de mapeo que representan valores altos de recarga, lo que hace que estas sean significativas para conservación y protección.



**Figura 4:** Mapa de áreas y su recarga hídrica en mm/año.



**Nota:** 7 unidades de mapeo.

### h) Áreas críticas de recarga hídrica natural potencial

Esta clasificación se realizó siguiendo la metodología INAB-FAUSAC, la cual es una clasificación con base en puntos que se le otorgan a cada característica a evaluar (geología, infiltración básica, pendiente y recarga anual). Los puntajes van de 0 a 4, realizándose en cada unidad de mapeo de la microcuenca del río El Golfito como se muestra en la tabla 6.



**Tabla 6:** Ponderaciones de las categorías de susceptibilidad de cada unidad de mapeo.

Unidades de mapeo	Recarga potencial	Geología	Código asignado		Pendiente	Total	Categoría de susceptibilidad
			Infiltración básica	Recarga anual			
1	Moderado	0	1	4	1	6	Moderada
2	Alta	0	1	4	2	7	Moderada
3	Moderado	0	1	4	1	6	Moderada
4	Alta	0	2	4	3	9	Moderada
5	Muy alta	0	2	4	3	9	Moderada
6	Alta	0	2	4	1	7	Moderada
7	Alta	0	1	4	2	7	Moderada

**Nota:** Todas las unidades de mapeo de la microcuenca del río El Golfito, se encuentran en una categoría de susceptibilidad moderada

## 1. CONCLUSIONES

El área total de la microcuenca del río El Golfito es de 1571.38 hectáreas, con altura máxima de 2500 msnm y una altura mínima de 1600 msnm. Se determinaron 7 unidades de recarga hídrica dentro de una extensión territorial de 1166.08 hectáreas, que representa el 74.21%.

Se georreferenciaron y aforaron 131 nacimientos y se concluye que los caudales bajan considerablemente en época seca porque los manantiales abastecen las actividades agrícolas para riego.

La principal área de recarga natural es la unidad de mapeo 5 que se encuentra ubicada a cercanías de la aldea El Verdugo y posee una cobertura de bosques de coníferas. Esta se clasifica como un área de alta recarga hídrica con una extensión de 198.65 hectáreas, lo que hace que sea la unidad con mayor almacenamiento con una capacidad de 1328 mm/año.

Todas las unidades de mapeo de la microcuenca del río El Golfito se encuentran en una categoría de susceptibilidad moderada, por lo que se recomienda su inmediata protección y conservación para mantener el caudal de los manantiales necesarios para el riego de actividades agrícolas y agua potable.



## 2. REFERENCIAS

- Blanco, H. (2010). Áreas de recarga hídrica de la parte media-alta de las microcuencas Palo, Marín y San Rafaelito, San Carlos, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*. Vol. 2(2): 181-204
- Herrera, I. y Brown, O. (2011). Propuesta de una metodología para la estimación de áreas de recarga hídrica en Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 20, No. 4, pp. 48-52
- Pañuela, L. y Carrillo, J. (2013). Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales: centro-sur de la Mesa Central, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Núm. 81, 2013, pp. 18-32
- Ramírez, P. (2013). Determinación de la recarga acuífera potencial mediante un sistema de información geográfica para la cuenca del Río Frío, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, Número 51, pp. 15-35
- Ríos, N., Andrade, H., y Ibrahim, M. (2008). Evaluación de la recarga hídrica en sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 183-186
- Saavedra, J., Rosales, L. y Saavedra, O. (2020). Modelación de aguas subterráneas del Valle de Cochabamba utilizando Modflow. *Investigación & Desarrollo*, Vol. 20, No. 1: 81 – 88





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

Astrid Fabiola Fuentes Alfaro<sup>1</sup>  
Pablo Alberto Vásquez Galindo<sup>2</sup>  
Edgar Oswaldo Franco Rivera<sup>3</sup>

---

Recibido el 30 de julio de 2021.  
Aprobado el 30 de agosto de 2021.

<sup>1</sup>Ingeniera agrónoma- Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación-  
astridfu2112@gmail.com-

<sup>2</sup>Magister en Producción bajo condiciones controladas, Guatemala Avocados -  
pvasquezg81@gmail.com-

<sup>3</sup>Ingeniero agrónomo- Universidad de San Carlos de Guatemala -  
edgarfrancorivera@gmail.com-

Astrid Fabiola Fuentes Alfaro  
Pablo Alberto Vásquez Galindo  
Edgar Oswaldo Franco Rivera



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

## RESUMEN

La presente Investigación se realizó en el Vivero Multiplicador de Yemas Sanas de Cítricos, el cual pertenece al Programa Nacional Fitosanitario de Cítricos - PRONAFICIT-, de la Dirección de Sanidad Vegetal, Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Guatemala.

El vivero multiplicador de yemas de cítricos produce yemas sanas, las cuales están libres de las enfermedades reguladas fitosanitariamente como: Huangloingbing - HLB causada por *Diaphorinacitri*-, Clorosis variegada de los cítricos, Leprosis, Exocortis, Psorosis, Cachexia, Cancrosis, Tristeza de los cítricos y de otras enfermedades transmitidas por material vegetativo e insectos vectores que afectan la producción de cítricos.

El vivero cuenta con un área de 1800m<sup>2</sup>, dividido en ocho sectores, con una producción de 14 variedades entre ellas limas persas, limones, naranja, mandarinas y actualmente toronjas.

El aprovechamiento de material vegetativo en el vivero es una de las actividades con mayor importancia debido a la distribución constante de varetas, ya que se realizan podas para las ramas con potenciales de varetas para ser injertadas en la porta injertos de casas malla a nivel nacional. Por esta razón se realizó una investigación del cultivo de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss, que permitió conocer el tiempo de formación de varetas listas para ser entregadas e injertadas a viveristas que cuentan con condiciones herméticas (casas malla) y así mismo que han realizado el proceso de visitas de campo, toma de muestras, análisis de laboratorio y análisis para la certificación fitosanitaria para producir planta sana libre de enfermedades.

De acuerdo al desarrollo del estudio realizado y los resultados obtenidos se concluyó que la producción de varetas (yemas), de cítricos en condiciones controladas y bajo protección de un invernadero, tienen un periodo de formación de seis semanas, (abril a junio del año 2019), en la producción de varetas de una planta de tres años de edad, se obtienen de 18 a 20 yemas por vareta, con una longitud promedio de 44 centímetros y de color característico verde oscuro que corresponde al código #003300 de la tabla cromática, estas características forman parte del material vegetativo que se encuentra en condiciones de propagación.

**Palabras claves:** Guatemala, vivero de árboles frutales, *Diaphorinacitri*, propagación vegetativa.



## ABSTRACT

This Research was carried out in the Citrus Healthy Buds Multiplying Nursery, which belongs to the Citrus National Phytosanitary Program -PRONAFICIT-, of the Plant Health Directorate, Vice Ministry of Agricultural Health and Regulations -VISAR- Ministry of Agriculture, Livestock and Food -MAGA-.

The multiplier nursery of citrus buds produces healthy buds, which are free from phytosanitary regulated diseases such as: Huangloingbing -HLB-, Variegated chlorosis of citrus, Leprosis, Exocortis, Psorosis, Cachexia, Cancrosis, Citrus sadness and others diseases transmitted by vegetative material and vector insects that affect citrus production.

The nursery has an area of 1800m<sup>2</sup>, divided into eight sectors, with a production of 14 varieties including Persian limes, lemons, oranges, mandarins and currently grapefruit.

The use of vegetative material in the nursery is one of the most important activities due to the constant distribution of trusses, since pruning is carried out for the branches with potential trusses to be grafted onto the rootstock of mesh houses nationwide. For this reason, an investigation of the cultivation of Persian lime (*Citrus x latifolia*) variety Bearss was carried out, which allowed to know the time of formation of vareta ready to be delivered and grafted to nurserymen that have hermetic conditions (mesh houses) and also that They have carried out the process of field visits, sampling, laboratory analysis and analysis for phytosanitary certification to produce healthy plant free of diseases.

According to the development of the study carried out and the results obtained, it was concluded that the production of twigs (buds), of citrus under controlled conditions and under the protection of a greenhouse, have a training period of six weeks, (April to June of the year 2019), in the production of twigs from a three-year-old plant, 18 to 20 buds are obtained per twig, with an average length of 44 centimeters and a characteristic dark green color that corresponds to code # 003300 of the chromatic table, These characteristics are part of the vegetative material found in propagation conditions.

**Keywords:** Guatemala, fruit tree nursery, Diaphorinacitri, vegetative propagation.

Astrid Fabiola Fuentes Alfaro  
Pablo Alberto Vásquez Galindo  
Edgar Oswaldo Franco Rivera



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

## 1. INTRODUCCIÓN

La citricultura en México, Belice, República Dominicana y países Centroamericanos es una industria importante ya que para la región se reportan 703,900 ha de cítricos (equivalente a 220 millones de plantas) por 97,927 productores, con un rendimiento promedio de 14 T/ha. El valor de la producción es de 866 millones de dólares, la actividad cítrica genera más de 127 mil empleos directos y casi 228 mil indirectos (Shih-Bon Lo & A-Shiarn Hwang, 2015).

El HLB, denominado también enverdecimiento de los cítricos (citrus greening), es una enfermedad causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter spp*, cuyo vector es el psílido *Diaphorinacitri* (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA), 2004).

Dada la importancia de la industria cítrica, el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA, el gobierno de China (Taiwán) y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria –OIRSA-, trabajaron conjuntamente un proyecto para el control y manejo de la enfermedad; la construcción de un invernadero para la producción de plantas sanas, libres de HLB y de otras enfermedades transmitidas por material vegetativo e insectos vectores que afectan la producción de cítricos, la estrategia es sustituir las plantas enfermas con HLB por plantas sanas y adicionalmente evitar la transmisión de otras enfermedades de los cítricos.

Actualmente el único vivero multiplicador de yemas está ubicado dentro de las instalaciones del MAGA, kilómetro 22 de la carretera al Pacífico, fue establecido en abril del 2015, tiene un área de 1,800 m<sup>2</sup> y está dividido en ocho secciones, tiene capacidad para 386 macetas de distintas variedades.

El vivero multiplicador de yemas se dedica a la producción de varetas de cítricos por lo que la calidad de las varetas que se producen es importante, ya que éstas son distribuidas al nivel 3 (viveros comerciales), donde la persona que desee estar dentro de este nivel se le brinda asistencia técnica, capacitación y material vegetativo de parte del nivel 2, para esto debe cumplir con los requisitos de infraestructura y manejo para la producción de plantas sanas.



Hasta la fecha existen viveros comerciales (casas malla) ubicados en los municipios de Morazán en El Progreso, Brillantes en Retalhuleu y Nueva Concepción en Escuintla, en la Escuela Nacional de Agricultura ENCA, en Villa Nueva, Guatemala y la Escuela de Agricultura de Nororiente EANOR en Zacapa, Popoyan Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y Salamá, Baja Verapaz

Debido a la distribución constante de material vegetativo, el vivero realiza podas para la producción de las ramas con potenciales de varetas para ser injertadas en la porta injertos de casas malla a nivel nacional, Por esta razón se realizó un estudio del cultivo de lima persa (*Citrus x latifolia*) variedad Bearss, que permitió conocer el tiempo de formación de una vareta para que al momento de esta estar formada se pueda contactar a los viveristas para ser entregadas y por ende injertadas, al concluir con el estudio se determinó que una vareta puede ser distribuida para ser injertada en seis semanas en condiciones climáticas de los meses de abril a junio, estas se obtienen en plantas de tres años de edad; en promedio se pueden obtener de 18 a 20 yemas por vareta, con un color característico verde oscuro, corresponde al código #003300 de la tabla cromática mostradas en el presente documento.

## 2. METODOLOGÍA

### **Periodo de observación**

Durante un periodo seis semanas, comprendido de abril a junio 2019, se registraron datos para caracterizar el crecimiento vegetativo y desarrollo de varetas de lima persa (*Citrus x Latifolia*) variedad Bearss, para su distribución a casas malla del nivel 3 del Programa PRONAFICIT.

### **Inducción de varetas formadoras de copa y datos obtenidos**

#### **Acondicionamiento del área de estudio**

En el área de trabajo se colocó un sensor de temperatura y humedad relativa marca Whatch Dog de 1000 series para monitorear las condiciones climáticas del invernadero el cual permite grabar y monitorear las condiciones ambientales en sitios remotos (Spectrum Technologies, 2012), así también con la finalidad de conocer los niveles de conductividad eléctrica se utilizó un medidor tipo Gro Line



EC/TDS Waterproof HI98118 y para pH del agua de riego se utilizó un Medidor Started tipo pluma/ bolsillo OHAUS ST20, el muestreo de agua se realizó en diferentes puntos del área de estudio.

### **Poda de renovación de varetas para formar copa**

Fue realizada una poda de renovación de brotes, como se muestra en la Figura 1 en la cual se eliminaron todas las varetas que presentaban madurez para ser injertadas, así como los brotes. Se seleccionaron e identificaron 10 plantas que mostraban las características siguientes: vigorosidad y tres ejes tal como se muestra en la Figura 2, Los ocho días después de la poda, se observó la emergencia de los brotes (Figura 3) quince días después de la poda, se inició con el registro de datos de cinco brotes seleccionados en cada planta como lo muestra la Figura 4.

Plantas antes de la poda.



**A**

Plantas después de la poda



**B**

Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

**Figura 1:** Plantas antes de la poda, plantas después de la poda.



**A**

**B**

Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

**Figura 2** Plantas seleccionadas para su observación; A: Planta con identificación; B: Aspecto general de una planta seleccionada.



**A**

**B**

Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

**Figura 3.** Emergencia de brote a los ocho días después de la poda (A), brote a los quince días después de la poda (B).

Astrid Fabiola Fuentes Alfaro  
Pablo Alberto Vásquez Galindo  
Edgar Oswaldo Franco Rivera



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



**A**

**B**

Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

**Figura 4** Mediciones realizadas A: medición de diámetros, B: medición de longitud.

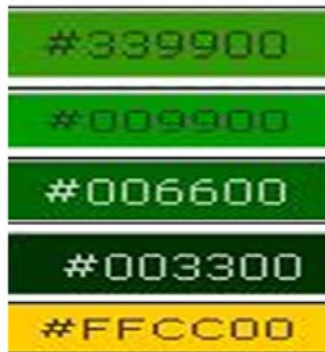
## 2.1 Registro de datos

Durante seis semanas se continuó observando y registrando los datos siguientes: 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, para ello se observó y registró la coloración comparando la coloración mostrada con una tabla cromática, la cual se muestra en la Figura 5.



#000000	#330000	#660000	#990033	#CC0033	#FF0033
#000033	#330033	#660033	#990066	#CC0066	#FF0066
#000066	#330066	#660066	#990099	#CC0099	#FF0099
#000099	#330099	#660099	#9900CC	#CC00CC	#FF00CC
#0000FF	#3300CC	#6600CC	#9900FF	#CC00FF	#FF00FF
#0000FF	#3300FF	#6600FF	#993300	#CC3300	#FF3300
#003300	#333300	#663300	#993333	#CC3333	#FF3333
#003333	#333333	#663333	#993366	#CC3366	#FF3366
#003366	#333366	#663366	#993399	#CC3399	#FF3399
#003399	#333399	#663399	#9933CC	#CC33CC	#FF33CC
#0033CC	#3333CC	#6633CC	#9933FF	#CC33FF	#FF33FF
#0033FF	#3333FF	#6633FF	#996600	#CC6600	#FF6600
#006600	#336600	#666600	#996633	#CC6633	#FF6633
#006633	#336633	#666633	#996666	#CC6666	#FF6666
#006666	#336666	#666666	#996699	#CC6699	#FF6699
#006699	#336699	#666699	#9966CC	#CC66CC	#FF66CC
#0066CC	#3366CC	#6666CC	#9966FF	#CC66FF	#FF66FF
#0066FF	#3366FF	#6666FF	#999900	#CC9900	#FF9900
#009900	#339900	#669900	#999933	#CC9933	#FF9933
#009933	#339933	#669933	#999966	#CC9966	#FF9966
#009966	#339966	#669966	#999999	#CC9999	#FF9999
#009999	#339999	#669999	#9999CC	#CC99CC	#FF99CC
#0099CC	#3399CC	#6699CC	#9999FF	#CC99FF	#FF99FF
#0099FF	#3399FF	#6699FF	#99CC00	#CC9900	#FF9900
#00CC00	#33CC00	#66CC33	#99CC33	#CC9933	#FF9933
#00CC33	#33CC33	#66CC66	#99CC66	#CC9966	#FF9966
#00CC66	#33CC66	#66CC99	#99CC99	#CC9999	#FF9999
#00CC99	#33CC99	#66CCCC	#99CCCC	#CC99CC	#FF99CC
#00CCCC	#33CCCC	#66CCFF	#99CCFF	#CC99FF	#FF99FF
#00CCFF	#33CCFF	#66FF00	#99FF00	#CC9900	#FF9900
#00FF00	#33FF00	#66FF33	#99FF33	#CC9933	#FF9933
#00FF33	#33FF33	#66FF66	#99FF66	#CC9966	#FF9966
#00FF66	#33FF66	#66FF99	#99FF99	#CC9999	#FF9999
#00FF99	#33FF99	#66FFCC	#99FFCC	#CC99CC	#FF99CC
#00FFCC	#33FFCC	#66FFFF	#99FFFF	#CC99FF	#FF99FF
#00FFFF	#33FFFF	#990000	#CC0000	#FF0000	

A



B

Fuente: (Vásquez, 2002).

**Figura 5.** Tabla cromática utilizada para el registro de coloración de varetas. A: Paleta web B: Tabla cromática utilizada para comparación de coloración de los brotes y varetas.

## 2.2 Observación del proceso de formación de varetas

En la sexta semana se realizó una poda de inducción, la cual consistió en la eliminación de las primeras cinco yemas del ápice de cada varetta de copa, esto con

Astrid Fabiola Fuentes Alfaro  
Pablo Alberto Vásquez Galindo  
Edgar Oswaldo Franco Rivera



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

el propósito de inducir brotes para incrementar el número de varetas por planta. Se continuó trabajando con las plantas seleccionadas. Ocho días después de la poda se observó la emergencia de los brotes.

En cada vareta formadora de copa se seleccionó un brote que representará el crecimiento vegetativo de los brotes adyacentes. A los quince días después de la poda se inició con el registro de datos de los brotes seleccionados, durante seis semanas se continuó observando y cuantificando las variables siguientes: número total de brotes por planta, longitud de la vareta en centímetros, diámetro de la vareta (basal, medio y apical), consistencia del brote (no lignificada, poco lignificada, semi lignificada, lignificada), número de yemas por brote, apariencia de la yema, coloración de la vareta; para ello se comparó la coloración con la tabla cromática mostrada en la Figura 5 y manejo agronómico.

En la séptima semana se realizó el corte de varetas como lo muestra la Figura 6 para su distribución y también se efectuó poda para inducción de nuevos brotes de formación de copa.



Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

**Figura 6.** Corte de varetas.



### 2.3 Registro y análisis de datos

Los datos fueron registrados en un formato Excel® para obtener totales, medias y realizar gráficas. Posteriormente con la ayuda de los datos registrados en la tabla Excel®, las gráficas e imágenes se procedió a describir el proceso de formación de varetas.

### 2.4 Manejo agronómico

El manejo agronómico que se realizó durante el periodo de observación en el vivero multiplicador de yemas fue convencional; se realizaron podas de formación de copa y eliminación de brotes que compiten y además obstruyen el crecimiento de otros. En la Figura 7 se muestra la condición de la planta después de la poda de brotes antes descrita. El equipo utilizado para podas e injertos fue desinfectado con amonio cuaternario el cual se utilizó en una concentración del 1 %. Para el control de ácaros se utilizó Abamectina y para el control de enfermedades se aplicó Azoxystrobin y Metalaxil-M, utilizándose como producto comercial Uniform. Para las aplicaciones de los pesticidas se utilizó una bomba de 16 l.



Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

**Figura 7.** Competencia de brotes (A) y aspecto de la planta después de la eliminación de brotes (B).



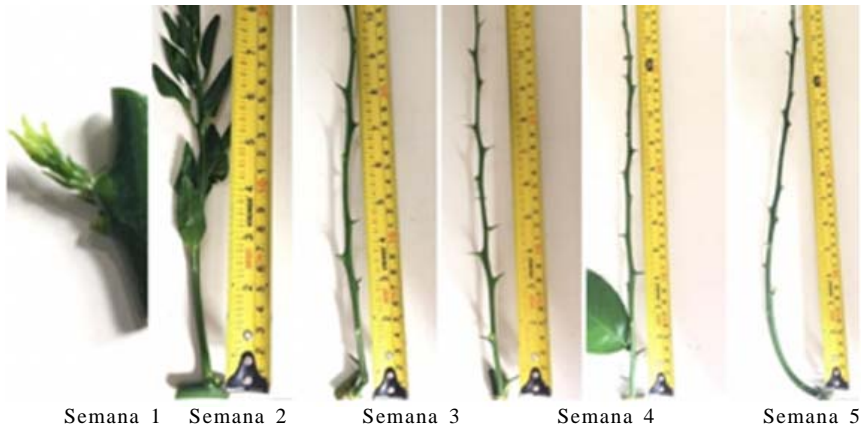
Se aplicó a cada una de las macetas diariamente 1,570 ml de agua, al inicio se utilizó una probeta para cuantificar el agua de riego y en las últimas cuatro semanas se utilizó riego por goteo. La fertilización al inicio se realizó aplicando manualmente 50 ml de solución nutritiva, la cual se constituyó diluyendo 180 g de fertilizante hidrosoluble 20-18-20 en un litro de agua. En las últimas cuatro semanas la fertilización se realizó por medio de riego por goteo utilizando la solución antes referida.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Categorización de brotes

##### 3.1.1 Características de la brotación

El brote emerge a los ocho días después de la poda, en los siguientes quince días su crecimiento es constante, el cual continúa hasta la sexta semana, en la Figura 8 se muestra el proceso de crecimiento y desarrollo de una vareta, así como la brotación de la yema apical.



Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

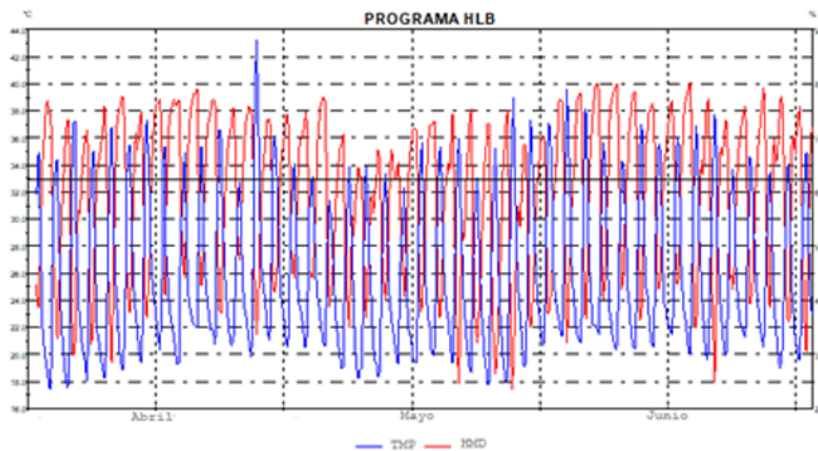
**Figura 8.** Proceso de crecimiento y desarrollo de un brote formador de vareta desde su brotación hasta el punto crítico, que se manifiesta por la brotación de la yema apical (el círculo rojo).



En el proceso de crecimiento y desarrollo es necesario diferenciar un chupón de una varetta que es útil para injertar. Un chupón es una rama improductiva, en el cual el consumo de energía es muy alto, por ende, su crecimiento y desarrollo es muy notorio (grueso, largo y vigoroso), sin embargo, es necesario eliminarlos ya que este brote solo se queda en etapa vegetativa y no culmina la etapa generativa.

En la sexta semana la varetta que está en condiciones de ser injertada alcanza su punto crítico (etapa generativa), el cual se manifiesta con la brotación de las yemas que han sido formadas, iniciándose por la yema apical.

La temperatura y la humedad relativa influyen en la emergencia y crecimiento de brotes. El invernadero del vivero multiplicador de yemas, como se muestra en la Figura 9 con información de Spectrum Technologies. 2012, mantiene una temperatura promedio de 26 °C y una humedad relativa de 59.10 %.



**Figura 9.** Temperatura y humedad relativa del vivero multiplicador de yemas del proyecto PRONAFICIT.



Las altas temperaturas inducen mayor metabolismo y en condiciones de humedad adecuada el metabolismo se mantiene, a mayor temperatura mayor crecimiento, como lo explica Martínez Montagud (2015). Tanto la temperatura como la humedad relativa del invernadero se encuentran dentro del rango adecuado para el crecimiento y desarrollo de los cítricos, no siendo este un factor limitante para la formación de varetas.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE COSECHA DE VARETAS

#### 3.2.1 Cantidad promedio de varetas producidas por planta

Una planta en promedio, en seis semanas, forma ocho varetas de calidad las cuales conforman la copa, en la figura 10 se muestra el número de varetas formadas por cada una de las plantas.



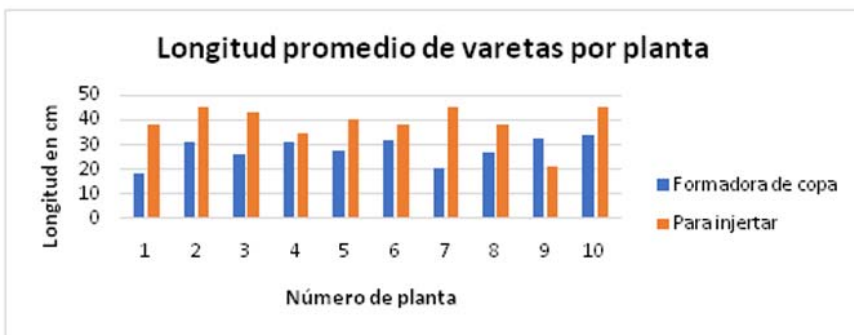
**Figura 10.** Número de varetas por planta producidas para la formación de copa y para ser utilizadas en injertación.

Sobre esta copa se forman varetas que son utilizadas para injertación. Después de la poda de inducción (eliminación de las últimas cinco yemas de la varetas de copa), en la séptima semana inicia la brotación de las yemas que dan origen a las varetas, de este modo se incrementa la cantidad de varetas que se producen por planta. Después de doce semanas una planta en promedio puede formar 24 varetas.



### 3.2.2 Longitud promedio de varetas

La longitud de varetas a las seis semanas, después de la brotación de las yemas que forman las varetas, fue de 38 cm a 45 cm, como se muestra en la figura 11.



**Figura 11.** Longitud promedio de varetas, a las seis semanas después de la poda de renovación.

Después de las seis semanas, se considera el periodo crítico, en el cual las yemas de las varetas brotan. Por lo anterior se reporta la longitud de varetas a las seis semanas, las cuales pueden ser utilizadas para injertación.

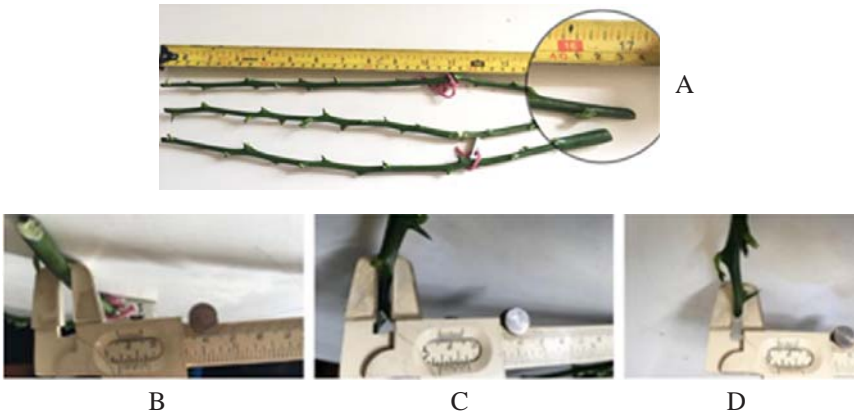
### 3.2.3 Diámetro promedio de varetas para ser distribuidas

El promedio de diámetro de las varetas para ser distribuidas y ser utilizadas para la injertación es muy variable según la longitud de la misma. En el Cuadro 1 se muestra el diámetro promedio de las varetas formadoras de copa y productoras de yemas y en la Figura 12 se observa que a mayor longitud de la varetas se tienen mayores diámetros basales, medios y apicales.



Número de planta	Diámetros formadora de copa (mm)			Diámetro de varetas productoras (mm)		
	Base	Medio	Apical	Base	Medio	Apical
1	3.90	2.90	2.00	4.40	3.40	2.40
2	4.37	3.18	2.00	2.87	2.25	1.40
3	4.44	3.05	2.16	3.30	2.35	1.30
4	4.10	3.10	2.00	3.45	2.75	1.65
5	3.94	3.05	2.05	3.50	2.60	1.15
6	4.5	3.25	1.90	2.60	2.10	1.11
7	4.00	3.00	2.05	3.10	2.55	1.13
8	4.25	3.15	2.15	3.38	2.61	1.64
9	4.30	3.42	2.35	2.85	2.10	1.25
10	4.55	3.73	2.35	2.45	2.00	1.20

**Cuadro 1.** Diámetro promedio de varetas formadoras de copa y varetas productoras de yemas por planta después de seis semanas de inducido el brote que las forma.



Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

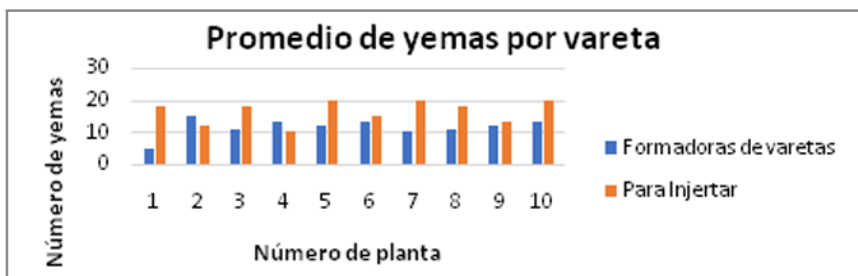
**Figura 12.** Longitud y diámetro de varetas productoras de yemas en condiciones para su distribución A: longitud de 43.20 cm. B: diámetro inicial 6 mm. C: diámetro medio 5 mm. D: diámetro final 4mm



Para la base de 5 mm a 6 mm, el diámetro en la parte media fue de 4 mm a 5 mm y el diámetro en el ápice de la varetta fue de 3 mm a 4 mm. Estos rangos se relacionan con la longitud promedio de una varetta, esto indica que para una varetta de 44 cm el diámetro base es de 6 mm, el medio de 5 mm y apical de 4 mm.

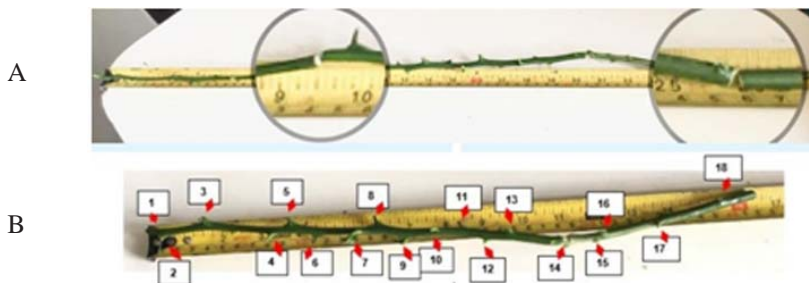
### 3.2.4 Cantidad de yemas por varetta

En una varetta se obtiene entre 18 a 20 yemas en condiciones para ser injertadas, en la figura 13 se muestra el número de yemas por varetta al corte de ésta.



**Figura 13.** Promedio de yemas por varetta para la formación de copa y de yemas para la formación de varetas con fines de distribución e injertación.

A la varetta productora de yemas se le cortan aproximadamente de 10 cm a 25 cm de la parte apical ya que las yemas contenidas en esta parte no concluyen su desarrollo, así también se cortan de la parte basal de 2 cm a 10 cm, debido a que las yemas de esta parte se encuentran muy pegadas a la base y no pueden ser injertadas. En la Figura 11 se muestra el corte apical y basal que se le realiza a las varetas.



Fuente: Astrid Fuentes, 2019.






**Figura 14.** Varetta en condiciones de corte para ser distribuida. A: eliminación de la parte basal y apical de una varetta. B: cantidad de yemas por varetta.



### 3.2.5 Coloración y consistencia de yemas

Una variable característica tanto de la varetas como de la yema es la coloración y la consistencia, en el Cuadro 2 se muestra el color de los brotes o varetas, según la tabla cromática. Un brote formador de varetas en la primera semana (emergencia de brote) muestra una coloración verde tierno que corresponde al código #339900 en la tabla cromática, este color es característico desde la brotación hasta que el brote alcanza una longitud de 10 cm, la consistencia mostrada es suave y no presenta yemas. Cuando el brote alcanza una longitud entre 11 cm a 24 cm el color cambia y este corresponde al código #009900 de la tabla cromática, las varetas en este estado muestran un tallo triangular y presentan yemas en estado inicial de formación, las cuales son planas.

**Cuadro 2.** Coloración, longitud, consistencia de la varetas y forma de la yema mostrada desde la brotación hasta el corte.

Coloración	Rango de semanas	Longitud (cm)	Condiciones de la varetas	Apariencia de la yema
	1 a 2	0 a 10	No lignificada	Sin presencia
	3	11 a 24	Poco lignificada	Sin turgencia
	4 a 5	20 a 30	Semi lignificada	Semi turgente
	6	30 a 40	Lignificada	Turgente
		Ápice de la yema y espina		

Cuando las varetas alcanzan la longitud de 25 cm a 36 cm el color verde se intensifica, corresponde este al código #006600 de la tabla cromática, muestra consistencia dura, la forma del tallo tiende a ser semi triangular, la yema se muestra abultada; esta varetas a partir de los 30 cm puede brotar si se induce la brotación por medio de poda, sin embargo una yema es madura a partir de los 38 cm, hasta la longitud que alcanza a la sexta semana, en la cual la coloración se torna verde oscuro coloración que corresponde al código #003300 de la tabla cromática. La apariencia de la varetas es leñosa y redonda a la sexta semana, la yema es bulbosa con una punta color marrón, color que corresponde al código #FFCC00 de la tabla cromática. En la Figura 12 muestra lo anteriormente descrito.



Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

**Figura 15.** Tres etapas del desarrollo de la A: brote a los quince días después de la poda. B: vareta con longitud de 11 cm a 24 cm y C: vareta en condiciones para ser utilizada para injertación.

Una yema que se encuentra en condiciones para ser injertada se caracteriza por su apariencia bulbosa, la parte superior muestra color marrón (código #FFCC00 de tabla cromática) y una coloración verde oscuro (código #003300 de tabla cromática), como se muestra en la Figura 16.



Fuente: Astrid Fuentes, 2019.

**Figura 16.** Características de una yema en condiciones para ser injertada. Apariencia de las espinas y yemas desde su presencia hasta su corte. A: espina y yema con coloración y consistencia suave. B: se empiezan a mostrar un tono de marrón tierno en el ápice de ambas. C: espina con mayor protuberancia.



Otra de la característica es la forma y apariencia de las espinas, estas se encuentran como protección de las yemas y en algunos casos les sirven como parte estratégica de supervivencia en condiciones extremas, ya que a pesar de que en condiciones críticas la hoja se desprende del peciolo, la espina sigue firme durante unos días junto a la yema, ésta sufre un cambio cuando las condiciones son extremadamente graves en toda la planta. Las espinas están ligada al proceso de crecimiento y maduración de la varetas y yema, éstas muestran una coloración idéntica a la de una yema, la parte superior color marrón y pronunciada, pequeña y de base redonda, como se muestra en la figura 16.

#### 4. CONCLUSIONES

1. Según las condiciones herméticas del vivero multiplicador en los meses de abril a junio, la producción de varetas para corte se obtiene en seis semanas.
2. El rango de la varetas a las seis semanas es de 30 cm a 45 cm, el diámetro promedio de las mismas es de 6 mm en la base, 5 mm en la parte media y 4 mm en el ápice.
3. La coloración característica de una varetas con yemas para ser utilizadas en injertación es de color verde oscuro que corresponde al código #003300 de la tabla cromática.
4. Las plantas de lima persa de tres años de edad del vivero multiplicador tienen la capacidad de producir en promedio 24 varetas, con 18 a 20 yemas viables para injertar por maceta, por lo que al año se producen 142,560 yemas al año.

#### 5. RECOMENDACIONES

1. Se considera que la edad de la planta afecta la producción de varetas por lo que se recomienda evaluar la producción de varetas en plantas de diferentes edades.
2. Estandarizar el uso de colores de la tabla cromática como factor para determinar las condiciones de una varetas madura con yemas adecuadas para ser injertadas.



## 6. BIBLIOGRAFÍAS

1. Alvarenga, R. H. (2017). *Determinación de la presencia de Candidatus liberibacter citri Huanglongbing, en los cultivos de cítricos; diagnóstico y servicios desarrollados en Suchitepéquez, Guatemala, C.A.* Recuperado el 18 de 05 de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala): <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8079/1/RAÚL%20HERRERA%20ALVARENGA.pdf>
2. Astrid, F. (2019). Fotografías .
3. Coy Chuluc, G. F. (2017). *Validación parcial del protocolo de monitoreo de Diaphorina citri Kuwayama en el cultivo de limón persa (Citrus latifolia Tanaka) bajo condiciones de la Finca ENCA, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C. A., diagnóstico y servicios realizados en el Programa .* Recuperado el 21 de 06 de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala): <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8863/1/Trabajo%20de%20graduación%20Gloria%20Coy.pdf>
4. Davies, F. S., & Albrigo, L. G. (1999). *Cítricos*. Zaragoza, España: Acribia.
5. Dorado Guerra, D., Grajales, L. C., & Ríos Rojas, L. (2015). *Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití Citrus latifolia Tanaka (Rutaceae)*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 16(1): [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-87062015000100008&lng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062015000100008&lng=es)
6. González Segnana, L. R., & Tullo Arguello, C. C. (2019). *Guía técnica del cultivo de cítricos*. Recuperado el 28 de 10 de 2019, de San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias: [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_03.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf)
7. Martínez Montagud, M. J. (2015). *Control hormonal de la brotación en los cítricos con dominancia del fruto*. Recuperado el 8 de 06 de 2019, de (Tesis Ing. Agroalim., Universitat Politècnica de Valencia, Escola Tècnica Superior D'Enginyeria Agronòmica I Del Medi Natural: España): <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54213/MARTÍNEZ%20-%20Control%20hormonal%20de%201a%20brotación%20en%20los%20cítricos%3A%20dominancia%20del%20fruto.pdf?sequence=4>
8. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2004). *Multiplan plantas de cítricos libres de HLB*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de Guatemala: MAGA: <https://www.maga.gob.gt/2017/09/01/multiplan-plantas-de-citricos-libres-de-hlb/>.
9. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2012). *Acuerdo ministerial 13-2012*. Obtenido de Creación del Programa Nacional Fitosanitario para la Prevención, Control y Erradicación de Plagas Asociadas al Cultivo



- de Cítricos: <https://sistemas.maga.gob.gt/normativas/Normativas?page=18&categoriaId=4>
10. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2019). *Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones*. Obtenido de <https://visar.maga.gob.gt/>
  11. Municipalidad de Villa Nueva, Guatemala. (2018). *Villa Nueva: Monografía*. Obtenido de Guatemala: Municipalidad de Villa Nueva: <https://www.villanueva.gob.gt/monografia-villanueva-guatemala>
  12. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Guatemala (OIRSA). (2015). Obtenido de <https://www.oirsa.org/noticia-detalle.aspx?id=7633>
  13. Palacios, J. (1978). *Citricultura moderna*. Argentina: Hemisferio Sur.
  14. Rebolledo Roa, A. (2012). *Fisiología de la floración y fructificación en los cítricos (p. 89-106)*. Recuperado el 11 de 05 de 2019, de Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista, (Serie Lasallista Investigación y Ciencia): <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/557/1/CAPITULO%203.pdf>.
  15. Rebour, H. (1964). *Los agrios: Manual práctico de citricultura*. España: Mundi-Prensa.
  16. Shih-Bon Lo, H., & A-Shiarn Hwang, A. (2015). *Protocolo para la producción de plantas sanas de cítricos*. Recuperado el 22 de 06 de 2019, de El Salvador: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).
  17. Spectrum Technologies. (2012). *WatchDog 1000 series micro stations*. Obtenido de Spectrum Technologies: <https://www.specmeters.com/assets/1/22/368XWD1000Loggers2.pdf>
  18. Valladares Alonzo, L. P. (2015). *Implementación del cultivo de limón persa en la Finca Gibraltar, Chiquimulilla, Santa Rosa (2006-2011); Estudio de caso*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala): <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/04/Valladares-Luis.pdf>
  19. Vanegas, M. d. (2002). *Guía técnica cultivo del limón pérsico*. Recuperado el 18 de 06 de 2019, de El Salvador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): <http://repiica.iica.int/docs/B0217E/B0217E.PDF>
  20. Vasquez, D. B. (2002). *La web del color*. Obtenido de <https://coloress.org/>
  21. Weather Spark. (2016). *El clima promedio en Villa Nueva, Guatemala*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/11622/Clima-promedio-en-Villa-Nueva-Guatemala-durante-todo-el-año>.



## **RESÚMENES DE TESIS DE POSTGRADO**

## **EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS QUÍMICOS PARA EL CONTROL DEL ÁCARO (*Tetranychusurticae* Koch), EN EL CULTIVO DE ROSA (*Rosa* sp. Var. Vendela) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

Juan Sebastián Chalí Sipac\*

### **RESUMEN**

La investigación se enfoca en el efecto de tres productos químicos sobre el control de la población de araña roja en una plantación de rosa de seis años, de la variedad Vendela, para el efecto se implementó un diseño bifactorial sin testigo absoluto, en el cual se evaluaron dos factores, el factor "A" lo constituyeron las materias activas utilizadas y estuvo conformado por tres niveles, los cuales fueron Spiromesifen+Abamectina (Oberon Speed®), Piridaben (Sanmite®) y azufre, el factor B fueron las dosis utilizadas el cual se compuso por dos niveles los cuales fueron 0.40 cm<sup>3</sup>/L y 0.45 cm<sup>3</sup>/L de Spiromesifen+Abamectina, 1.5 g/L y 1.75 g/L de Piribiden, 1 L/ 5 L y 1.5 L/ 5 L de azufre.

Luego de los análisis estadísticos, de fitotoxicidad y de costos se determinó que el producto químico Spiromesifen+Abamectina a una dosis de 0.45 cm<sup>3</sup>/L presentaba un control de tres ácaros/foliolo/día según la tasa de crecimiento de la plaga y no representaba una amenaza de fitotoxicidad en el cultivo. Respecto a los costos este no fue significativamente más alto en comparación con los otros tratamientos.

**Palabras claves:** Araña Roja, bifactorial, Spiromesifen, Abamectiba, Porodaben, azufre y fitotoxicidad.



## ABSTRACT

The research focuses on the effect of three chemical products on the control of the spider mite population in a six-year-old rose plantation, of the Vendela variety, for this purpose a bifactorial design without absolute control was implemented, in which evaluated two factors, factor "A" was constituted by the active materials used and was made up of three levels, which were Spiromesifen + Abamectin (Oberon Speed ®), Piridaben (Sanmite ®) and sulfur, factor B were the doses used the which was composed of two levels which were 0.40 cm<sup>3</sup> / L and 0.45 cm<sup>3</sup> / L of Spiromesifen + Abamectin, 1.5 g / L and 1.75 g / L of Piribiden, 1 L / 5 L and 1.5 L / 5 L of sulfur.

After statistical, phytotoxicity and cost analyzes, it was determined that the chemical product Spiromesifen + Abamectin at a dose of 0.45 cm<sup>3</sup> / L presented a control of three mites / leaflet / day according to the growth rate of the pest and did not represent a threat of phytotoxicity in the crop. Regarding costs, this was not significantly higher compared to the other treatments.

**Keywords:** Red Spider, bifactorial, Spiromesifen, Abamectiba, Porodaben, sulfur and phytotoxicity.

<http://cedia.fausac.usac.edu.gt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=12683>

\*Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola

## **IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES PLAGAS Y DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS OCASIONADOS EN EL CULTIVO DE COLIFLOR (*Brassicaoleraceavar. Botrytis*), A CAMPO ABIERTO EN EL ÁREA DE HORTALIZAS**

Walfred René Ortiz Cifuentes\*

### **RESUMEN**

Investigación realizada en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Finca Bárcena, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C.A., en ella se observaron diversos problemas en los que se identificó la importancia de conocer las plagas que afectan al cultivo de coliflor en sus distintas etapas fenológicas. Tiene como finalidad la reducción del uso de insecticidas y conocer el momento oportuno para aplicarlos, por ello se planteó la investigación indicada.

Se evaluaron cuatro tratamientos: el tratamiento uno corresponde a la etapa de crecimiento en la que no se realizaron aplicaciones y se observó la presencia de las plagas y sus daños, en el tratamiento dos no se realizaron aplicaciones y se identificó la plaga y daños que ésta causa en la etapa de emergencia floral, la etapa de formación de la flor corresponde al tratamiento tres en el que no se realizaron aplicaciones y se identificaron las principales plagas y los daños que cada una causa en el cultivo de coliflor, el testigo se estableció en el tratamiento cuatro y en él se realizó un total de 12 aplicaciones en todo el ciclo del cultivo.

Las aplicaciones se realizaron aproximadamente cada ocho días, con una rotación de productos durante las etapas fenológicas donde no se realizaban los muestreos, en total se realizaron 11 muestreos con un lapso de 8 a 10 días entre un muestreo y otro.

Como resultado de la investigación se identificaron las tres principales plagas insectiles en las distintas etapas fenológicas, la primera se identificó como *Plutellaxylostella*. La segunda *Leptophobiaaripa* y la tercera como *Brevicorynebrassicae* en condiciones de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) en el cultivo de coliflor (*Brassicaoleraceavar. Botrytis*) obteniendo mejores resultados con el tratamiento uno ya que se puede ahorrar lo de las primeras tres aplicaciones y esto no tendrá repercusión en la cosecha.

**Palabras claves:** Plaga, coliflor, tratamiento y cultivo.



## ABSTRACT

Research carried out at the National Central School of Agriculture (ENCA), Finca Bárcena, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, CA, in which various problems were observed in which the importance of knowing the pests that affect the cultivation of cauliflower in their fields was identified. different phenological stages. Its purpose is to reduce the use of insecticides and to know the opportune moment to apply them, for this reason the indicated investigation was proposed.

Four treatments were evaluated: treatment one corresponds to the growth stage in which no applications were made and the presence of pests and their damage was observed, in treatment two no applications were made and the pest and damage it caused was identified cause in the floral emergence stage, the flower formation stage corresponds to the sixteenth treatment three in which no applications were made and the main pests and the damages that each one causes in the cauliflower crop were identified, the control was established in treatment four and in it a total of 12 applications were made throughout the crop cycle.

The applications were carried out approximately every eight days, with a rotation of products during the phenological stages where the samplings were not carried out, a total of 11 samplings were carried out with a period of 8 to 10 days between one sampling and another.

As a result of the research, the three main insect pests were identified in the different phenological stages, the first one was identified as *Plutellaxylostella*. The second *Leptophobiaripa* and the third as *Brevicorynebrassicae* in conditions of the Central National School of Agriculture (ENCA) in the cultivation of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) obtaining better results with treatment one since the former can be saved three applications and this will have no impact on the harvest.

**Keywords:** Pest, cauliflower, treatment and cultivation.

<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03705.pdf>

\*Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola

## **MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO PANSALIC, MIXCO, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO DE LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE MANANTIALES COORDILLERA ALUX**

Hans Jefferson Mejia De León\*

### **RESUMEN**

El río Pansalic es uno de los afluentes principales del río Villa Lobos, que desemboca en el lago de Amatitlán. El río Pansalic es de suma importancia para el abastecimiento hídrico del lago de Amatitlán. El río Pansalic nace dentro del área protegida conocida como Reserva Forestal protectora de Manantiales Cordillera Alux -RPFMCA-, la cual fue declarada como tal, según Decreto No. 41-97 de la Constitución Política de la República de Guatemala y se encuentra bajo la jurisdicción de la Autoridad para el manejo sustentable del lago de Amatitlán.

Las muestras pertinentes fueron desarrolladas en dos puntos los cuales fueron: punto alto y punto bajo de la microcuenca del río Pansalic, de esta manera se midieron los niveles de contaminación, en la que se determinó el punto focal de mayor contaminación para la microcuenca.

Mediante el conocimiento de la situación actual del río Pansalic y su área influencia por medio de los análisis del recurso hídrico realizados en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala USAC, se desarrolló un “Modelo de gestión sostenible del área de influencia del río Pansalic”. Esto se realizó para profundizar en las interrelaciones de las dinámicas urbanas y ambientales que repercuten en la gestión del recurso hídrico de este sector.

**Palabras claves:** Pansalic, río, contaminación, urbana y ambiental.



## ABSTRACT

The Pansalic River is one of the main tributaries of the Villa Lobos River, which flows into Lake Amatitlán. The Pansalic River is of utmost importance for the water supply of Lake Amatitlán. The Pansalic River is born within the protected area known as the Protective Forest Reserve of Manantiales Cordillera Alux -RFPMCA-, which was declared as such, according to Decree No. 41-97 of the Political Constitution of the Republic of Guatemala and is under the jurisdiction of the Authority for the sustainable management of Lake Amatitlán.

The research was carried out with the objective of establishing a sustainable management model on the area of influence of the waters of the Pansalic River, in which the contamination caused by the lack of a relevant drainage system and the lack of monitoring of the water quality. In addition, the water quality in the rainy season X was evaluated, in the following parameters: Hydrogen potential (pH), conductivity, suspended solids, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), nitrogen total, total phosphorus, color, oils and fats, fecal coliforms and heavy metals; which were compared with the maximum permissible limit -LMP- established in Government Agreement 236-2006.

The pertinent samples were developed in two points which were: high point and low point of the Pansalic river micro-basin, in this way the contamination levels were measured, in which the focal point of greatest contamination for the micro-basin was determined.

Through the knowledge of the current situation of the Pansalic River and its area of influence through the analysis of the water resource carried out in the laboratory of the Faculty of Chemical Sciences of the University of San Carlos de Guatemala USAC, a "Sustainable management model from the area of influence of the Pansalic River". This was done to deepen the interrelationships of urban and environmental dynamics that affect the management of water resources in this sector.

**Keywords:** Pansalic, river, pollution, urban and environmental.

<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03701.pdf>

\*Ingeniero Agrónomo en Gestión Ambiental Local





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

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).



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

Los trabajos deben presentarse de acuerdo con el siguiente esquema:

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

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: [tikalia@fausac.gt](mailto:tikalía@fausac.gt). El Consejo Editorial le notificará sobre la recepción y aceptación de su trabajo.

INSTRUCCIONES PARA AUTORES  
Y GUÍA DE EVALUACIÓN PARA ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO

**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 Tikalia, la misma va a ser cotejada por la Secretaría del Consejo Editorial. El propósito inicial de esta guía es que cada artículo lene los requisitos mínimos estipulados en las instrucciones para autores.

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



<b>Elementos mínimos para la recepción del artículo</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
¿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 **tikola** se terminó de imprimir en el mes de septiembre de 2021, en los talleres de Editorial Arizandieta, con una tirada de 500 ejemplares en papel bond de 80 gramos.

