

---

**Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical**, Año 1, Volumen 1, Núm. 1, enero-junio de 2021, es una publicación semestral editada y distribuida por la Universidad Autónoma Chapingo, a través de la Unidad Regional Universitaria Sursureste, con domicilio en Km 7 Carretera Teapa – Vicente Guerrero C.P. 86800 Teapa, Tabasco, México, Página electrónica: <https://chapingo-cori.mx/rchsat>, Correo electrónico: RGONZALEZG@chapingo.mx. Editor responsable: Dr. Roberto González Garduño.

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No.: **En trámite**, ISSN: **En trámite**, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor

Responsable de la última actualización de este número, Coordinación de Revistas Institucionales de la Universidad Autónoma Chapingo, Oficina 113, edificio Dr. Efraím Hernández X. km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, fecha de la última modificación, 30 junio 2021

---

### **Directorio de la UACH**

Dr. José Solís Ramírez  
Rector

Dr. Artemio Cruz León  
Director General Académico

Dr. Arturo Hernández Montes  
Director General de Investigación y Posgrado

M. I. Ma. Magdalena Sánchez Astello  
Directora General de Difusión Cultural y Servicio

Q. F. B. Hilda Flores Brito  
Directora General de Administración

Dr. Victor Manuel Mendoza Castillo  
Director General de Patronato Universitario

Dr. Eugenio E. Santacruz de León  
Coordinador de Revistas Institucionales

Dr. Roberto González Garduño  
Editor Principal

### **Traductores**

M.C. Sacnite Yeyetzi López Gonzaga  
Lic. Alejandra Cortés Ponce  
José Miguel Muñoz Pérez

### **Corrección de estilo:**

Aurora González Calderón

### **Diseño editorial**

M.D. Carlos de la Cruz Ramírez

### **Autor de la fotografía de portada:**

Dr. Roberto González Garduño

# Presentación

---

REVISTA CHAPINGO SERIE AGRICULTURA TROPICAL

VOL. 1, NÚM. 1, ENERO-JUNIO 2021

Con la publicación del primer número de la **Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical** (RCSAT) se concreta uno de los grandes anhelos que algunos académicos se plantearon mucho antes de que la Unidad Regional Universitaria Sursureste (URUSSE) se hubiera creado y lo cual fue plasmado en su Plan de Desarrollo Institucional 2020-2025, con el objetivo de difundir la información científica de la zona tropical en la cual se encuentra ubicada la URUSSE, y de esta manera, contribuir en su área de influencia. **La Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical** aborda en este primer número diversas temáticas que exponen algunos avances en el conocimiento en las áreas tropicales en su sentido amplio, por lo que se hizo una recopilación de documentos en tres diferentes áreas del conocimiento. En el área agrícola se abordaron dos temáticas de gran importancia como son: el injerto en cítricos, los cuales son frutos de gran importancia económica y una contribución esencial en la alimentación, por su alto contenido de antioxidantes, sustancias capaces de bloquear el daño de los radicales libres y prevenir enfermedades crónicas y degenerativas. También se aborda la poda del cultivo de la vid y su efecto en el rendimiento. Aunque no es un cultivo propio del trópico húmedo o subhúmedo, una parte de su cultivo se ubica en la zona del trópico de cáncer en México. En el área ganadera se incluyó el estudio de los nematodos gastrointestinales como una de las principales afecciones que poseen los ovinos en climas cálidos y húmedos. También se abordó la ganadería integrada a un ecosistema, considerando las interacciones con el medio físico, y con la diversidad biótica, por el interés que reviste actualmente el manejo sustentable y los impactos que se ocasionan en el suelo y agua, por su modificación y junto con el interés económico se evalúan las unidades ganaderas en ambientes silvopastoriles.

**Roberto González Garduño**

**Editor Principal**



## Mensaje del rector de la Universidad Autónoma Chapingo

**E**n su carácter nacional, desde su creación, la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), ha mostrado interés particular por contribuir en el Desarrollo Rural Regional de los Trópicos de México; por lo que, después de un largo e intenso trabajo cooperativo de los profesores-investigadores de la Unidad Regional Universitaria Sursureste (URUSSE) e instancias administrativas de la UACH, hacen entrega a la Comunidad Científica Nacional e Internacional, un nuevo instrumento de comunicación científica sobre los resultados obtenidos de las diversas investigaciones especializadas en el sector agropecuario, forestal, ambiental y social que suceden en el medio tropical. Me refiero a la **Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical (RCHSAT)**.

A través de la creación la **Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical (RCHSAT)**, la UACH tiene el propósito de construir un medio idóneo para que los investigadores de las diversas latitudes en las que se ubican los trópicos del mundo comuniquen los productos de su ardua labor investigativa en búsqueda de coadyuvar a resolver los problemas técnico-productivos, sociales y ambientales de las diversas actividades que se realizan en los trópicos. También, busca contribuir a la democratización del conocimiento en especial el producido en el campo científico, así como establecer comunicación con otros saberes.

De esta manera, la UACH se suma a los esfuerzos de construcción de nuevos caminos a la creatividad del conocimiento, acorde con las exigencias de la nueva época que se vive a escala mundial y nacional, la de

una ciencia abierta y construida con horizontalidad. A escala nacional los esfuerzos, en dicho sentido, se encuentran expresados en “*el acceso universal al conocimiento y sus beneficios*” que son conducidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

La creación de la séptima Revista Institucional, la **Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical (RCHSAT)** con influencia en el trópico de México y el mundo, aporta su semilla para que los esfuerzos universitarios rindan frutos en torno a las estrategias delineadas en el Programa de Trabajo de la presente Administración Central que me honro en presidir, mismas que se encuentran acopladas al Plan de Desarrollo Institucional 2009-2025 y a la Agenda de Iniciativas Estratégicas planteadas para esta administración (2019 – 2023).

La invitación al grupo de Profesores-Investigadores y a las dependencias que han impulsado la creación de esta revista, es a redoblar esfuerzos para integrar conocimiento que sirva de base a la producción agropecuaria y forestal, recordando que el campesino siempre enfrenta adversidades en la producción de los frutos de la tierra, y que su estudio y comprensión aportarán avances científicos significativos en beneficio de la sociedad en su conjunto.

**ATENTAMENTE**

**Dr. José Solís Ramírez,**

**Rector de la Universidad Autónoma Chapingo**



## Mensaje del director de la URUSSE, M. Sc. Juan Carlos Chacón Espinoza, ante el lanzamiento del primer número de la Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical

**E**l género científico-técnico de difusión de la condición actual y futura de la agricultura tropical, es una estrategia de comunicación institucional de la UACH, y tiene como propósito, disponer y acceder con argumentos e innovaciones científicas de investigadores y académicos de las zonas tropicales, asimismo, busca contribuir a una opción colectiva en donde la comunidad científica y académica del país y Latinoamérica, puedan conocer y exponer avances ante los diversos tópicos de la agricultura tropical.

Un compromiso social de la UACH, a través de la Unidad Regional Universitaria Sur Sureste (URUSSE), es el formar los recursos humanos con responsabilidad social, ambiental, con capacidad técnica, crítica y creativa, para resolver temas inherentes a la agricultura de las zonas tropicales, generando conocimiento y experiencias científicas-tecnológicas a través de sus actividades sustantivas. Cumpliendo con la demanda histórica de la comunidad científica nacional, creó el espacio de difusión en la Serie Agricultura Tropical, que hoy orgullosamente se presenta, en su primera Edición.

Una revista científica como medio de comunicación, va a valer y perdurar en la medida de la calidad de los artículos, contribución a la resolución de problemas, la confianza en sus valiosos aportes y la calidad de los múltiples resultados de investigadores y especialistas. Entendido y logrado el desafío colectivo, los usuarios, la comunidad científica, académica y la realidad agraria lo indicarán inexorablemente, seguros que estaremos honrando la tradición de excelencia y aportes en la agricultura nacional de la UACH y de la misión de la URUSSE en las zonas tropicales de México.

La **Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical** busca ser líder en un espacio de ideas argumentativas y objetivas para contribuir en predecir y atender la problemática ambiental, técnica y social de los sistemas de producción agrícolas, con opciones de beneficios científicos reales para los productores y familias que viven en las zonas tropicales, que se dedican a la noble causa de producir alimentos, bienes y servicios agrarios para un desarrollo rural digno y legítimo en términos éticos, pluralidad y con responsabilidad social, valores que comparte el prestigio académico de la UACH.

La URUSSE la crea y cubre la necesidad, como un bastión para exponer los resultados de las innovaciones científicas-tecnológicas, un desafío institucional y de vinculación en el estudio y entendimiento del vibrante, sorprendente y sutil desafío de la agricultura tropical.

Seguramente habrá ediciones de números especiales por la importancia actual de los temas o nuevos enfoques, cultivo y problemática; algunos tópicos de interés lo constituyen la agroecología, biotecnología, desarrollo de sistemas agroforestales, cadenas y soberanía alimentaria, cambio climático, administración del agua, biodiversidad y diversificación agrícola, entre otros, siempre en lo concerniente al asombroso medio tropical.

Este intercambio de experiencias y difusión de la URUSSE-UACH, esperamos sea bien acogida por los científicos, académicos del país y de otras latitudes. Enhorabuena.



# Índice

---

REVISTA CHAPINGO SERIE AGRICULTURA TROPICAL

VOL. 1, NÚM. 1, ENERO-JUNIO 2021

- 9 Socioeconomic analysis of peasant production units of the traditional silvopastoral system in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve of Morelos**  
Análisis socioeconómico de las unidades de producción campesina del sistema silvopastoril tradicional en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos  
Ranulfo Cruz Aguilar; Artemio Cruz León; Miguel Uribe Gómez;  
Benito Ramírez Valverde; Venancio Cuevas Reyes ; Pilar Fernández Rebollo
- 25 Factors affecting the immune response of hairy lambs on the first infection with gastrointestinal nematodes in a hot humid climate in Mexico**  
Factores que afectan la respuesta inmune de corderos de pelo en la primera infección con nematodos gastrointestinales en un clima cálido húmedo de México  
Maritza Zaragoza-Vera; Oswaldo Margarito Torres-Chable;  
Guadalupe Arjona-Jiménez ; Claudia Virginia Zaragoza-Vera
- 43 The interstock effect on the initial growth of the ‘Tahiti’ Persian lime (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez)**  
Efecto del injerto en el crecimiento inicial de lima Persa ‘Tahiti’ (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez)  
Martín Gaona-Ponce; Gustavo Almaguer-Vargas;  
Alejandro F. Barrientos-Priego; Amparo M. Borja-De la Rosa
- 57 Training system on yield and quality of *Vitis vinifera* L. Var. Macabeu, in Lleida, España**  
Sistema de conducción en el rendimiento y calidad de *Vitis vinifera* L. Var. Macabeu, en Lleida, España  
Elia Jiménez-García; Gustavo Almaguer-Vargas
- 71 Assessment of natural resources in beef cattle production units, case: Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca**  
Evaluación de recursos naturales en unidades de producción bovina caso: Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca  
Natalio López-Santiago; Yuri Villegas-Aparicio; José Cruz Carrillo-Rodríguez;  
Ernesto Castañeda-Hidalgo; Salvador Lozano-Trejo; Aarón Martínez Gutiérrez





EN

## Socioeconomic analysis of peasant production units of the traditional silvopastoral system in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve of Morelos

ES

## Análisis socioeconómico de las unidades de producción campesina del sistema silvopastoril tradicional en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos

Ranulfo Cruz Aguilar<sup>1</sup>; Artemio Cruz León<sup>2</sup>; Miguel Uribe Gómez<sup>3\*</sup>;  
Benito Ramírez Valverde<sup>4</sup>; Venancio Cuevas Reyes<sup>5</sup>; Pilar Fernández Rebollo<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidades para el bienestar Benito Juárez García. Ingeniería Agroforestal. Sede Educativa Escárcega, Campeche.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Centros Regionales Universitarios. km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Texcoco, Edo. de México. C. P. 56230.

<sup>3\*</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Texcoco, Edo. de México. C. P. 56230.

<sup>4</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Puebla.

<sup>5</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. Campo Experimental Valle de México, carretera Texcoco-Los Reyes, km 13.5 Coatlinchán, Texcoco, México. C. P. 56250.

<sup>6</sup>Universidad de Córdoba, Edificio Leonardo da Vinci, Campus Universitario de Rabanales. Departamento de Ingeniería Forestal ETSIAM.

\*Corresponding author:  
migueluribe123@gmail.com

Received: November 29, 2020/  
Accepted: January 17, 2021

DOI:  
10.5154/r.rchsat.2021.01.01

### Abstract

The aim was to carry out a socioeconomic analysis of peasant production units (PPU) of the Sierra de Huautla Biosphere Reserve of Morelos (REBIOSH). A PPU typology was carried out with the data provided from the Censo Nacional Agropecuario of México in the 31 communities of the REBIOSH, for this a cluster analysis was carried out and descriptive statistics were applied to characterize each of the groups found. The field phase consisted of semi-structured interviews to 18 bosses of the PPU in six REBIOSH communities. The case study was used to obtain the information. For the socioeconomic analysis, the microeconomic calculations proposed by the agrarian diagnosis methodology were carried out. Subsequently, the economic replacement thresholds were calculated, which were the Minimum Wage of the Region, the Extreme Poverty Line for Income and the Poverty Line for Income. Five groups were found, differentiated by the amount of livestock available as the main element. Group I and II did not exceed any of the thresholds, Group III only managed to reach the minimum wage, and Groups IV and V exceeded the three thresholds. It is concluded that livestock is an element that would enhance family income and in this way these thresholds would be exceeded, therefore, agroforestry systems are the starting point to overcome the poverty experienced by the REBIOSH communities.

**Keywords:** Agroforestry, extensive cattle, social reproduction, survival thresholds, peasant economy.



**Please cite this article as follows (APA 6):** Cruz Aguilar, R., Cruz León, A., Uribe Gómez, M., Ramírez Valverde, B., Cuevas Reyes, V., & Fernández Rebollo, P. (2021). Socioeconomic analysis of peasant production units of the traditional silvopastoral system in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve of Morelos. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 1(1), 9–23. doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsat.2021.01.01>

## Resumen

El objetivo fue realizar un análisis socioeconómico de las unidades de producción campesina (UPC) de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos (REBIOSH). Se realizó una tipología de UPC con los datos proporcionados del Censo Nacional Agropecuario en las 31 comunidades de la REBIOSH, para ello, se realizó un análisis de clúster y se aplicó estadística descriptiva para caracterizar cada uno de los grupos encontrados. La fase de campo consistió en entrevistas semiestructuradas aplicadas a 18 jefes de las UPC en seis comunidades de la REBIOSH. Se utilizó el estudio de caso para la obtención de información. Para el análisis socioeconómico se realizaron los cálculos microeconómicos propuestos por la metodología del diagnóstico agrario. Posteriormente se calcularon los umbrales de reposición económica que fueron, el salario mínimo de la región, línea de pobreza extrema por ingresos y línea de pobreza por ingresos. Se encontraron cinco grupos, diferenciados por la cantidad de ganado disponible como elemento principal. Los grupos I y II no rebasaron ninguno de los umbrales, el Grupo III solamente logró alcanzar el salario mínimo, y los grupos IV y V superaron estos tres umbrales. Se concluye que la ganadería es un elemento que potencia el ingreso familiar y de esa manera se superan los umbrales de pobreza, por tanto, los sistemas agroforestales son un elemento para lograr superar la pobreza en que viven las comunidades de la REBIOSH.

**Palabras clave:** Agroforestería, ganadería extensiva, reproducción social, umbrales de sobrevivencia, economía campesina.

## Introduction

The kind of agriculture or production methods developed by the peasant production units (PPU) at different scales in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve of Morelos (REBIOSH), is through the management of agroforestry systems developed by local stakeholders.

Agroforestry is understood as a system which includes trees growing near the annual crops together with animal production, all these factors modify the microclimate, keep and improve soil fertility and soil microbiology (Nair, 1985, ICRAF, 1993, Krishnamutry, 1998). In the case of the REBIOSH, a silvopastoral system is interpreted as that which has its basis on the extensive use of the natural resources which are available in the system (soil, water and vegetation) and it is composed by three productive subsystems a) Agricultural subsystem, b) Livestock subsystem and c) Forest subsystem (Uribe, 2012).

Recently, the concept of agroforestry has been expanded to ethnoagroforestry (Moreno et al., 2014). The subject matter is the traditional agroforestry systems (TAFS) which are systems, developed and managed by farmers or members of the PPU. According to Moreno, C. A. I., Toledo, V. M. and Casas, A. (2013), 20 different names of agroforestry systems have been identified in the country, the vast majority of these, has been the name recorded by researches in cooperation with producers. The other part are names which have been assigned only for the researchers of the TAFS. Thus,

## Introducción

El tipo de agricultura o formas de producción que desarrollan las Unidades de Producción Campesinas (UPC) a diferentes escalas en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos (REBIOSH) es a través del manejo de sistemas agroforestales desarrollados por sus actores locales.

La agroforestería es entendida como un sistema que incluye árboles que crecen cerca de los cultivos anuales junto con la producción animal, todo ello modifica el microclima, mantienen y mejoran la fertilidad del suelo y la microbiología edáfica (Nair, 1985, ICRAF, 1993, Krishnamurty, 1998). Para el caso de la REBIOSH, un sistema silvopastoral se interpreta como aquel que tiene su base en la utilización extensiva de los recursos naturales disponibles en el sistema (suelo, agua y vegetación) y está integrado por tres subsistemas productivos a) el subsistema agrícola: b) el subsistema pecuario y c) el subsistema forestal. (Uribe, 2012)

Recientemente el concepto de agroforestería se ha ampliado a etnoagroforestería (Moreno et al., 2014). El objeto de estudio son los sistemas agroforestales tradicionales (SAFT) los cuales son sistemas creados y manejados por los campesinos o los integrantes de las UPC. Según Moreno, C. A. I., Toledo, V. M. y Casas, A. (2013), se han identificado al menos 20 diferentes nombres de sistemas agroforestales en el país, la gran mayoría ha sido el nombre registrado por los investigadores junto con los productores y otros son

the TAFS in the REBIOSH could be also seen as a system in which peasants gain the sufficient satisfiers for they to survive.

In the State of Morelos, the average of the surface per PPU is 3.9 ha because it has a total surface of 250 630 ha and 63 979 PPU (INEGI, 2007). In 1991 there was an average surface of 24 ha per PPU (INEGI, 1991), thus, the average surface decreases compared with the agricultural census made in 2007. The vast majority of the land regime is of tenancy in common type because more three quarters of the total surface of the PPU are under this regime, 14.6% is private, and the 5.0% is communal. With regard to the sowed agricultural area, the total area is 150 218.7 ha of which 78.3% has been reported as sowed. Furthermore, there are 23.3 million of head of cattle.

However, the PPU of the REBIOSH are in poverty. Uribe et al. (2015), indicated that the PPU in three communities of the REBIOSH, 40% of the familiar PPU does not reach the survival threshold and show inability of capitalization in the medium and long term. Even if they get involved in the Environmental Management Unit (EMU) by selling white-tailed deer headbands, the monetary income is extremely low. According to Cruz, A. R., Cruz León A., Cuevas R. V. v. B (2018), they found that the marginalization index obtained during the period from 2000 to 2010, did not decrease, even with the resources executed by the programs about the EMUs of the studied community in 2012.

The monetary measures to determine the poverty are named poverty lines, these are based solely on the household income or expenditure (Cortes & Hernández, 2002). The Mexican Government carries out this through the Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL). According to the article 36 of the current General Law of Social Development poverty is measured through the current income per capita, average educational backwardness in household, access to health services and social Security, housing quality and spaces, access to healthy and quality food, degree of social cohesion and accessibility to paved roads (CONEVAL, 2012). In the case of the current income per capita, it is determined through the income poverty line (food basket plus non-food basket) and the extreme poverty line per income (food basket) (CONEVAL, 2012).

This gives rise to the problem of how to analyze the total of PPU of the REBIOSH from the stratification of these, in addition to knowing what are their operating logics, in which they persist. To solve this problem, the types of family farming in Latin America are built from the methodology proposed by Shejtman (CEPAL, 1982)

los nombres que han sido asignados solo por los investigadores del SAFT. Por tanto, el SAFT en la REBIOSH puede considerarse también como un sistema en el cual los campesinos obtienen los satisfactores suficientes para su sobrevivencia.

En el estado de Morelos, el promedio de la superficie por UPC es de 3.9 ha, ya que cuenta con 250 630 ha de superficie total y 63 979 UPC (INEGI, 2007). En el año 1991 se contaba con una superficie promedio de 24 ha por UPC (INEGI, 1991), por tanto, hubo una disminución de la superficie promedio comparado con el censo agropecuario realizado en el año 2007. El régimen de la tierra en su gran mayoría es de tipo ejidal, ya que más de tres cuartas partes de la superficie total de las UPC se encuentran bajo este régimen, 14.6 % es privada y 5.0 % comunal. Con respecto a la superficie agrícola sembrada se tiene un total de 150 218.7 ha de las cuales se tienen reportadas como sembradas el 78.3 %. Además, se tiene una existencia de 23.3 millones de cabezas de ganado bovino.

Sin embargo, las UPC de la REBIOSH se encuentran en la pobreza. Según Uribe et al. (2015), encontraron que las UPC en tres comunidades de la REBIOSH, el 40 % de las UPC familiar no alcanzan a superar el umbral de sobrevivencia y muestran imposibilidad de capitalización a mediano y largo plazo. Aun involucrándose en el programa de Unidades de Manejo Ambiental (UMA) con la venta de cintillos de venado cola blanca, los ingresos monetarios son muy bajos. Según Cruz, A. R., Cruz, León A., Cuevas, R. V., y Ramírez, V. B. (2018), encontraron que el índice de marginación obtenido durante el periodo 2000 a 2010 no disminuyó, aún con los recursos ejercidos de los programas sobre las UMAs de la comunidad de estudio en el año 2012.

Las medidas monetarias para determinar la pobreza se denominan líneas de pobreza, estas se basan únicamente en el ingreso o el gasto de los hogares (Cortes & Hernández, 2002). El gobierno de México lo realiza a través del Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL). Según el artículo 36 de la Ley General de Desarrollo Social vigente, la pobreza es medida a través del ingreso corriente per cápita, rezago educativo promedio en el hogar, acceso a los servicios de salud y seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a la alimentación nutritiva y de calidad, grado de cohesión social y grado de accesibilidad a carretera pavimentada (CONEVAL, 2012). En el caso del ingreso corriente per cápita se determina a través de la línea de pobreza por ingresos (canasta alimentaria más la no alimentaria) y línea de pobreza extrema por ingresos (canasta alimentaria) (CONEVAL, 2012).

and Echenique (2006), based on economic variables such as: independent agricultural area and occupancy strategy, these are classified into three strata: subsistence, transitional and consolidated. Other authors such as Apollin and Eberhart (1999), propose that the typology is based on the surface, available workforce and technological level. According to Dufumier (1996), the concept "Production System" is a fundamental element to understand the operating method of the resource at farm level.

Based on the definition of the strata or groups, through the methodology developed by the comparative agriculture theory (Cochet, 2011), a series of formulas were developed, which are used to compare the monetary incomes of these PPU's through indicators such as land productivity (family income/total area) or workforce productivity (family income/wages). These indicators are different from that proposed by the neo-liberal economy, because the intention is to know the survival or operating logics of the PPU's.

In the existing case studies on microeconomic analysis in TAFS, we found the Uribe's cases (2012), in them, three economic indicators were determined in three communities of the REBIOSH, and they found that livestock was the main differentiating factor. On the other hand, Cruz, A. R., Uribe, G. M., Leos, R. J.A., and Rendón, M. R. (2014), in the coffee-banana-citrus agroforestry system in Tlapacoyan, Veracruz, found that the differentiation of the PPU's was due to the capital level for the collection of the agricultural products, in other words, those who sell on the farm are those with the lowest family income.

This document aimed to carry out a socio-economic evaluation of the PPU's of REBIOSH based on the indicators proposed by the Comparative Agriculture to be analyzed with poverty indicators. This paper was meant to know the poverty status in the PPU's, for it to serve as a starting point to look for rural development alternatives for the members of the PPU's by increasing the potential of the TAFS of REBIOSH.

## Methodological approach

### Location

The REBIOSH locates in the southern part of the State of Morelos, Mexico, and borders the states of Guerrero and Puebla. The REBIOSH is constituted by 31 communities (CONANP, 2006). The weather is the driest of the warm sub-humid, with rains during the summer and a winter precipitation less than 5 % ( $Aw0(w)$ ). The

A partir de ello, surge la problemática de cómo analizar el total de las UPC de la REBIOSH a partir de la estratificación de estas, además de conocer, cuáles son sus lógicas de funcionamiento, en la cual persisten. Para resolver esta problemática, las tipologías de agricultura familiar en América Latina se construyen a partir de la metodología propuesta por Shejtman (CEPAL, 1982) y Echenique (2006), basadas en variables económicas como: superficie agrícola propia y estrategia de ocupación, con las que se tipifican en tres estratos: subsistencia, en transición y consolidados. Otros autores como Apollin y Eberhart (1999), proponen que la tipología sea con base en la superficie, mano de obra disponible y nivel tecnológico. Según Dufumier (1996), un elemento fundamental para comprender el modo de explotación del medio a nivel de finca es el concepto de "Sistema de producción".

A partir de la definición de los estratos o grupos, a través de la metodología desarrollada por la teoría de la agricultura comparada (Cochet, 2011), se desarrollaron una serie de fórmulas con las cuales se pueden comparar los ingresos monetarios de estas UPC a través de indicadores como productividad de la tierra (Ingreso familiar/Superficie total) o productividad de la mano de obra (Ingreso Familiar/Jornales). Estos indicadores son diferentes a lo propuesto por la economía neoliberal, ya que la intención es conocer las lógicas de sobrevivencia o funcionamiento de las UPC.

En los estudios de caso que existen acerca del análisis microeconómico en los SAFT, se tienen los casos de Uribe (2012), en los que se determinaron los indicadores económicos en tres comunidades de la REBIOSH, y obtuvieron que la ganadería fue el principal factor de diferenciación. Por otra parte, Cruz, A. R., Uribe, G. M., Leos, R. J.A., y Rendón, M. R. (2014), en el SAFT café-plátano-cítricos en Tlapacoyan, Veracruz, encontraron que la diferenciación de las UPC fue por el nivel capital para la extracción de los productos agrícolas, es decir, los que venden a pie de finca son los que tienen menor ingreso familiar.

Este documento tuvo por objetivo realizar una evaluación socioeconómica de las UPC de la REBIOSH con base en los indicadores propuestos por la agricultura comparada para su análisis con los indicadores de pobreza. Este trabajo tuvo la finalidad de conocer el estatus de la pobreza de las UPC y que sirva como un punto de partida para buscar opciones de desarrollo rural a los integrantes de la UPC, a través de la potencialización de los SAFT de la REBIOSH.

average annual precipitation ranges from 800 to 1000 mm, and the average annual temperature is from 22 to 26 °C (Dorado, 2000). The dominant vegetation is the tropical deciduous forest with secondary vegetation, and some areas shows little disturbance. (INEGI, 2001).

### Development of the typology of the peasant production units

The information sources were the results of the Mexican Agricultural Census of 2007 (INEGI, 2007a) provided by the INEGI's microdata laboratory, the population studied was of 3 131 PPC. For the selection of variables, a Pearson's correlation analysis was made (Jhonson, 2000) using the program SPSS version 4.0 to find the variables that show a correlation greater than 0.5. Subsequently, the variables were classified based on the components of land, capital and work components (CEPAL, 1982, Echenique, 2006, Apollin & Eberhart, 1999, Dufumier, 1996), of which 15 quantitative variables were defined:

**1. Land component:** Total area of the PPU's lands (ha); Ejido area (ha); Irrigated lands (ha); surface with non-cultivated grasses or summer mountain pastures (ha).

**2. Capital component:** Surface enabled with chemical fertilizers; surface enabled with improved seed (ha); surface enabled with chemical herbicides (ha); surface enabled with chemical insecticides (ha); sowed area with spring-summer maize (ha); sowed area with the spring-summer sorghum (ha); total amount of beef cattle; amount of crossbred cattle; amount of quality cattle.

**3. Work component:** Total of participants, (producer's relatives), in agricultural or forestry activities; amount of people from 18 to 60 years old.

For the development of the PPU groups, the basis was the empirical evidence of the background mentioned above. Subsequently, the differentiators were determined: amount of livestock, cultivated area and ejido area. The characteristics of the distinct groups were made in accordance with that established by Dufumier (1996):

- 0 heads of cattle, with ejido area and uncultivated land.
- 0 heads of cattle, with ejido area and cultivated land.
- 1 to 10 heads of cattle, with ejido area and cultivated land.
- 11 to 30 heads of cattle, with ejido area and cultivated land.

## Enfoque metodológico

### Localización

La REBIOSH se localiza en la parte sur del estado de Morelos, México, y colinda con los estados de Guerrero y Puebla. La REBIOSH está constituida por 31 comunidades (CONANP, 2006). El clima es el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano y una precipitación invernal menor a 5 % (Aw0 (w)). La precipitación media anual oscila entre los 800 y 1000 mm y la temperatura media anual es de 22 a 26 °C (Dorado, 2000). La vegetación dominante es selva baja caducifolia con vegetación secundaria y algunas áreas presentan poca perturbación (INEGI, 2001).

### Elaboración de la tipología de las unidades de producción campesina

La fuente de información fueron los resultados del Censo Nacional Agropecuario 2007 (INEGI, 2007a) proporcionado por el Laboratorio de Microdatos del INEGI, la población que se trabajó fue de 3 131 UPC. Para la selección de variables. Se realizó un análisis de correlación de Pearson (Jhonson, 2000) en el programa SPSS versión 4.0, para encontrar las variables que presenten una correlación mayor a 0.5. Posteriormente se procedió a clasificar las variables con base en los componentes de tierra, capital y trabajo (CEPAL, 1982, Echenique, 2006, Apollin & Eberhart, 1999, Dufumier, 1996), de las cuales se definieron 15 variables cuantitativas:

**1. Componente Tierra:** Superficie total de los terrenos de la UPC (ha); Superficie Ejidal (ha); Superficie de riego (ha); Superficie con pastos no cultivados, agostadero o enmontada (ha).

**2. Componente Capital:** Superficie habilitada con fertilizantes químicos (ha); superficie habilitada con semilla mejorada (ha); superficie habilitada con herbicidas químicos (ha); superficie habilitada con insecticidas químicos (ha); superficie sembrada con el cultivo maíz primavera-verano (ha); superficie sembrada con el cultivo sorgo primavera-verano (ha); cantidad total de ganado bovino; cantidad de ganado de cruce; cantidad de ganado fino.

**3. Componente Trabajo:** Total de participantes familiares del productor en las labores agropecuarias o forestales; cantidad de personas de 18 a 60 años.

Para la elaboración de los grupos de UPC, se tomó como base la evidencia empírica de los antecedentes mencionados anteriormente. Posteriormente se determinaron los factores de diferenciación para la



- 31 up to 400 heads of cattle, with ejido area and cultivated land.

In the characterization of each PPU model, descriptive statistics were used with the support of the SPSS program version 4.0. mean, sum, minimum, maximum, range, variance, percentage of the total sum and percentage of the total population applied for each PPU were calculated.

### Field data collection and microeconomic analysis of the peasant production units

This study applied methodological tools such as direct observation through field checks, participatory observation with producers and semi-structured interviews. The technique used to collect the information was the open interview, in which, the surveyed person had the liberty of answering the proposed questions, favoring the fluent discourse (Guzmán & Alonso, 2007). The interviews were carried out during the field checks, or on the plot of each informer according to that proposed by Mesa (1996).

The field phase was carried out in six communities from REBIOSH. These were the following: Amacuzac, Casahuatlán, Rancho Nuevo, Pueblo Viejo, Xicatlacotla and La Tigra (Figure 1). In this study, a statistical sampling method was not determined. Thus, it was through case studies (Díaz, D. S. S.A., Mendoza, M. V. M., & Porras, M. C. M., 2011), the semi-structured interview was made to the bosses of the PPUs. The elements included in the interview were about agricultural and livestock activities, which were the input for the microeconomic analysis through the technical itineraries of production subsystems. Three interviews per community were carried out, a total of 18 interviews. The aim of these semi-structured interviews was to know the production methods of the PPUs.

A microeconomic analysis was carried out for the economic evaluation of each PPU, where the indicators proposed by Apollin and Eberhart (1999) and Dufumier (1996) were calculated, these were as follows: gross product (GP), intermediate costs (IC), depreciation (D), gross value added (GVA), net value added (NVA), family income (FI) and man-work unit (MWU).

The MWU was used to calculate the workforce available in the PPU. For the calculation of the MWU, the family members were taken into account, classifying them by age, subsequently, each member was multiplied by a factor: children under <12 years old: 0.1; Youths (12 to 16 years old): 0.8; Adults between 16 and 60 years old:

construcción: cantidad de ganado, superficie cultivada y superficie ejidal. Las características de los grupos diferenciados se realizaron con base en lo establecido por Dufumier (1996):

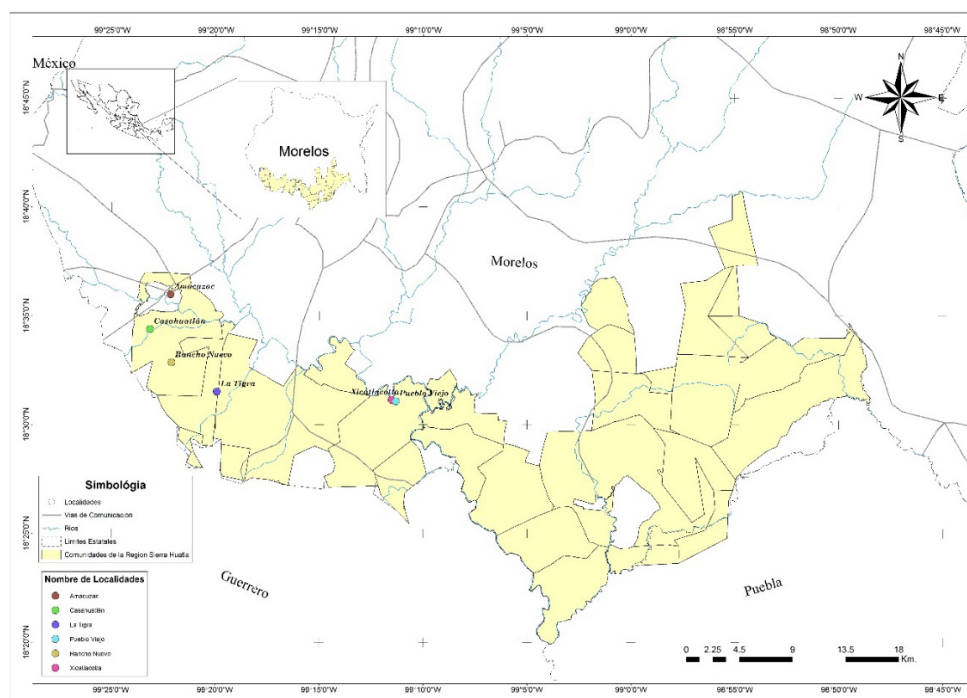
- 0 cabezas de ganado, con superficie ejidal y tierra sin cultivar.
- 0 cabezas de ganado, con superficie ejidal y con superficie cultivada.
- 1 a 10 cabezas de ganado, con superficie ejidal y con superficie cultivada.
- 11 a 30 cabezas de ganado, con superficie ejidal y con superficie cultivada.
- 31 hasta 400 cabezas de ganado, con superficie ejidal y con superficie cultivada.

En la caracterización de cada UPC Modelo, se utilizó estadística descriptiva con el apoyo del programa SPSS versión 4.0. Se calculó la media, suma, mínimo, máximo, rango, varianza, porcentaje de la suma total, porcentaje de la población total que se le aplicó para cada una de las UPC.

### Toma de datos en campo y análisis microeconómico de las unidades de producción campesina

Este trabajo utilizó herramientas metodológicas como observación directa a través de recorridos de campo, observación participativa con productores y entrevistas semiestructuradas. La técnica para la obtención de la información fue la entrevista abierta, en las que el sujeto encuestado tuvo libertad para responder a las preguntas propuestas, privilegiando el discurso fluido (Guzmán & Alonso, 2007). Las entrevistas se realizaron durante los recorridos de campo o en la parcela de cada informante de acuerdo con lo propuesto por Mesa (1996).

La fase de campo se realizó en seis comunidades pertenecientes a la REBIOSH. Estas fueron Amacuzac, Casahuatlán, Rancho Nuevo, Pueblo Viejo, Xicatlacotla y La Tigra (Figura 1). En este estudio no se determinó un método de muestreo estadístico. Por tanto, fue mediante estudios de caso (Díaz, D. S. S.A., Mendoza, M. V. M., & Porras, M. C. M., 2011), la entrevista semiestructurada se realizó a los jefes de la UPC. Los elementos que se incluyeron en la entrevista fueron acerca de actividades agrícolas y pecuarias, las cuales fueron el insumo para el análisis microeconómico a través de los itinerarios técnicos de los subsistemas de producción. Se realizaron tres entrevistas por comunidad, 18 entrevistas en total. La finalidad de estas entrevistas semiestructuradas fue conocer las lógicas de producción de las UPC.



**Figure 1. Location of the studied communities of the sierra de Huautla Biosphere Reserve Morelos.**

Source: Compiled by authors based from CONANP, 2006.

**Figura 1. Localización de las comunidades de estudio de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.**

Fuente: Elaboración propia con datos de CONANP, 2006.

1; Elderly adults over > 60: 0.2 (Dufumier, 1996) and, finally, the sum to defined it.

Lastly, an analysis of peasant rationalities for the TAFS proposed by Mazoyer and Roudart (1997) and Cochet (2011) was performed to compare the models in the case study, through the calculation of workforce productivity (WP) and land productivity (LP) according to the economic replacement thresholds (R) which coincide with the extreme poverty line per income (food basket) (EPL) which is equate to \$ 63 884.04 per family per year and the income poverty line (food basket plus non-food basket) (IPL) with an amount of \$ 116 254.67 for a family of five members in one year (CONEVAL, 2012). It was also compared with the minimum wage in the region, which, according to the interviews made in the field phase, was of \$150.00 per day, that annually would be \$33 000.00 for business days.

## Results and discussion

### Typology of peasant production units

Of the 3 131 PPU found in the communities of the REBIOSH, 716 correspond to Group I, this represents the 23.2 % of the total. There are 1 107 (35.8 %) in the

Para la evaluación económica a cada UPC se realizó un análisis microeconómico donde se calcularon indicadores propuestos por Apollin y Eberhart (1999) y Dufumier (1996) que fueron: producto bruto (PB), costos intermedios (CI), depreciación (D), valor agregado bruto (VAB), valor agregado neto (VAN), ingreso familiar (IF) y unidad de trabajo hombre (UTH).

Para calcular la mano de obra disponible en la UPC modelo, se utilizó la UTH. Para calcular la UTH se tomó en cuenta a los miembros de la familia clasificándolos con base en la edad, posteriormente a cada miembro se multiplicó por un factor: niños menores de <12 años: 0.1; Jóvenes (12 a 16 años): 0.8; Adultos entre 16 y 60 años: 1; Adultos mayores de > 60 años: 0.2 (Dufumier, 1996) y finalmente la sumatoria para definirla.

Finalmente, para comparar los modelos en los estudios de caso, se realizó un análisis de racionalidades campesinas para el SAFTP propuestas por Mazoyer y Roudart (1997) y Cochet (2011) a través del cálculo de la productividad de la mano de obra (PMO) y productividad de la tierra (PT) con base en los umbrales de reposición económica (R) que corresponde la línea de pobreza extrema por ingresos (Canasta alimentaria) (LPE) que equivale a un monto de \$ 63 884.04 por familia al año y línea de pobreza por ingresos (Canasta alimentaria



Group II; in group III, 673 (21.8 %); group IV recorded 436 (14.1 %) and group V had 159 (5.1 %) of the PPU total (Table 1). In terms of the total area (TA), it exceeded the current average of the average area of the state of Morelos, which is 3.6 ha (INEGI, 2007a), however, there is a pulverization process compared with the 24 ha in 1991 (INEGI, 1991).

According to that proposed by the authors Shejtman (CEPAL, 1982), Echenique (2006) and Apollin and Eberhart (1999) the land, capital and work elements distinguish each PPU. It is observed that among the five groups, there is a TA in each of them. The livestock in the variables: amount of beef cattle, amount of crossbred cattle, and amount of quality cattle shows a difference among groups III, IV and V, in the case of Group II it is because the technology used for agricultural activities such as SHM, SHQ, SIQ, SCM and SCS, which improves its efficiency.

más no alimentaria) (LPI) con el monto de \$ 116 254.67 para una familia de cinco personas por un año (CONVAL, 2012). También se comparó con el salario mínimo en la región, que según las entrevistas realizadas en la fase de campo fue de \$ 150.00 diarios, que anualmente serían \$ 33 000.00 por 220 días laborales.

## Resultados y discusión

### Tipología de unidades de producción campesina

De las 3 131 UPC que se encontraron en las comunidades de la REBIOSH, 716 corresponden al Grupo I, que representa 23.2 % del total. En el Grupo II hay 1 107 (35.8 %); en el III, 673 (21.8 %); el IV registró 436 (14.1 %) y el V tuvo 159 (5.1 %) del total de UPC (Cuadro 1). Con respecto a la superficie total (ST) esta superó al promedio actual de la superficie promedio del estado de

**Table 1. Typology of peasant production units of the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Morelos.**

**Cuadro 1. Tipología de las unidades de producción campesina de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.**

Variable	Group / Grupo				
	I	II	III	IV	V
N	716	1107	673	476	159
Total area (ha) / Superficie total (ha)	5.89	5.81	9.66	16.22	22.14
Ejido area (ha) /	5.74	5.77	9.61	16.17	22.04
Irrigated area (ha) /	1.32	4.22	5.21	8.94	14.15
SM (ha)	3.96	0.93	3.84	6.72	6.9
<b>Area treated with (ha) / Superficies habilitadas (ha)</b>					
chemical fertilizer / Con fertilizante químico	0.58	2.45	2.58	4.58	8.14
improved seeds / Con semilla mejorada	0.09	1.43	1.67	3.09	7.31
chemical herbicides / Con herbicidas químicos	0.22	2.2	2.25	4.43	8.6
chemical insecticides / Con insecticidas químicos	0.19	1.43	1.62	2.73	5.66
<b>Area sown / Superficie sembrada del cultivo</b>					
Spring-summer maize / Maíz primavera/verano	0	2.45	2.4	3.46	5.53
Spring-summer sorghum / Sorgo primavera/verano	0	0.55	0.7	1.47	2.36
Amount of beef cattle / Cantidad de ganado bovino	0	0	6	20	59
Amount of crossbred cattle / Cantidad de ganado cruza	0	0	5	17	41
Amount of quality cattle / Cantidad de ganado fino	0	0	1	3	18
Total number of participants. TF / Total de participantes. TF	1	1	1	1	1
Adult. FA / Adulto. FA	1	1	1	1	1

Source: Compiled by authors based from INEGI (2007). ha: hectare; SM: area with uncultivated pastures or summer mountain pastures (ha); TF: total number of participants who are producer's relatives and are involved in agricultural and forestry activities; FA: amount of people (relatives) from 18 to 60 years old.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2007). ha: hectárea; SM: Superficie tiene con pastos no cultivados, agostadero, o está enmontada (ha); TF: Total de participantes familiares del productor en las labores agropecuarias o forestales; FA: Cantidad de personas de 18 a 60 años familiares.

### **Group I Peasant units without crops and livestock with sale of workforce**

These PPU have on average a total area of 5.89 ha, a ejido area of 5.74 ha, irrigated area of 1.32 ha, and area with uncultivated grasses or summer mountain pastures of 3.96 ha. These PPU do not cultivate their land but manage the area with pastures or summer mountain pastures. They present an average of 0.58 ha with enabled area with chemical fertilizers, 0.09 ha with enabled area with improved seeds (grasses, probably) 0.22 ha with treated area with chemical herbicides and 0.9 ha with treated area with chemical insecticides. They do not have beef cattle. They have an average of 0.26 relatives working in agricultural and forestry activities, and 0.20 relatives on average from 18 to 60 years old, who are involved in the PPU.

### **Group II. Peasant units with self-sufficiency crops and sell of laborforce**

These PPU have on average a total area of 5.81 ha, an ejido area of 5.77 ha, irrigated area of 4.22 ha and an area of 0.93 ha with uncultivated pastures or summer mountain pastures. The main crop is maize, with an average area of 2.45 ha, followed by sorghum with 0.55 ha. The area treated with fertilizers on average is 2.45 ha, with improved seeds 1.43 ha, with chemical herbicides 2.20 ha and with chemical insecticides 1.43 ha. These PPU do not have livestock activity. They have an average of 0.83 relatives working in agricultural and forestry activities and 0.56 relatives from 18 to 60 years old.

### **Group III. Peasant units with small-scale livestock and subsistence agriculture**

On average, the land of this group measures 9.66 ha. The ejido area is 9.61 ha, the irrigated area is 5.21 ha, and the area with uncultivated grassland or summer mountain pastures covers 3.84 ha. These PPU have small herds of beef cattle of 5.45 heads, composed by crosses of ordinary and quality cattle. The range of heads of this group goes from one until 10.

The main crop is maize, with an average of 2.40 ha sown, followed by sorghum with 0.70 ha. The enabled area with chemical fertilizers is 2.58 ha, with improved seeds is 1.67 ha, with chemical herbicides 2.25 ha, and with chemical insecticides 1.62 ha. The average of relatives working in agricultural and forestry work is 1.04 and of relatives from 18 to 60 years old is 0.67.

### **Group IV. Under-capitalized peasant units with extensive farming**

These PPU, on average, have a total area of 16.22 ha, an ejido area of 16.17 ha, irrigated land of 8.94 ha, and

Morelos que es de 3.6 ha (INEGI, 2007a), sin embargo, sí existe un proceso de pulverización en comparación a las 24 ha que eran en el año de 1991 (INEGI, 1991).

Con base en lo propuesto por los autores Shejtman (CEPAL, 1982), Echenique (2006) y Apollin y Eberhart (1999) los elementos de tierra, capital y trabajo diferencian a cada una de las UPC. Se observa que entre los cinco grupos existe diferencia en la ST en cada una de ellas; el ganado en las variables CG, CGC y CGF también se observa diferencia entre los grupos III, IV y V, en el caso del Grupo II es por la tecnología que utiliza para las actividades agrícolas como son SHM, SHQ, SIQ, SCM y SCS, lo que potencializa su rendimiento.

### **Grupo I. Unidades campesinas sin cultivo y ganadería con venta de fuerza de trabajo**

Estas UPC tienen en promedio 5.89 ha de superficie total, una superficie ejidal de 5.74 ha, superficie de riego 1.32 ha y, superficie con pastos no cultivados, agostadero, o enmontado de 3.96 ha. Estas UPC no cultivan sus terrenos, pero realizan un manejo en la superficie de los terrenos con pasto o agostadero. Presentan en promedio 0.58 ha con superficie habilitada con fertilizantes químicos, 0.09 ha con superficie habilitada con semillas mejoradas (probablemente pastos), 0.22 ha con superficie habilitada con herbicidas químicos y 0.19 ha con superficie habilitada con insecticidas químicos. No cuentan con ganado bovino. Cuentan en promedio con 0.26 familiares que trabajan en las labores agropecuarias y forestales. Y 0.20 en promedio de 18 a 60 años de familiares que participan en las UPC.

### **Grupo II. Unidades campesinas con cultivos de autosuficiencia y venta de fuerza de trabajo**

Estas UPC tienen en promedio 5.81 ha de superficie total, 5.77 ha de superficie ejidal, 4.22 ha de riego y 0.93 ha de superficie con pastos no cultivados, es agostadero o está enmontada. El principal cultivo es maíz, con una superficie promedio de 2.45 ha, después el sorgo con 0.55 ha. La superficie habilitada con fertilizantes en promedio es de 2.45 ha, con semilla mejorada 1.43 ha, con herbicidas químicos 2.20 ha y con insecticidas químicos 1.43 ha. No existe actividad ganadera en estas UPC. Tienen a su disposición en promedio 0.83 personas familiares que participan en las labores agropecuarias y forestales y 0.56 personas de 18 a 60 años familiares.

### **Grupo III. Unidades campesinas con pequeña ganadería y agricultura de subsistencia**

En promedio, los terrenos de este grupo tienen 9.66 ha. En la variable superficie ejidal presenta 9.61 ha, en

pastures or summer mountain pastures of 6.72 ha. They have an average of cultivated maize of 3.46 ha and 1.47 of sorghum. In terms of the technology used for the crops, they have 4.58 ha treated with chemical fertilizers, 3.09 ha treated with improved seeds, 4.43 ha with chemical herbicides and 2.73 ha treated with chemical insecticides. These PPU have an average of 19.68 heads of cattle, of which 3.23 are Creole cattle breeds, 13.68 crossbred and 2.86 quality cattle. They also have an average of 1.06 relatives who are involved in agricultural and forestry work and 0.79 from 18 to 60 years old.

### **Group V. Capitalized units with technified agriculture and extensive farming**

With regard to the land component, the average of the total area is 22.14 ha, the ejido area is 22.04 ha, and the area with uncultivated pastures or summer mountain pastures is 6.91 ha. They have an average of 58.49 heads of cattle: 6.73 Creole cattle breeds, 34.03 crossbreeding and 17.73 quality cattle. They have an average of cultivated maize of 5.53 ha and 2.36 ha of sorghum. The enabled area with chemicals fertilizers is 8.14 ha, with improved seeds 7.31 ha, with chemical herbicides 8.60 ha and with chemical insecticides 5.66 ha. These PPU have 1.27 participants (relatives) involved in the agricultural work and 0.89 from 18 to 60 years old.

### **Microeconomic analysis of peasant production units**

According to Cortes and Hernández (2002) these agricultural activities reflect the social reproduction of the PPU. The microeconomic indicators explain that the PPU are related to the workforce that the members perform on them. (Table 2). It can be seen that group I only lives on remittances sent by the family, probably, the bosses of the PPU have temporarily abandoned this activity since they depend on different activities for their social reproduction. The FI of group II is even lower than that of group I, because agricultural work is predominant, due to the fact that agricultural activity generates higher costs than GP, therefore, the main agricultural product (maize) is used for self-consumption, that is why, it also depends on extra agricultural activities for its social reproduction. With regard to the small herds of cattle established in group III, the family income is similar to the minimum wage for one year. Groups IV and V raise their incomes considerably due to the increase of the number of cattle per PPU, the depreciation in these groups is greater with regard to groups I, II and III. It was observed that they have a higher capital, this increases their profits.

la superficie de riego 5.21 ha y la superficie con pastos no cultivados, en agostadero o en enmontado abarca 3.84 ha. Estas UPC cuentan con hatos pequeños de ganado bovino, de 5.45 cabezas, compuesto por cruza de ganado corriente con fino. El rango de cabezas que tiene este grupo va de una, hasta 10.

El principal cultivo es maíz del cual se siembran en promedio 2.40 ha, seguido del sorgo con 0.70 ha. La superficie habilitada con fertilizantes químicos es de 2.58 ha, con semillas mejoradas 1.67 ha, con herbicidas químicos 2.25 ha y con insecticidas químicos 1.62 ha. El promedio de los participantes familiares en las labores agropecuarias y forestales es de 1.04 y familiares de 18 a 60 años 0.67.

### **Grupo IV. Unidades campesinas subcapitalizadas con ganadería extensiva**

Estas UPC en promedio tienen una superficie total de 16.22 ha, una superficie ejidal de 16.17 ha, de riego de 8.94 ha, de pastizales o agostadero 6.72 ha. En promedio tienen una superficie cultivada de maíz de 3.46 ha y 1.47 ha de sorgo. Con respecto a la tecnología empleada para cultivos, tienen 4.58 ha con superficie habilitada con fertilizantes químicos, 3.09 ha con semillas mejoradas, 4.43 ha con herbicidas químicos y 2.73 ha con insecticidas químicos. Estas UPC tienen en promedio 19.68 cabezas de ganado, de las cuales 3.23 son de raza corriente, 13.68 de cruce y 2.86 de raza fina. También tienen en promedio 1.06 personas familiares que participan en las actividades agropecuarias y forestales y 0.79 de 18 a 60 años.

### **Grupo V. Unidades capitalizadas con agricultura tecnificada y ganadería extensiva**

Con respecto al componente tierra, en promedio la superficie total es de 22.14 ha, la superficie ejidal de 22.04 ha, la superficie con pastos no cultivados o agostadero de 6.91 ha. Poseen en promedio 58.49 cabezas de ganado bovino: de la raza corriente 6.73, de cruce de razas 34.03 y de ganado fino 17.73. La superficie cultivada de maíz en promedio es de 5.53 ha y de 2.36 ha la de sorgo. La superficie habilitada con fertilizantes químicos es 8.14 ha, con semillas mejoradas 7.31 ha, con herbicidas químicos 8.60 ha y con insecticidas químicos 5.66 ha. Estas UPC tienen 1.27 participantes familiares que colaboran en las actividades agropecuarias y 0.89 de 18 a 60 años.

### **Análisis microeconómico de las unidades de producción campesina**

Con base en lo propuesto por Cortes y Hernández (2002) nos indica que estas actividades agropecuarias

**Table 2. Microeconomic indicators of the peasant production units of the Sierra de Huautla Biosphere Reserve of Morelos. Cuadro 2. Indicadores microeconómicos de las unidades de producción campesina de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Huautla, Morelos.**

Indicator (\$) / Indicador (\$)	Category / Categoría				
	I	II	III	IV	V
Gross product / Producto bruto	0.00	29,500.00	43,132.50	237,882.00	696,002.50
Intermediate costs / Costos intermedios	0.00	31,675.00	36,335.90	115,452.13	225,399.65
Gross value added / Valor agregado bruto	0.00	-2,175.00	6,796.60	122,429.87	470,602.85
Depreciation / Depreciación	4,250.00	11,150.00	11,750.00	29,083.33	39,200.00
Net value added / Valor agregado neto	-4,250.00	-13,325.00	-4,953.40	93,346.54	431,402.85
Freights / Fletes	0.00	1,400.00	600.00	3,000.00	7,800.00
Government support / Apoyos gubernamentales	0.00	3,000.00	6,000.00	13,400.00	28,000.00
HMP / MOC	0.00	0.00	0.00	5,250.00	10,800.00
Remittances / Remesas	33,000.00	33,000.00	33,000.00	0.00	0.00
Family income / Ingreso familiar	28,750.00	21,275.00	33,446.60	98,496.54	440,802.85
Total working days / Jornales totales	0	168	208	255	292
Total area (ha) / Superficie total (ha)	5.89	5.81	9.66	16.22	22.14
MPP (\$) / PMO (\$)	N/A	\$126.63	160.80	386.260	1,509.59
Land productivity / Productividad de la tierra	4,881.15	\$3,661.79	3,462.38	6,072.54	19,909.79

Source: Compiled by authors based on field data. Mexican pesos (\$), ha (hectare), Hired Manpower (HMP), Land productivity (LP), Manpower Productivity (MPP).

Fuente: Elaboración propia con datos de campo. Pesos Mexicanos (\$), ha (hectárea), Mano de Obra Contratada (MOC), Productividad de la Tierra (PT), Productividad de la Mano de Obra (PMO).

With regard to the MPP, groups I and II did not exceed the minimum wage of the Huautla region, thus, it is confirmed that they live from the extra agricultural work such as masonry. In the case of group II, even though agriculture is not an income-generating activity, it was found that it produces for self-consumption. In groups IV and V, this indicator increases considerably due to the FI is high, and the livestock activity being extensive and agricultural being mechanized, does not require a lot of staff, this causes the boss of the PPU to benefit monetarily.

With regard to the LP, in the first three groups, is similar due to the small area, thus, the fact of depending on agriculture and livestock, causes this indicator to not be extremely high, besides that in later studies, it is important to find the way to quantify other sub-products of these PPU. As for the groups IV and V, it is noted a regular increase, because the extensive farming does not optimize surface use, therefore, it is underused.

Regarding to the social reproduction level, groups I and II did not exceed none of the economic thresholds, it is important to say that agricultural activities cannot even pay the basic food basket. Therefore, these PPU

reflejan la reproducción social de estas UPC. Los indicadores microeconómicos explican que las UPC, están relacionadas a la fuerza de trabajo que los integrantes realizan sobre ella (Cuadro 2). Se observa que el grupo I solo vive de las remesas que envían los integrantes de la familia, probablemente los jefes de la UPC han abandonado temporalmente esta actividad ya que dependen de actividades diferentes para su reproducción social. El grupo II, al ser predominante la actividad agrícola el IF es hasta más bajo que el grupo I, debido a que la actividad agrícola genera costos superiores al PB, por tanto, el principal producto agrícola (maíz) es utilizado para autoconsumo, por tanto, también depende de actividades extra agrícolas para su reproducción social. Con respecto a la pequeña ganadería que se establece en el grupo III se nota un ingreso familiar similar al del salario mínimo durante un año. Los grupos IV y V incrementan sus ingresos de manera considerable debido a que se aumenta el número de cabezas animales por UPC, en estos grupos al ser la depreciación más alta con respecto a los grupos I, II y III se observó que tienen mayor capital, esto hace que se incrementen sus ganancias.

Con respecto a la PMO los grupos I y II no llegaron a superar el salario mínimo de la región de Huautla,

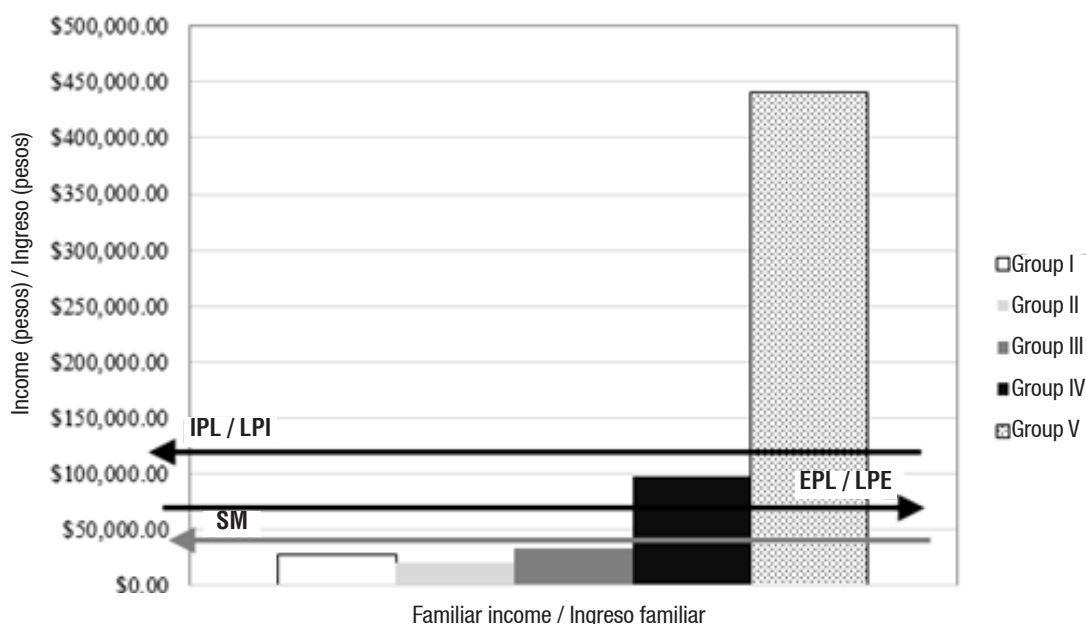
employ the silvopastoral system of the REBIOSH and the extra agricultural activities for their social reproduction. In the case of group III, if exceeds the SM, is due to the income from livestock, it should be noted that the herds are very small. With regard to EPL and IPL, groups IV and V are the only ones that managed to overcome these social reproduction lines. It is worth noting that livestock is the activity that increased the incomes of these PPU and is also correlated with the capital, which reduces costs (Figure 2). This situation of the EPL and IPL took place in the three communities analyzed by Uribe et al. (2015), where the PPUs that have livestock, are those that managed to overcome at least one of the lines and represent the 40% in the study.

It should be noted that in the CONEVAL indicators (2012), this poverty measurement indicator, in recent years, increased considerably (Figure 3). This situation happened due to the annual policies (increase of the basic basket prices), in addition to the almost inexistent support of subsidies to the PPUs, they only receive from PROCAMPO, PROGAN and some fertilizer incentive. This also happened when trying to decrease the marginalization rates from 2000 to 2010, when the REBIOSH was declared to be natural area and the commodification of nature was promoted (Cruz et al., 2018), subsidy supports related to Environmental

por tanto, se confirma que viven de actividades extragrícolas como la albañilería. En el caso del grupo II a pesar de que la agricultura no es una actividad que genere ingresos, se observó que estas producen para autoconsumo. Este indicador en los grupos IV y V incrementa de manera considerable debido a que el IF es muy alto, además de que la actividad ganadera al ser extensiva y la agricultura mecanizada, no requiere de mucho personal, lo que hace que el jefe de la UPC se beneficie monetariamente.

Con respecto a la PT en los primeros tres grupos se mantiene similar debido a que la superficie es pequeña, por tanto, el solo depender de la agricultura y ganadería hace que este indicador no sea tan alto, además de que es importante en estudios posteriores buscar la manera de cuantificar otros subproductos de estas UPC. Con respecto a los grupos IV y V también se observa un mediano incremento ya que la ganadería extensiva no potencializa el uso de la superficie, por tanto, esta subutilizada.

Con respecto al nivel reproducción social, los grupos I y II no rebasaron ninguno de los umbrales económicos, esto quiere decir que las actividades agropecuarias no alcanzan a pagar ni la canasta básica de alimentos. Por tanto, estas UPC, utilizan al sistema silvopastoril de la REBIOSH y las actividades extra agrícolas para su



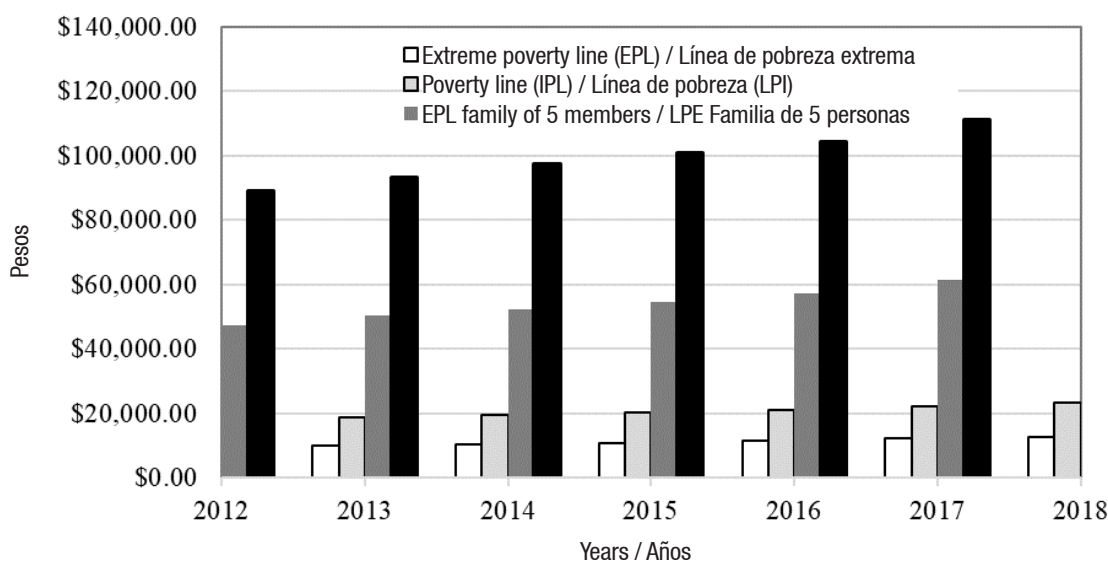
**Figure 2. Social reproduction level according to the income of the peasant production units of the Sierra de Huautla Biosphere Reserve of Morelos.**

Source: Compiled by authors based from CONEVAL, 2012.

**Figura 2. Nivel de reproducción social según el ingreso de las unidades de producción campesina de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.**

Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL, 2012.





**Figure 3. Development of the prices of the extreme poverty lines per income (food basket) and poverty per income (food basket plus non-food basket) from 2012 to 2018.**

Fuente: Compiled by authors based from CONEVAL, 2019.

**Figura 3. Evolución del precio de las líneas de pobreza extrema por ingresos (Canasta alimentaria) y pobreza por ingresos (Canasta alimentaria más la no alimentaria) del año 2012 a 2018.**

Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL, 2019.

Management Units such as the Temporary Employment Program, Reforestation, etc., do not improve the poverty lines.

Bet on the diversification of components of the PPU through the agroforestry systems, will be the step into the future to improve IPL and EPL. Optimize the agricultural subsystem, livestock subsystem and forestry subsystem of the TAFS in the REBIOSH (Uribe, 2012) would increase the IF in the PPU, as was the case with TAFS coffee-banana-citrus in Tlapacoyan, Veracruz (Cruz et al., 2014). Moreover, from concepts such as ethnoagroforestry, will help to understand that PPU are not aligned with the neoliberal public policies (Moreno et al., 2014), but they will need incentives for them to survive and for the reactivation of the territory through the cultural aspect of the southern part of the State of Morelos. This takes place in European countries or in Mexico with origin denominations, which are not only limited to agricultural production, but everything that covers the territory, in this case, the REBIOSH.

## Conclusion

The REBIOSH, being a territory where heterogeneity exists, led to the construction of five types of PPU, in which the selection criteria of the variables distinguish each one of them, in addition, the production logic of

reproducción social. En el caso del grupo III si rebasa el SM, esto fue debido a los ingresos que le provee la ganadería, cabe señalar que son hatos muy pequeños. Con respecto a LPE y LPI, los grupos IV y V son los únicos grupos que lograron superar estas líneas de reproducción social. Cabe señalar que la ganadería es la actividad que incrementó los ingresos de estas UPC también esta correlacionado con el capital que reduce costos (Figura 2). Esta situación de las LPE y LPI sucedió en las tres comunidades analizadas por Uribe et al. (2015), donde las UPC que cuentan con ganado son las que lograron superar por lo menos alguna de las líneas, y representan el 40 %, en este estudio.

Cabe señalar que con base en los indicadores de CONEVAL (2012), este indicador de medición de la pobreza, en los últimos años se incrementó de manera considerable (Figura 3). Esta situación sucedió debido a las políticas actuales (incremento en los precios de la canasta básica), además del casi nulo apoyo de subsidios a las UPC, solamente reciben PROCAMPO, PROGAN y algún incentivo de fertilizantes. También sucedió cuando se intentó disminuir los índices de marginación 2000 al 2010, al declararse área natural protegida a la REBIOSH y promover la mercantilización de la naturaleza (Cruz et al., 2018), los apoyos de subsidio relacionado con Unidades de Manejo Ambiental como Programa de Empleo Temporal, Reforestación, etc., no mejoraron las líneas de pobreza.

the PPU is differentiated by the capital, work and land surface. The livestock is the main differentiating factor because it determined a different FI for each PPU.

As most of the PPUs have a low capital, groups I, II and III did not overcome the survival thresholds, hence, they are in poverty and exclusion. However, the experience of this study leads to the question: What are the social reproduction strategies if they did not exceed the survival threshold? For this, the answer is in the TAFS because they provide food, clothing, non-timber forest products that are not quantified, etc., which lead to a degree of food sovereignty of these PPUs and this makes them not depend only of the financial questions.

Regarding measurement poverty lines, it will be complicated over time, that PPUs could overcome them because of some microeconomic indicators such as inflation and the basic basket prices which are unstable (even with guarantee prices). It is also difficult for the institutions to access to the government support for the activation of these production systems, as well as technical advice, since the workforce of the PPUs is not enough. Also, the pulverization of ejido area it is becoming more and more frequent, and the social dynamics put the natural resources at pressure. On that basis, it is recommended that the government institutions bet on these types of PPUs, because they are part of the food base of the communities and the state of Morelos

The diagnosis of the peasant production units and their typology are essential prerequisites to generate proposals for the development of the REBIOSH and the agroforestry management. This intervention must be based on the availability of the productive resources, the traditional and local knowledge, as well as the cultural world-view of the southern part of the State of Morelos. In this way, the main to take advantage of the natural resources of the REBIOSH, with agroforestry projects with a traditional management outlook.

*End of English version*

## References / Referencias

- Apollin, F., & Eberhart, C. (1999). *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural: Guía metodológica. Sistema de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables*. Ecuador: CAMAREN.
- CEPAL. (1982). *Economía Campesina y Agricultura Empresarial (Tipología de productores del Agro Mexicano)*. México: Siglo XXI.

Apostar hacia la diversificación de los componentes de las UPC a través de los sistemas agroforestales será el salto a futuro para mejorar las LPI y LPE. Potencializar del SAFT subsistema agrícola, el subsistema pecuario y el subsistema forestal en la REBIOSH (Uribe, 2012) incrementará los IF en las UPC, como fue en el caso del SAFT café-plátano-cítricos en Tlapacoyan, Veracruz (Cruz et al., 2014). Por otra parte, partir de conceptos como la etnoagroforestería ayudará a entender que estas UPC no están alineadas a las políticas públicas neoliberales (Moreno et al., 2014). Sino que necesitan estímulos para su sobrevivencia y reactivación del territorio a través del aspecto cultural del Sur del Estado de Morelos. Esto último ocurre en países europeos o como en México con las denominaciones de origen, que no solamente se limita a la producción agrícola, sino a todo lo que abarca el territorio, que en su caso sería la REBIOSH.

## Conclusiones

La REBIOSH al ser un territorio en el que existe heterogeneidad, llevó a construir cinco tipos de UPC, en el cual los criterios de selección de variables distinguen a cada uno de ellos, además, de que, la lógica de producción de las UPC, se diferencian por el capital, el trabajo y la superficie de tierra. La ganadería es el factor principal de diferenciación, ya que esta determinó el IF diferente para cada una de las UPC.

Al existir UPC en su mayoría con poco capital, los umbrales de sobrevivencia no fueron superados en los grupos I, II y III, por tanto, están en un grado de pobreza y de marginación. Sin embargo, la experiencia de este estudio lleva a la pregunta: ¿Cuáles son las estrategias de reproducción social, si no rebasaron los umbrales de sobrevivencia? Para ello, la respuesta se encuentra en los SAFT, ya que proveen de alimento, vestido, productos forestales no maderables que no son cuantificables, etc., que llevan a un grado de soberanía alimentaria de estas UPC y hace que no dependan solamente de cuestiones monetarias.

Con respecto a las líneas de medición de pobreza, será complicado con el paso del tiempo que las UPC las lleguen a superar por algunos indicadores microeconómicos como la inflación y los precios de la canasta básica que son inestables (incluso con precios de garantía). También, es difícil por parte de las instituciones, al acceso del apoyo gubernamental para activar estos sistemas de producción, así como la asesoría técnica, ya que la fuerza de trabajo de las UPC no es suficiente, además de que la pulverización de la superficie ejidal cada vez es más frecuente, y las dinámicas sociales ejercen presión sobre los recursos naturales. Con base en lo anterior, se recomienda que

- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2012). *Programa Medición de la Pobreza*. Recuperado de <http://www.coneval.gob.mx>.
- Cochet, H. (2011). *La agricultura comparada*. Francia: QUAE Éditions.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2006). *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. México: Dirección General de Manejo para la Conservación, CONANP.
- Cortes, F., & Hernández, E. (2002). Medición de la pobreza. Medidas monetarias y no monetarias. *Demos*, 15, 7-9.
- Cruz, A. R., Cruz, León A., Cuevas, R. V., & Ramírez, V. B. (2018). Impacto social de la mercantilización de la naturaleza en la Sierra de Huautla, Morelos. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 28(51), 0-0.
- Cruz, A. R., Uribe, G. M., Leos, R. J.A., & Rendón, M. R. (2014). Evaluación socioeconómica del sistema agroforestal tradicional café-plátano-cítricos en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17 (2), 315-319.
- Díaz, D. S. S.A., Mendoza, M. V. M., & Porras, M. C. M. (2011). Una guía para la elaboración de estudios de caso. *Razón y Palabra*, 75, 0-0.
- Dorado, O. R. (2000). Conservación de la biodiversidad en el México rural: Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. En: Monrroy, R. H., Coclin, J. C., Boyas, D. (Ed.). *Los sistemas Agroforestales de Latinoamérica y la Selva Baja Caducifolia en México* (pp. 11-12). México: Editorial INIFAP-IICCA-UAEM.
- Dufumier, M. (1996). *Les projets de développement agricole: manuel d'expertise*. Recuperado de <http://books.google.com.mx>
- Echenique, J. (2006). *Importancia de la agricultura familiar campesina en América Latina y el Caribe*. Chile: Bloque Comercio FAO / BID.
- Guzmán, G. I., & Alonso, M. A. M. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas (Spain)*, 16, 24-36.
- International Center for Research in Agroforestry (ICRAF). (1993). *Annual Report*. Kenia, Nairobi: ICRAF.
- INEGI. (1991). *Estados Unidos Mexicanos. VII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal*. México: INEGI.
- INEGI. (2001). *Provincias Fisiográficas. Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional Escala 1:1 000,000*. México: Dirección General de Geografía.
- INEGI. (2007). *Censo Nacional Agropecuario 2007. Estado de Morelos. México*. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/agro/agricola/2007/>.
- INEGI. (2007a). *Censo Nacional Agropecuario 2007*. México: Laboratorio de Microdatos del INEGI.
- las instituciones gubernamentales apuesten a estos tipos de UPC, ya que forma parte de la base alimenticia de estas comunidades y del estado de Morelos.
- El diagnóstico de las Unidades de Producción Campesina y su tipología son requisitos previos indispensables para generar propuestas de desarrollo para REBIOSH y manejo agroforestal. Esta intervención debe estar basada en la disponibilidad de recursos productivos, el conocimiento tradicional y saberes locales, así como de la cosmovisión cultural del Sur del estado de Morelos. De esta manera se ubicarán las principales áreas de oportunidad para el aprovechamiento de los recursos naturales de la REBIOSH, con proyectos agroforestales con una perspectiva del manejo tradicional.

### Fin de la versión en español

- Jhonson, D. E. (2000). *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. México: International Thomson Editores.
- Krishnamurty, L. (1998). *Agroforestería*. In: *Red Gestión de Recursos Naturales*. México: Fundación Rockefeller.
- Mazoyer, M., & Roudart, L. (1997). *Histoire des agricultures du monde: Du néolithique à la crise contemporaine*. Francia: Editions du Seuil.
- Meza, S. (1996). *Estudio Etnobotánico y Agroecológico de la comarca de la Sierra de Mágina (Jaén), España*. (Tesis de Maestría). Universidad de Córdoba, España.
- Moreno, C. A.I., Galicia, L. V.J., Casas, A., Toledo, V. M., Vallejo, R. M.,..., Camou, G. A. (2014). La entnoagroforestería: estudios de los sistemas agroforestales tradicionales en México. *Etnobiología*, 12 (3), 1-16.
- Moreno, C. A. I., Toledo, V. M., & Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Nair, P. K. R. (1985). Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 3(2), 97-128.
- Uribe, G. M. (2012). *La Agroforestería como factor de desarrollo rural para comunidades campesinas de la sierra de Huautla, Morelos*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Uribe, G. M., Cruz L. A., Juárez, R. D., Lara, B. A., Romo, L. J. L.,..., Portillo, V. M. (2015). Importancia del diagnóstico rural para el desarrollo de un modelo agroforestal en las comunidades campesinas de la sierra de Huautla. *Ra Ximhai*, 11(5), 197-208.





EN

## Factors affecting the immune response of hairy lambs on the first infection with gastrointestinal nematodes in a hot humid climate in Mexico

ES

## Factores que afectan la respuesta inmune de corderos de pelo en la primera infección con nematodos gastrointestinales en un clima cálido húmedo de México

Maritza Zaragoza-Vera; Oswaldo Margarito Torres-Chable;  
Guadalupe Arjona-Jiménez ; Claudia Virginia Zaragoza-Vera\*

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Grupo de investigación Salud Animal en el Trópico Húmedo, carretera Villahermosa-Teapa, km 25, C. P. 86280. Villahermosa, Tabasco, México.

\*Corresponding author:  
claudia.zaragoza@ujat.mx

Received: December 1, 2020 /  
Accepted: January 24, 2021

DOI:  
10.5154/r.rchsat.2021.01.02

### Abstract

The objective was to determine the influence of some on faecal nematode egg counts (FEC), immunological, hematological and productive indices of Pelibuey, Blackbelly and Katahdin lambs during their first natural infection in mountain range region of Tabasco, Mexico. Every month for a year, six lambs were introduced to grazing, where they remained for 30 days and subsequently stabled for 30 days. A sampling was carried out before and after grazing (day -5 and 30), then at 45 and 60 days after stabling. The number of nematode eggs per gram of feces (EPG), agglomerated cell volume (ACV) and plasma protein (PP) level were recorded, the total and differential leukocytes count was also performed and the IgA level was estimated by indirect ELISA. The data was analyzed with a repeated measures model over time. Increased infection was observed from October to December with 7933 to 13983 EPG, while from February to April the number of EPG ranged between 2300 to 2600 EPG. At 60 days post-infection, Pelibuey lambs showed higher EPG than the Katahdin and Blackbelly breeds. The Katahdin breed had highest ACV and PP ( $P < 0.05$ ). Subsequently, the ACV decreased due to the presence of *H. contortus*. There was no significant IgA response compared to the positive control (less than 6.9 %). It is concluded that immunological parameters for first-infected lambs do not allow to reduce the effects of gastrointestinal nematodes.

**Keywords:** Antibody, gastrointestinal nematodes, serum, sheep, somatic antigen.

### Resumen

El objetivo fue determinar la influencia de algunos factores en los conteos fecales de huevos de nematodos (CFH), índices inmunológicos, hematológicos y productivos de corderos Pelibuey, Blackbelly y Katahdin durante su primera infección natural en la región de la Sierra del estado de Tabasco, México. Cada mes durante un año, se introdujeron seis corderos a pastoreo, donde permanecieron 30 días y posteriormente se estabularon durante 30 días.

**Please cite this article as follows (APA 6):** Zaragoza-Vera, M., Torres-Chable, O. M., Arjona-Jiménez, G., & Zaragoza-Vera, C. V. (2021). Factors affecting the immune response of hairy lambs on the first infection with gastrointestinal nematodes in a hot humid climate in Mexico. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 1(1), 25–42. doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsat.2021.01.02>

Se realizó un muestreo antes y al finalizar el pastoreo (día -5 y 30), después a los 45 y 60 días de la estabulación. Se registró el número de huevos de nematodos por gramo de heces (HPG), volumen celular aglomerado (VCA) y nivel de proteína plasmática (PP), también se realizó el conteo total y diferencial de leucocitos y se estimó el nivel de IgA por ELISA indirecta. Los datos fueron analizados con un modelo de medidas repetidas en el tiempo. El incremento de la infección se observó de octubre a diciembre con 7 933 a 13 983 HPG, mientras que de febrero a abril el número de HPG osciló entre 2 300 a 2 600 HPG. A los 60 días post-infección, los corderos Pelibuey presentaron mayor HPG que las razas Katahdin y Blackbelly. En la raza Katahdin se observó el mayor VCA y PP ( $P < 0.05$ ). Posteriormente, el VCA disminuyó por la presencia de *H. contortus*. No se obtuvo una respuesta importante de IgA respecto al control positivo (menos de 6.9 %). Se concluye que los parámetros inmunológicos en los corderos primo-infectados no permiten reducir los efectos de los nematodos gastrointestinales.

**Palabras clave:** Anticuerpos, suero, ovinos, antígeno somático.

## Introduction

The production of grazing sheep in hot climates is strongly limited by gastrointestinal nematode infection (GNI), which high prevalence is due to favorable conditions of high temperature and humidity common in tropics (Morgan & Van Dijk, 2012; Torres-Acosta et al., 2012). Lambs are the most affected because their immune system has limitations and develops slowly, also, high levels of infection can be life-threatening (Greer, 2008). Therefore, a diagnosis at the beginning of the disease is important. The diagnosis of gastrointestinal parasites (GIP) has generally been carried out by means of coprological studies with quantitative methods such as the McMaster technique (Thienpont D, Rochette F, & Vanparijs O., F.J., 1986), which determines the fecal egg count in stool (FEC) and indirectly estimates the population of adult parasites in the animal (Kemper et al., 2010).

When infections occur in the field, the diagnosis has a particular importance because the level of infection depends on many factors that determine the species and population of parasites affecting the hosts.

The determination of the nematode species is important because the clinical signs in the animal depend on the parasite load and the pathogenicity of the parasites. The risk of parasitosis is different throughout the year and is related to the prevalence of the parasite and its prolificacy. Therefore, it is essential to know the prevalence, especially when hosts are parasitized by various species of GNI. Among the species that stand out in different climates we found the following: *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia curticei*, *Oesophagostomum columbianum* and *Trichuris ovis* (Craig B., H., Pilkington J., G., & Pemberton J., M. 2006; González Garduño, R., Córdoba-Pérez, C., Torres-Hernández, G., Mendoza de

## Introducción

La producción de ovinos en pastoreo en climas cálidos se encuentra fuertemente limitada por la infección por nematodos gastrointestinales (NGI), cuya alta prevalencia se debe a las condiciones favorables de alta temperatura y humedad frecuente en los trópicos (Morgan & Van Dijk, 2012; Torres-Acosta et al., 2012). Los corderos son los individuos más afectados por que su sistema inmunológico presenta limitaciones y se desarrolla lentamente, además, los altos niveles de infección pueden llegar a poner en riesgo la vida de los animales (Greer, 2008). Es por ello, que un diagnóstico al inicio de la enfermedad es importante. El diagnóstico de los parásitos gastrointestinales (PGI) generalmente se ha realizado mediante estudios coprológicos, con métodos cuantitativos como la técnica de McMaster (Thienpont D, Rochette F, & Vanparijs O., F.J., 1986), con la que se determina el conteo fecal de huevos en heces (CFH) y de manera indirecta se estima la población de parásitos adultos dentro del animal (Kemper et al., 2010). Cuando las infecciones ocurren en campo, el diagnóstico tiene particular importancia porque el nivel de infección depende de muchos factores que determinan la especie y la población de parásitos que afectan a los hospederos.

La determinación de la especie de nematodo es importante porque los signos clínicos en el animal dependen de la carga parasitaria y de la patogenicidad de los parásitos. El riesgo de parasitosis es diferente a lo largo del año y está, en relación con la prevalencia del parásito y de su prolificidad. Por lo anterior, es requisito indispensable conocer la prevalencia, sobre todo, cuando los hospederos se parasitan con diversas especies de NGI. Entre las especies que destacan en diversos climas se encuentran: *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia curticei*, *Oesophagostomum columbianum* y *Trichuris ovis*

Gives, P. & Arece-García, J., 2011), in addition, cestodes can be observed such as *Moniezia spp.* (Bashtar et al., 2011) and trematodes such as *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum spp.* (Idris, A., Moors, E., Sohnrey, B., & Gauly, M., 2012; Rojo-Vázquez F., A., Meana, A., Valcárcel, F., & Martínez-Valladares, M., 2012). Due to their high prevalence and pathogenicity, GNI are the most economically important parasites in sheep and the determination of the factors affecting them is essential for diagnosis and research in epidemiology and anthelmintic resistance (Roeber, F., Jex A., R., & Gasser R., B., 2013).

For all the above reasons, the objective was to determine the influence of environmental factors on gastrointestinal parasitosis and evaluate immunological, hematological and productive indices during the first natural infection of hairy lambs at weaning under warm humid climate conditions in Mexico.

## Methodological approach

### Location

The study was carried out in three municipalities in the mountain range region of Tabasco state (Teapa, Tacotalpa and Jalapa). The municipalities are located at 17° 34' 00" N and 92° 58' 00" W; 17° 36' 48" N and 92° 47' 51" W; 17° 43' 24" N and 92° 48' 23" W, respectively. The climate of the region is warm humid with rainfall throughout the year. The average temperature is 25.6-27.3 °C and precipitation in the three municipalities ranged from 2 996 to 3 901 mm (García, 1988).

The analyses of the coproparasitoscopic samples were carried out at the Division Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) of the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) in the central municipality, in Tabasco, and blood samples were processed at the laboratory of the Unidad Regional Universitaria Sursureste (URUSSE) of the Universidad Autónoma Chapingo (UACH), located in the municipality of Teapa, Tabasco.

The study was carried out from September 2014 to July 2015. Six lambs of Pelibuey, Balckbelly and Katahdin breeds, approximately three months old, recently weaned, with average weight of 14.4 ± 3.3 kg, were acquired each month. Lambs were dewormed with Levamisole at commercial dosage (7.5 mg·kg<sup>-1</sup> live weight; LW) and stabled for fifteen days to ensure they were not infected with GIP at the time of grazing. Two lambs were allocated monthly in each of the production units in the three municipalities under study (Jalapa, Tacotalpa and Teapa). Lambs grazed for a month and then stabled for 30 days. After grazing, FEC and peripheral

(Craig B., H., Pilkington J., G., & Pemberton J., M. 2006; González-Garduño, R., Córdoba-Pérez, C., Torres-Hernández, G., Mendoza-de Gives, P. & Arece-García, J., 2011), además, se pueden presentar cestodos como *Moniezia spp.* (Bashtar et al., 2011) y trematodos como *Fasciola hepática* y *Paramphistomum spp.* (Idris, A., Moors, E., Sohnrey, B., & Gauly, M., 2012; Rojo-Vázquez F., A., Meana, A., Valcárcel, F., & Martínez-Valladares, M., 2012). Por la alta prevalencia y patogenicidad, los NGI son los parásitos de mayor importancia económica en los ovinos y la determinación de los factores que los afectan es esencial para diagnóstico e investigación en epidemiología y resistencia antihelmíntica (Roeber, F., Jex A., R., & Gasser R., B., 2013).

Por lo anterior, se propuso como objetivo determinar la influencia de factores ambientales en la parasitosis gastrointestinal y evaluar los índices inmunológicos, hematológicos y productivos durante la primera infección natural de corderos de pelo al destete en condiciones de clima cálido húmedo de México.

## Enfoque metodológico

### Localización

El estudio se desarrolló en tres municipios de la región Sierra del estado de Tabasco (Teapa, Tacotalpa y Jalapa). Los municipios se encuentran ubicados a 17° 34' 00" N y 92° 58' 00" W; 17° 36' 48" N y 92° 47' 51" W; 17° 43' 24" N y 92° 48' 23" W, respectivamente. El clima de la región es cálido húmedo con lluvias todo el año. La temperatura promedio es de 25.6-27.3 °C y la precipitación de los tres municipios estuvo en un rango de 2 996 a 3 901 mm (García, 1988).

Los análisis de las muestras coproparasitoscópicas se realizaron en la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) en el municipio del Centro, en el estado de Tabasco, y las muestras de sangre se procesaron en el laboratorio de la Unidad Regional Universitaria Sursureste (URUSSE) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), ubicado en el municipio de Teapa, Tabasco.

El estudio se desarrolló de septiembre de 2014 a julio de 2015. Cada mes se adquirieron seis corderos de raza Pelibuey, Balckbelly y Katahdin, de tres meses de edad aproximadamente, recién destetados, con peso promedio de 14.4 ± 3.3 kg. Los corderos se desparasitaron con Levamisol a la dosis comercial (7.5 mg·kg<sup>-1</sup> de peso vivo; PV) y se estabularon durante quince días para asegurar que no estuvieran infectados con PGI al momento de entrar al pastoreo. Dos corderos se asignaron mensualmente en cada una de las unidades de

hematological and immunological values were determined. Sampling was carried out before grazing (day -5), after grazing (day 30), after fifteen days (day 45) and at the end of the stabled period (day 60).

The seasons of the year were determined according to the climatological conditions of the region and previously defined in a study by Larios and Hernández (1992), which indicated three seasons for the study region: dry from February to May, rainy from June to September, and strong winds from October to January. Lamb weights were also recorded before grazing and at the end of the study.

### Parasitology and hematology

The expulsion of GNI eggs was carried out using the McMaster technique, which is used to obtain an estimate of the number of GNI eggs per gram of faeces (EPG; Thienpont D., et al., 1986), with a sensitivity of 50 EPG (Cringoli, G., Rinaldi, L., Veneziano, V., Capelli, G., & Scala, A., 2004).

Blood samples were collected in 5ml vacutainer tubes (Becton Dickinson, USA) to determine the agglomerated cell pack volume (ACV) using the micro-hematocrit technique (Benjamin, 1991). Serum protein concentration was measured with a refractometer and expressed in  $\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ . On the other hand, white blood cells were counted using a hemocytometer (Improved Neubauer, bright line, USA) and the differential leukocyte count was also performed with rapid hemocolorant (Hycel, Mexico Cat. 548), discriminating between neutrophils, basophils, eosinophils, lymphocytes and monocytes. Moreover, blood serum was stored at  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  for immunoglobulin analyses to be carried out later.

### Determining IgA by indirect ELISA

To determine IgA levels in serum and saliva, an indirect ELISA was carried out using crude extract of adult nematodes of *H. contortus* and *T. colubriformis*, respectively (Alvarado-Alvarado et al., 2017). Optical density was determined using an ELISA plate reader at 450 nm wavelength. The final value was obtained by subtracting from each well the values of the wells with PBS, which represented the nonspecific binding of the conjugate (Andronicos, N., Hunt, P., & Windon, R., 2010). IgA activity was expressed as a percentage of the positive standard serum according to the formula given by Cardoso C., P., Silva B. F., Trinca L., A., & Amarante A., F. (2013).

The determination of IgA in saliva was performed according to the methodology described by Shaw R., J., Morris C., A., Wheeler M., Tate M., and Sutherland I.,

producción de los tres municipios en estudio (Jalapa, Tacotalpa y Teapa). Los corderos salieron a pastoreo durante un mes, y posteriormente se estabularon durante 30 días. Posterior al pastoreo se determinaron los CFH y los valores hematológicos e inmunológicos periféricos. Los muestreos se realizaron antes del pastoreo (día -5), al finalizar el pastoreo (día 30), a los quince días (día 45) y al final del periodo de estabulación (día 60).

Las épocas del año se determinaron de acuerdo a las condiciones climatológicas de la región y definidas con anterioridad en un estudio realizado por Larios y Hernández (1992) donde se indican tres épocas para la región de estudio: secas de febrero a mayo, lluvias de junio a septiembre y nortes de octubre a enero. Asimismo, se registró el peso de los corderos antes del pastoreo y al final del estudio.

### Parasitología y hematología

La expulsión de huevos de NGI se realizó mediante la técnica de McMaster, la cual es usada para obtener una estimación del número de huevos de NGI por gramo de heces (HPG; Thienpont D., et al., 1986), con una sensibilidad de 50 HPG (Cringoli, G., Rinaldi, L., Veneziano, V., Capelli, G., & Scala, A., 2004).

Se tomaron muestras de sangre en tubos vacutainer de 5ml (Becton Dickinson, USA), para determinar el volumen del paquete celular aglomerado (VCA) mediante la técnica de micro-hematocrito (Benjamin, 1991). La concentración de la proteína sérica se midió con un refractómetro y se expresó en  $\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ . Por otra parte, se realizó el conteo de los glóbulos blancos en un hemocitómetro (Improved Neubauer, bright line, USA) y también se realizó el recuento diferencial de leucocitos con hemocolorante rápido (Hycel, Mexico Cat. 548), discriminando entre neutrófilos, basófilos, eosinófilos, linfocitos y monocitos. Por una parte, el suero sanguíneo se almacenó a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para los análisis de inmunoglobulinas que se realizaron posteriormente.

### Determinación de IgA por ELISA indirecta

Para determinar los niveles de IgA en suero y saliva se realizó una ELISA indirecta utilizando extracto crudo de nematodos adultos de *H. contortus* y *T. colubriformis*, respectivamente (Alvarado-Alvarado et al., 2017). La densidad óptica se determinó en un lector de placa de ELISA a 450 nm de longitud de onda. El valor final se obtuvo restando a cada pozo los valores de los pozos con PBS, lo que representó la unión inespecífica del conjugado (Andronicos, N., Hunt, P., & Windon, R., 2010). La actividad de la IgA se expresó como porcentaje del suero estándar positivo de acuerdo con la

A. (2012). A., Wheeler M., Tate M., and Sutherland I., A. (2012); the antigen (Ag) was not filtered in sephadex and therefore it was called aqueous larval extract (ALE).

### Statistical analysis

The data was analyzed using the SAS statistical package (SAS, 2004) where the fixed effects were the different factors studied and the random effects were the animals. The model used was the following:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \rho_j + \gamma_k + \zeta_l + \psi_m + \tau^*\zeta_{il} + \gamma^*\zeta_{kl} + \rho^*\zeta_{jl} + \psi^*\zeta_{lm} + \delta_k + \varepsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Response variable (Observance of IgA, EPG, ACV).  
 $\mu$  = Overall mean,  $\tau_i$  = Fixed effect of animal gender.  $\rho_j$  = Effect of municipality.  $\gamma_k$  = Effect of the sampling month.  $\zeta_l$  = Effect of the sampling period.  $\psi_m$  = Effect of breed.  $\tau^*\zeta_{il}$  = Joint effect of gender per period.  $\gamma^*\zeta_{kl}$  = Joint effect of month per period.  $\rho^*\zeta_{jl}$  = Joint effect of municipality per period.  $\psi^*\zeta_{lm}$  = Joint effect of breed per period.  $\delta_k$  = Random effect of lamb.  $\varepsilon_{ijkl}$  = Residual error.

### Results

Differences in parasitological and hematological variables with respect to municipalities, months, sampling dates and among the three breeds of sheep used are shown in Table 1.

### Parasitological indices

The analysis of the study variables shows that all the main effects (municipality, month, period and breed) were determinant for the FEC. The maximum counts occurred 60 days after the beginning of grazing with an average close to 5000 EPG ( $P < 0.01$ ). Lambs grazing in the municipality of Tacotalpa had the highest FEC (3109 EPG), while the Pelibuey breed had the highest FEC of nematodes (3431 EPG; Table 1).

The most serious infections with GNI occurred during the season of strong winds, which includes the months of October, November and December. This was reflected in the FEC recorded in November, December and January, when the maximum values were 7933, 7890 and 13983 EPG, respectively. While during grazing in the dry season (February to April) counts ranged from 2 300 to 2 600 EPG and increased in June to 4 100 EPG (May grazing).

Lambs of all breeds (Pelibuey, Blackbelly and Katahdin) had similar FEC 45 days after the start of grazing (30 days of grazing + 15 days of housing). However, at 60 days Pelibuey lambs had higher nematode egg excretion (Figure 1).

fórmula indicada por Cardoso C., P., Silva B. F., Trinca L., A., y Amarante A., F. (2013).

La determinación de la IgA en saliva se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Shaw R., J., Morris C. A., Wheeler M., Tate M., y Sutherland I., A. (2012), excepto que el antígeno (Ag) no se filtró en sephadex y por esta razón se le denominó extracto larval acuoso (ELAC).

### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS (SAS, 2004) donde los efectos fijos fueron los distintos factores estudiados y los efectos aleatorios fueron los animales. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \rho_j + \gamma_k + \zeta_l + \psi_m + \tau^*\zeta_{il} + \gamma^*\zeta_{kl} + \rho^*\zeta_{jl} + \psi^*\zeta_{lm} + \delta_k + \varepsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Variable respuesta (Observancia de IgA, HPG, VCA).  
 $\mu$  = Media general,  $\tau_i$  = Efecto fijo del género del animal.  $\rho_j$  = Efecto del municipio.  $\gamma_k$  = Efecto del mes de muestreo.  $\zeta_l$  = Efecto del periodo de muestreo.  $\psi_m$  = Efecto de la raza.  $\tau^*\zeta_{il}$  = Efecto conjunto del género por el periodo.  $\gamma^*\zeta_{kl}$  = Efecto conjunto de mes por el periodo.  $\rho^*\zeta_{jl}$  = Efecto conjunto del municipio por el periodo.  $\psi^*\zeta_{lm}$  = Efecto conjunto de la raza por el periodo.  $\delta_k$  = Efecto aleatorio del cordero.  $\varepsilon_{ijkl}$  = Error residual.

### Resultados

Las diferencias en las variables parasitológicas y hematológicas respecto a los municipios, meses, fechas de muestreo y entre las tres razas utilizadas se muestran en el Cuadro 1.

### Índices parasitológicos

En el análisis de las variables de estudio se observó que todos los efectos principales (municipio, mes, periodo y raza) fueron determinantes en los CFH. Los máximos conteos ocurrieron a los 60 días posteriores de iniciado el pastoreo con un promedio cercano a los 5000 HPG ( $P < 0.01$ ). Los corderos que pastorearon en el municipio de Tacotalpa mostraron el mayor CFH (3109 HPG). Mientras que en la raza Pelibuey se observaron los mayores CFH de nematodos (3431 HPG; Cuadro 1).

Las mayores infecciones con NGI ocurrieron durante la época de nortes, que considera los meses de octubre, noviembre y diciembre, esto se reflejó en los CFH registrados en noviembre, diciembre y enero, cuando se registraron los valores máximos que correspondieron a 7 933, 7 890 y 13 983 HPG, respectivamente. Mientras que durante el pastoreo en la época de secas (febrero

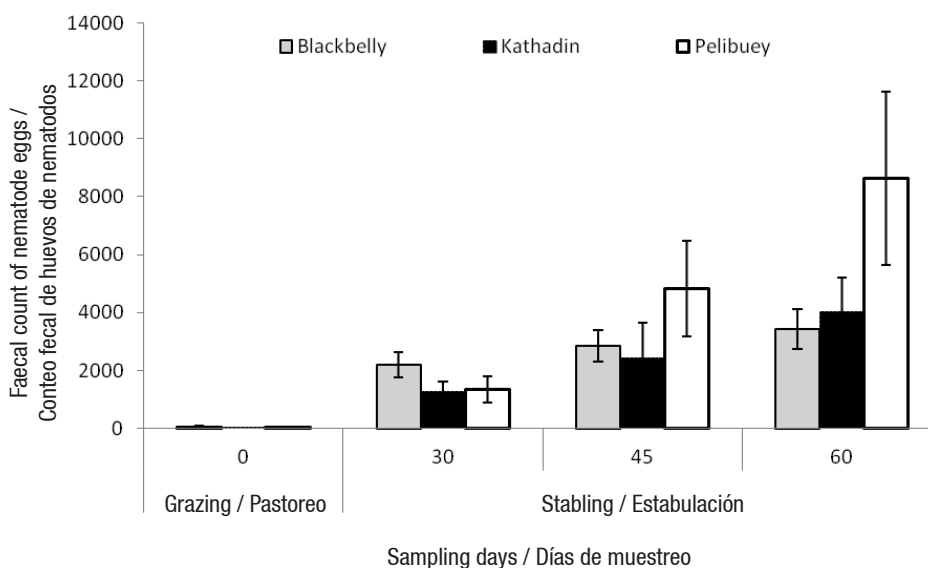


**Table 1. Averages of simple effects of study variables for natural first-infection of hair sheep.****Cuadro 1. Promedios de los efectos simples de las variables de estudio de la primoinfección natural de ovinos de pelo.**

Variable	N	EPG / HPG	ACV (%) / VCA (%)	PP (g·dL <sup>-1</sup> )	Leukocytes / Leucocitos	Differential counting / Conteo diferencial		
						Neutrophils / Neutrófilos	EOS	Lymphocytes / Linfocitos
<b>Municipality / Municipio</b>								
		**	**	**	*	*	*	ns
Jalapa	51	1621 <sup>b</sup>	27.0 <sup>a</sup>	5.8 <sup>b</sup>	13386 <sup>ab</sup>	6668 <sup>a</sup>	214 <sup>b</sup>	6429 <sup>a</sup>
Tacotalpa	53	3109 <sup>a</sup>	26.1 <sup>b</sup>	6.2 <sup>a</sup>	14606 <sup>a</sup>	6641 <sup>a</sup>	396 <sup>a</sup>	7344 <sup>a</sup>
Teapa	53	2091 <sup>b</sup>	25.9 <sup>b</sup>	5.9 <sup>b</sup>	12196 <sup>b</sup>	5354 <sup>a</sup>	107 <sup>b</sup>	6496 <sup>a</sup>
<b>Month / Mes</b>								
		**	**	**	**	ns	*	**
January / Enero	7	6036 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-	-
February / Febrero	14	989 <sup>d</sup>	27.6 <sup>b</sup>	6.1 <sup>b</sup>	14196 <sup>abcd</sup>	6072 <sup>a</sup>	307 <sup>ab</sup>	7289 <sup>bc</sup>
March / Marzo	11	1405 <sup>bcd</sup>	25.1 <sup>bcd</sup>	6.7 <sup>a</sup>	10889 <sup>cd</sup>	4653 <sup>a</sup>	207 <sup>b</sup>	5940 <sup>cd</sup>
April / Abril	25	1130 <sup>cd</sup>	26.8 <sup>bc</sup>	7.0 <sup>a</sup>	16256 <sup>ab</sup>	7835 <sup>a</sup>	515 <sup>a</sup>	7180 <sup>bc</sup>
May / Mayo	21	1529 <sup>bcd</sup>	27.7 <sup>b</sup>	6.2 <sup>b</sup>	14649 <sup>abc</sup>	5508 <sup>a</sup>	283 <sup>ab</sup>	8308 <sup>b</sup>
June / Junio	24	2031 <sup>bcd</sup>	31.1 <sup>a</sup>	6.0 <sup>b</sup>	12208 <sup>bcd</sup>	6141 <sup>a</sup>	72 <sup>b</sup>	5746 <sup>cd</sup>
July / Julio	9	2250 <sup>bcd</sup>	24.2 <sup>cd</sup>	5.9 <sup>bc</sup>	16625 <sup>a</sup>	5903 <sup>a</sup>	147 <sup>b</sup>	10344 <sup>a</sup>
October / Octubre	8	2919 <sup>bcd</sup>	22.1 <sup>d</sup>	5.1 <sup>de</sup>	10444 <sup>d</sup>	5452 <sup>a</sup>	-	4724 <sup>d</sup>
November / Noviembre	16	3619 <sup>b</sup>	25.8 <sup>bc</sup>	5.5 <sup>cd</sup>	13813 <sup>abcd</sup>	6585 <sup>a</sup>	-	7284 <sup>bc</sup>
December / Diciembre	22	3457 <sup>bc</sup>	22.0 <sup>d</sup>	4.8 <sup>e</sup>	10384 <sup>d</sup>	6032 <sup>a</sup>	86 <sup>b</sup>	4330 <sup>d</sup>
<b>Days post-infection / Días post-infección</b>								
		**	**	*	ns	ns	ns	*
0	48	41 <sup>d</sup>	30.7 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	14101 <sup>a</sup>	7227 <sup>a</sup>	113 <sup>a</sup>	6302 <sup>b</sup>
30	41	1738 <sup>c</sup>	25.2 <sup>b</sup>	6.0 <sup>b</sup>	12371 <sup>a</sup>	5432 <sup>a</sup>	294 <sup>a</sup>	6468 <sup>ab</sup>
45	31	3224 <sup>b</sup>	24.4 <sup>b</sup>	5.5 <sup>c</sup>	13346 <sup>a</sup>	6942 <sup>a</sup>	348 <sup>a</sup>	6627 <sup>ab</sup>
60	37	5001 <sup>a</sup>	23.9 <sup>b</sup>	5.8 <sup>bc</sup>	13688 <sup>a</sup>	5446 <sup>a</sup>	256 <sup>a</sup>	7660 <sup>a</sup>
<b>Breed / Raza</b>								
		*	*	ns	ns	ns	ns	ns
Blackbelly	79	1965 <sup>b</sup>	25.0 <sup>b</sup>	6.0 <sup>a</sup>	13601 <sup>a</sup>	6322 <sup>a</sup>	315 <sup>a</sup>	6745 <sup>a</sup>
Katahdin	39	1774 <sup>b</sup>	29.9 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	13615 <sup>a</sup>	5971 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	7304 <sup>a</sup>
Pelibuey	39	3431 <sup>a</sup>	25.3 <sup>b</sup>	5.8 <sup>a</sup>	12699 <sup>a</sup>	6219 <sup>a</sup>	276 <sup>a</sup>	6156 <sup>a</sup>
Standard deviation / Desviación estándar		2653	4.0	0.6	4963	3248	398	2468

N: number of observations. EOS: Eosinophils. EPG: Nematode eggs per gram of feces. ACV: Agglomerated cell volume. PP: Plasma protein. \*: Statistically significant difference ( $P < 0.05$ ). \*\*: Highly significant statistical difference ( $P < 0.01$ ). ns: Non significant statistical difference ( $P > 0.05$ ).

N: número de observaciones. EOS: Eosinófilos. HPG: Huevos de nematodos por gramo de heces. VCA: Volumen celular aglomerado. PP: Proteína plasmática. \*: Diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ). \*\*: Diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ ). ns: Diferencia estadística no significativa ( $P > 0.05$ ).



**Figure 1. Faecal counts of nematode eggs per breed and sampling period. Grazing period of 30 days and stabling period of 30 days.**

**Figura 1. Conteo fecal de huevos de nematodos por raza y por periodo de muestreo. Periodo de pastoreo de 30 días y 30 días de estabulación.**

The main nematode species observed were: *H. contortus*, *Cooperia curticei*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Oesophagostomum colombianum*, *Trichuris ovis*. The cestode *Moniezia expansa* and the trematode *Paramphistomum cervi* were also observed.

An increase in the percentage of *Strongyloides papillosus* was observed during the strong wind season, while a high amount of *H. contortus* was determined through larval counts during the dry and rainy seasons (Figure 2).

### Weight gain

The daily weight gain of lambs was affected by the month and municipality in which they grazed ( $P < 0.01$ ). The months with weight gain higher than 25 g per day were May, July and December. The highest weight gain was a maximum value of 60 g in May. The rest of the months showed no weight gain and in five months there was weight loss in lambs (Figure 3). The municipality of Jalapa recorded gains of 23 g per day ( $gd^{-1}$ ), Teapa 3  $gd^{-1}$  and Tacotalpa recorded losses of  $-1.5 gd^{-1}$ .

### Hematological parameters

Both ACV and PP were affected by municipality, month and day of infection, as well as by breed. The highest ACV was obtained in the municipality of Jalapa ( $27.0 \pm$

a abril) los conteos oscilaron entre 2 300 a 2 600 HPG y se incrementaron en junio a 4 100 HPG (pastoreo de mayo).

A los 45 días posteriores al inicio de pastoreo (30 días de pastoreo + 15 días de estabulación) los corderos de todas las razas (Pelibuey, Blackbelly y Katahdin) tuvieron similares CFH. Sin embargo, a los 60 días los corderos Pelibuey presentaron mayor excreción de huevos de nematodos (Figura 1).

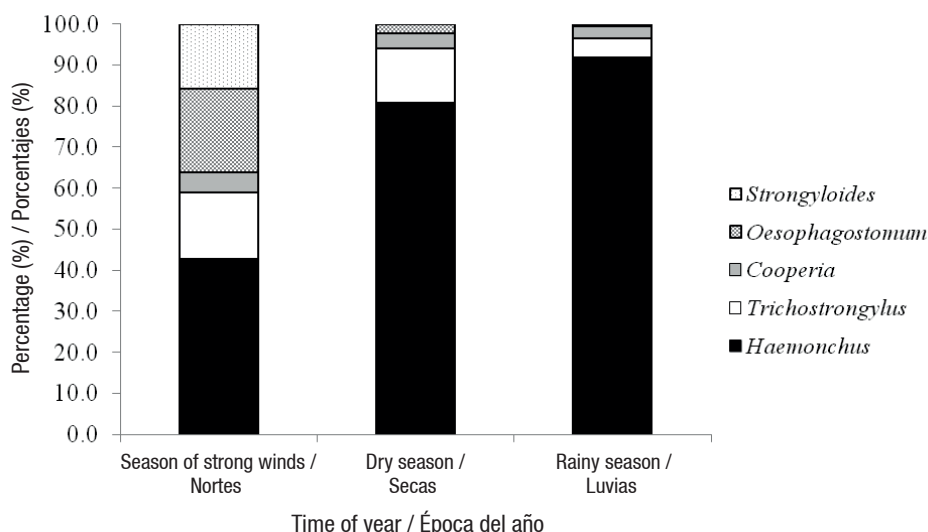
Las principales especies de nematodos observadas fueron: *H. contortus*, *Cooperia curticei*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Oesophagostomum colombianum*, *Trichuris ovis*. También se observó el cestodo *Moniezia expansa* y el trematodo *Paramphistomum cervi*.

En la época de nortes se observó un incremento en el porcentaje de *Strongyloides papillosus*, mientras que una alta cantidad de *H. contortus* se determinó a través de los conteos larvales durante las secas y las lluvias (Figura 2).

### Ganancia de peso

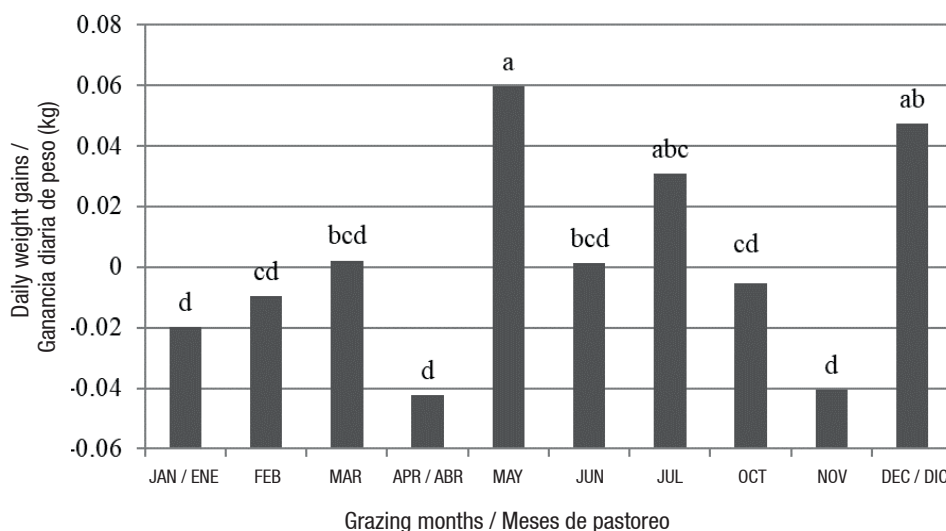
La ganancia diaria de peso de los corderos fue afectada por el mes y por el municipio en el que pastorearon ( $P < 0.01$ ). Los meses con ganancia de peso superior a 25 g por día fueron mayo, julio y diciembre. La mayor





**Figure 2. Larval counts of gastrointestinal nematodes from stool cultures of sheep during their first infection with gastrointestinal nematodes.**

**Figura 2. Conteos larvales de nematodos gastrointestinales a partir de coprocultivos de heces de ovinos durante su primera infección con nematodos gastrointestinales.**



**Figure 3. Weight changes per day in hair lambs during the first natural infection with gastrointestinal parasites during grazing.**

**Figura 3. Cambios de peso por día en corderos de pelo durante la primera infección natural con parásitos gastrointestinales en el pastoreo.**

4.0 %), while the highest plasma protein concentration was for lambs in Tacotalpa ( $6.2 \pm 0.6 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$ ). The greatest differences in ACV were observed from June to December and the lowest ACV and PP values were observed from October to December, which matched the highest FEC. The highest ACV and PP values were for the Kattahdin breed ( $29.9$  and  $6.0 \pm 0.6$ , respectively). While

ganancia de peso fue con un valor máximo de  $60 \text{ g}$  en mayo. En todos los demás meses no se observó ganancia de peso y en cinco meses se registró pérdida de peso en los corderos (Figura 3). En el municipio de Jalapa las ganancias fueron de  $23 \text{ g}$  por día ( $\text{gd}^{-1}$ ), en el de Teapa  $3 \text{ gd}^{-1}$  y en el de Tacotalpa se observaron pérdidas por  $-1.5 \text{ gd}^{-1}$ .

Pelibuey and Blackbelly breeds showed no differences ( $P < 0.05$ ). On the day of infection, as expected, as time passed, the ACV values decreased due to the effect of parasitosis (Table 1).

The only interaction found was that of the month and day of infection (Figure 4), most of the months (October, November and December, March) recorded a reduction of ACV and PP. However, in May and June, PP remained stable and ACV was not reduced and even increased when the animals were stabled.

Differences in cell counts occurred between municipalities and between months, but no differences were observed between days of infection nor between breeds. Tacotalpa recorded the highest number of eosinophils ( $396 \pm 398$ ), which coincided with the highest number of leukocytes and the highest FEC. Differences were observed in the months without finding any particular trend. While lymphocytes showed a tendency to increase with differences between day 0 (6 302) and day 60 (660) after the beginning of infection during grazing (Table 1).

### Immunoglobulin A (IgA)

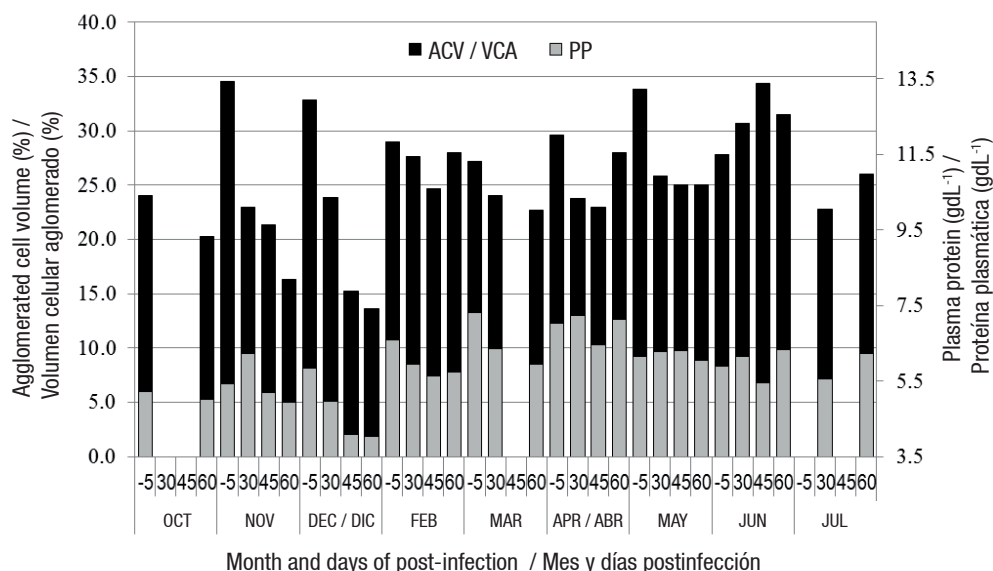
IgA levels showed differences in some of the factors (municipality, month, day of infection) studied when using serum against the crude antigens of adult parasites of *H. contortus*, *T. colubriformis* and *C. curticiei*

### Parámetros hematológicos

Tanto el VCA como la PP estuvieron afectados por el municipio, por el mes y el día de infección, así como por la raza. El mayor VCA se obtuvo en el municipio de Jalapa ( $27.0 \pm 4.0$  %), mientras que la mayor concentración de proteína plasmática ocurrió en los corderos de Tacotalpa ( $6.2 \pm 0.6$  g·dL<sup>-1</sup>). Las mayores diferencias en el VCA se observaron entre junio y diciembre y los menores valores de VCA y de PP se observaron de octubre a diciembre, lo cual coincidió con los mayores CFH. En la raza Katahdin se observó el mayor valor de VCA y también de PP ( $29.9$  y  $6.0 \pm 0.6$ , respectivamente). Mientras que entre las razas Pelibuey y Blackbelly no se mostraron diferencias ( $P < 0.05$ ). En el día de infección tal como se esperaba conforme transcurrió el tiempo los valores de VCA se redujeron por efecto de la parasitosis (Cuadro 1).

La única interacción encontrada fue la de mes y día de infección (Figura 4), en la mayoría de los meses (octubre, noviembre y diciembre, marzo) se observó una reducción del VCA y de la PP. Sin embargo, en mayo y junio, la PP se mantuvo estable y el VCA no se redujo e incluso se incrementó, cuando los animales estuvieron estabulados.

En los conteos celulares las diferencias ocurrieron entre municipios y entre meses, pero no se observaron diferencias entre los días de infección ni entre razas.



**Figure 4. Effect of month-day of infection on agglomerated cell volume (ACV) and plasma protein (PP) for naturally infected hair sheep.**

**Figura 4. Efecto del mes día de infección en el volumen celular aglomerado (VCA) y proteína plasmática (PP) en ovinos de pelo infectados naturalmente.**

**Table 2. Averages compliance (AC) of immunoglobulin A (IgA) and percentage of response in relation to the positive standard with four gastrointestinal nematode antigens.****Cuadro 2. Promedios de observancia (OD) de la inmunoglobulina A (IgA) y porcentaje de respuesta respecto al estándar positivo, con cuatro antígenos de nematodos gastrointestinales.**

Variable	N	<i>H. contortus</i>		<i>T. colubriformis</i>		<i>C. curticiei</i>		Larval extract / Extracto larval	
		AC / OD	%	AC / OD	%	AC / OD	%	AC / OD	%
Municipality/ Municipio									
		**		**		*		ns	
Jalapa	41	0.054 <sup>a</sup>	2.0	0.061 <sup>a</sup>	2.8	0.034 <sup>a</sup>	1.5	0.065	2.1
Tacotalpa	46	0.077 <sup>a</sup>	2.9	0.039 <sup>ab</sup>	1.8	0.043 <sup>a</sup>	1.9	0.081	2.6
Teapa	53	0.023 <sup>b</sup>	0.8	0.015 <sup>b</sup>	0.7	0.012 <sup>b</sup>	0.5	0.099	3.2
Month / Mes									
		**		**		ns		ns	
December / Diciembre	17	0.070 <sup>ab</sup>	2.6	0.024 <sup>b</sup>	1.1	0.034	1.5	0.018	0.6
January / Enero	8	0.035 <sup>bc</sup>	1.3	0.016 <sup>b</sup>	0.7	0.027	1.2	0.041	1.3
February / Febrero	14	0.075 <sup>ab</sup>	2.8	0.055 <sup>ab</sup>	2.5	0.041	1.9	0.128	4.1
March / Marzo	8	0.068 <sup>ab</sup>	2.5	0.015 <sup>b</sup>	0.7	0.014	0.6	0.162	5.2
April / Abril	16	0.014 <sup>bc</sup>	0.5	0.041 <sup>ab</sup>	1.9	0.028	1.3	0.217	7.0
May / Mayo	21	0.000 <sup>c</sup>	0.0	0.066 <sup>ab</sup>	3.0	0.043	2.0	0.092	3.0
June / Junio	24	0.021 <sup>bc</sup>	0.8	0.012 <sup>b</sup>	0.6	0.007	0.3	0.058	1.9
July / Julio	9	0.107 <sup>a</sup>	4.0	0.086 <sup>a</sup>	3.9	0.007	0.3	0.080	2.6
October / Octubre	8	0.055 <sup>abc</sup>	2.0	0.014 <sup>b</sup>	0.6	0.024	1.1	0.025	0.8
November / Noviembre	15	0.119 <sup>a</sup>	4.4	0.032 <sup>ab</sup>	1.5	0.050	2.3	0.019	0.6
Period (days pre- and post-infection) / Periodo (días pre y postinfección).									
		*		ns		ns		ns	
-5	43	0.004 <sup>c</sup>	0.1	0.021	1.0	0.017	0.8	0.092	3.0
30	27	0.084 <sup>a</sup>	3.1	0.036	1.6	0.032	1.5	0.059	1.9
45	23	0.089 <sup>a</sup>	3.3	0.040	1.8	0.037	1.7	0.087	2.8
60	37	0.046 <sup>b</sup>	1.7	0.054	2.4	0.034	1.5	0.096	3.1
Breed / Raza									
		ns		ns		ns		ns	
Blackbelly	75	0.045	1.7	0.045	2.1	0.039	1.8	0.115	3.7
Katahdin	39	0.037	1.4	0.028	1.3	0.007	0.3	0.059	1.9
Pelibuey	26	0.081	3.0	0.024	1.1	0.030	1.4	0.027	0.9
Standard deviation / Desviación estándar		0.073	2.7	0.061	2.8	0.039	1.8	0.113	3.6

N: Number of observations.

N: Número de observaciones.

( $P < 0.01$ ), on the other hand, the response in saliva did not show differences ( $P > 0.05$ ), in all factors, when using the larval extract antigen (ALE). Neither were differences observed among the three breeds of sheep used in both serum and saliva with all the antigens used (Table 2).

Of the interactions studied, month and days of post-infection (-5, 30, 45 and 60) were significant for *H. contortus* and *C. curticei* antigens, while for the interaction of the municipality with days of post-infection, all adult nematode antigens (*H. contortus*, *T. colubriformis* and *C. curticei*) were significant ( $P < 0.01$ ). With *H. contortus* antigen, IgA levels were higher at the end of grazing (30 days) and subsequently during the stabling stage the levels were reduced until day 60 (Figure 5a). However, in Jalapa the response was different for *T. colubriformis*, whose IgA value increased gradually until 60 days after the beginning of the experiment (Figure 5b).

### Correlations

The most important correlations were between EPG and ACV, as well as EPG with PP. These correlations were negative and increased as the infection progressed. The highest correlation values were observed 60 days after the beginning of the infection. The correlation between ACV and PP was also high, but positive (Table 3). In cell counts the highest correlations were between leukocytes and neutrophils and leukocytes with lymphocytes. While between eosinophils and neutrophils there were positive but few correlations. On the other hand, the only correlations in humoral immunity were between IgA with the crude antigens of the three species of nematodes used and only at day 30 there was a positive correlation in the larval antigens using saliva.

### Discussion

The study of factors during the first parasitic infection of sheep is important to determine a variable indicating resistance to gastrointestinal nematodes. However, it was found that lambs do not possess sufficient immunological defenses to avoid parasitosis, therefore with this study it was possible to evaluate the impact of GNI on hematological and productive indexes during the first infection.

Among the factors studied, climate conditions influenced parasitosis, and differences in FEC were observed in lambs throughout the year, this was associated with fluctuations in GNI larval populations at the sites of infection, which are strongly affected by humidity for development and also for transmission from feces to

En Tacotalpa se observó el mayor número de eosinófilos ( $396 \pm 398$ ) lo cual coincidió con el mayor número de leucocitos y con el mayor CFH. En los meses se observaron diferencias sin encontrarse alguna tendencia en particular. Mientras que los linfocitos mostraron una tendencia a incrementarse con diferencias entre el día 0 (6 302) y el día 60 (660) de iniciada la infección en pastoreo (Cuadro 1).

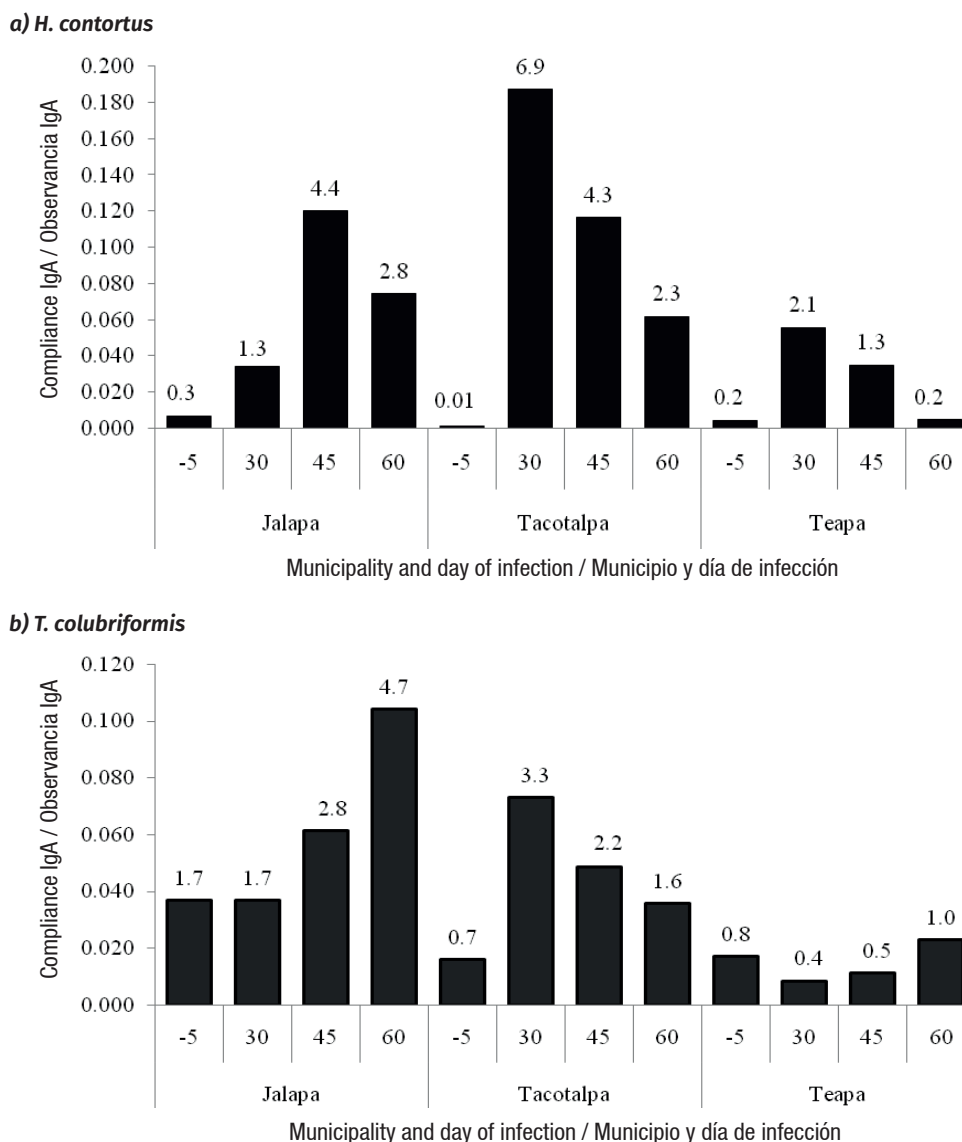
### Inmunoglobulina A (IgA)

Los niveles de IgA mostraron diferencias en algunos de los factores estudiados (municipio, mes, día de infección) al usar suero contra los antígenos crudos de parásitos adultos de *H. contortus*, *T. colubriformis* y *C. curticei* ( $P < 0.01$ ), por otra parte, la respuesta en saliva no mostró diferencias ( $P > 0.05$ ), en todos los factores, al utilizar el antígeno de extracto larval (ELAC). Tampoco se observaron diferencias entre las tres razas utilizadas tanto en suero como en saliva con todos los antígenos usados (Cuadro 2).

De las interacciones estudiadas, el mes y los días postinfección (-5, 30, 45 y 60) fueron significativas para los antígenos de *H. contortus* y *C. curticei*, mientras que en la interacción del municipio con los días post-infección todos los antígenos de nematodos adultos (*H. contortus*, *T. colubriformis* y *C. curticei*) fueron significativos ( $P < 0.01$ ). Con el antígeno de *H. contortus* los niveles de IgA fueron superiores al terminar el pastoreo (30 días) y posteriormente durante la etapa de estabulación se redujeron hasta el día 60 (Figura 5a). Sin embargo, en Jalapa la respuesta fue diferente para *T. colubriformis*, cuyo valor de IgA se incrementó paulatinamente hasta los 60 días después de iniciado el experimento (Figura 5b).

### Correlaciones

Las correlaciones más importantes fueron entre el HPG y el VCA, así como el HPG con la PP. Estas correlaciones fueron negativas y se incrementaron conforme transcurrió la infección. Los mayores valores de correlación se observaron a los 60 días de iniciada la infección. También la correlación entre VCA y PP fue alta, pero en este caso positiva (Cuadro 3). En los conteos celulares las correlaciones más grandes fueron entre los leucocitos y los neutrófilos y leucocitos con los linfocitos. Mientras que entre eosinófilos y neutrófilos hubieron correlaciones positivas pero pequeñas. Por otra parte, las únicas correlaciones en la inmunidad humoral fueron entre la IgA con los antígenos crudos de las tres especies de nematodos utilizadas y solo al día 30 hubo correlación positiva en los antígenos larvales utilizando saliva.



**Figure 5. Compliance (AC) and value in relation to a positive standard (%) of serum IgA against a crude antigen of adults of a) *H. contortus* and b) *T. colubriformis*, for lambs naturally infected during grazing. Values in the column are percentages with respect to the standard.**

**Figura 5. Observancia (OD) y valor respecto a un estándar positivo (%) de la IgA en suero contra un antígeno crudo de adultos de a) *H. contortus* y b) *T. colubriformis*, en corderos infectados naturalmente en pastoreo. Valores en la columna son porcentajes respecto al estándar**

grasses and finally to the host. Precipitation was one of the main limiting factors. Other studies have also highlighted the importance of moisture and concluded that, the rainy season allows a considerable increase in FEC (Sissay M., M., Uggla A., & Waller P., J., 2007), but fluctuations of different species also occur, which are affected by environmental conditions (Nwosu C., O., Madu P., P., & Richards W., S., 2007). Together, these factors create seasonal patterns of infection, as well as variation in the populations of different nematode species (Morgan & Van Dijk, 2012).

### Discusión

El estudio de los factores durante la primera infección parasitaria de los ovinos es de gran relevancia para determinar alguna variable que indique resistencia a los nematodos gastrointestinales. Sin embargo, se encontró que los corderos no poseen las defensas inmunológicas suficientes para evitar la parasitosis, por lo que con este estudio se pudo evaluar el impacto de los NGI en los índices hematológicos y productivos durante la primera infección.

**Table 3. Correlations between some study variables in hair sheep before and after natural infection with gastrointestinal nematodes under warm climate conditions.****Cuadro 3. Correlaciones entre algunas variables de estudio en ovinos de pelo antes y después de la infección natural con nematodos gastrointestinales en condiciones de clima cálido.**

Variables	Day 0 / Día 0	Day 30 / Día 30	Day 45 / Día 45	Day 60 / Día 60
EPG-ACV	-0.21 <sup>ns</sup>	-0.43**	-0.41*	-0.60**
EPG-ProtPlas	0.37*	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.57**	-0.61**
ACV-ProtPlas	-0.26 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>ns</sup>	0.46*	0.83**
Leukocytes-neutrophils / Leucocitos-neutrófilos	0.89**	0.84**	0.90**	0.72**
Leukocytes-Eosinophils / Leucocitos-Eosinófilos	0.74**	0.47**	0.37 <sup>ns</sup>	0.37*
Leukocytes-Lymphocytes / Leucocitos-Linfocitos	0.73**	0.78**	0.57**	0.87**
Neutrophils-Eosinophils / Neutrófilos-Eosinófilos	0.57**	0.30*	0.42*	0.42**
HcA-TcA (IgA)		0.85**	0.94**	0.47**
HcA-CcA (IgA)		0.88**	0.90**	0.67**
HcA-TcKSal(IgA)		0.63**	0.12 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>

The highest number of egg counts was observed 60 days after the beginning of the infection, because during the month of stabling, the nematodes developed to adults and, therefore, the correlations of eggs and total adult parasites had the highest values (Data not shown). This agrees with that indicated in a previous study in the area, in which the highest correlation between fecal egg counts and the number of adult parasites was at 45 days after infection (González-Garduño, R., et al., 2011). Especially when *H. contortus* was abundant, correlation coefficients were high (Gaully M., & Erhardt G., 2001). Thus, the fecal counts obtained during stabling represented the infection of the previous month of grazing.

FEC were negatively correlated with ACV, animals with higher infection had lower ACV, this has been reported in other studies, in which *H. contortus* was the most prevalent nematode due to its hematophagous habits (Esteban-Demetrio et al., 2013). Throughout the year, differences in ACV were also negatively correlated with FEC. However, in July the ACV increased, which could be due to the quality of the grass, which improves due to the increase of humidity, so this behavior could be associated with animal nutrition, such as observed in weight gains recorded in this month.

Another source of variation that affected the ACV was the breed. Pelibuey lambs had lower ACV than the other breeds and in the same sense, fecal counts increased in this one, which would suggest that this breed is more susceptible than Blackbelly and Kathadin based on this variable and considering that *H.*

Dentro de los factores estudiados, las condiciones climáticas prevalecientes influyeron en la parasitosis, y se observaron diferencias en los CFH en los corderos a través del año, lo cual se asoció a las fluctuaciones en las poblaciones de larvas de los NGI en los sitios de infección, las cuales se ven fuertemente afectadas por la humedad para el desarrollo y también para la transmisión de las heces a los pastos y finalmente al hospedero. La precipitación fue uno de los principales factores limitantes. En otros estudios también se ha destacado la importancia de la humedad y se ha concluido que, la época de lluvias permite un incremento considerable de los CFH (Sissay M., M., Uggla A., & Waller P., J., 2007), pero también ocurren fluctuaciones de las diferentes especies, que se ven afectadas por las condiciones ambientales (Nwosu C., O., Madu P., P., & Richards W., S., 2007). En conjunto, estos factores originan los patrones estacionales de la infección, así como la variación de las poblaciones de las diferentes especies de nematodos (Morgan & Van Dijk, 2012).

El mayor número de conteo de huevos se observó a los 60 días de iniciada la infección, dado que, durante el mes de estabulación, los nematodos se desarrollaron hasta adultos y, por lo tanto, las correlaciones de huevos y el total de parásitos adultos tuvieron los mayores valores (Datos no presentados). Esto coincide con lo indicado en un estudio previo en la zona, en la que la mayor correlación entre los conteos fecales de huevos y el número de parásitos adultos fue a los 45 días después de la infección (González-Garduño, R., et al., 2011). Especialmente cuando abundó *H. contortus* los coeficientes de correlación fueron altos (Gaully M.,



*contortus* is the main nematode in the study area. However, the number of animals is not enough to conclude; therefore further studies are required to test the effect of infection on ACV among the three main sheep breeds in the tropics. Other studies indicate that hair breeds of sheep have more resistance than wool breeds (Notter D., R., Andrew S., A., & Zajac A., M., 2003, Vanimisetti H., B., Andrew S., L., Zajac A., M., & Notter D., R., 2004), but among hair breeds enough information has to be generated to know which of them have more resistance (Bowdridge S., MacKinnon K., McCann J. C., Zajac A. M., & Notter D., R., 2013).

With the peripheral immunological variables, it was not possible to determine the resistance of lambs against GNI during the first infection. Blood cell counts showed no differences before and after the infection, as well as between breeds. This behavior is due to the fact that *H. contortus* infection increases T CD4+ cells in the abomasal lymph nodes and increased numbers of eosinophils,  $\gamma\delta$ + cells and B cells are also observed in the abomasal tissue, which corresponds to a local rather than a systemic response (Balic A., Bowles V., M., & Meeusen E. N., T., 2000).

Other studies have observed differences in neutrophil numbers between breeds in favor of hair breeds over wool breeds (Bowdridge et al., 2013). However, in this study, no differences were observed between the hair breeds used (Pelibuey, Backbelly and Katahdin). The determination of neutrophils is important because it indicates inflammatory processes in the development of protective immunity. Previous studies indicated that at five days after infection high neutrophil counts occur and together with macrophages allow preventing larva establishment, so their action may also be local (Bowdridge et al., 2013). In this case, it was not possible to distinguish any effect of study variables (municipality, month, breed, day of infection) on the number of neutrophils.

The low peripheral eosinophil counts observed in lambs throughout the study were probably due to two situations. First, the animal was not immunologically mature or these cells were exerting their action locally (Henderson & Stear, 2006). As indicated, mast cells and eosinophils are cells typically related to the immune response that involves the rejection of parasites. The effectiveness of the attack process is dependent on the activation state of eosinophils, which can increase their activity by repeated stimulation with interleukin 5 (IL-5). Eosinophils are recruited in abomasal tissue during infection and with increased speed during re-infection and at specific sites around infecting larvae (Meeusen E., N., Balic A., & Bowles, V., 2005).

& Erhardt G., 2001). Así los conteos fecales obtenidos durante la estabulación, representaron la infección del mes previo de pastoreo.

Los CFH estuvieron correlacionados de manera negativa con el VCA, los animales con la mayor infección presentaron menor VCA, esto se ha indicado en otros estudios, en los que el *H. contortus* fue el nematodo de mayor prevalencia debido a sus hábitos hematófagos (Esteban-Demetrio et al., 2013). A través del año, las diferencias en el VCA también se correlacionaron negativamente con los CFH. Sin embargo, se observó que en julio se incrementó el VCA, lo cual pudo deberse a la calidad del pasto, la cual mejora por el aumento de humedad, por lo que quizá este comportamiento está asociado a la nutrición de los animales, tal como se observó en las ganancias de peso registradas en este mes.

Otra fuente de variación que afectó el VCA fue la raza. Los corderos Pelibuey tuvieron menor VCA que las otras razas y en el mismo sentido los conteos fecales se incrementaron en esta, lo que haría suponer que esta raza es más susceptible que Blackbelly y Kathadin con base en esta variable y considerando que *H. contortus* es el principal nematodo en la zona de estudio. Sin embargo, el número de animales no es suficiente para concluir al respecto y se requiere de otros estudios para comprobar el efecto de la infección en el VCA entre las tres principales razas de ovinos en el trópico. En otros estudios se indica que las razas de pelo tienen más resistencia que las de lana (Notter D., R., Andrew S., A., & Zajac A., M., 2003, Vanimisetti H., B., Andrew S., L., Zajac A., M., & Notter D., R., 2004), pero entre las razas de pelo aún se debe generar información suficiente para saber cuál de ellas posee más resistencia (Bowdridge S., MacKinnon K., McCann J. C., Zajac A. M., & Notter D., R., 2013).

Con las variables inmunológicas periféricas no fue posible determinar la resistencia de los corderos contra los NGI durante la primera infección. Los conteos celulares en sangre no mostraron diferencias antes y después de la infección, así como tampoco entre razas. Posiblemente, este comportamiento se debe a que la infección de *H. contortus* incrementa las células T CD4+ en los nódulos linfáticos abomasaes y también se observan mayores cantidades de eosinófilos, células  $\gamma\delta$ + y células B que se localizan en el tejido abomasal, la cual corresponde a una respuesta de tipo local más que sistémica (Balic A., Bowles V., M., & Meeusen E. N., T., 2000).

En otros estudios se han observado diferencias en el número de neutrófilos entre razas a favor de las razas de pelo respecto a las de lana (Bowdridge et al., 2013).

The highest humoral immune response against the three species of GNI used as antigens occurred in lambs from Jalapa and Tacotalpa. Lambs from both municipalities showed similar AC between them and with statistical differences ( $P < 0.01$ ) with respect to the value obtained in the animals from Teapa. Despite the statistical differences of IgA in the study factors during the first infection of lambs, AC values ranged from 0 to 4.4 % compared to the positive standards used, indicating that the immunity of the lambs was insufficient to reduce GNI parasitosis by itself and, therefore, high FEC were observed.

The differences of IgA levels observed after infection followed a similar pattern to the FEC, since as the days passed, the highest fecal counts were obtained after 45 days after the beginning of grazing. IgA values also followed the same behavior and the highest values were obtained at day 45. However, by the day 60 IgA levels decreased again. IgA values did not become important in the control of GNI. Also, between months, differences were observed with the antigens of the two main nematode species found in the area. This is generally attributed to the fact that the highest prevalence of species was precisely *H. contortus* and *T. colubriformis*, and their seasonal differences played an important role in determining infection patterns (Morgan & Van Dijk, 2012).

Similarly, to that observed in this study, differences between hair and wool breeds with a crude nematode antigen showed no differences (Bowdridge et al., 2013). Scottish Blackface lambs infected with 50 000 L3 of *Teladorsagia circumcincta*, had an IgA peak 8 to 10 days after infection and declined subsequently (Henderson & Stear, 2006). This reduction in IgA levels was also observed in the present study and occurred subsequently to the lambs' exit from grazing, which was at the time they stopped reinfesting and stabled. However, IgA levels were not recorded on a frequent basis so the reduction in IgA levels could not be accurately determined and it was only determined that at fifteen days the levels were lower.

In this case, it was observed that in Tacotalpa, with the highest fecal counts of nematode eggs, the immune response was the highest (6.9% compared to the positive standards) 30 days after the beginning of grazing, and was precisely when the animals returned from grazing to stabling. This indicates that the higher the level of infection, the higher immune response. However, the levels of response do not allow the animals to excrete the nematodes and damages were very important since about 25 % of the lambs died during grazing.

Sin embargo, en este estudio no se observaron diferencias entre las razas de pelo utilizadas (Pelibuey, Backbelly y Katahdin). La determinación de neutrófilos es importante porque indica procesos inflamatorios en el desarrollo de inmunidad protectora. Estudios previos indicaron que a los cinco días después de la infección ocurren altos conteos de neutrófilos y junto con los macrófagos permiten prevenir el establecimiento de las larvas, por lo que su acción también puede ser local (Bowdridge et al., 2013). En el caso de este trabajo no fue posible distinguir algún efecto de variables de estudio (municipio, mes, raza, día de infección) sobre el número de neutrófilos.

*Los bajos recuentos de eosinófilos periféricos observados en los corderos durante todo el estudio posiblemente se debieron a dos situaciones, la primera, que el animal no se encontraba inmunológicamente maduro o bien a que estas células se encontraban ejerciendo su acción de manera local (Henderson & Stear, 2006). Ya que tal como se ha indicado los mastocitos y eosinófilos son células que se encuentran relacionadas típicamente con la respuesta inmune que implica el rechazo de los parásitos. La efectividad del proceso de ataque es dependiente del estado de activación de los eosinófilos, los cuales pueden incrementar su actividad por estimulación repetida con interleucina 5 (IL-5). Los eosinófilos son reclutados en el tejido abomasal durante la infección y con mayor velocidad en las reinfecciones y en los sitios específicos alrededor de las larvas infectantes (Meeusen E., N., Balic A., & Bowles, V., 2005).*

La mayor respuesta inmune humoral contra las tres especies de NGI usadas como antígenos ocurrió en los corderos provenientes de Jalapa y Tacotalpa. Los corderos de ambos municipios mostraron similar OD entre ellos y con diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ) respecto al valor obtenido en los animales de Teapa. A pesar de encontrarse diferencias estadísticas de la IgA en los factores de estudio durante la primera infección de los corderos, los valores de OD oscilaron entre 0 a 4.4 % respecto a los estándares positivos utilizados, lo que indica que la inmunidad de los corderos fue insuficiente para reducir por sí mismo la parasitosis de NGI y, por lo tanto, se observaron altos CFH.

Las diferencias en el nivel de IgA que se observaron posterior a la infección siguieron un patrón similar a los CFH, ya que conforme transcurrieron los días, se obtuvieron los mayores conteos fecales después de los 45 días de iniciado el pastoreo. También los valores de IgA siguieron este mismo comportamiento y se obtuvieron los mayores valores al día 45. Sin embargo, para el día 60 los niveles de IgA se redujeron nueva-



In sheep IgA drifts from the gastrointestinal tract, mainly produced by plasma cells in the lamina propria, there it binds to parasites or parasite secretions and a part is transported through the lymphatic system into the blood, so plasma IgA activity is reduced when the number of fourth stage larvae increases and it increases with increased mucus activity (Henderson & Stear, 2006).

## Conclusions

It is concluded that the environmental conditions in the mountain range region of Tabasco state originate a higher prevalence of gastrointestinal nematodes during the period of strong winds (October to January) with greater consequences for the sheep since the hematic values are reduced due to the presence of *Haemonchus contortus*. However, during the first infection of lambs, no cellular immunological differences were observed, and the number of eosinophils was similar before and after infection and between breeds. However, differences in months and municipality were observed.

IgA levels showed differences among the factors studied, but the specific immune response compared to the positive standard was less than 6.9% and was not enough to reduce the effects of parasitism with gastrointestinal nematodes.

## Acknowledgments

The authors would like to thank the Centro de Capacitación y Reproducción de Especies Menores (CE-CAREM) of the Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca (SEDAFOP), Gobierno del Estado de Tabasco, and the private ranches: Santa Martha and San Francisco for the facilities provided for the development of this study.

*End of English version*

## References / Referencias

- Alvarado-Alvarado, A., González-Garduño, R., Zaragoza-Vera, M., Zaragoza-Vera, C., Arjona-Jiménez, G., Navarro Martínez, F. (2017). Parámetros inmunológicos en ovinos para abasto contra nematodos gastrointestinales en Tabasco, México. *Agroproductividad* 10(2): 47-52.
- Andronicos, N., Hunt, P., & Windon, R. (2010). Expression of genes in gastrointestinal and lymphatic tissues during parasite infection in sheep genetically resistant or susceptible to *Trichostrongylus colubriformis* and *Haemonchus contortus*. *International Journal for Parasitology* 40(4): 417-429.

mente. Los valores de IgA no llegaron a ser importantes en el control de los NGI. También, entre meses, se observaron diferencias con los antígenos, de las dos principales especies de nematodos, encontrados en la zona. Lo cual se atribuye de manera general a que la mayor prevalencia de especies era precisamente *H. contortus* y *T. colubriformis*, y sus diferencias estacionales tuvieron un papel importante en la determinación de los patrones de infección (Morgan & Van Dijk, 2012).

De igual manera, a lo observado en este estudio, las diferencias entre razas de pelo y de lana con un antígeno crudo de nematodos no mostraron diferencias (Bowdridge et al., 2013). En corderos Scottish Blackface infectados con 50 000 L3 de *Teladorsagia circumcincta*, el pico de la IgA se observó de los 8 a los 10 días después de la infección y declinó subsecuentemente (Henderson & Stear, 2006). Esta reducción en los niveles de IgA también se observó en el presente estudio y ocurrió posteriormente a la salida de los corderos del pastoreo, que fue en el momento en que se dejaron de reinfectar y se estabularon. Sin embargo, no se registraron de manera frecuente los niveles de IgA por lo que no se pudo determinar con exactitud la reducción de los niveles de IgA y solo se determinó que a los quince días los niveles fueron inferiores.

En este caso se pudo observar que en Tacotalpa donde hubo los mayores conteos fecales de huevos de nematodos la respuesta inmune fue la mayor (6.9 % respecto a los estándares positivos) a los 30 días de iniciado el pastoreo y fue justamente cuando los animales regresaron de pastoreo a estabulación. Lo que indica que a mayor nivel de infección la respuesta inmune se incrementa. Sin embargo, los niveles de respuesta no permiten que los animales logren expulsar a los nematodos y los daños fueron muy importantes ya que cerca del 25 % de los corderos murió durante el pastoreo.

En los ovinos la IgA deriva del tracto gastrointestinal, específicamente es producido por las células del plasma en la lámina propia, ahí se unen a los parásitos o a las secreciones de los parásitos y parte es transportada a través del sistema linfático a la sangre, por lo que la actividad de la IgA en plasma se reduce cuando se incrementa el número de larvas en cuarto estadio y se incrementa con el aumento de la actividad del mucus (Henderson & Stear, 2006).

## Conclusiones

Se concluye que las condiciones ambientales en la región de la Sierra del estado de Tabasco originan una mayor prevalencia de nematodos gastrointestinales

- Balic A., Bowles, V. M., & Meeusen E., N. T., (2000). Cellular profiles in the abomasal mucosa and lymph node during primary infection with *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 75(1): 109-120.
- Bashtar A., R., Hassanein M., Abdel-Ghaffar, F., Al-Rasheid, K., Hassan, S., Al-Ghamdi, A. (2011). Studies on monieziaisis of sheep I. Prevalence and antihelminthic effects of some plant extracts, a light and electron microscopic study. *Parasitology research*, 108(1), 177-186.
- Benjamin M., M. (1991). Manual de patología clínica en veterinaria. Ed. Limusa, México. 421 pp.
- Bowdridge, S., MacKinnon, K., McCann, J. C., Zajac A., M., & Notter D., R. (2013). Hair-type sheep generate an accelerated and longer-lived humoral immune response to *Haemonchus contortus* infection. *Veterinary Parasitology* 196(1): 172-178.
- Cardoso C., P., Silva B., F., Trinca L., A., & Amarante A., F. (2013). Resistance against gastrointestinal nematodes in Crioulo Lageano and Crossbred Angus cattle in southern Brazil. *Veterinary Parasitology* 192(1): 183-191.
- Craig B., H., Pilkington J., G., & Pemberton J., M. (2006). Gastrointestinal nematode species burdens and host mortality in a feral sheep population. *Parasitology* 133(4): 485-496.
- Cringoli, G., Rinaldi, L., Veneziano, V., Capelli, G., & Scala, A. (2004). The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. *Veterinary Parasitology* 123(1): 121-131.
- Esteban-Andrés, D., González-Garduño, R., Garduza-Arias, G., Ojeda-Robertos, N. F., Reyes-Montes, F., & Gutiérrez-Cruz, S., (2013). Desarrollo de resistencia a nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo desafiados con diferentes niveles de infección. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 60(3): 169-181.
- García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México. 246pp.
- Gauly M, & Erhardt G. (2001). Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Rhön sheep following natural infection, *Veterinary Parasitology* 102(3): 253-259.
- González-Garduño, R., Mendoza-de Gives, P., & Torres-Hernández, G. (2013). Variability in the fecal egg count and the parasitic burden of hair sheep after grazing in nematode infected paddocks. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33(4): 469-475.
- González-Garduño, R., Cordóva-Pérez, C., Torres-Hernández, G., Mendoza-de Gives, P., & Arece-García, J. (2011). Prevalence of gastrointestinal parasites in slaughtered sheep at a slaughterhouse in Tabasco, Mexico. *Veterinaria Mexico*, 42(2).
- Greer A., W. (2008). Trade-offs and benefits: implications of promoting a strong immunity to gastrointestinal parasites in sheep. *Parasite Immunology* 30(2): 123-132.
- en la época de nortes (octubre a enero) con mayores consecuencias para los ovinos ya que se reducen los valores hemáticos por la presencia de *Haemonchus contortus*. Sin embargo, durante la primera infección de los corderos no se logran observar diferencias inmunológicas celulares y la cantidad de eosinófilos fue similar antes y después de la infección y entre razas. Sin embargo, sí se observaron diferencias en los meses y localidades.
- Los niveles de IgA mostraron diferencias entre los factores estudiados pero la respuesta inmune específica respecto al estándar positivo fue menor a 6.9 % y no fue suficiente para reducir los efectos del parasitismo con nematodos gastrointestinales.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Capacitación y Reproducción de Especies Menores (CECAREM) de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca (SEDAFOP), Gobierno del Estado de Tabasco, a los ranchos particulares Santa Martha y San Francisco por las facilidades otorgadas para el desarrollo del trabajo.

### Fin de la versión en español

- Henderson N., G., & Stear M., J. (2006). Eosinophil and IgA responses in sheep infected with *Teladorsagia circumcincta*. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 112(1): 62-66.
- Idris A, Moors E, Sohnrey B, & Gauly M. (2012). Gastrointestinal nematode infections in German sheep. *Parasitology Research* 110(4): 1453-1459.
- Kemper K., E., Palmer D., G., Liu S., M., Greeff J., C., Bishop S., C., & Karlsson L. J., E. (2010). Reduction of faecal worm egg count, worm numbers and worm fecundity in sheep selected for worm resistance following artificial infection with *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology* 171: 238-246.
- Klion A., D., & Nutman T., B. (2004). The role of eosinophils in host defense against helminth parasites. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 113: 30-37.
- Larios R., J., & Hernández, J. (1992). Fisiografía, ambientes y uso agrícola de la tierra en Tabasco, México. Ed. Chapingo, Texcoco, México. 125 pp.
- Meeusen E., N., Balic, A., & Bowles V (2005). Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 108(1): 121-125.
- Morgan E., R., & Van Dijk, J. (2012). Climate and the epidemiology of gastrointestinal nematode infections of sheep in Europe. *Veterinary Parasitology* 189(1): 8-14.

- Notter D., R., Andrew S., A., & Zajac A., M. (2003). Responses of hair and wool sheep to a single fixed dose of infective larvae of *Haemonchus contortus*. *Small Ruminant Research* 47:221-225.
- Nwosu C., O., Madu P., P., & Richards W., S. (2007). Prevalence and seasonal changes in the population of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the semi-arid zone of north-eastern Nigeria. *Veterinary Parasitology* 144:118-124.
- Roeber, F., Jex, A. R., & Gasser R., B. (2013). Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance-an Australian perspective. *Parasites y vectors* 6(1): 153.
- Rojo-Vázquez, F. A., Meana, A., Valcárcel, F., & Martínez-Valladares, M. (2012). Update on trematode infections in sheep. *Veterinary Parasitology* 189(1): 15-38.
- SAS Institute Inc. (2004). SAS/STAT® User's Guide, Version 9.2, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Shaw, R. J., Morris C., A, Wheeler, M., Tate, M., & Sutherland I., A. (2012). Salivary IgA: a suitable measure of immunity to gastrointestinal nematodes in sheep. *Veterinary Parasitology* 186: 109-117.
- Sissay M., M., Uggla, A., & Waller, P. J. (2007). Epidemiology and seasonal dynamics of gastrointestinal nematode infections of sheep in a semi-arid region of eastern Ethiopia. *Veterinary Parasitology* 143(3): 311-321.
- Thienpont, D., Rochette, F., & Vanparijs O., F. J. (1986). Diagnóstico de las helmintiasis por medio del Examen Coprológico, Janssen Research Foundation, Beerse, Bélgica. 187 pp.
- Torres-Acosta, J. F., J., Sandoval-Castro, C. A., Hoste, H., Aguilar-Caballero A., J., Cámara Sarmiento, R., & Alonso-Díaz, M. A. (2012). Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. *Small Ruminant Research* 103(1): 28-40.
- Vanimisetti H., B., Andrew S., L., Zajac A., M., & Notter D., R. (2004). Inheritance of fecal egg count and packed cell volume and their relationship with production traits in sheep infected with *Haemonchus contortus*, *Journal of Animal Science* 82(6): 1602-1611.

EN

## The interstock effect on the initial growth of the 'Tahiti' Persian lime (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez)

ES

## Efecto del interinjerto en el crecimiento inicial de lima Persa 'Tahiti' (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez)

Martín Gaona-Ponce<sup>1\*</sup>; Gustavo Almaguer-Vargas<sup>2</sup>;  
Alejandro F. Barrientos-Priego<sup>2</sup>; Amparo M. Borja-De la Rosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chapingo Autonomous University, South-southeast University Regional Unit, km 7 carretera Teapa-Vicente Guerrero. C. P. 86800, Teapa, Tabasco, México.

<sup>2</sup>Chapingo Autonomous University, Fitotecnia Department, km 38.5 carretera México- Texcoco, C. P. 56230, Chapingo, Estado de México. México.

<sup>3</sup>Chapingo Autonomous University, Division of Earth Sciences, km 38.5 carretera México- Texcoco, C. P. 56230, Chapingo, Estado de México. México.

\*Corresponding author:  
mgaonaponce@hotmail.com  
Tel. +52 (595) 9521500 ext. 3107

Received: December 8, 2020 /  
Accepted on: February 10, 2021

DOI:  
10.5154/r.rchsat.2021.01.03

### Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of some citrus varieties used as interstocks on the initial growth characteristics of the primary shoot of the Persian lime cv. 'Tahiti' (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) and its relationship with stem characteristics. 'Flying Dragon' trifoliolate (*Poncirus trifoliata* var. 'Monstruosa'), 'Rubidoux' trifoliolate (*P. trifoliata* var. 'Rubidoux') and 'Tahiti' lime were used as interstocks; and as rootstocks were used the 'Agrio' orange (*C. aurantium* L.) and 'Volkamer' lemon (*C. volkameriana* Tenn. & Pasq.). The treatment design was a 2 x 4 factorial. Seven variables of initial growth and six of the stem were measured and correlated with each other. 'Agrio' with interstock significantly affected the length, growth velocity, diameter and length of internodes of the primary shoot in 18, 22, 12 and 14 % lower with respect to 'Volkamer' with interstock. 'Rubidoux' over 'Volkamer' had the highest values in six growth variables, but combined with 'Agrio' induced dwarfing characteristics in the primary shoot of 'Tahiti' lime. The diameters of the stem of both rootstocks were affected by the interstock. 'Rubidoux' increased the diameter of 'Volkamer' but not that of 'Agrio'. On the other hand, the 'Dragon Flying' interstock presented bigger diameter than the rootstock where it was established. We found low correlations (-0.222 to 0.502) of the diameter of the rootstock, the diameter of the interstock, the thickness of the cortex of the rootstock and the thickness of the cortex of the interstock with all the growth variables of the primary shoot of 'Tahiti' lime.

**Keywords:** *Citrus latifolia*, *Poncirus trifoliata*, interstock, dwarfing

### Resumen

En este estudio fueron evaluadas algunas variedades de cítricos utilizadas como interinjertos en las características del crecimiento inicial de brote primario de la lima persa var. 'Tahiti' (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) y su relación con características del tallo. Se utilizaron como interinjertos trifoliado 'Flying Dragon' (*Poncirus trifoliata* var. 'Monstruosa'), trifoliado



**Please cite this article as follows (APA 6):** Gaona-Ponce, M., Almaguer-Vargas, G., Barrientos-Priego, A. F., & Borja-De la Rosa, A. M. (2021). Efecto del interinjerto en el crecimiento inicial de lima Persa 'Tahiti' (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez). *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 1(1), 43-55. doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsat.2021.01.03>

'Rubidoux' (*P. trifoliata* var. 'Rubidoux') y la propia lima 'Tahiti'; y como portainjertos se utilizó el naranjo 'Agrio' (*C. aurantium* L.) y limón 'Volkameriano' (*C. volkameriana* Tenn. & Pasq.). Se realizó un diseño de tratamientos factorial 2 x 4. Se midieron siete variables del crecimiento inicial del injerto y seis características del tallo y se correlacionaron entre ellas. El 'Agrio' con los interinjertos redujo la longitud, velocidad de crecimiento, diámetro y longitud de entrenudos del brote primario en 18, 22, 12 y 14 % menos respecto a 'Volkameriano' con los interinjertos. 'Rubidoux' sobre 'Volkameriano' tuvo los valores más altos en seis variables del crecimiento, pero combinado con 'Agrio' indujo características de enanismo en el brote primario de lima 'Tahiti'. El diámetro de tallo de ambos portainjertos se afectó por el interinjerto. 'Rubidoux' incrementó el diámetro de 'Volkameriano' pero no el de 'Agrio', mientras que 'Flying Dragon' presentó mayor diámetro que su portainjerto. Se encontraron correlaciones bajas (-0.22 a 0.50) del diámetro del portainjerto y del interinjerto; del grosor de la corteza del portainjerto y del interinjerto con todas las variables del crecimiento del brote primario de lima 'Tahiti'.

**Palabras clave:** *Citrus latifolia*, *Poncirus trifoliata*, interinjerto, enanismo

## Introduction

The size of the tree control is a productive aim in modern horticulture (Donadio, Lederman, Roberto, & Stuchi, 2019; Silva et al., 2019). Orchards with large trees frequently show an excessive shading issue, low airflow, increase of phytosanitary problems, difficulty in the planting management and cropping, increase in production costs and reduction in yields (Medina, Becerra, & Ordaz, 2004; Casierra & Guzmán, 2009; Curti, Hernández, & Loredo, 2012), for this reason, it is important the use of trees reduced in size in order to avoid these problems.

In Mexico, rootstocks used for Persian lime plantations, lead to a standard or large size of tree, which causes the aforementioned situation. On the other side, the number of plants is gradually reduced due to the presence of diseases such as gummosis, tristeza and "wood pocket" (Villegas & Mora, 2011). The occurrence of the bacterial disease "*Huánglóngbīng*" (HLB), has developed strategic proposals that include tests with low height plants and high densities Curti-Díaz, S., et al., 2012; Sanchez & Girardi, 2010; Dogar et al., 2017).

The most often used techniques for the size control are the pruning and the use of dwarfing rootstocks. Pruning is beneficial but represents the 22% of the cost of production (Almaguer & Ayala, 2014).

The use of dwarfing patterns has been documented in fruit species such as the apple tree (Parra, Becerril, López, & Castillo, 2002), mango (Casierra & Guzmán, 2009), avocado (Ben-Ya'akov & Zilberstaine, 1999) and citrus (Berdeja, Villegas, Ruíz, Sahagún, & Colinas, 2010; Cheng & Roose, 1995; Espinoza-Núñez, Mourão, Sanches-Stuchi, Cantuarias-Avilés, & Dias, 2011; Forner,

## Introducción

El control del tamaño del árbol es un objetivo productivo en la horticultura moderna (Donadio, Lederman, Roberto, & Stuchi, 2019; Silva et al., 2019). Los huertos con árboles grandes frecuentemente presentan problemas de sombreado en exceso, baja circulación de aire, incremento de problemas fitosanitarios, dificultad en el manejo y cosecha de la plantación, incremento de los costos de producción y una reducción en los rendimientos (Medina, Becerra, & Ordaz, 2004; Casierra & Guzmán, 2009; Curti, Hernández, & Loredo, 2012), por lo que es importante usar árboles de tamaño reducido que eviten esos problemas.

En México, los portainjertos empleados en las plantaciones de lima persa inducen un tamaño del árbol considerado como estándar o grande, causando la situación anteriormente mencionada. Por otra parte, el número de plantas se reduce paulatinamente por la presencia de enfermedades como gomosis, tristeza y "wood pocket" (Villegas & Mora, 2011). La aparición de la enfermedad bacteriana "*Huanglongbing*" (HLB) ha generado propuestas estratégicas que incluyen ensayos con plantas de baja altura y en altas densidades Curti-Díaz, S., et al., 2012; Sanchez & Girardi, 2010; Dogar et al., 2017).

Las técnicas más utilizadas para el control del tamaño son, la poda y el empleo de portainjertos enanizantes. La poda es benéfica, pero representa el 22 % de los costos de producción (Almaguer & Ayala, 2014).

El uso de patrones enanizantes ha sido documentado en especies frutales como el manzano (Parra, Becerril, López, & Castillo, 2002), mango (Casierra & Guzmán, 2009), aguacate (Ben-Ya'akov & Zilberstaine, 1999) y



1998; Mademba, Lemerre, & Lebegin, 2012; Silva, Mendes, Girardi, Silva, L., & Soares, 2016; Donadio et al., 2019) among others. In the latest fruit group, 'Flying Dragon' was the only one recorded (*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* T. Ito Swing), 'Rubidoux' (*P. trifoliata* L. Raf. var. *Rubidoux*), as well as hybrids of *P. trifoliata* with other citrus, as dwarfing rootstocks.

The interstock or intergraft is another technique used less in fruits. It consists of grafting on the rootstock a specific variety or specie to subsequently graft in the latest the variety to be grown and which will be the top of the plant. Some studies about citrus such as orange, tangelos and lemons indicate the effect of the interstock in the size control, quality of the fruit and juice (Castle, 1992; Khan, Bier, & Beaver, 2007; Espinoza-Núñez et al., 2011; Girardi & Mourão, 2006; Sugiyatno & Palupi, 2017; Donadio et al., 2019).

Espinoza-Núñez et al. (2011) evaluate different rootstocks and as interstock 'Flying Dragon' in plants of Persian lime and they found that the effect of the interstock on the plant vigor depended on the rootstock. Interstocked plants in the 'Davis A' trifoliolate were taller than those without interstock. Conversely, interstocked plants in the 'Catania 2' Volkamer lemon were less vigorous than those without interstock.

Sugiyatno & Palupi (2017), evaluate 24 combinations of interstock-grafting in the rootstock of Rangput lime for 'Batu 55' mandarin, 'Pontianak' tangerine and 'Nimas' lime with the aim of improving the growth. Among the evaluated interstocks were 'Flying Dragon', 'Carrizo' citrange, rough lemon and 'Volkamer' lemon. The use of *P. trifoliata* as intermediate material, boosted the quick shooting in the 'Pontianak' tangerine, while the citrange 'Troyer' stimulates the growth of the shoot in the 'Nimas' lime. Moreover, the use of the 'Carrizo' citrange influenced the diameter of the 'Nimas' lime plant.

As mentioned above, it is necessary to continue with the evaluation of common and dwarfing materials to solve the size issues. The aim of this study was to evaluate the effects of the rootstock/interstock relationships in the primary shoot growth, to correlate the characteristics of the diameter and thickness of the cortex of the rootstock and interstock with the characteristics of the primary shoot and identify at least one combination that significantly decreases the variables of the primary shoot of the "Tahiti" Persian lime growth.

## Materials and methods

The experiment was carried out in 2017 in a glasshouse located in the agricultural-experimental field of *Fito-*

cítricos (Berdeja, Villegas, Ruíz, Sahagún, & Colinas, 2010; Cheng & Roose, 1995; Espinoza-Núñez, Mourão, Sanches-Stuchi, Cantuarias-Avilés, & Dias, 2011; Forner, 1998; Mademba, Lemerre, & Lebegin, 2012; Silva, Mendes, Girardi, Silva, L., & Soares, 2016; Donadio et al., 2019) entre otros. En este último grupo de frutales solo se han registrado 'Flying Dragon' (*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* T. Ito Swing), 'Rubidoux' (*P. trifoliata* L. Raf. var. *Rubidoux*), así como híbridos de *P. trifoliata* con otros cítricos, como portainjertos enanizantes.

Otra técnica con menor frecuencia en frutales es el interinjerto o injerto intermedio. Este consiste en injertar sobre el portainjerto una especie o variedad determinada para posteriormente injertar sobre esta última la variedad que se desea cultivar y que constituirá la copa. Estudios con algunos cítricos como la naranja, tangelos y limones, indican el efecto del interinjerto en el control del tamaño, la calidad de fruta y jugo (Castle, 1992; Khan, Bier, & Beaver, 2007; Espinoza-Núñez et al., 2011; Girardi & Mourão, 2006; Sugiyatno & Palupi, 2017; Donadio et al., 2019).

Espinoza-Núñez et al. (2011) evaluaron diferentes portainjertos y como interinjerto 'Flying Dragon' en plantas de lima persa y, encontraron que el efecto del interinjerto sobre el vigor de la planta dependió del portainjerto. Las plantas interinjertadas en el trifoliado 'Davis A' fueron más altas que aquellos sin interinjerto. En contraparte, las plantas interinjertadas en limón Volkameriano 'Catania 2' fueron menos vigorosas que aquellos sin interinjerto.

Sugiyatno & Palupi (2017), evaluaron 24 combinaciones de interinjerto-injerto en portainjerto de lima Rangpur, para mandarina 'Batu 55', tangerina 'Pontianak' y lima 'Nimas' con el objetivo de mejorar el crecimiento. Entre los interinjertos evaluados estuvo 'Flying Dragon', citrange 'Carrizo', limón rugoso y limón 'Volkameriano'. El uso de *P. trifoliata* como material intermedio estimuló la brotación rápida en tangerina 'Pontianak', mientras que el citrange 'Troyer' estimuló el crecimiento del brote en lima 'Nimas'. Por otra parte, el empleo de citrange 'Carrizo' influyó en el diámetro de la planta de lima 'Nimas'.

Por lo anteriormente mencionado, es necesario continuar con la evaluación de materiales enanizantes y comunes que permitan resolver los inconvenientes del tamaño. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de las relaciones portainjerto\interinjerto en las variables del crecimiento del brote primario, correlacionar características del diámetro y grosor de corteza del portainjerto e interinjerto con las características del crecimiento del brote primario e identificar al menos una combinación que reduzca significativa-

*tecnia* from the Chapingo Autonomous University located at 19° 29' N and 98° 52' O, and altitude of 2 240 m.

Plants of two rootstocks aged six months from the Maricruz nursery, in Arroyo de Piedra Tlapacoyan, Veracruz, México, were obtained. They were transferred to Chapingo, México, they were transplanted to individual flowerpots with a capacity of 16 liters, they were placed in the glasshouse for three months more for their adaptation. The substrate was a blend of sandy-loam soil + 10% of compost. The average temperature in this period was 29°C, after this period of time, the first graft was made. Four months later, the second graft was carried out according to the indicated treatments.

The experimental design used was selected randomly with factorial treatment arrangements (2 x 4), where the A factor was the rootstock ('Volkamer' lemon *C. volkameriana* Tenn. & Pasq. and 'Agrio' orange *C. aurantium* L.) and the B factor was the interstock ('Flying Dragon' trifoliolate *Poncirus trifoliata* var 'Monstruosa' and 'Rubidoux' trifoliolate *P. trifoliata* var. Rubidoux, 'Tahiti' Persian lime and the treatment without interstock). The 'Tahiti' Persian lime was used as final graft for all the treatments. The type of graft developed was the shield budding described by Hartmann and Kester (1998).

The treatments resulting from rootstock/interstock were: 1) 'Volkamer'\ 'Flying Dragon', 2) 'Volkamer'\ 'Rubidoux', 3) 'Volkamer'\ 'Tahiti' lime, 4) 'Volkamer'\ without interstock, 5) 'Agrio'\ 'Flying Dragon', 6) 'Agrio'\ 'Rubidoux', 7) 'Agrio'\ 'Tahiti' lime, and 8) 'Agrio'\ without interstock.

The variables measured were:

- Length of the primary shoot (LBP). It was measured weekly with a measuring tape, from the bottom to the top of the graft. A final length was considered when the measure was constant.
- Growth velocity (VC). The number of days was counted to reach a constant length, with this, the daily length was obtained.
- Diameter of the primary shoot (DBP). The shoot was measured from 4 cm of the base of the graft with a digital Vernier Pretul®.
- Number of leaves (NH). The total of leaves from the primary shoot was counted.
- Length of the internodes (LE). It was obtained by dividing the total length by the number of internodes of the primary shoot.

mente las variables del crecimiento del brote primario de lima persa 'Tahiti'.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó durante 2017 en un invernadero con cubierta de cristal ubicado en el Campo Agrícola Experimental de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, situado a 19° 29' N y a 98° 52' O, a una altitud de 2 240 m.

Se obtuvieron plantas de dos portainjertos de seis meses de edad del vivero Maricruz, en Arroyo de Piedra, Tlapacoyan, Veracruz, México. Se trasladaron a Chapingo, México, se trasplantaron en macetas individuales de 16 litros de capacidad, colocadas en dicho invernadero por otros tres meses para su adaptación. El sustrato fue una mezcla de suelo limo-arenoso + 10 % de composta. La temperatura media en este período fue de 29 °C. Posterior a este período se realizó el primer injerto. El segundo injerto en los tratamientos que lo indicaban se hizo cuatro meses después.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con un arreglo de tratamientos factorial (2 x 4), en donde el factor A fue el portainjerto (limón 'Volkameriano' *C. volkameriana* Tenn. & Pasq. y naranjo 'Agrio' *C. aurantium* L.) y el factor B fue el interinjerto (trifoliado 'Flying Dragon' *Poncirus trifoliata* var 'Monstruosa' y trifoliado 'Rubidoux' *P. trifoliata* var. Rubidoux, la lima persa 'Tahiti' y tratamiento sin interinjerto). Como injerto final se usó lima persa 'Tahiti' en todos los tratamientos. El tipo de injerto practicado fue el de yema en escudete, descrito por Hartmann y Kester (1998).

Los tratamientos resultantes portainjerto\interinjerto fueron: 1) 'Volkameriano'\ 'Flying Dragon', 2) 'Volkameriano'\ 'Rubidoux', 3) 'Volkameriano'\ lima 'Tahiti', 4) 'Volkameriano'\ sin interinjerto, 5) 'Agrio'\ 'Flying Dragon', 6) 'Agrio'\ 'Rubidoux', 7) 'Agrio'\ lima 'Tahiti', y 8) 'Agrio'\ sin interinjerto.

Las variables que se midieron fueron las siguientes:

- Longitud del brote primario (LBP). Se midió semanalmente con un flexómetro, desde la base del injerto hasta el ápice. Se consideró una longitud final cuando la medida fue constante.
- Velocidad de crecimiento (VC). Se contabilizó el número de días hasta llegar a longitud constante con lo que se obtuvo la longitud diaria.
- Diámetro del brote primario (DBP). Se midió el brote a 4 cm de la base del injerto con un vernier digital Pretul®.



- Leaf area of the shoot (AFB). It was calculated with the sum of all the leaves area of the shoot. The program Image Tool v3 was used.
- Average leaf area (APH). It was calculated by dividing the leaf area of the shoot by the number of leaves.

The diameters and thickness of the rootstock and cortex of the interstocks was measured to correlate variables of the stem growth with variables of the initial growth of the primary shoot, this was used to calculate two quotients or ratios. These measures were carried out with a digital Vernier Pretul<sup>®</sup>, from 3 cm of the grafting point of union. A quotient greater than 1 indicated that the diameter or thickness of the cortex of the interstock is greater than the diameter or thickness of the cortex of the rootstock, whilst one less than 1 indicated otherwise.

Data was analyzed with an experimental design 2 x 4 factorial with six repetitions per treatment where the A factor was the rootstock and the B factor was the interstock. For each variable, an analysis of variance and a comparison test of means of Tukey ( $P \leq 0.05$ ) were carried out, as well as the correlation of Pearson between variables of stem and primary shoot growth with the SAS v9 program.

## Results and discussion

The analysis of variance applied to the variables of the initial growth of the 'Tahiti' Persian lime shoot indicate significant differences in six out of every seven evaluated variables (Table 1). The variable which does not show a statistically significant difference was the average leaf area ( $33.78 \pm 3.76$ ), this indicates that the variable was not affected by the rootstock or by the interstock.

It was also noted that a differentiation factor was in the type of rootstock. The 'Volkamer' lemon showed a greater length, growth velocity, diameter and length of the internodes of the primary shoot of 'Tahiti' lime, than with the 'Agrio' orange, while the use of 'Flying Dragon' and 'Rubidoux' interstocks showed a significant difference in terms of shoot length, growth velocity and number of leaves of the 'Tahiti' lime shoot, than when an interstock was not used (Table 1).

On the other side, it was noted that the combination between 'Agrio'-'Rubidoux' orange showed lower values in all the measured variables (Table 2), while the treatment with highest values was 'Volkamer'-'Rubidoux', this indicated that the rootstock exerted a differentiated effect with the same interstock. When 'Flying Dragon' and

- Número de hojas (NH). Se contó la totalidad de hojas del brote primario.
- Longitud de entrenudos (LE). Se obtuvo dividiendo la longitud total entre el número de entrenudos del brote primario.
- Área foliar del brote (AFB). Se calculó con la suma del área de todas las hojas del brote. Se usó el programa Image Tool v3.
- Área promedio de hoja (APH). Se calculó dividiendo el área foliar del brote entre el número de hojas.

Para correlacionar variables de crecimiento del tallo con las variables del crecimiento inicial del brote primario, se midieron los diámetros y grosor de corteza del portainjerto y de los interinjertos, con lo que se calcularon dos cocientes o relaciones. Estas mediciones se hicieron con un vernier digital Pretul<sup>®</sup>, a 3 cm del punto de injertación. Un cociente mayor a 1 indicó que el diámetro o el grosor de corteza del interinjerto es mayor que el diámetro o grosor de corteza del portainjerto, en tanto que, uno menor a 1 indicó lo contrario.

Los datos se analizaron en un diseño experimental factorial 2 x 4 con seis repeticiones por tratamiento donde el factor A fue el portainjerto y el factor B el interinjerto. Para cada variable se realizó análisis de la varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), así como la correlación de Pearson entre variables del tallo y del crecimiento del brote primario con el programa SAS v9.

## Resultados y discusión

Los análisis de varianza aplicados a las variables del crecimiento inicial del brote de lima Persa Tahiti' indicaron diferencias significativas en seis de siete variables evaluadas (Cuadro 1). La variable que no presentó diferencia estadística significativa fue el área foliar promedio ( $33.78 \pm 3.76$ ), lo cual indica que esta variable no fue afectada por el portainjerto o por el interinjerto.

Se observó también, que existió un efecto diferenciado en el tipo de portainjerto. El limón 'Volkameriano' mostró mayor longitud, velocidad de crecimiento, diámetro y longitud de entrenudos del brote primario de lima 'Tahiti', que con naranjo 'Agrio'. Mientras que el uso de interinjertos 'Flying Dragon' y 'Rubidoux' mostraron diferencia significativa en la longitud del brote, la velocidad de crecimiento y el número de hojas del brote de lima 'Tahiti', que cuando no se utilizó interinjerto (Cuadro 1).

**Table 1. The effect of the rootstock and interstock factor on the growth of the primary shoot of the 'Tahiti' lime (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez).****Cuadro 1. Efecto de los factores portainjerto e interinjerto en el crecimiento del brote primario de lima 'Tahiti' (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez).**

Factor\variable	LBP (cm)	VC (mm·dia <sup>-1</sup> ) / VC (mm·dia <sup>-1</sup> )	DBP (mm)	NH	LE (cm)	APH (cm <sup>2</sup> )	AFB (cm <sup>2</sup> )
<b>Rootstock / Portainjerto</b>							
'Volkamer' / 'Volkameriano'	40.5 a	11.5 a	4.92 a	19.8 a	2.04 a	34.38 a	657.6 a
'Agrio'	33.1 b	9.02 b	4.28 b	18.7 a	1.75 b	33.19 a	636.6 a
DMSH / DMSH	2.4	0.59	0.24	1.38	0.11	2.03	55.2
<b>Interstock</b>							
'Flying Dragon'	34.5 b	9.81 bc	4.45 a	17.83 b	1.95 a	35.50 a	633.2 a
'Rubidoux'	34.4 b	9.35 c	4.57 a	18.17 b	1.83 a	34.75 ab	619.9 a
'Tahiti' lime	36.5 b	10.79 ab	4.79 a	20.1 ab	1.81 a	33.81 ab	681.9 a
<b>Without interstock / Sin interinjerto</b>							
DMSH	4.6	1.11	0.45	2.59	0.20	3.8	103.5
CV (%)	11.45	9.90	9.06	12.29	9.81	10.29	14.6

LBP: Length of the primary shoot; VC: Growth velocity; DBP: Diameter of the primary shoot; NH: Number of leaves; LE: Length of the internodes APH: Average leaf area; AFB: Total leaf area of the shoot DMSH: honest least significant difference. CV: coefficient of variation. Means with the same letter in each column do not present significant differences according to the Tukey test to  $P \leq 0.05$ .

LBP: Longitud del brote primario; VC: Velocidad de crecimiento; DBP: Diámetro del brote primario; NH: Número de hojas; LE: longitud de entrenudos APH: Área foliar media; AFB: Área foliar total del brote DMSH: Diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación. Medias con la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

'Tahiti' lime where used as interstocks, the observed affected was the same in both, the 'Volkamer' and 'Agrio' rootstock. In the same way, when an interstock was not made, the development of the 'Tahiti' Persian lime on the rootstock was similar with the 'Volkamer' and with the 'Agrio' in all the variables.

### Rootstock factor

Factorial analysis indicated that there was an influence of the rootstock used in the variables for the initial growth of the 'Tahiti' Persian lime shoot when an interstock was used. The comparative analysis of the statistical averages (Table 2) says that the 'Agrio' orange and 'Volkamer' lemon rootstocks had a differentiated behavior when a interstock was used, in the length of the primary shoot of the 'Tahiti' Persian lime, in the growth velocity, in the shoot diameter and in the length of the internodes, however, the number of leaves, the leaf average area and the leaf area of the shoot showed in a similar way.

The study carried out by Gaona, Almaguer, Barrientos and Borja (2018), evaluated the rootstock effect of

Por otra parte, se observó que la combinación naranjo 'Agrio'\Rubidoux' presentó los menores valores en todas las variables medidas (Cuadro 2), mientras que el tratamiento con mayores valores fue 'Volkameriano'\Rubidoux', lo cual nos indicó que el portainjerto ejerció efecto diferenciado con el mismo interinjerto. Cuando se utilizaron 'Flying Dragon' y lima 'Tahiti' como interinjertos el efecto observado fue el mismo tanto en el portainjerto 'Volkameriano' como en 'Agrio'. De la misma manera, cuando no se realizó interinjerto, el desarrollo de la lima persa 'Tahiti' sobre el portainjerto fue similar tanto con 'Volkameriano' como con 'Agrio' en todas las variables.

### Factor portainjerto

Los análisis factoriales indicaron que existió influencia del portainjerto utilizado en las variables del crecimiento inicial del brote de lima persa 'Tahiti', cuando se usó interinjerto. El análisis comparativo de las medias estadísticas (Cuadro 2) indica que los portainjertos naranjo 'Agrio' y limón 'Volkameriano' tuvieron comportamiento diferenciado cuando se usó interinjerto, en la longitud del brote primario de la

**Table 2. Means comparison of the combination between rootstock/ interstock in the variables of the primary shoot growth of the 'Tahiti' Persian lime (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez).****Cuadro 2. Comparación de medias de la combinación portainjerto\interinjerto en las variables de crecimiento del brote primario de lima persa 'Tahiti' (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez ).**

ROOTSTOCK\INTERSTOCK / PORTAINJERTO\INTERINJERTO	LBP (cm)	VC mm.dia <sup>-1</sup>	DBP (mm)	NH	LE (cm)	AFB (cm <sup>2</sup> )
'Volkamer'\ 'Flying Dragon' / 'Volkameriano'\ 'Flying Dragon'	35.68 bc	10.4 bc	4.73 ab	17.1 bc	2.1 ab	607.4 ab
'Volkamer'\ 'Rubidoux' / 'Volkameriano'\ 'Rubidoux'	48.7 a	12.99 a	5.3 a	22.3 a	2.19 a	747.2 a
'Volkamer'\ 'Tahiti' lime / 'Volkameriano'\ 'Lima' 'Tahiti'	37.2 bc	11.2 ab	4.93 ab	19.6 ab	1.88abc	675.7 a
'Volkamer' without interstock / 'Volkameriano' sin interinjerto	40.4 bc	11.5 ab	4.73 ab	20.3 ab	1.99abc	600.1 ab
'Agrio'\ 'Flying Dragon'	33.3 c	9.26 c	4.18 bc	18.5 ab	1.8 bcd	659.6 ab
'Agrio'\ 'Rubidoux'	20.08 d	5.72 d	3.85 c	14.0 c	1.47 d	492.5 b
'Agrio'\ 'Tahiti' lime / 'Agrio'\ Lima 'Tahiti'	35.88 bc	10.4 bc	4.65 ab	20.6 ab	1.73 cd	688.2 a
'Agrio' without interstock / 'Agrio' sin interinjerto	42.9 ab	10.7 bc	4.45 bc	21.6 a	1.99 abc	706.1 a
DMSH	7.7	1.8	0.77	4.3	0.34	174.5
CV (%)	11.55	9.9	9.06	12.29	9.81	14.6

LBP: Length of the primary shoot; VC: Growth velocity; DBP: Diameter of the primary shoot; NH: Number of leaves; LE: Length of the internodes; AFB: Leaf area of the shoot;

DMSH: honest least significant difference. CV: coefficient of variation.

Means with the same letter in each column do not present significant differences according to the Tukey test to  $P \leq 0.05$ .

LBP: Longitud del brote primario; VC: Velocidad de crecimiento; DBP: Diámetro del brote primario; NH: Número de hojas; LE: longitud de entrenudos; AFB: Área foliar del brote;

DMSH: Diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación

Medias con la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

the 'Agrio' orange and the 'Volkamer' lemon grafted with 'Tahiti' lime, where a similar development of the shoot was founded in variables such as leaf area of the shoot, average leaf area, number of leaves, length of the internodes and shoot diameters and slightly different in terms of length. The above would show that the differences were caused by the interstock effect.

In this sense, Hassanzadeh, K. H., Rastegar S, Golein, B., Golmohammadi, M., and Aboutalebi J. A. (2019), experimented with varieties of Persian lime grafted in different patterns where the orange 'Agrio' and 'Volkamer' lemon were included, they found that the higher growth rate, length, shoots diameter fresh and dry weight with the 'Volkamer' rootstock and the lowest growth rates for the Persian lime in the 'Agrio' orange, which determines that the 'Volkamer' rootstock leads to a greater vigor of the grafted variety. The vigor of 'Volkamer' would partially explain the difference showed in the Table 1.

lima persa 'Tahiti', en la velocidad de crecimiento, en el diámetro del brote y en la longitud de entrenudos, pero el número de hojas, el área promedio de hoja y el área foliar del brote se mostraron de manera similar.

En un estudio realizado por Gaona, Almaguer, Barrientos y Borja (2018), fue evaluado el efecto de portainjertos de naranjo 'Agrio' y limón 'Volkameriano' injertados con lima 'Tahiti', donde encontraron desarrollo similar del brote en variables como área foliar del brote, área foliar promedio, el número de hojas, longitud de entrenudos y diámetro de los brotes y ligeramente diferentes en su longitud. Lo anterior nos indicaría que las diferencias serían ocasionadas por el efecto del interinjerto.

En ese sentido, Hassanzadeh, K. H., Rastegar S, Golein, B., Golmohammadi, M., y Aboutalebi J. A. (2019), experimentaron con variedades de lima persa injertada en diversos patrones entre los que se incluían naranjo

On the other side, Espinoza-Núñez et al. (2011) deduced that the rootstock effect is covered up according to the type of the interstock used. They found that with the use of 'Flying Dragon' as interstock in the 'Volkamer' lemon, the dimensions of the plant are reduced, and when it was used on 'Davis' trifoliolate, the plant size increased. In this study, the 'Volkamer' and 'Agrio' rootstocks have a similar behavior in plants without interstock, but when it was added, it modified the behavior. The 'Rubidoux' interstock in the 'Agrio' orange rootstock, reduced the 'Tahiti' Persian lime shoot in all the variables, while in the 'Volkamer' one, the shoot length increased.

The diameter of the rootstock showed a significant difference due to the interstock effect (Table 3). When the plant had as a 'Rubidoux' interstock, the diameter of the 'Volkamer' increased, but when this was done with 'Agrio' orange, the diameter was smaller. On the other side, the thickness of the cortex for each rootstock, was not modified by the interstock effect, although

'Agrio' y limón 'Volkameriano', encontraron que los índices más altos de crecimiento, longitud, diámetro de los brotes, peso fresco y peso seco con el portainjerto 'Volkameriano' y las tasas de crecimiento más bajas para lima persa en naranjo 'Agrio', con lo cual determinan que el portainjerto 'Volkameriano' induce un mayor vigor de la variedad injertada. El vigor de 'Volkameriano' podría explicar parcialmente la diferencia mostrada en el Cuadro 1.

Por otra parte, Espinoza-Núñez et al. (2011) dedujeron que el efecto del portainjerto se encubre de acuerdo al tipo de interinjerto que se use. Ellos encontraron que usando 'Flying Dragon' como interinjerto en limón 'Volkameriano' redujo las dimensiones de la planta, y cuando lo usaron sobre trifoliado 'Davis' incrementó el tamaño de la planta. En este estudio, los portainjertos 'Volkameriano' y 'Agrio' tuvieron un comportamiento similar en plantas sin interinjerto, pero cuando este se agregó, modificó el comportamiento. El interinjerto 'Rubidoux' en portainjerto naranjo 'Agrio', redujo el

**Table 3. Effect of the rootstock/interstock combination on the diameter and thickness of the cortex of the stem by the interstock, in plants with final graft of 'Tahiti' Persian lime. (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez).**

**Cuadro 3. Efecto de la combinación portainjerto\interinjerto en diámetro y grosor de corteza del tallo formado por el interinjerto, en plantas con injerto final de lima persa 'Tahiti'. (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez).**

Rootstock\Interstock / Portainjerto\Interinjerto	DI (mm)	DP (mm)	DI/DP	GCI (mm)	GCP (mm)	GCI/GCP
'Volkamer'\Flying Dragon' / 'Volkameriano'\Flying Dragon'	21.14 a	15.78 bc	1.33 a	1.08 abc	0.67 b	1.61 ab
'Volkamer'\Rubidoux' / 'Volkameriano'\Rubidoux'	19.02 ab	18.84 a	1.011 c	0.99 bcd	0.67 b	1.48 bc
'Volkamer'\Tahiti' lime / 'Volkameriano'\Lima 'Tahiti'	16.64 b	18.8 a	0.89 c	1.24 ab	0.66 b	1.9 a
'Volkamer' without interstock / 'Volkameriano' sin interinjerto	15.4 b	17.2 ab	0.89 c	0.91 cd	0.66 b	1.38 bcd
'Agrio'\Flying Dragon'	18.45 ab	14.45 c	1.26 ab	1.1 abc	0.68 ab	1.6 ab
'Agrio'\Rubidoux'	16.26 b	15.5 c	1.05 bc	0.74 d	0.68 ab	1.08 d
'Agrio'\Tahiti' lime / 'Agrio'\ Lima 'Tahiti'	17.96 ab	17.1 ab	1.05 bc	1.28 a	0.77 a	1.66 ab
'Agrio' without interstock / 'Agrio' sin interinjerto	15.53 b	15.98 bc	0.97 c	1.02 bc	0.81 a	1.26 cd
DMSH	4.45	2.3	0.23	0.25	0.12	0.29
CV (%)	13.7	7.61	12.0	13.8	9.9	10.8

DI: Diameter of the interstock; DP: Diameter of the rootstock; GCI: Thickness of the cortex of the interstock; GCP: Thickness of the cortex of the rootstock; DMSH: honest least significant difference. CV: coefficient of variation. Means with the same letter in each column do not present significant differences according to the Tukey test to  $P \leq 0.05$ .

DI: Diámetro del interinjerto; DP: Diámetro del portainjerto; GCI: Grosor de corteza del interinjerto; GCP: Grosor de la corteza del portainjerto; DMSH: Diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación. Medias con la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

they differ for each of them, being higher in the 'Agrio' orange. On the other hand, this characteristic has a low correlation with the variables of the initial growth of 'Tahiti' lime (Table 4).

Low positive correlations were found in the diameter of the rootstock with the variables of the initial growth of the 'Tahiti' lime shoot (Table 4), which in the case of the diameter (0.502) of the 'Tahiti' lime shoot would indicate a trend, although it was considered with a low degree of association.

### Interstock factor

The interstock factor had an effect on the length of the primary shoot reduction (12-17 %), on the growth velocity (up to 1.5 mm·day<sup>-1</sup> slower than the treatment without interstock), reduction in the number of leaves (from 2-3 leaves less in the primary shoot) and smaller average leaf area (with regard to plants without interstock). Conversely, the diameter, the length of the internodes and the total leaf area of the shoot were not affected.

The contrasting behavior of the 'Rubidoux' trifoliolate was noted in this factor, when it was used as interstock for the 'Volkamer' lemon and achieve the greater values in the shoot length, in the growth velocity and in the number of leaves, while when it was used in the

crecimiento del brote de lima persa 'Tahiti' en todas las variables, mientras que en 'Volkameriano' aumentó la longitud del brote.

El diámetro de portainjerto presentó diferencia significativa por efecto del interinjerto (Cuadro 3). Cuando la planta tuvo como interinjerto a 'Rubidoux', el diámetro de 'Volkameriano' se incrementó, pero cuando se hizo en naranjo 'Agrio', el diámetro fue menor. Por otra parte, el grosor de la corteza en cada portainjerto no se modificó por efecto del interinjerto, aunque fueron diferentes entre ellos, siendo mayor en naranjo 'Agrio'. Por otra parte, esta característica tuvo correlación baja con las variables del crecimiento inicial de lima 'Tahiti' (Cuadro 4).

Se encontraron correlaciones positivas bajas del diámetro del portainjerto con las variables de crecimiento inicial del brote de lima 'Tahiti' (Cuadro 4), que en el caso del diámetro del brote de lima 'Tahiti' (0.502) podría indicarnos una tendencia, aunque se consideró con bajo grado de asociación.

### Factor interinjerto

El factor interinjerto tuvo efecto en la reducción de la longitud del brote primario (12-17 %), en la velocidad de crecimiento (hasta 1.5 mm·dia<sup>-1</sup> más lento que el

**Table 4. Correlation coefficient between variables of the graft and interstock stem with variables of initial growth of the 'Tahiti' Persian lime shoot (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez).**

**Cuadro 4. Coeficiente de correlación entre variables del tallo del injerto e interinjerto con variables de crecimiento inicial del brote de lima persa 'Tahiti' (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez).**

VARIABLES	LBP	VC	DBP	NH	LE	APH	AFB
DI	0.082	0.173	0.189	-0.068	0.261	0.233	0.093
DP	0.342	0.434	0.502	0.310	0.210	-0.220	0.192
DI/DP	-0.157	-0.123	-0.147	-0.260	0.079	0.362	-0.031
GCI	0.196	0.313	0.139	0.1825	0.195	0.004	0.235
GCP	0.095	-0.002	-0.166	0.126	0.045	-0.222	0.006
GCI/GCP	0.165	0.361	0.259	0.122	0.201	0.147	0.257

LBP: Length of the primary shoot; VC: Growth velocity; DBP: Diameter of the primary shoot; NH: Number of leaves; LE: Length of the internodes; AFH: Leaf average area AFB: Leaf area of the shoot;

DI: Diameter of the interstock; DP: Diameter of the rootstock; DI/DP: DI/DP quotient GCI: Thickness of the cortex of the interstock; GCP: Thickness of the cortex of the rootstock GCI/GCP: GCI/GCP quotient.

LBP: Longitud del brote primario; VC: Velocidad de crecimiento; DBP: Diámetro del brote primario; NH: Número de hojas; LE: longitud de entrenudos; AFH: Área promedio de hoja AFB: Área foliar del brote;

DI: Diámetro del interinjerto; DP: Diámetro del portainjerto; DI/DP: Cociente DI/DP GCI: Grosor de corteza del interinjerto; GCP: Grosor de la corteza del portainjerto GCI/GCP: Cociente GCI/GCP.



'Agrio' orange the opposite occurred and the lower values in all variables were achieved (Table 2).

In this regard, Sugiyatno and Palupi (2017) found different answers about the growth of the mandarin, tangerine and lime shoots depending on the intermediate materials used for the treatment. With 'Troyer' citrange as interstock, the primary shoot of 'Pontiak' tangerine grown significantly (46.17 cm) unlike when the 'Kansi' hybrid (25.66 cm) was used; or in the growth of the 'Batu 55' mandarin shoot unlike when it was used as interstock for the 'Volkamer' lemon (46.02 cm) it was far greater than when a simple graft of mandarin in 'Rangpur' lime (26.96 cm) was made.

With regard to the number of leaves of the primary shoot, it was found that the 'Flying Dragon' interstock on 'Volkamer' and the 'Rubidoux' interstock on 'Agrio' orange, reduced the values to 17 and 14, respectively, while in the simple graft in the same rootstocks, values were 20 and 21 leaves for the primary shoot. In this sense, researches in 'Pontianak' tangerine (Sugiyatno & Palupi, 2017) showed that the interstock can reduce the number of leaves, but it can also increase it. The results indicate that when it was used as interstock for the 'Knasi' hybrid, the number of leaves was reduced to 15.1, with the 'Troyer' citrange interstock, the number increased to 33.8 while with the simple graft the number was 21. In this sense, and according to González et al. (2017) in the shooting buds, which includes meristems, leaf primordium and sometimes floral meristems, there is a lack of knowledge about genetic networks that control the most of the development process.

In a recent research, Wang et al. (2000) evaluate the development of the 'Yuanxiaochun' native citrus combined in five different interstocks. They found that each interstock induces different effect on its growth and development and it was expressed in its photosynthetic characteristics, such as the inter-cellular CO<sub>2</sub> concentration, net rate of photosynthesis, stomatal conductance and transpiration rate, thus there is a differentiated development.

As it can be deduced, the expression of the characteristics for the initial growth of the Persian lime shoot is influenced by the type of interstock, by the rootstock, the graft, the compatibility between them and the interstock *per se*. The genetic aspects that would better explain the results are unknown. Shen et al. (2019) who carried out a transcriptome analysis in persimmon plants interstocked with 'Nantong-xiaofangshi', found that the interstock impact on the hydraulic conductivity and the gene expression related to the metabolism and the indole-3-acetic acid and gibberellic acid trans-

tratamiento sin interinjerto), reducción en el número de hojas (de 2-3 hojas menos en el brote primario) y el área foliar promedio menor (con respecto a plantas sin interinjerto). En contraparte, no afectó el diámetro, ni la longitud de entrenudos, ni el área total foliar del brote.

En este factor se observó el comportamiento contrastante de trifoliado 'Rubidoux' que cuando se usó como interinjerto en limón 'Volkameriano' que logró los mayores valores en la longitud del brote, en la velocidad de crecimiento y en el número de hojas; mientras que cuando se usó en naranjo 'Agrio' ocurrió lo contrario logrando los valores más bajos en todas las variables (Cuadro 2).

Al respecto, Sugiyatno y Palupi (2017) encontraron respuestas variadas del crecimiento de los brotes de mandarina, tangerina y lima, dependiendo de los materiales intermedios utilizados en el tratamiento. Con citrange 'Troyer' como interinjerto, el brote primario de tangerina 'Pontiak' creció significativamente (46.17 cm) que cuando se usó el híbrido Kansi (25.66 cm); o en el crecimiento del brote de mandarina 'Batu 55', que cuando se usó como interinjerto al limón 'Volkameriano' (46.02 cm) fue mucho mayor, que cuando se hizo injerto simple de mandarina en lima 'Rangpur' (26.96 cm).

Con respecto al número de hojas de los brotes primarios, se encontró que el interinjerto 'Flying Dragon' sobre 'Volkameriano' y el interinjerto 'Rubidoux' sobre naranjo 'Agrio', redujeron los valores a 17 y 14, respectivamente, mientras que, en injerto simple en los mismos portainjertos, los valores fueron de 20 y 21 hojas en el brote primario. En este sentido, investigaciones en Tangerina 'Pontianak' (Sugiyatno & Palupi, 2017) demostraron que el interinjerto puede reducir el número de hojas, pero también lo puede incrementar. Los resultados indicaron que cuando se usó como interinjerto al híbrido 'Kansi' el número de hojas se redujo a 15.1, con el interinjerto citrange 'Troyer' el número se incrementó a 33.8 mientras que en injerto simple el número fue de 21. En este sentido, y como lo expresaron González et al. (2017) en la brotación de las yemas, que comprenden meristemos, primordios foliares y a veces meristemos florales existe desconocimiento de las redes genéticas que controlan la mayoría del proceso de desarrollo.

En una investigación reciente, Wang et al. (2000) evaluaron el desarrollo del cítrico nativo 'Yuanxiaochun' combinado en cinco diferentes interinjertos. Encontraron que cada interinjerto induce diferente efecto en su crecimiento y desarrollo y que se expresó en sus características fotosintéticas, como fueron la

duction in the grafted variety, for this, it regulates the plant hormone levels leading to the dwarfism.

### Stem and cortex

The diameters of the interstocks showed little statistical variability (Table 3). Only the 'Flying Dragon' interstock on 'Volkamer' resulted large than lima 'Tahiti' lime on 'Volkamer', while the interstocks in 'Agrio' orange had a statistically similar diameter.

Both, the diameter of the interstock and its quotient with the diameter of the rootstock showed low correlations with the variables of the initial growth of the 'Tahiti' Persian lime (Table 4), which indicated a low association between variables.

The thickness of the cortex of the interstock was affected by the fact of being an interstock. This was seen in the treatments where the interstock was 'Tahiti' lime, in 'Volkamer' or in 'Agrio' as rootstock. When they are compared with the simple grafts showed an increase in the thickness of the cortex, because in the simple grafts, the Persian lime shoot measured 0.91 and 1.02 mm respectively; and when they were used as interstocks, the thickness of the cortex increased to 1.24 and 1.28 mm respectively, being statistically different (Table 3).

The thickness of the cortex of the 'Flying Dragon' interstock and 'Tahiti Persian lime remained similar in both rootstocks, in contrast to the 'Rubidoux' one that in 'Volkamer' showed a greater thickness of the cortex while in the case of the 'Agrio' orange, it had a low thickness. However, they showed low positive correlations with the variables of the initial growth of the 'Tahiti' lime shoot, indicating that the degree of association is low (Table 4).

The thickness of the cortex has been observed by Saeed, Dodd, and Sohail (2010) where the most vigorous varieties of citrus rootstock tended to have a cortex (phloem) slimmer than the less vigorous varieties. In this study, an association in the cortex of the rootstock was not recorded, neither in the cortex of the interstock nor in its quotient, with the variables of the initial growth of 'Tahiti' lime, because the effect of the interstock is reflected in a differentiated way in the type of rootstock used, as shown in the 'Rubidoux' trifoliolate case.

### Conclusions

The 'Tahiti' lime plants interstocked with 'Rubidoux' trifoliolate, 'Flying Dragon' or 'Tahiti' Persian lime, were significantly affected in length, growth velocity, diam-

concentración de CO<sub>2</sub> intercelular, tasa fotosintética neta, conductancia estomática y tasa de transpiración, con lo cual hay desarrollo diferenciado.

Como puede deducirse, la expresión de las características del crecimiento inicial del brote de lima persa está influenciado por el tipo de interinjerto, por el portainjerto, el injerto, la compatibilidad entre ellos y el interinjerto *per se*. Se desconocen aspectos genéticos que explicarían mejor los resultados. Shen et al. (2019) quienes realizaron un análisis transcricional en plantas de persimonia interinjertadas con 'Nantong-xiaofangshi', encontraron que el interinjerto afecta la conductancia hídrica y la expresión de genes relacionados con el metabolismo y la transducción de ácido indolacético y ácido giberélico en la variedad injertada, por lo que regula los niveles de fitohormonas produciendo enanismo.

### Tallos y corteza

El diámetro de los interinjertos mostró poca variabilidad estadística (Cuadro 3). Solo el interinjerto 'Flying Dragon' sobre 'Volkameriano' resultó mayor que lima 'Tahiti' sobre 'Volkameriano', mientras que los interinjertos en naranjo 'Agrio' tuvieron un diámetro similar estadísticamente.

Tanto el diámetro del interinjerto como su cociente con el diámetro del portainjerto mostraron correlaciones bajas con las variables del crecimiento inicial de la lima persa 'Tahiti' (Cuadro 4) lo cual indicó una baja asociación entre estas variables.

El grosor de la corteza de los interinjertos se afectó por el hecho de ser interinjerto. Esto pudo observarse en los tratamientos donde el interinjerto fue lima 'Tahiti', ya sea en 'Volkameriano' o en 'Agrio' como portainjerto. Estos al compararse con los injertos simples mostraron un incremento en el grosor de la corteza, ya que en los injertos simples el brote de lima persa midió 0.91 y 1.02 mm respectivamente; y cuando se emplearon como interinjertos el grosor de corteza se incrementó a 1.24 y 1.28 mm respectivamente, siendo diferentes estadísticamente (Cuadro 3).

El grosor de la corteza de los interinjertos 'Flying Dragon' y lima persa 'Tahiti' se mantuvieron semejantes tanto en uno, como en otro portainjerto, no así 'Rubidoux' que en 'Volkameriano' presentó mayor grosor de corteza, mientras que en naranjo 'Agrio' tuvo menor grosor. Sin embargo, presentaron correlaciones positivas bajas con las variables del crecimiento inicial del brote de lima 'Tahiti', indicando que su grado de asociación es bajo (Cuadro 4).



eter, number of leaves, length of the internodes and leaf area of the primary shoot. However, the effect of each interstock depended on the rootstock used.

The rootstock and diameter of the interstock, the thickness of the cortex of the rootstock and interstock, as well as their quotients, showed lower correlation coefficients with the variables of initial growth of the 'Tahiti' lime shoot, which shows a low degree of association between these variables.

The use of 'Rubidoux' trifoliolate as interstock on 'Agrio' orange, led to dwarfing characteristics in the primary shoot of 'Tahiti' Persian lime.

*End of English version*

## References / Referencias

- Almaguer-Vargas, G., & Ayala-Garay, A. V. (2014). Adopción de innovaciones en limón 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.) en Tlapacoyan, Veracruz. Uso de bitácora. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 20:89-100.
- Ben-Ya'akov, A., & Zilberstaine, M. (1999). Clonal avocado (*Persea americana* Mill.) rootstocks in Israel. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5:39-42.
- Berdeja-Arbeu, R., Villegas-Monter, A., Ruíz-Posadas, L. M., Sahagún-Castellanos, J., & Colinas-León, M. T. (2010). Interacción lima persa-portainjertos: Efecto en características estomáticas de hoja y vigor de árboles. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 16:91-97.
- Casierra-Posada, F., & Guzmán, J. A. (2009). Efecto del portainjerto y del injerto intermedio sobre la calidad de fruta en mango (*Mangifera indica* L.). *Agronomía Colombiana*, 27:367-374.
- Castle, W. S. (1992). Rootstock and interstock effects on the growth of young 'Minneola' tangelo trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 105:82-84.
- Curti-Díaz, S., Hernández-Guerra, C., & Loredó-Salazar, R. X. (2012). Productividad del limón 'Persa' injertado en cuatro portainjertos en una huerta comercial de Veracruz, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18:291-305.
- Cheng, F. S., & Roose M. L. (1995). Origin and inheritance of dwarfing by the citrus rootstock *Poncirus trifoliata* 'Flying Dragon'. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120:286-29.
- Dogar, W. A., Arshad, A. K., Saeed, A., Sudheer, T., Mukhtar, A., Nadeem, K. (2017). Study to determine the effects of high-density plantation on growth and yield of citrus. *Sarhad Journal of Agriculture*, 33: 314-319.
- Donadio, L. C., Lederman, I. E., Roberto, S. R., & Stuchi, E. S. (2019). Dwarfing-canopy and rootstock cultivars for fruit trees. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(3): 1-12.
- Espinoza-Núñez, E., Mourão, F. F. A., Sanches-Stuchi, E. S., Cantuarias-Avilés, T., & Dias, C. T. D. (2011). Performance of

El grosor de corteza ha sido observado por Saeed, Dodd, y Sohail (2010) donde las variedades más vigorosas de portainjertos de cítricos tendían a tener corteza (floema) más estrechos que las variedades menos vigorosas. En este estudio no se registró asociación en la corteza del portainjerto, ni en la corteza del interinjerto ni en su cociente, con las variables de crecimiento inicial de lima 'Tahiti', pues el efecto del interinjerto se refleja de manera diferenciada en el tipo de portainjerto que se usa, como se mostró en el caso de trifoliado 'Rubidoux'.

## Conclusiones

Las plantas de lima 'Tahiti' interinjertadas con trifoliado 'Rubidoux', 'Flying Dragon' o lima persa 'Tahiti', fueron afectadas significativamente en la longitud, velocidad de crecimiento, diámetro, número de hojas, longitud de entrenudos y área foliar del brote primario. Sin embargo, el efecto de cada interinjerto dependió del portainjerto utilizado.

El diámetro del portainjerto y del interinjerto, el grosor de corteza del portainjerto y del interinjerto, así como sus cocientes, mostraron coeficientes de correlación bajos con las variables del crecimiento inicial del brote de lima 'Tahiti', indicando con ello un bajo grado de asociación entre estas variables.

El uso de trifoliado 'Rubidoux' como interinjerto sobre naranjo 'Agrio', indujo características de enanismo en el brote primario de lima persa 'Tahiti'.

*Fin de la versión en español*

- 'Tahiti' lime on twelve rootstocks under irrigated and non-irrigated conditions. *Scientia Horticulturae*, 129:227-231.
- Forner, V. J. (1998). Nuevos patrones de agrios enanizantes y semienanizantes. *Comunitat Valenciana Agraria*, 3-8.
- Gaona-Ponce, M., Almaguer-Vargas, G., Barrientos-Priego, A. F., & Borja-de la Rosa, M. A. M. (2018). Relationship of rootstock xylem anatomy with the initial growth of 'Tahiti' lime (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez). *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 24(3), 359-370.
- Girardi, E. A., & Mourão F. (2006). Production of interstocked 'Pera' sweet orange nurse trees on 'Volkamer' lemon and 'Swingle' citrumelo rootstocks. *Scientia Agrícola*, 63:5-10.
- González-Grandío, E., Pajoro, C. A., Franco-Zorrilla, J. M., Tarancón, C., Immink, R. G. H., & Cubas, P. (2017). Abscisic acid signaling is controlled by a Branched 1/ HD-ZIP I cascade in Arabidopsis axillary buds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114:245-254.
- Hassanzadeh, K. H., Rastegar S., Golein, B., Golmohammadi, M., & Aboutalebi J. A. (2019). Effect of rootstock on vegetative

- growth and mineral elements in scion of different Persian lime (*Citrus latifolia* Tanaka) genotypes. *Scientia horticulturae*, 246, 136-145.
- Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (1998). Propagación de plantas. Principios y prácticas. Sexta reimpression. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V. México.
- Khan, T. L., Bier, O. J., & Beaver, R. J. (2007). New late-season navel orange varieties evaluated for quality characteristics. *California Agriculture*, 61:138-143.
- Mademba, S. F., Lemerre, D. Z., & Lebegin, S. (2012). Use of Flying Dragon trifoliate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. *HortScience*, 47:11-17.
- Medina-Urrutia, V. M., Becerra-Rodríguez, S., & Ordaz-Ordaz, E. (2004). Crecimiento y rendimiento del limón mexicano en altas densidades de plantación en el trópico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10:43-49.
- Parra-Quezada, R. A., Becerril-Román, A. E., López-Castañeda, C., & Castillo-Morales, A. (2002). Crecimiento del manzano cv Golden Delicious sobre cuatro portainjertos en diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25:193-200.
- Saeed, M., Dodd, P. B., & Sohail, L. (2010). Anatomical studies of stems, roots and leaves of selected citrus rootstock varieties in relation to their vigour. *Journal of Horticulture and Forestry*, 2:87-94.
- Sanchez, S. E., & Girardi, E. A. (2010). Utilização de práticas culturais na citricultura frente ao Huanglongbing. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministerio da Agricultura, Pecuária y Abastecimento. Documentos 191. Brazil.
- Shen, Y., Zhuang, W., Tu, X., Gao, Z., Xiong, A., Qu, S. (2019). Transcriptomic analysis of interstock-induced dwarfism in Sweet Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb). *Horticulture Research*, 6:51, 1-17.
- Silva, R.M.J. da, Andrade, N.R.C., Araujo, N.S.E. de, Soares, F.W.S., Girardi, E. A., Oliveira, A.U. (2019). Performance of 'Valencia' sweet orange grafted onto rootstocks in the state of Acre, Brazil. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, 54:1-9.
- Silva, R.M.J. da, Mendes, O.E.H., Girardi, E.A., Silva, L.C.A. da, & Soares, F.W.S. (2016). Produção de mudas de citros com diferentes combinações copa e porta-enxerto em viveiro protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38 (1), 187-201.
- Sugiyatno A., & Palupi, N. E. (2017). Interstock effect on the growth of mandarin cv. Batu 55, tangerine cv. Pontianak and lime cv. Nimas propagated by grafting. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 10:239-246.
- Villegas-Monter, A., & Mora-Aguilera, A. (2011). Avances de la fruticultura en México. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33:179-186.
- Wang, T., Xiong, B., Tan, L., Yang, Y., Zhang, Y., Wang, J. (2020). Effects of interstocks on growth and photosynthetic characteristics in 'Yuanxiaochun' *Citrus* seedlings. *Functional Plant Biology*, 47(11) 977-987.



EN

## Training system on yield and quality of *Vitis vinífera* L. Var. Macabeu, in Lleida, España

ES

## Sistema de conducción en el rendimiento y calidad de *Vitis vinífera* L. Var. Macabeu, en Lleida, España

Elia Jiménez-García<sup>1</sup>; Gustavo Almaguer-Vargas<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. km 38.5 carretera México-Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. México.

\*Corresponding author:  
almaguervargas@hotmail.com

Received: December 8, 2020

Accepted: February 19, 2021

DOI:

10.5154/r.rchsat.2021.01.04

### Abstract

This research was carried out in the municipality of Vallbona de les Monges Lleida, Spain at the L'Olivera Cooperativa winery during the 2013 vegetative cycle. The training systems studied were LYS (constituted by an ascending and a descending monoplane) and ascending monoplane (AM). Impact on training system on yield and grape (*Vitis vinífera* L.) Var. "Macabeu" must quality, agronomic performance, canopy structure, water potential, yield components and must quality, among other variables, was evaluated. A single classification analysis of variance and comparison of means with Tukey's test were performed. Plants of the LYS system had a greater total exposed leaf area (TELA) of 18 153.5 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>, a lower number of leaf layers (NCH, 2.4), greater exposure of grape clusters than MA. Shoot percentage was 97 %, yield 31.72 t·ha<sup>-1</sup>, and 11.6 probable alcohol content. These variables had significant statistical differences ( $P < 0.05$ ). The MA system had a TELA 50 % lower than LYS, higher NCH by 16.77 % and greater shading of the clusters: a shoot percentage of 99 %. The LYS system had a higher probable alcohol content, lower fruit acidity, lower grape weight, and higher number of clusters. In conclusion, the training system influences must quality and yield, and the LYS system showed better results.

**Keywords:** Denomination of Origen, grape must quality, leaf area, water potential, phenology.

### Resumen

La presente investigación se desarrolló en el municipio de Vallbona de les Monges, Lleida, España, en la Cooperativa L'Olivera Societat, durante el ciclo vegetativo 2013. Los sistemas de conducción estudiados fueron LYS (constituido por un monoplano ascendente y uno descendente) y monoplano ascendente (MA). Se evaluó la influencia del sistema de conducción sobre el rendimiento y la calidad de mosto de vid (*Vitis vinífera* L.) Var. "Macabeu", el comportamiento agronómico, estructura del dosel, potencial hídrico, componentes del rendimiento y calidad del mosto, entre otras variables. Se realizó análisis de varianza de una sola clasificación y la comparación de medias con la prueba de Tukey. Las plantas

**Please cite this article as follows (APA 6):** Jiménez-García, E., & Almaguer-Vargas, G. (2021). Training system on yield and quality of *Vitis vinífera* L. Var. Macabeu, in Lleida, España. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 1(1), 57-70. doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsat.2021.01.04>

del sistema LYS presentaron una mayor superficie foliar externa total (SFET) de 18 153.5 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>, un menor número de capas de hojas (NCH, 2.4), mayor exposición de los racimos de uvas que el MA. El porcentaje de brotación fue de 97 %, rendimiento de 31.72 t·ha<sup>-1</sup>, y 11.6 grado probable de alcohol. Estas variables tuvieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ). El sistema MA presentó una SFET 50 % menor que el LYS, mayor NCH en un 16.77 % y mayor sombreado de los racimos; un porcentaje de brotación de 99 %. El LYS tuvo mayor grado de alcohol probable, menor acidez en frutos, menor peso de uvas y mayor número de racimos. En conclusión, el sistema de conducción influye en la calidad de mosto y rendimiento de uva, y el LYS tuvo mejores resultados.

**Palabras clave:** Denominación de origen, calidad de mosto, superficie foliar, potencial hídrico, fenología.

## Introduction

Estimated world wine production for 2020 was 250 million hectoliters except for 2018, which had high production, in the other years since 2000, the International Organisation of Vine and Wine (OIV, 2020) believes world production is at a low average.

The area with this crop has been decreasing in Spain, by 6 % from 2010 to 2014, (OIV, 2014). Therefore, it is necessary to find ways to improve the efficiency of production practices to improve the production level (Ayala et al., 2012).

The main production practices that can influence quantity and quality of vine production are pruning, irrigation, fertilization, rootstocks and, above all, training systems (Zsofi et al., 2009).

A training system is the shape given to grapevine plants, though pruning, to obtain a specific shape (Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega, 2016, Hidalgo, 2010, Reynolds & Vandem, 2009). The main objective of training systems is to maximize grape yield and quality (Palliotti, et al., 2017).

Training systems are intended to make a plant more productive, with more leaves exposed to the sun and few leaves shaded, because this improves photosynthetic efficiency, which can increase fruit quality (Reynolds & Vanden, 2009).

Furthermore, basal leaf removal along with shoot pruning improved fruit quality by increasing the amount of soluble solids, reducing potassium content and increasing anthocyanins content, which in turn reduced the incidence of botrytis and reduced the malic acid content in grapes (Tardaguila, Martínez De Toder, Poni, & Diago, 2010).

## Introducción

La producción mundial de vino estimada para 2020 fue de 250 millones de hectolitros y a excepción de 2018, que se tuvo alta producción, en los demás años, desde el 2000, la International Organization of Vine and Wine (OIV, 2020) considera que la producción mundial está en un promedio bajo.

La superficie con este cultivo ha ido disminuyendo en España, en un 6 % de 2010 a 2014, (OIV, 2014). Por lo anterior, es necesario buscar la forma de mejorar la eficiencia de las prácticas de producción para mejorar el nivel productivo (Ayala et al., 2012).

Las principales prácticas de producción que pueden influir en la cantidad y calidad de la producción de vid son, poda, riego, fertilización, portainjertos y, sobre todo, los sistemas de conducción (Zsofi et al., 2009).

El sistema de conducción es la forma que se le da a las plantas de vid, a través de la poda, para obtener una determinada forma (Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega, 2016, Hidalgo, 2010, Reynolds & Vandem, 2009). El principal objetivo de los sistemas de conducción es maximizar el rendimiento y la calidad de la uva (Palliotti, et al., 2017).

Los sistemas de conducción buscan formar una planta para que sea más productiva, que tenga mayor cantidad de hojas expuestas al sol y pocas de ellas sombreadas, ya que esto mejora la eficiencia fotosintética, con lo que se puede incrementar la calidad de la fruta (Reynolds & Vanden, 2009).

Asimismo, la eliminación de las hojas basales junto con los despuntes de brotes mejoró la calidad de la fruta, al incrementarse la cantidad de sólidos solubles, reducirse el contenido de potasio y aumentar el

There are many training systems, but the ones that have stood out are the divided horizontals, since in general, they give higher yields because they have a greater number of shoots and an advance of ripening is achieved, which is desirable for vinification (Reynolds & Vanden, 2009).

The training systems studied in this research are horizontal divided and first we have the LYS training system, which has its precursor in the Cardao Ascendente Retombante (CAR) (Mota, 2004). The upper part of the plant is made up of a fixed arm of ascending production. The lower part of the vine in this system is formed by a fixed arm, spaced 30 cm from the upper one with a descending or falling vegetation, on both sides of the plane. If a cross section of the vegetation is made, it makes one think of a fleur de lis, which is the origin of its name. The “Y” is used, instead of the “I”, in the name, because if the system is turned 180°, it forms that letter. It is also known as “Y”.

Reynolds and Vanden (2009), when collecting information from this training system, found that it improves the exposure to light of vine leaves and provides more shoots, which results in a higher concentration of brix degrees, anthocyanins, tannins, and less amount of tartaric and malic acid, also the yield and fruit quality of these systems are superior to others, as they have a greater number of shoots.

Sadegh, Ali, Zamani, Vezvaei, Naghavi and Talaei, (2005) found that the “Y” system was one of the best, because it had better light penetration to the foliage, reduced fungal infection, improved harvest quality, and fruits had more sugars.

The **ascending monoplane training system** consists of a single vine plane with vertical orientation. According to Smart and Robinson (1991) it has leaf area values of approximately 20 000 m<sup>2</sup> per hectare. Its operation is based on the increase of leaf density (Carbonneau, 1991). The same authors indicate that it is suitable for most cultivars of *Vitis vinifera*, because of its vertical upward growth. This training system is adapted to vigorous varieties.

The ascending monoplane is practical to operate and includes the possibility of adjusting machining operations, it also represents the most common form of training systems with tie-downs. This system allows adaptations and consequently executions ranging from mechanized harvesting to pre-pruning, leaf removal, etc.

To produce high quality white wines with a denomination of origin, it is necessary to improve the parameters

contenido de antocianinas, lo que a su vez redujo la incidencia de botritis y redujo el contenido de ácido málico en las uvas (Tardaguila, Martínez De Toder, Poni, & Diago, 2010).

Son muchos los sistemas de conducción, pero los que han sobresalido son los horizontales divididos, ya que en general, dan más rendimiento porque tienen mayor número de brotes y se logra un adelanto de la maduración, lo que es deseable para la vitivinificación (Reynolds & Vanden, 2009).

Los sistemas de conducción estudiados en esta investigación son horizontales divididos y en primer lugar tenemos al Sistema de conducción LYS, que tiene su precursor en el Cardao Ascendente Retombante (CAR) (Mota, 2004). La parte superior de la planta está constituida por un brazo fijo de producción ascendente. La parte inferior de la vid en este sistema está formada por un brazo fijo, espaciado 30 cm del superior con una vegetación descendente o de caída, en ambos lados del plano. Si se realiza un corte transversal de la vegetación, hace pensar en una flor de lis, siendo este el origen de su nombre. Se utiliza la “Y”, en lugar de la “I”, en el nombre, ya que si se gira el sistema en 180°, forma esa letra. También se le conoce como “Y”.

Reynolds y Vanden (2009), al recopilar información de este sistema de conducción, encontraron que mejora la exposición a la luz de las hojas de la vid y tienen más cantidad de brotes, con lo que se tiene mayor concentración de grados brix, antocianinas, taninos, y menos cantidad de ácido tartárico y málico, además de que el rendimiento y calidad de fruta de estos sistemas son superiores a otros, por tener mayor cantidad de brotes.

Sadegh, Ali, Zamani, Vezvaei, Naghavi y Talaei, (2005) encontraron que el sistema “Y” fue uno de los mejores porque tuvo mejor penetración de luz al follaje, redujo la infección por hongos, mejoró la calidad de la cosecha y los frutos tuvieron mayor cantidad de azúcares.

El **sistema de conducción monoplane ascendente**, está constituido por un solo plano de vid con orientación vertical. De acuerdo con Smart y Robinson (1991) tiene valores de superficie foliar expuesta de 20 000 m<sup>2</sup> por hectárea, aproximadamente. Su funcionamiento se basa en el incremento de la densidad de follaje (Carbonneau, 1991). Los mismos autores indican que sirve para la mayoría de los cultivares de *Vitis vinifera*, debido a su crecimiento vertical ascendente. Este sistema de conducción se adapta a variedades vigorosas.

El monoplane ascendente es práctico en el manejo, e incluye la posibilidad de ajustar las operaciones



of must, which depend, among other factors, on the training system. Reynolds Wardle, Cliff and King (2004) found that divided training systems, such as “Y”, have better light capture, which increases the amount of soluble solids in grapes and probable alcohol content, improving the quality of wine; however, they do not necessarily increase fruit yield (Vanden-Heuvel, Lerch, Lenerz, Meyers and Mansfield, 2013).

The objective of this study was to compare the LYS and ascending monoplane (AM) training systems to determine their impact on must yield and quality of *Vitis vinifera* L. Var. “Macabeu”. It was proposed as a hypothesis that the LYS training system generates better characteristics such as higher number of leaves, clusters, bud break and increased yield and quality of must.

## Materials and methods

This research was conducted in the municipality of Vallbona de Les Monges, in the 2013 cycle, in L’Olivera Societat Cooperativa Catalana Limitada, in the farm called “Vinyeta”, Province of Lleida, which belongs to the autonomous community of Catalonia, Spain. It is located at 41° 37' 34" N, 0° 35' 53" E. According to Köppen its BSk climate is semi-dry steppe. The average annual temperature is 14.7 °C; annual rainfall is 423 mm and it is located at an altitude of 152 meters above sea level (AEMET, 2014).

The cultivar used was Macabeu clone 789, sensitive to *Botrytis cinérea*, and tolerant to frost, and its rootstock was Paulsen 1103, which originated from a cross between *Vitis berlandieri* and *Vitis rupestris*, which gives them significant vigor and adaptation to drought conditions. The parcel was planted in 2003, at distances of 3.5 m between rows and 1.10 m between plants.

## Variables evaluated

**Phenology.** Weekly samples were taken from two representative buds of each phenological stage, in each of the 25 plants used per treatment. The Baggioini scale (1952) was used, which classifies the phenological stage as: dormant bud (letter A on the Baggioini scale); bud burst, when 50 % of the buds evaluated had green tips (C on the Baggioini scale), beginning of growth, when the buds had two to three leaves (letter E on the scale) and beginning of flowering, when the flower buds were noticed (letter G on the scale).

**Water potential.** This variable was evaluated every 24 leaves using a Scholander pressure bomb, just before sunrise. A leaf with its petiole was placed inside a

de mecanización, también representa la forma más habitual de sistemas de conducción con amarres. Este sistema permite adaptaciones y consecuentemente ejecuciones que van desde una vendimia mecanizada, hasta la prepoda, deshoje, etc.

Para elaborar vinos blancos de alta calidad con nominación de origen, es necesario mejorar los parámetros del mosto, que dependen, entre otros factores, del sistema de conducción. Reynolds Wardle, Cliff y King (2004) encontraron que los sistemas de conducción divididos como el “Y”, tienen mejor captación de luz, con lo que se incrementa la cantidad de sólidos solubles en las uvas y el grado de alcohol probable, en general, se mejora la calidad del vino; sin embargo, no necesariamente incrementan el rendimiento de fruta (Vanden-Heuvel, Lerch, Lenerz, Meyers y Mansfield, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue comparar los sistemas de conducción LYS y monoplano ascendente (MA), para determinar su influencia en el rendimiento y calidad de mosto en uva *Vitis vinifera* L. Var. “Macabeu”. Se propuso como hipótesis que el sistema de conducción LYS genera mejores características como mayor número de hojas, racimos, brotación de yemas e incremento en el rendimiento y calidad de mosto.

## Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el municipio de Vallbona de Les Monges, en el ciclo 2013, en L’Olivera Societat Cooperativa Catalana Limitada, en la finca denominada “Vinyeta”, en la Provincia de Lleida, perteneciente a la Comunidad Autónoma de Cataluña, España. Se localiza a una latitud de 41° 37' 34" N, longitud de 0° 35' 53" E. De acuerdo con Köppen su clima es BSk, estepario semiseco. La temperatura promedio anual es de 14.7 °C; precipitación de 423 mm anuales y se localiza a una altitud de 152 msnm (AEMET, 2014).

Se utilizó el cultivar Macabeu clon 789, sensible a *Botrytis cinérea*, y tolerante a heladas, y su portainjerto fue Paulsen 1103, que se originó por una cruce de *Vitis berlandieri* y *Vitis rupestris*, lo cual les confiere un vigor importante y adaptación a las condiciones de sequía. La parcela fue plantada en el 2003, a distanciamientos de 3.5 m entre calles y 1.10 metros entre plantas.

## Variables evaluadas

**Fenología.** Se tomaron datos semanales de dos yemas representativas de cada etapa fenológica, en cada una de las 25 plantas utilizadas por tratamiento. Se usó la escala de Baggioini (1952) que clasifica el estado fenológico en: yema dormida (Letra A de la escala

sealed chamber, and then pressurized gas was slowly introduced. As the pressure increased, a point was reached at which the sap came out of the xylem and was visualized at the cut end of the petiole. The pressure required to achieve this was equal and opposite in sign to the water potential of the plant.

**Canopy structure.** It was used as an indicator of the photosynthetic potential of the plant, since it shows the number of leaves directly exposed to radiation, estimating that the fully exposed leaves are those with the highest photosynthetic potential, especially in northern latitudes (Moragas, 2005). Carbonneau (1995) refers to the importance of this measure in relation to architectural structure and photosynthetic efficiency.

The variables evaluated related to canopy structure were: (a) Height of vegetation structure (HVS), from the lower part of leaves to the height of the last leaf, (b) Length of the lower part (LLP), which was measured from the first to the last leaf close to the lower arm of the training system, (c) Width of the upper part of the plant (WUP); the average width of the vegetative canopy structure was measured at the level of clusters and in the upper zone of the canopy, subsequently obtaining the average width, (d) Width of the lower part of the plant (WLP). The average width of the plant canopy structure was measured at the level of clusters and in the lower vegetative zone, subsequently obtaining the average width, e) Total exposed leaf area (TELA), for this it was considered that the plant canopy has the shape of a parallelepiped illuminated on the lateral parts and on the upper side, based on the height and width of the leaf structure, an estimate of the exposed perimeter was obtained. A continuous and regular leaf area with a fixed distance between lines was considered. The TELA was measured per hectare, using the formulas proposed by Moragas (2005). All these measurements were taken using a ruler graduated in centimeters and 120 measurements were made per training system; in the LYS they were made of the upper and lower part of the plant separately.

**Number of leaf layers and clusters.** The model described by Smart and Robinson (1991), and modified by Poni, Rebutti, Magnanini, and Intrieri, (1996), was used to quantify the number of leaf layers and clusters in the canopy, using a metal rod that was introduced vertically into the canopy.

The sub-variables evaluated related to the variable number of layers of leaves and clusters were a) Number of leaf layers (NLL). The total number of contacts between the metal rod introduced with leaves, b) Number of clusters (NOC). The total number

de Baggiolini); brotación, cuando el 50 % de las yemas evaluadas tenían punta verde (C en la escala de Baggiolini), inicio de crecimiento, cuando las yemas tenían de dos a tres hojas (letra E de la escala) e inicio de floración, cuando se notaron los botones florales (letra G de dicha escala).

**Potencial hídrico.** Se evaluó esta variable cada 24 horas, con una bomba de presión Scholander, justo antes del amanecer. Se colocó una hoja con su pecíolo, dentro de una cámara sellada, y luego se introdujo lentamente gas presurizado. A medida que la presión aumentaba, se llegaba a un punto en el cual la savia salía del xilema y se visualizaba en el extremo cortado del pecíolo. Se consideró que la presión requerida para lograrlo fue igual y con signo opuesto al potencial hídrico de la planta.

**Estructura del dosel.** Se utilizó como un indicador del potencial fotosintético de la planta, pues muestra la cantidad de hojas directamente expuestas a la radiación, estimando que las hojas plenamente expuestas son las que tienen un mayor potencial fotosintético, sobre todo en las latitudes septentrionales (Moragas, 2005). Carbonneau (1995) refiere la importancia de esta medida en relación con la estructura arquitectónica y eficiencia fotosintética.

Las variables evaluadas relacionadas con la estructura del dosel fueron: a) La altura de la estructura vegetativa (AEV), desde la zona inferior de las hojas hasta la altura de la última hoja, b) Largo de la parte inferior (LPI), que se midió de la primera a la última hoja cercana al brazo inferior del sistema de conducción, c) Ancho de la parte superior de la planta (APS); se midió el ancho medio de la estructura del dosel vegetal a nivel de racimos y en la zona superior del dosel, obteniéndose posteriormente el ancho medio, d) Ancho de la parte inferior de la planta (API). Se midió el ancho medio de la estructura vegetal a nivel de racimos y en la zona inferior vegetativa, obteniéndose posteriormente el ancho promedio, e) Superficie Foliar Expuesta Total (SFET), para esto se consideró que la cubierta vegetal tiene forma de un paralelepípedo iluminado en las partes laterales y en el lado superior, con base en la altura y ancho de la estructura foliar, se obtuvo una estimación del perímetro expuesto. Se consideró una superficie foliar continua y regular con una distancia entre líneas fija. La SFET se midió por hectárea, con las fórmulas propuestas por Moragas (2005). Todas estas medidas se tomaron con el auxilio de una regla graduada en centímetros y se hicieron 120 mediciones por sistema de conducción; en el LYS se hicieron de la parte superior e inferior de la planta de forma separada.

of clusters that had contact with the metal rod were recorded, c) Number of internal clusters (NOIC). Only internal clusters of the plant were counted, i.e., those that were preceding another cluster or leaf from the outside to the inside, and in contact with the metal rod, d) Number of external clusters (NOEC). All clusters in direct contact with the sun, and with no other leaf or cluster covering them, but in direct contact with the metal rod were counted, e) Number of external leaves (NOEL). These were all the leaves found on the external part of the canopy, in direct contact with the metal rod, f) Number of internal leaves (NOIL). This refers to the total number of leaves found inside the plant canopy, and in contact with the metal rod. A total of 120 samples were taken for each training system, each at equidistant distances from the others.

**Agronomic performance.** These refers to the behavior of buds in terms of shoots and fruits, which were left in winter pruning and flower fertility, which helped to determine the influence of the treatments on clusters and flowers. The following variables were evaluated: a) Number of buds emerged without apical bud, hereafter considered as bud 0 (NBBWB0). It was the total number of buds that emerged after phenological stage E, which were counted per plant, obtaining the overall mean, without counting the apical bud, b) Number of buds not budded without the apical bud (NBNBWB0). Total unemerged buds per plant between phenological stages A and C, without counting the apical bud, c) Pruning inflorescences without the apical bud (PIWB0). It was the total number of inflorescences present per plant, starting at phenological stage F, without counting the inflorescences of the apical bud, d) Pruning load (PL). All buds emerged and unemerged per plant without counting apical buds. Shoot percentage (SP), potential fertility index (POFI), practical fertility index (PRFI) were calculated according to the equations cited by Moragas (2005).

**Must characterization.** To determine whether the treatments improved the quality of the must, analytical determinations of probable alcohol content (PA), total acidity (TA) and pH were carried out. The analyses were carried out in the Celle de L'Olivera laboratory, according to OIV (1990) methodologies. Berry weight (WEIGHT) was also included, for which 100 berries were taken from each treatment, every four days, during September 2013. The determination of the harvest date was made based on the results of the parameters evaluated in the must characterization (sugars, titration acidity and pH).

**Yield and components.** The samples taken during harvest were a) Number of total clusters (NTC) per plant; b) Number of total inflorescences per plant (NTI); c)

**Cantidad de capas de hojas y racimos.** Para cuantificar la cantidad de capas de hojas y racimos del dosel vegetal, se empleó el modelo descrito por Smart y Robinson (1991), y modificado por Poni, Rebucci, Magnanini, e Intrieri, (1996), para lo cual se utilizó una vara metálica, que se introdujo verticalmente en el dosel vegetal.

Las subvariables evaluadas relacionadas con la variable cantidad de capas de hojas y racimos fueron: a) Número de capas de hojas (NCH). Se contabilizó el total de contactos entre la vara metálica introducida con las hojas, b) Número de racimos (NDR). Se contó el total de racimos que tenían contacto con la vara metálica, c) Número de racimos internos (NDRI). Se contaron solamente los racimos internos de la planta, es decir que estuvieran precediendo a otro racimo u hoja de la parte exterior al interior, y en contacto con la vara metálica, d) Número de racimos externos (NDRE). Se contaron todos los racimos que estuvieran en contacto directo con el sol, y que no tuvieran otra hoja o racimo que los cubriera, pero que tuvieran contacto directo con la vara metálica, e) Número de hojas externas (NDHE). Fueron todas las hojas que se encontraron en la parte externa del dosel, en contacto directo con la vara metálica, f) Número de hojas internas (NDHI). Se refiere al total de las hojas que se encontraron dentro del dosel de la planta, y que hacían contacto con la vara metálica. Se hicieron 120 tomas de datos por cada sistema de conducción, cada una con distancias equidistantes con respecto a las otras.

**Comportamiento agronómico.** Se hace referencia al comportamiento de las yemas en cuanto a brotación y carga, que se dejaron en la poda de invierno y a la fertilidad de las flores, lo que ayudó a determinar la influencia de los tratamientos en racimos y flores. Se evaluaron las siguientes variables: a) Número de yemas brotadas sin la yema apical, que en lo sucesivo se considerará como yema 0 (NYBSY0). Fue el número total de yemas que brotaron después del estado fenológico E, las cuales se contabilizaron por planta, obteniendo después la media general, sin contar la yema apical, b) Número de yemas no brotadas sin la yema apical (NYNBSY0). Total, de yemas por planta que no habían brotado entre los estados fenológicos A y C, sin contar la yema apical, c) Inflorescencias de poda sin la yema apical (IDPSY0). Fue el total de inflorescencias que se encontraban presentes por planta, a partir del estado fenológico F, sin contabilizar las inflorescencias de la yema apical, d) Carga a poda (CAP). Fueron todas las yemas brotadas y no brotadas por planta, sin contabilizar las yemas apicales. Las variables Porcentaje de Brotación (PB), Índice de fertilidad potencial (IFPO), Índice de fertilidad práctica (IFPR), se calcularon según las ecuaciones citadas por Moragas (2005).

Number of clusters among the number of inflorescences (NCXNI); d) Yield of each plant in kilograms (YXKG); e) Weight of clusters in grams (WXCG); f) Yield in tons per hectare (YTHA).

### Treatments and experimental design.

Response variables were analyzed in the two treatments (Table 1), which were the training systems (LYS and AM), in blocks. The plants were randomly sampled in each treatment and in the hedgerows. Each plant was considered as an experimental unit. A two-way analysis of variance and comparison of means Tukey's test were performed using the SAS statistical program (2004).

## Results and discussion

### Phenology

Training systems did not modify phenological characteristics in Macabeu grapevines according to analysis of variance, which coincides with Azevedo (2002) and Fernandes (2004), who evaluated the impact of the training system during the cycles of 2001 and 2003, respectively. In turn, Tesic, Woolley, Hewett and Martin (2001) found no relationship between phenology and fruit yield, but a relationship with vegetative cycle and canopy indices. However, when Falcão et al. (2008) evaluated two production cycles, they found variation

**Caracterización de mosto.** Para determinar si los tratamientos mejoraron la calidad del mosto, se realizaron determinaciones analíticas del grado de alcohol probable (AP), acidez total (AT) y pH. Los análisis se efectuaron en el laboratorio del Celle de L'Olivera, de acuerdo con las metodologías de la OIV (1990). Asimismo, se incluyó el peso de bayas (PESO), para lo cual se tomaron 100 bayas de cada tratamiento, cada cuatro días, durante septiembre de 2013. La determinación de la fecha de la cosecha fue hecha con base en los resultados de los parámetros evaluados en la caracterización del mosto (azúcares, acidez de titulación y pH).

**Rendimiento y componentes.** Los datos tomados durante la cosecha fueron a) Número de racimos totales (NRT) por planta; b) Número de inflorescencias totales por planta (NIT); c) Número de racimos entre el número de inflorescencias (NRXNI); d) Rendimiento de cada planta en kilogramos (RXCK); e) Peso de los racimos en gramos (PXRG); f) Rendimiento en toneladas por hectárea (RTHA).

### Tratamientos y diseño experimental

Se analizaron las variables de respuesta en los dos tratamientos (Cuadro 1), que fueron los sistemas de conducción (LYS y MA), en bloques. En cada tratamiento y en los setos, se realizaron los muestreos de

**Table 1. Study variables and number of replicates carried out in this study.**

**Cuadro 1. Variables de estudio y número de repeticiones desarrolladas en el estudio.**

Group of variables / Grupo de variables	Number of replicates / Número de repeticiones	Periodicity / Periodicidad
Phenology / Fenología	50 buds / 50 yemas	Beginning of inflorescence emergence / Inicio a aparición de inflorescencias
Water potential / Potencial hídrico	24 leaves per plant reading / 24 hojas por lectura	From leaf emergence until harvesting / Desde la aparición de las hojas hasta cosecha
Canopy structure / Estructura del dosel	120 measurements of each variable at random / 120 mediciones de cada variable al azar	Middle of the fruit ripening season / Mitad de la temporada de maduración de la fruta.
Layer exposure / Exposición de capas	120 measurements of each variable at random / 120 mediciones de cada variable al azar	Middle of the fruit ripening season / Mitad de la temporada de maduración de la fruta.
Agronomic performance / Comportamiento agronómico Exposición de capas	24 plants / 24 plantas	The entire reproductive cycle / Todo el ciclo reproductivo
Must characteristics / Características del mosto	100 berries taken randomly / 100 bayas tomadas al azar	Every four days during September 2013 / Cada cuatro días durante septiembre 2013
Yield and components / Rendimiento y componentes	Evaluated in 24 plants / Se evaluaron en 24 plantas	During harvesting period / Durante el periodo de cosecha

in phenological stages, because of production systems and production cycle. The phenological stages at specific dates are shown in Figure 1.

### Water potential

Leaf water potential characterized the water status of the plant, which is related to the availability of water in the root zone (Deloire et al., 2003). The analysis of variance showed no significant statistical differences due to the influence of the training system on leaf water potential before sunrise because the water supply for plants was similar.

### Canopy structure

Significant differences were observed for all the variables evaluated, in relation to canopy structure. The mean comparison test indicated that the plants of the LYS training system had greater TELA than the AM ( $P < 0.05$ ). This behavior was due to the fact that the LYS system has two more branches, which serve as a complement and generate greater exposure to the sun. However, it had a lower vegetation height and width of the upper part of the plant than AM, this is because there is a distribution of the leaves in the three branches, which makes the distribution of leaves occur on a larger surface area. The LYS training system was the system with more TELA, which is one of its potentialities. (Table 2).

las plantas al azar. Se consideró cada planta como una unidad experimental. Se realizó un análisis de varianza de dos vías y la comparación de medias con la prueba de Tukey a través del programa estadístico SAS (2004).

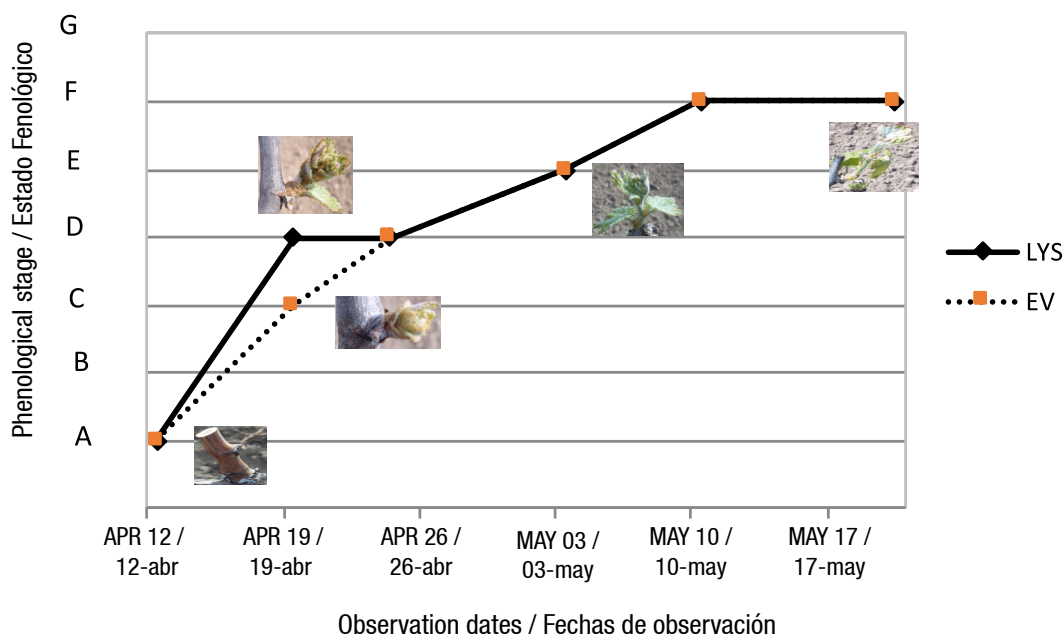
## Resultados y discusión

### Fenología

Los sistemas de conducción no modificaron las características fenológicas en la vid variedad Macabeu de acuerdo con análisis de varianza, lo que coincide con Azevedo (2002) y Fernandes (2004), quienes evaluaron la influencia del sistema de conducción durante el ciclo 2001 y en el ciclo 2003, respectivamente. Por su parte, Tesic, Woolley, Hewett y Martin (2001) encontraron que no hubo relación entre la fenología y el rendimiento de fruta, pero sí con el ciclo vegetativo y los índices de follaje. Sin embargo, cuando Falcão et al. (2008) evaluaron dos ciclos productivos, encontraron variación en las etapas fenológicas, por efecto de los sistemas de producción y ciclo productivo. Los estados fenológicos en fechas específicas se muestran en la Figura 1.

### Potencial hídrico

El potencial hídrico foliar caracterizó el estado hídrico de la planta, lo cual se relaciona con la disponibilidad de agua en la zona radical (Deloire et al., 2003).



**Figure 1. Phenological evaluation. Compiled by the authors with samples taken in 2013. LYS: Y-training system. EV: Figura 1. Evaluación fenológica. Elaboración propia con datos tomados en el 2013. LYS: Sistema de conducción en Y. EV:**



**Table 2. Average values of the canopy structure dimension variables.****Cuadro 2. Valores promedio de las variables de dimensiones de estructura del dosel.**

Treatments / Tratamientos	HVS (cm) / AEV (cm)	LLP (cm) / LPI (cm)	WUP (cm) / APS (cm)	WLP (cm) / API (cm)	TELA (m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ) / SFET (m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> )
LYS	86.55b	91.12a	30.26b	25.01a	18153.5a
AM / MA	128.97a	0.00b	48.80a	0.00b	9023.0b
HMSD / DMSH	5.63	6.89	2.43	2.06	1011.8

Means with the same letter are not significantly different (Tukey  $P < 0.05$ ). Honest Minimum Significant Difference (HMSD). Height of vegetative structure (HVS), Length of lower part (LLP), Width of upper part of plant (WUP), Width of lower part of plant (WLP), Total exposed leaf area (TELA). Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $P < 0.05$ ). Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH). Altura de la estructura vegetativa (AEV), Largo de la parte inferior (LPI), Ancho de la parte superior de la planta (APS), Ancho de la parte inferior de la planta (API), Superficie foliar expuesta total (SFET).

### Leaf and cluster layers

The comparison of means showed that the vines of the AM system had a higher number of layers ( $P < 0.05$ ) than the LYS system (2.88). This value is not very far from the ideal value (3) (Smart, 1985), although values of 1 to 1.5 leaf layers can be good (Smart & Robinson, 1991). In terms of number of clusters, the LYS system had 32 % more ( $P < 0.05$ ), which represents a greater number of fruiting points. To compare pruning types in this study, it was found that when more shoots were left, they produced a higher number of clusters per plant, higher fresh weight of clusters and yield, higher total soluble solids content and lower total titratable acidity and yielded the most adequate concentrations in probable degrees of alcohol (12.73 and 12.65 %) (Walteros, Constanza-Molano, Almanza-Merchán, Camacho-Helber, & Balaguera-López, 2012).

The exposure of the plant canopy and clusters is another important measure to characterize training systems. Smart and Robinson (1991) propose that 80 to 100 % of leaves should be external, and according to our results the plants of the LYS system had a leaf exposure of 83 %, falling within the range, while the AM only had 68 %, so it was considered to be under-exposed. Numerous trials with leaf removal modalities (Figueira, 2004) indicate problems with yield, when few leaves are present. The optimum is a light exposure to avoid situations of over-exposure or under-exposure. Smart and Robinson (1991) report values of 50 to 100 % cluster exposure. The clusters of the LYS system had 51 % exposure, which is within the ranges given by Smart and Robinson (1991). The AM was only 10 %, thus having an underexposure of these clusters (Table 3).

El análisis de varianza demostró que no hubo diferencias estadísticas significativas por influencia del sistema de conducción en el potencial hídrico de las hojas antes del amanecer, debido a que el suministro de agua a las plantas fue similar.

### Estructura del dosel

Se observaron diferencias significativas para todas las variables evaluadas, en relación con la estructura del dosel. La prueba de comparación de medias indicó que las plantas del sistema de conducción LYS presentaron mayor SFET que el MA ( $P < 0.05$ ). Este comportamiento fue debido a que el sistema LYS tiene dos brazos más, que sirven de complemento y generan mayor exposición al sol. Sin embargo, tuvo una altura de vegetación y ancho de la parte superior de la planta inferior al MA, eso es porque hay una distribución del follaje en los tres brazos que hace que la distribución de hojas sea en una mayor superficie. El sistema de conducción LYS fue el sistema con más SFE, la cual es una de sus potencialidades (Cuadro 2).

### Capas de hojas y racimos

La comparación de medias mostró que las vides del sistema MA tuvieron un número de capas mayor ( $P < 0.05$ ) que el sistema LYS (2.88). Este valor no es muy distante al valor ideal (3) (Smart, 1985), aunque valores de 1 a 1.5 capas de hojas pueden ser buenos (Smart & Robinson, 1991). En el número de racimos, el sistema LYS presentó un 32 % más ( $P < 0.05$ ), lo que representa un mayor número de puntos de fructificación. En un estudio para comparar los tipos de poda, se encontró que cuando se dejaban más brotes, se producía mayor número de racimos por planta, peso fresco de racimos



**Table 3. Average values of leaf and clusters exposure variables**  
**Cuadro 3. Valores promedio de las variables de exposición de hojas y racimos**

Treatments / Tratamientos	NLL / NCH	NOC / NDR	NOC / NDRI	NOEC / NDRE	NOEL / NDHE	NOIL / NDHI
LYS	2.40b	1.73a	0.61b	1.11a	2.10a	0.29b
AM / MA	2.88a	1.17b	1.06a	0.11b	1.85b	1.02a
HMSD / DMSH	0.25	0.19	0.18	0.15	0.18	0.17

Means with the same letter are not significantly different (Tukey  $P < 0.05$ ). Honest Minimum Significant Difference (HMSD). Number of leaf layers (NLL), Number of clusters (NOC), Number of inner clusters (NOIC), Number of external clusters (NOEC), Number of external leaves (NOEL), Number of internal leaves (NOIL).

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $P < 0.05$ ). Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH). Número de capas de hojas (NCH), Número de racimos (NDR), Número de racimos internos (NDRI), Número de racimos externos (NDRE), Número de hojas externas (NDHE), Número de hojas internas (NDHI).

### Agronomic performance

Plants in the LYS system had a greater number of buds emerged and unemerged, as well as more inflorescences, and their pruning load was higher than AM. This does not agree with the samples obtained by Azevedo (2002), Fernandes (2004) and Moragas (2005) in the same system, but with the Syrah variety, possibly because they were carried out in another cycle, affecting the response of the plant (Falcão et al., 2008).

Potential and practical fertility indices were significantly higher in the vines of the AM training system, and although these data do not agree with those obtained by Moragas (2005), it can be explained by the fact that the LYS plants had a pruning load approximately 90 % higher, and the comparison between inflorescences and buds emerged, shows more inflorescences per bud emerged in AM than in LYS (Table 4).

### Must quality

The fruits of the plants with the LYS training system had lower acidity and 15 % more probable alcohol than those of the AM ( $P < 0.05$ ), possibly because, with greater leaf area, there was greater photosynthesis and production of sugars, which were transformed after fermentation into alcohol. The average weight of berries was 20.5 % higher in AM, which could be due to the competition suffered by the clusters in the LYS system, as there were a greater number of clusters to supply. (Table 5). Arora, Gill and Navjot (2010) found that plants in the "Y" training system had higher yields, and their fruits had higher soluble solids, acidity, and ripened first. It is worth mentioning that Falcão et al. (2008) found no differences in total soluble solids and pH in the two training systems.

y rendimiento, mayor contenido de sólidos solubles totales y menor acidez total titulable, y generaron las concentraciones más adecuadas en grados probables de alcohol (12.73 y 12.65 %) (Walteros, Constanza-Molano, Almanza-Merchán, Camacho-Helber, & Balaguera-López, 2012).

La exposición de la cobertura vegetal y de los racimos es otra de las medidas importantes para caracterizar los sistemas de conducción. Smart y Robinson (1991) proponen que el 80 a 100 % de hojas sean exteriores, y según nuestros resultados las plantas del sistema LYS tuvieron una exposición de hojas de un 83 %, entrando en el rango, mientras que el MA solo tuvo 68 %, por lo que se consideró que tuvo una sub-exposición. Numerosos ensayos con modalidades de deshoje (Figueira, 2004) indican problemas con el rendimiento, cuando hay pocas hojas. lo óptimo es una ligera exposición, para evitar situaciones de sobre-exposición o de sub-exposición. Smart y Robinson (1991) reportan valores de entre 50 a 100 % de exposición de racimos. Los racimos del sistema LYS tuvieron un 51 % de exposición, que es dentro de los rangos dados por Smart y Robinson (1991). El MA fue de tan solo del 10 %, teniendo así una sub-exposición de estos (Cuadro 3).

### Comportamiento agronómico

Las plantas del sistema LYS tuvieron mayor número de yemas brotadas como no brotadas, así como más inflorescencias, y su carga a poda fue superior al MA. Esto no concuerda con los datos obtenidos por Azevedo (2002), Fernandes (2004) y Moragas (2005) en el mismo sistema, pero con la variedad Syrah, debido posiblemente a que se hicieron en diferente ciclo, lo que afecta la respuesta de la planta (Falcão et al., 2008).

**Table 4. Average values of agronomic performance variables**  
**Cuadro 4. Valores promedio de las variables de comportamiento agronómico**

Treatments / Tratamientos	NBBWB0 / NYBSY0	NBNBWBO / NYNBSY0	PIWB0 / IDPSY0	PL / CAP	SP / PB	POFI / IFPO	PRFI / IFPR
LYS	19.91a	0.41 <sup>a</sup>	15.87 <sup>a</sup>	20.33a	97.96b	0.80b	0.78b
AM / MA	11.79b	0.083b	12.83b	11.87b	99.37a	1.09a	1.08 <sup>a</sup>
HMSD / DMSH	1.28	0.26	2.74	1.42	1.35	0.14	0.14

Means with the same letter are not significantly different (Tukey  $P < 0.05$ ). Mean square error (MSC), Honest Minimum Significant Difference (HMSD). Number of buds emerged without bud 0 (NBBWB0), Number of unemerged buds without bud 0 (NBNBWBO), Pruning inflorescences without bud 0 (PIWB0), Pruning load (PL), Shoot percentage (SP), Potential fertility index (POFI), Practical fertility index (PRFI).

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $P < 0.05$ ). Cuadrado Medio del Error (CME), Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH). Número de yemas brotadas sin la yema 0 (NYBSY0), Número de yemas no brotadas sin la yema 0 (NYNBSY0), Inflorescencias de la poda sin la yema 0 (IDPSY0), Carga a poda (CAP), Porcentaje de brotación (PB), Índice de fertilidad potencial (IFPO), Índice de fertilidad practica (IFPR).

**Table 5. Average values of the must analysis variables: Percentage in volume of probable alcohol (PA), total acidity (TA), pH (pH) and weight of 100 berries (WEIGHT).**

**Cuadro 5. Valores promedio de las variables de análisis de mosto: Porcentaje en volumen de alcohol probable (AP), Acidez total (AT), pH (pH) y peso de 100 bayas (PESO).**

Treatments / Tratamientos	PA / AP	TA / AT	pH (pH)	WEIGHT (g) / PESO (g)
LYS	11.62a	3.27b	3.30a	165.00b
AM / MA	9.87b	3.67a	3.20b	207.50a
DMSH / DMSH	0.21	0.13	0.04	9.07

Means with the same letter are not significantly different (Tukey  $P < 0.05$ ).

Honest Minimum Significant Difference (HMSD).

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $P < 0.05$ ).

Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH).

Walteros et al. (2012) compared pruning types and found that when more shoots are left, produces the most adequate concentrations in probable alcohol content and total soluble solids concentration.

The evolution of the different parameters coincided with expectations. As sugars increase, total acidity decreases, which can be seen in Figure 1, for both training systems. In the LYS system there is a tendency to produce a greater amount of sugars, and its use is justified since the objective is to produce a greater amount of alcohol. This behavior confirms that observed in other studies by Arfelli, Marangoni, Amati, and Castellari (1996), Boubals, (2001), Ferrer and González Neves (2002), Murisier and Zufferey (1997), Sella, Espinás, Domingo, and Minguez (1994). It is also seen how TA and pH act, because as TA decreases, pH increases, and this is because there are fewer acids, therefore, the medium tends to become less acidic. In this regard, Reynolds Wardle, Cliff. and King, (2004) proposed that

Los índices de fertilidad potencial y práctico fueron significativamente superiores en las vides del sistema de conducción MA, y aunque estos datos no concuerdan con los obtenidos por Moragas (2005), se puede explicar debido a que las plantas del LYS tuvieron una carga a poda superior en aproximadamente 90 %, y la comparación entre inflorescencias y yemas brotadas, muestra que hubo más inflorescencias por yemas brotadas en MA que en el LYS (Cuadro 4).

### Calidad de mosto

Los frutos de las plantas con el sistema de conducción LYS tuvieron menor acidez y 15 % más de alcohol probable, que los del MA ( $P < 0.05$ ), debido posiblemente a que, con mayor área foliar, hubo mayor fotosíntesis y producción de azúcares, los cuales se transformaron después de la fermentación en alcohol. El peso promedio de bayas fue superior en el MA en un 20.5 %, esto pudo deberse a la competencia que sufrieron los

divided training systems such as the “Y” have better light capture and increase the amount of soluble solids in grapes and the probable alcohol content and, in general, improve the quality of the wine.

### Yield and components

According to the analysis of variance there were significant differences only in the case of number of clusters, number of inflorescences, and weight per cluster, but no differences were observed for yield per plant and per hectare. Plants with the LYS training system had almost 50 % more clusters and inflorescences than vines with AM, however, the cluster weight of plants with the AM training system was 38 % higher than those with the LYS, which was not reflected in yield per hectare, because no significant statistical differences were observed for this variable (Table 6). Vanden-Heuvel, J. E., Lerch, E., Lenerz, C. C., Meyers, J. M., and Mansfield A. K. (2013) found that training systems had no effect on yield of young vines and not all systems are suitable for all varieties. The vine system yielded 30.5 tons per hectare and the trellis system, which is considered vertical, only 19.1 tons of fruit (De la F e, Hern andez, Palacios, Palacios, Palacios, & Gonz alez, 2001), under tropical conditions in Cuba. Palliotti et al. (2017) with cultural practices, especially pruning, managed to modify the harvest time of the grapevine. In any case, it should be considered that table grapes are more profitable than wine grapes (Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega, 2016).

### Conclusions

Fruit yield per hectare was statistically equal in both training systems because plants with the LYS system had almost 50 % more clusters and inflorescences

racimos en el sistema LYS, al tener un mayor número de racimos que abastecer. (Cuadro 5). Arora, Gill y Navjot (2010), encontraron que las plantas del Sistema de Conducción “Y” tuvieron mayor rendimiento, y sus frutos más sólidos solubles, acidez, y maduraron primero. Cabe mencionar que Falcão et al. (2008), no encontraron diferencias en sólidos solubles totales y pH en dos sistemas de conducción.

Walteros et al. (2012), compararon tipos de poda y encontraron que cuando se dejaban más brotes, se generaron las concentraciones más adecuadas en grados probables de alcohol y concentración de sólidos solubles totales.

La evolución de los diferentes parámetros coincidió con lo esperado. A medida que los azúcares van aumentando, la acidez total va disminuyendo, lo cual se puede observar en la Figura 1, en ambos sistemas de conducción. En el sistema LYS se observa una tendencia para producir mayor cantidad de azúcares, y se justifica su uso ya que el objetivo es producir mayor cantidad de alcohol. Este comportamiento confirma lo observado en otros trabajos de Arfelli, Marangoni, Amati, y Castellari (1996), Boubals, (2001), Ferrer y Gonz alez Neves (2002), Murisier y Zufferey (1997), Sella, Espin s, Domingo, y Minguez (1994). También se comprueba cómo es que actúa el AT y el pH, pues a medida que los AT disminuyen, el pH aumenta, y es porque hay menor cantidad de ácidos, por tanto, el medio tiende a volverse menos  cido. Al respecto, Reynolds Wardle, Cliff, y King, (2004) propusieron que los sistemas de conducción divididos como el “Y”, tienen mejor captación de luz y se incrementa la cantidad de sólidos solubles en las uvas y el grado de alcohol probable y en general, se mejora la calidad del vino.

**Table 6. Average values of yield variables and components.**

**Cuadro 6. Valores promedio de las variables de rendimiento y componentes.**

Treatments / Tratamientos	NTC / NRT	NTI / NIT	NCXNI	YXKG / RXCK	WXCG / PXRG	YTHA / RTHA
LYS	23.8 <sup>a</sup>	23.91 <sup>a</sup>	1.012 <sup>a</sup>	9.51 <sup>a</sup>	395.32 <sup>b</sup>	31.71 <sup>a</sup>
AM / MA	13.54 <sup>b</sup>	13.70 <sup>b</sup>	1.055 <sup>a</sup>	8.67 <sup>a</sup>	641.45 <sup>a</sup>	28.91 <sup>a</sup>
HMSD / DMSH	2.71	2.79	0.18	1.72	67.70	5.73

Means with the same letter are not significantly different (Tukey  $P < 0.05$ ). Honest Minimum Significant Difference (HMSD). Number of total clusters (NTC), Number of total inflorescences (NTI), Number of clusters/ Number of inflorescences (NCXNI), Yield per vine in kg (YXKG), Weight per cluster in g (WXCG), Yield in  $t\text{-ha}^{-1}$  (YTHA).

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $P < 0.05$ ). Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH). Número de racimos totales (NRT), Número de inflorescencias totales (NIT), Número de racimos/ Número de inflorescencias (NCXNI), Rendimiento por cepa en kg (RXCK), Peso por racimo en g (PXRG), Rendimiento en  $t\text{-ha}^{-1}$  (RTHA).

than vines with the AM, but the weight of the clusters of the plants with the AM training system was 38 % higher than those with the LYS.

The LYS system improved must quality parameters in *Vitis vinifera* L. Var. "Macabeu" grapes, which improved the production of better-quality white wines, with Designation of Origin, since its fruits had 15 % more probable alcohol, a 0.5 % higher berry weight and less acidity, mainly because they had more exposed leaf area than the MA, because they have two more branches that help as a complement and generate more sun exposure. This system also had a better canopy structure and agronomic performance; therefore, it was more efficient.

*End of English version*

## References / Referencias

- AEMET (Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente) (2014). Servicios climáticos. GOBIERNO DE ESPAÑA. [EN LINEA]: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=9771Cyk=cat>. [FECHA]: 20 de febrero del 2014.
- Arfelli, G., Marangoni, B., Amati, A., & Castellari, M. (1996). The effects of cluster thinning on some ripening parameters and wine quality. In: Workshop strategies to optimize wine grape quality. *Acta Horticulturae*, 27, 379–386.
- Arora N. K., Gill M., I. S., & Navjot. (2010). Effects of training system on maturity, yield and quality of grapes cv. Perlette under northern Indian conditions. *Haryana Journal Horticultural Science*, 39(3-4), 191-192.
- Ayala G., A. V., Carrera Ch. B., Schwentesius R. R., Almaguer V. G., Jolalpa B. J. L., & Márquez B. S. R. (2012). Competitividad del sector agropecuario en México: Implicaciones y retos. Ed. Plaza y Valdez. México. 188 p.
- Azevedo, M. (2002). Influencia del sistema de conducción en la carga y la productividad de la vid (*Vitis vinifera* L.), casta Syrah. *Relatório de Ingeniería en Agronomía*. ISA-UTLisboa, Portugal, 80 pp.
- Baggiolini, M. (1952). Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue romande d'Agriculture et d'Arboriculture*, 8(1), 4-6.
- Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega. (2016). Rentabilidad de los sistemas de producción de uva (*Vitis vinifera*) para mesa e industria en Aguascalientes, México. *AGRICULTURA, SOCIEDAD Y DESARROLLO*. 13: 151-168.
- Boubals, D. (2001). L'éclaircissage Manuel des grappes (vendange en vert). *Progrès Agricole et Viticole*, 118 (17), 372–374.

## Rendimiento y componentes

De acuerdo con los análisis de varianza hubo diferencias significativas solo en número de racimos, número de inflorescencias, y el peso por racimo, pero para rendimiento por planta y por hectárea no los hay. Las plantas del sistema de conducción LYS tuvieron casi un 50 % más de racimos e inflorescencias que las vides con el MA, sin embargo, el peso de los racimos de las plantas con el sistema de conducción MA fue un 38 % mayor que los del LYS, lo cual no se reflejó en el rendimiento por hectárea, ya que no hubo diferencias estadísticas significativas en esta variable (Cuadro 6). Vanden-Heuvel, J. E., Lerch, E., Lenerz, C. C., Meyers, J. M., y Mansfield A. K. (2013), encontraron que los sistemas de conducción no afectaron el rendimiento de vides jóvenes y no todos los sistemas son adecuados para todas las variedades. El sistema en parra rindió 30.5 toneladas por hectárea y el de espaldera, que se considera vertical, solo 19.1 de fruta (De la Fé, Hernández, Palacios, Palacios, & González, 2001), bajo condiciones tropicales de Cuba. Palliotti *et al.* (2017) con prácticas culturales, sobre todo poda, lograron modificar la época de cosecha de la vid. De todos modos, hay que considerar que la uva para mesa es más rentable que para vino. (Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega, 2016)

## Conclusiones

El rendimiento de frutas por hectárea fue estadísticamente igual en ambos sistemas de conducción debido a que las plantas del sistema LYS tuvieron casi un 50 % más de racimos e inflorescencias que las vides con el MA, pero el peso de los racimos de las plantas con el sistema de conducción MA fue un 38 % mayor que los del LYS.

El sistema LYS mejoró parámetros de la calidad de mosto en uva *Vitis vinifera* L. Var. "Macabeu" con lo que se mejoró la elaboración de vinos blancos de mejor calidad, con Nominación de Origen, ya que sus frutos tuvieron 15 % más de alcohol probable, un peso de baya 20.5 % mayor y menos acidez, en gran medida porque presentaron mayor superficie foliar expuesta que el MA, debido a que tienen dos brazos más que sirven de complemento y generan mayor exposición al sol, Este sistema también tuvo en general mejor estructura del dosel y comportamiento agronómico, por lo tanto, fue más eficiente.

*Fin de la versión en español*



- Carbonneau, A. (1991). Créer un mouvement d'évolution de la conduite du vignoble. *Revista Viticultura e Enologia*, 4, 19–21.
- Carbonneau, A. (1995). Mise au point d'un modèle de qualité en viticulture. *Journées du groupe d'étude des systèmes de conduite de la vigne*, 1, 119–124 p.
- Deloire A., Carbonneau, A., Federspiel, B., Ojeda, H., Wang, Z. & Constanza P. (2003). *La vigne et l'eau. Progrès Agricole et Viticole*, 120 (4), 79–90.
- De la Fé, C., Hernández, O., Palacios, J., Palacios, J. A., & González, E. (2001). Desarrollo del cultivo de la vid en el sector campesino-cooperativo del Occidente de Cuba. *Cultivos Tropicales*, vol. 22, núm. 4, 2001, pp. 43-49.
- Falcão, L. D., Chaves E., Burin V. M., Falcão A. P., Gris E. F.,..., Bordignon-Luiz M. T. (2008). Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. *Ciencia e Investigación Agraria*. 35(3), 271-282.
- Fernandes, H. (2004). *Influência do sistema de condução no comportamento agrônomico e ecofisiológico da videira (Vitis vinifera L.), casta Syrah e Touriga Nacional*. Relatório de Engenharia em Agronomia. ISA- UTLisboa. Lisboa, Portugal, 80 pp.
- Ferrer, M., & González, N. G. (2002). Resultados enológicos y productivos de la aplicación de diversas alternativas de raleo de racimos y distintas intensidades de poda invernal en *Vitis vinifera* L. Cv. Tannat. *Agrociencia*, 6 (1), 53–62.
- Figueira L. (2004). *Influência do intervenções em verde na ecofisiologia, produção e qualidade do mosto da casta Touriga Nacional*. Relatório de Engenharia Agronómica. ISA-UTLisboa. Lisboa, Portugal, 56pp.
- Hidalgo T. J. (2010). *Tratado de Enología*. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 1822 p.
- Moragas B., P. (2005). *Influência del sistema de conducció (Arquitectura de la planta i supressió de raïms) sobre el comportament ecofisiològic i agronòmic de la vinya (Vitis vinifera L.), varietat "syrah", durante el cicle vegetatiu de 2004 i a la regió de Lisboa (Portugal)*. Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa (Portugal).
- Mota, T. (2004). *Potencialidades e condicionalismos da condução Lys*. Tesis de Doctorado, Universidad Tecnológica de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Murisier, F., & Zufferey V. (1997). Rapport feuille-fruit de la vigne et qualité du raisin. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*, 29 (6), 355–362.
- International Organization of Vine and Wine. OIV. (1990). *Metodologías de evaluación de calidad de vino*. Madrid, España. 35P.
- OIV (2014). *World Viticultural Statistics, 2013-2014*. International Organisation of vine and wine.
- OIV (2020). *Wine Production*. OIV. First estimates. International Organisation of vine and wine.
- Palliotti, A., Tommaso Frioni, Sergio Tombesi, Paolo Sabbatini, Juan Guillermo Cruz-Castillo, ..., Stefano Poni. (2017). Double-Pruning Grapevines as a Management Tool to Delay Berry Ripening and Control Yield. *American Journal of Enology and Viticulture*. 68: 412-421.
- Poni, S., Rebucci, B., Magnanini, E., & Intrieri, C. (1996). Preliminary results on the use of a modified point quadrat method for estimating canopy structure on grapevine systems. *Vitis*, 35 (1), 23-28.
- Reynolds A. G., & Vanden H., J. E. (2009). Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60(3), 251–268.
- Reynolds, A. G., Wardle, D. A., Cliff, M. A., & King, M. (2004). Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition, and wine sensory attributes of seyval and chancello. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55 (1), 84–95.
- Sadegh, A. S., Ali, E., Zamani, Z. A., Vezvaei, A., Naghavi, M. R., & Talaei, A. R. (2005). Influence of three training systems on fruit yield and quality of five grapevine cultivars. *Iranian Journal Horticultural Science Technology*, 5(4), 189–200.
- SAS Institute. (2004). *SAS® 9.1 SQL. Procedure User's Guide*. Cary, NC, USA.
- Sella J., Espinás, E., Domingo, C., & Minguez, S. (1994). Estudio de los efectos del aclareo de racimos en la variedad Macabeo. *Journées du Groupe D'étude des Systèmes de Conduite de la Vigne*, 1, 170–174.
- Smart, R. (1985). Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36 (3), 230–239.
- Smart, R., & M. Robinson. (1991). *Sunlight into wine. A handbook for winegrape canopy management*. Winetitles, Underdale. Sydney, Australia. 88 pp.
- Tardaguila J., Martínez De Toder, F., Poni, S., & Diago, M. P. (2010). Impact of early leaf removal on yield and fruit and wine composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carignan. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61, 372–281.
- Tesic D., Woolley D. J., Hewett E. W., & Martin D. J. (2001). Environmental effects on cv Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Hawke's Bay, New Zealand. 1. Phenology and characterisation of viticultural environments. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8,15–26,2001
- Vanden-Heuvel, J. E., Lerch, E., Lenerz, C. C., Meyers, J. M., & Mansfield A. K. (2013). Training system and vine spacing impact vine growth, yield, and fruit composition in a vigorous young 'noiret' vineyard. *HortTechnology*, 23 (4-5), 505–510.
- Walteros, I. Y., Constanza- Molano, D., Almanza-Merchán, P. J., Camacho-Helber, M., & Balaguera-López, E. (2012). Efecto de la poda sobre la producción y calidad de frutos de *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon en Sutamarchán (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6 (1), 19–30.
- Zsofi, Z., Gal, L., Szilagy, Z., Szücs, E., Marschall, M.,...,Balo, B. (2009). Use of stomatal conductance and pre-dawn water potential to classify terroir for the grape variety Kékfrankos. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15, 36–47.

EN

## Assessment of natural resources in beef cattle production units, case: Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca

ES

## Evaluación de recursos naturales en unidades de producción bovina caso: Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca

Natalio López-Santiago; Yuri Villegas-Aparicio\*; José Cruz Carrillo-Rodríguez; Ernesto Castañeda-Hidalgo; Salvador Lozano-Trejo; Aarón Martínez Gutiérrez

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado en Investigación Agropecuaria. Cuerpo Académico: Sistemas Alternativos de Producción Agropecuaria. ExHacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México.

\*Corresponding author:  
yuri.va@voaxaca.tecnm.mx

Received: December 10, 2020 /  
Accepted: February 22, 2021

DOI:  
10.5154/r.rchsat.2021.01.05

### Abstract

The objective of the work was to develop an assessment of the ecological dimension in beef cattle production units within the community of Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca. The study was carried out during the months of July-December in 2014, during the rainy season; the method of information collection was developed through semi-structured surveys, field sampling and checking and laboratory analysis. The evaluated farms were selected from a stratified sampling and a simple random sampling applied to each group (high, middle, low). Three management systems were studied, the weaned calves, that of double purpose and the weaned calves and calves for fattening. The indicators used for the ecological assessment were; for the soil resource: pH, electrical conductivity, organic matter percentage, nitrogen, phosphorus, sodium, potassium, calcium, magnesium, texture, bulk density, compaction, type of macro-fauna, worms, depth of roots, abundance of roots and soil color; for the water resource: pH, electrical conductivity, sodium, potassium, calcium, magnesium, carbonates, bicarbonates, chlorides, sulfates; for vegetation: yield, vegetation cover, plant species to provide shade to animals, plant strata, plant coloring and invasive species (animal / plant). As observed, in the management systems, the lack of consistency between the use and conservation of natural resources such as the water, soil and vegetation is remarkable, which requires to look for alternatives of sustainable production.

**Keywords:** Production systems, beef, organic, tropic.

### Resumen

Se realizó una evaluación de la dimensión ecológica en unidades de producción bovina en la comunidad de Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca. El estudio se llevó a cabo durante los meses de julio-diciembre del 2014, en el periodo de lluvias; el método de obtención de la información fue mediante encuestas semi-estructuradas, recorridos, muestreo en campo y análisis en laboratorio. Los ranchos evaluados fueron seleccionados de un muestreo estratificado y uno aleatorio simple aplicado a cada grupo (alto, medio, bajo). Se estudiaron tres sistemas de manejo, el de becerro al destete, de doble propósito y de



becerro al destete y engorda. Se realizó la evaluación del recurso suelo, calidad del agua y vegetación. Los indicadores que se utilizaron para la evaluación ecológica fueron, para el recurso suelo: pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, sodio, potasio, calcio, magnesio, textura, densidad aparente, compactación, tipo de macro-fauna, lombrices, profundidad y abundancia de raíces y color del suelo; para el recurso agua: pH, conductividad eléctrica, sodio, potasio, calcio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos; para la vegetación: rendimiento, cobertura vegetal, especies vegetales para sombra de los animales, estratos vegetales, coloración vegetal y especies invasoras (animal/vegetal). De acuerdo con lo observado, es notable en los sistemas de manejo la falta de congruencia entre el uso y conservación de los recursos naturales como son agua, suelo y vegetación, lo cual requiere buscar alternativas de producción sustentable.

**Palabras clave:** Sistemas de producción, vacuno, ecológico, trópico.

## Introduction

Live organisms and their inert environment (abiotic) are inseparably linked and act with each other. An ecological system or ecosystem is any unit that includes the totality of organisms (this is, the “community”) from a particular area, which act reciprocally with the physical environment, so that, a flow of energy conducts a trophic structure, a biotic diversity and material cycles (this is, exchange of materials between living and inert parts) clearly defined within the system (Odum, 1972).

Current figures estimate that the 26% of the global terrestrial surface and the 70% of the global agricultural area is covered by grasslands, which contribute to the subsistence of more than 800 million people. Grasslands are an important feeding source for cattle, habitat for wild flora and fauna, provide environmental protection, store carbon and water and allow the *in situ* conservation of phylogenetic resources (FAO, 2014).

The rapid population growth together with the effects of climate change, has increased the pressure on pastures around world, particularly in arid and semi-arid environments, and the portions of grasslands worldwide are suffering degradation, the main cause for the degradation symptoms is the inappropriate land use, which currently constitutes the most severe environmental issue (Gianella-Estrems & Chavez, 2004).

Forest, in addition to provide fodder and wood, has positive effects on the environment. However, a great part of the enabled land for livestock and agriculture is based on the massive and irrational deforestation, in order to only favor the setting of grasslands for livestock use, this being one of the main causes for the decertification process together with deforestation (Altieri & Nichols, 2007). This leads to an increase in the penetration of solar rays, with a resulting increase

## Introducción

Los organismos vivos y su ambiente inerte (abiótico) están inseparablemente ligados y actúan recíprocamente entre sí. Un sistema ecológico o ecosistema, es cualquier unidad que incluya la totalidad de los organismos (esto es, la “comunidad”) de un área determinada que actúan en reciprocidad con el medio físico, de modo que una corriente de energía conduzca a una estructura trófica, una diversidad biótica y a ciclos materiales (esto es, intercambio de materiales entre las partes vivas y las inertes) claramente definidos dentro del sistema (Odum, 1972).

Las cifras actuales estiman que el 26 % de la superficie terrestre mundial y el 70 % de la superficie agrícola mundial están cubiertos por praderas, que contribuyen a la subsistencia de más de 800 millones de personas. Las praderas son una fuente importante de alimentación para el ganado, un hábitat para la flora y fauna silvestre, proporcionan protección al ambiente, almacenan carbono y agua y permiten la conservación *in situ* de recursos filogenéticos (FAO, 2014).

El rápido aumento de la población, junto con los efectos del cambio climático, ha aumentado la presión sobre los pastizales del mundo, en particular en ambientes áridos y semiáridos, y las porciones de praderas en todos los continentes están sufriendo degradación, la causa principal de los síntomas de degradación es el uso inadecuado de la tierra, que actualmente constituye la cuestión ambiental de mayor gravedad (Gianella-Estrems & Chavez, 2004).

El bosque, además de aportar forraje y madera, tiene efectos positivos sobre el ambiente. Sin embargo, gran parte de la tierra habilitada para ganadería y agricultura se hace con base en el desmonte masivo e irracional, con la finalidad de dar privilegio únicamente

of evapotranspiration by disturbing the physical and chemical properties of soils. All living beings depend on the soil quality to survive, hence, it is necessary to give an appropriate land management (Bautista C. A., Etchevers J. B., del Castillo R. F., & Gutiérrez C., 2004; Pérez C. A., Moscuza C. H., & Fernández-Cirelli, A., 2008).

According to Concepción E. D., and Díaz M. (2013), agro-environmental measures are considered as the main tool available to stop the loss of biodiversity related to the intensification of agriculture. Both, water and wind erosion, produce a decrease in the biodiversity of wild plants and animals, as a result of the loss of favorable conditions for their existence due to the impact of the climatic changes. Studies has been carried out, but until now, the impact on species only have been minimized (Arribas et al., 2012).

Critical processes at an ecosystem level have influence on plant productivity, soil fertility, water quality, atmospheric chemistry, and many other global environmental conditions, which finally impact on the human welfare. This indicates that the decrease of species richness can generate a general decrease in the levels of ecosystem functioning, which, at least one specie per functional group is essential for that functioning, and the nature gives the answer from one ecosystem to the decrease of the biodiversity that depends on the composition of its community, this is, what species are lost and what are kept (Naeem et al., 1999).

In the municipality of Guivicia, Santa María Petapa, Oaxaca, natural resources are irrationally exploited, which has caused a destruction and degradation of ecosystems, consequently its current state is unknown, this resulted in the emergence of the lack of knowledge about the sustainable management and the impacts present in the soil, water and biodiversity by the formation of grasslands (Montes & Sala, 2007). For this, the aim of this research was to carry out an assessment of the ecological dimension in beef cattle production units from the community of Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca.

## Materials and methods

The study was developed with the “Asociación Ganadera Local de Guivicia”, located in the community of Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca, which is in the Istmo de Tehuantepec. At coordinates 94° 57' longitude west and 16° 57' latitude north, at an altitude of 120 meters above the sea level. It is characterized by its hot-humid climate with heavy rainfalls in the summer, it has a short and dry season in the cold half of the year, with an average annual rainfall of 1 800 mm, and an average temperature of 21 °C. This region is within

al establecimiento de praderas para uso ganadero, siendo una de las principales causas de los procesos de desertificación, junto con la deforestación (Altieri & Nichols, 2007). Esto provoca un aumento en la penetración de los rayos solares, con un consecuente aumento en la evapotranspiración, alterando las propiedades físicas y químicas de los suelos; todo tipo de vida depende de la calidad del suelo para su supervivencia, por lo tanto, se debe dar un manejo adecuado del suelo (Bautista C. A., Etchevers J. B., del Castillo R. F., & Gutiérrez C., 2004; Pérez C. A., Moscuza C. H., & Fernández-Cirelli, A., 2008).

Según Concepción E. D., y Díaz M. (2013), las medidas agroambientales se consideran la principal herramienta disponible para frenar la pérdida de biodiversidad asociada a la intensificación de la agricultura. Tanto la erosión hídrica como la eólica, producen una disminución de la biodiversidad de vegetales y animales silvestres ante la pérdida de las condiciones favorables para su existencia, debido a los efectos del cambio climático. Se han realizado estudios, pero hasta la actualidad solo se ha minimizado el impacto en las especies (Arribas et al., 2012).

Procesos críticos a nivel ecosistema tienen influencia en la productividad de plantas, fertilidad del suelo, calidad del agua, química atmosférica, y muchas otras condiciones ambientales globales, que finalmente afectan el bienestar humano. Esto indica que la disminución de la riqueza de especies puede generar un decremento general en los niveles de funcionamiento de los ecosistemas, que al menos una especie por grupo funcional es esencial para dicho funcionamiento, y que la naturaleza dé la respuesta de un ecosistema a la disminución de la biodiversidad que depende de la composición de su comunidad, o sea, cuales especies se pierden y cuales se mantienen (Naeem et al., 1999).

En la localidad de Guivicia, Santa María Petapa, Oaxaca, los recursos naturales se aprovechan de forma irracional, lo cual ha provocado una destrucción y degradación de los ecosistemas, por lo que se desconoce su estado actual, con lo cual surgió el desconocimiento del manejo sustentable y los impactos que se ocasionan en el suelo, agua y biodiversidad, por el establecimiento de praderas (Montes & Sala, 2007); por lo que el objetivo de esta investigación fue realizar una evaluación de la dimensión ecológica en unidades de producción bovina en la comunidad de Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca.

## Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo con la “Asociación Ganadera Local de Guivicia”, ubicada en la población de

the Coatzacoalcos River Basin, lands are irrigated by the Río Grande that crosses the south of the community, in the northwest of the municipality (INEGI, 2014).

The study was carried out in the months from July to December, 2014, during the rainy season. The method of information collection was through semi-structured surveys, field checks and sampling and laboratory analysis. Out of 51 cattle farms enrolled in the association by taking into account the farm surface and the number of animals of the producers surveyed, 14 farms were selected through a stratified sampling and a simple random sampling was applied to each stratum (high, medium, low). The selected farms were sampled and the information was processed, thus, by developing databases in Excel 2010 of the components: biophysics of the system, the technological and management issue, as well as the socioeconomic and cultural part. The databases were statistically processed with the cluster analysis with the SAS program, thus allowing to classify, group and differentiate between farms. The laboratory analysis was developed in the "Laboratorio de diagnóstico ambiental" of ITVO. The indicators used for the ecological assessment were, for the soil resource: pH, electrical conductivity, organic matter percentage, nitrogen percentage, phosphorus, sodium, potassium, calcium, magnesium, texture, bulk density, bulk density, compaction, type of macro-fauna, worms, depth of roots, abundance of roots and soil color. For the water resource: pH, electrical conductivity, sodium, potassium, calcium, magnesium, carbonates, bicarbonates, chlorides and sulfates. For the vegetation: yield, vegetation cover, plant species to provide shade to animals, plant strata, plant coloring and invasive species (animal / plant).

### Assessment of the soil resource

A zigzag sampling was developed on the surface to assess the soil quality, subsequently, the quarter method was carried out to obtain a one-kilogram soil sample, which was analyzed in the laboratory, this was made in each beef cattle production system. In the laboratory analysis, an assessment of the chemical and physical properties of the soil was developed: pH (potentiometer), electrical conductivity (conductimeter), organic matter (%), nitrogen (%), phosphorus, sodium, potassium, calcium and magnesium (Atomic absorption spectroscopy) and texture, Official Mexican Standard NOM-021-RECNAT-2000 (Federal Official Gazette, 2003). For the soil health, the health cards of summer pastures (TSA) were taken into account, in consideration of variables such as: bulk density ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), compaction-penetrability (cm), type macro-fauna ( $n^\circ$ ), worms ( $n^\circ\cdot\text{m}^{-2}$ ), roots compaction-depth (cm) and to fight against the climate change: abundance of roots

Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca, que se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec. En las coordenadas  $94^\circ 57'$  longitud oeste y  $16^\circ 57'$  latitud norte, a una altura de 120 msnm. Se caracteriza por su clima caliente-húmedo con lluvias abundantes en verano, tiene una estación corta y seca en la mitad fría del año, con una precipitación media anual de 1 800 mm, con una temperatura promedio de  $21^\circ\text{C}$ . Esta área se encuentra dentro de la cuenca del Río Coatzacoalcos, las tierras son regadas por el Río Grande que atraviesa la comunidad, en la parte sur, al noroeste del municipio (INEGI, 2014).

El estudio se llevó a cabo durante los meses de julio a diciembre del 2014, durante el periodo de lluvias; el método de obtención de la información fue mediante encuestas semi-estructuradas, recorridos, muestreo en campo y análisis en laboratorio. De un total de 51 ranchos ganaderos registrados en la asociación, considerando la superficie del rancho y el número de animales, de los productores encuestados, se seleccionaron 14 ranchos a través de un muestreo estratificado y a cada estrato (alto, medio, bajo) se le aplicó un muestreo aleatorio simple. Los ranchos seleccionados se muestrearon y se procesó la información, con la cual se construyeron bases de datos en Excel 2010 de los componentes: biofísicos del sistema, la cuestión tecnológica y de manejo, así como la parte socioeconómica y cultural. Las bases de datos se procesaron estadísticamente con el análisis clúster con el programa SAS, permitiendo así clasificar, agrupar y diferenciar los ranchos. Los análisis de laboratorio se realizaron en el "Laboratorio de diagnóstico ambiental" del ITVO. Los indicadores que se utilizaron para la evaluación ecológica fueron; para el recurso suelo: pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de nitrógeno, fósforo, sodio, potasio, calcio, magnesio, textura, densidad aparente, compactación, tipo de macro-fauna, lombrices, profundidad y abundancia de raíces y color del suelo. Para el recurso agua: pH, conductividad eléctrica, sodio, potasio, calcio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Para la vegetación: rendimiento, cobertura vegetal, especies vegetales para sombra de los animales, estratos vegetales, coloración vegetal y especies invasoras (animal/vegetal).

### Evaluación del recurso suelo

Para la evaluación de la calidad de suelo se llevó un muestreo en zigzag en toda la superficie, posteriormente se realizó el método de cuartos para obtener una muestra de suelo de un kilogramo, que fueron analizados en laboratorio, esto se realizó en cada uno de los sistemas de producción bovina; en el análisis de laboratorio se realizó una evaluación de las propie-

(low, medium, high) and soil color (light, medium, dark) according to the methodology developed by Neiker – Basque Institute for Agricultural Research and Development (SEAE, 2014).

### Assessment of the water quality

To assess the water quality, a sample was taken in the main water tributaries (rivers, streams) of the beef cattle production systems. To obtain a sample of one liter, the water was obtained from the system output at medium depth. The indicators of water quality taken into account for the laboratory analysis were: pH (potentiometer), electrical conductivity (conductimeter), sodium, potassium, calcium and magnesium (Atomic absorption spectroscopy), carbonates and bicarbonates (Titration with  $H_2SO_4$  valued), chlorides (Morh) and sulfates (turbidimetric) (Caballero, 1962).

### Assessment of the vegetation resource

To assess the vegetation, a field sampling was developed for the indicators: yield (biomass), a stratified random sampling was carried out by taking three height levels (high, medium and low) and a simple random sampling was applied to each stratum, in this way, a sample per stratum was obtained for each of these grasses: Palisade grass (*Brachiaria brizantha*), Guinea grass (*Panicum maximum*), Tanzania grass (*Panicum maximum cv. Tanzania*), Napier grass (*Pennisetum purpureum*). The cutting fodder method was used for the biomass sampling, a 1 x 1 wood quadrant was placed and the fodder was harvested within the quadrant by using the all-in and all-out technique to avoid overestimates. Within the three production systems, samples were collected by placing the plant material in paper bags with their corresponding identification, it was kiln drying with forced air at 50 °C, then, the yield was calculated per hectare on a dry basis. For the vegetation cover (CV), a stratified random sampling was used by taking three height levels (high, medium, low) and a simple random sampling was applied to each stratum, in this way, a sample per stratum was obtained and for each grass, within each sampling site, four six-meter line-intercept sampling were established, within the quadrants the vegetal cover was determined by the Line Intercept method. This method consists in measuring all the plants that intercept the transects randomly identified within the terrain. Each plant that intercepts the line is measured with a ruler or measuring tape and the length of the intercepted is determined (Contreras H., et al., 2003). For the vegetal and animal biodiversity conservation, the three health cards of summer pastures (TSA) were considered by taking into account variables such as: plant species to provide shade to animals (n), plant strata (s), plant

dades químicas y físicas de suelo: pH (Potenciómetro), conductividad eléctrica (Conductímetro), materia orgánica (%), nitrógeno (%), fósforo, sodio, potasio, calcio y magnesio (Espectrofotometría de absorción atómica) y textura, Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 (Diario Oficial de la Federación, 2003); para la salud del suelo se tomaron en cuenta las tarjetas de salud de agostaderos (TSA), considerando las variables como: Densidad aparente ( $g \cdot L^{-1}$ ), compactación-penetrabilidad (cm), tipo de macro-fauna ( $n^\circ$ ), lombrices ( $n^\circ \cdot m^{-2}$ ), compactación-profundidad de raíces (cm) y para la lucha contra el cambio climático: Abundancia de raíces (baja, media alta) y color del suelo (claro, medio oscuro) de acuerdo a la metodología desarrollada por Neiker – Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (SEAE, 2014).

### Evaluación de la calidad del agua

Para la evaluación de la calidad del agua, se tomó una muestra en los afluentes (ríos, arroyos) principales de los sistemas de producción bovina, para obtener una muestra de un litro se obtuvo el agua en la salida del sistema a una profundidad media; los indicadores de calidad de agua que se tomaron en cuenta en el análisis de laboratorio son: pH (Potenciómetro), conductividad eléctrica (Conductímetro), sodio, potasio, calcio y magnesio (Espectrofotometría de absorción atómica), carbonatos y bicarbonatos (Titulación con  $H_2SO_4$  valorado), cloruros (Morh) y sulfatos (Turbidimétrico) (Caballero, 1962).

### Evaluación de la vegetación

Para la evaluación de la vegetación se realizó un muestreo en campo de los indicadores; Rendimiento (biomasa), se utilizó un muestreo aleatorio estratificado tomando tres niveles de alturas (alto, medio y bajo) y a cada estrato se le aplicó un muestreo aleatorio simple, obteniendo así una muestra por estrato, y para cada uno de los pastos: Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Guinea (*Panicum maximum*), Tanzania (*Panicum maximum cv. Tanzania*), Cubano (*Pennisetum purpureum*). Para el muestreo de la biomasa, se utilizó el método de corte del forraje, se colocó un cuadrante de 1 x 1 m de madera y se cosechó el forraje dentro del cuadrante, utilizando la técnica de todo dentro, todo fuera, para evitar sobreestimaciones. Se recolectaron muestras en los tres sistemas de producción colocando el material vegetal en bolsas de papel con su respectiva identificación, se secó en estufa con aire forzado a 50 °C posteriormente se calculó el rendimiento por hectárea en base seca; y para la cobertura vegetal (CV), se utilizó un muestreo aleatorio estratificado tomando tres niveles de alturas (alto, medio y bajo) y a cada estrato se le aplicó un muestreo aleatorio simple, obteniendo



coloring (pale, mottled, dark), invasive species (plant) (n), according to the health cards of summer pastures (TSA) developed by Neiker – Basque Institute for Agricultural Research and Development (SEAE, 2014); in the same way, the wildlife species existent and seen by the producers were counted.

## Results and discussion

The characterization resulted in three representative management systems of the farms from the livestock association which are: weaned calves' management (SMBD), that of double purpose management (SMDP) and the weaned calves and calves for fattening management (SMBDyE).

### Assessment of the soil resource

Data obtained from the assessment of the soil resource in the laboratory analysis (chemical and physical properties) is shown in the Table 1. The classification corresponds to the Official Mexican Standard NOM-021-RECNAT-2000 (Federal Official Gazette, 2003), which establishes specifications on fertility, health and soils classification, this shows that the potential of hydrogen (pH) of the three management systems according to their classification, are moderately acid (5.1-6.5). The electrical conductivity (C.E) of the three management systems is in a range (0-1.0), this causes negligible impacts on health. In the organic matter content (M.O) the three management systems are in the middle class with a range (1.6-3.5). Nitrogen (N) in the three management systems are according to its classification in a middle class (0.10-0.15). The usable phosphorus (P) (Bray) determined by the Bray method was of the lower class (< 15 ppm). Sodium (Na) in the three management systems were soils according to their low in sodium classification (0-1.0). Potassium (K) of SMBD and SMBDyE were classified as middle (0.3-0.6) and in SMDP was classified as low (0.2 a 0.3). Calcium (Ca) in the three management systems corresponded to low content soils (2-15). Magnesium (Mg) SMBD and SMDP were classified as low (0.5-1.3) and SMBDyE was classified as medium (1.3-3.0). The SMBD texture was loamy, SMBDyE was sandy-loamy and SMDP was loamy-sandy. According to Roncallo F. B., Murillo S. J., Rodríguez G., Bonilla R. R., and Garrido M. F. (2012), it was found an organic matter percentage (0.22-2.1), phosphorus ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (10.03 - 54.4), calcium ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (8.5 - 11.5), magnesium ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (1.96 - 3.29), potassium ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (0.65-0.81), sodium ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (0.32 - 2.0), electrical conductivity ( $\text{mmhos}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) (0.50-1.51), manganese ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (0.82-2.0). On the other side, Vargas-Sánchez and Estrada-Álvarez (2011) found the following values in a soil analysis: pH (%) (5.7), nitrogen (%) (0.26), organic matter (%) (5.17),

así una muestra por estrato, esto para cada uno de los pastos, en cada sitio de muestreo se establecieron cuatro líneas Canfield de seis metros, dentro de estos cuadrantes se determinó la cobertura vegetal por el método de intercepción de líneas. Este método consiste en medir todas las plantas que interceptan los transectos localizados en el terreno aleatoriamente. Cada planta que intercepta la línea se mide con una regla o cinta de medir y determinar la longitud del área interceptada (Contreras H., et al., 2003). Para la conservación de la biodiversidad vegetal y animal se consideraron las tarjetas de salud de agostaderos (TSA), considerando las variables como: Especies vegetales para sombra de los animales (n), estratos vegetales (n), coloración vegetal (pálido, parcheado, oscuro), especies invasoras (vegetal) (n), de acuerdo a las tarjetas de salud de agostaderos (TSA), desarrollado por Neiker – Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (SEAE, 2014); de igual manera se contabilizaron las especies de fauna silvestre presentes y vistas por los productores.

## Resultados y discusión

La caracterización dio como resultado tres sistemas de manejo representativo de los ranchos de la asociación ganadera los cuales son: el de manejo de becerros al destete (SMBD), manejo de doble propósito (SMDP) y el de manejo de becerros al destete y engorda (SMBDyE).

### Evaluación del recurso suelo

En el Cuadro 1, se muestran los datos obtenidos de la evaluación del recurso suelo en el análisis de laboratorio (propiedades químicas y físicas). La clasificación corresponde a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 (Diario Oficial de la Federación, 2003), que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, lo cual muestra que el potencial de hidrógeno (pH) de los tres sistemas de manejo de acuerdo a su clasificación son moderadamente ácidos (5.1-6.5); la conductividad eléctrica (C.E) de los tres sistemas de manejo se encuentran en un rango (0-1.0) causa efectos despreciables para la salinidad. En el contenido de materia orgánica (M.O) los tres sistemas de manejo se encuentran en la clase media con un rango (1.6-3.5); el nitrógeno (N) en los tres sistemas de manejo se encuentra de acuerdo a su clasificación en una clase media (0.10-0.15); el fósforo (P) (Bray) aprovechable determinado por el método de Bray fue de la clase baja (< 15 ppm); el sodio (Na) en los tres sistemas de manejo fueron suelos de acuerdo a su clasificación de bajo contenido de sodio (0-1.0); el potasio (K) del SMBD y SMBDyE estuvieron clasificados como medio (0.3-0.6) y en el SMDP estuvo clasificado como bajo (0.2 a 0.3); el calcio (Ca) en los tres sistemas

**Table 1. Soil quality indicators of the production systems.**  
**Cuadro 1. Indicadores de calidad de suelo de los sistemas de producción.**

Indicator / Indicador	SMBD	SMBDyE	SMDP	Threshold / Umbral	Criterion for the optimum / Criterio para el óptimo
pH	5.18	5.39	5.05	6.6-7.3	DOF, 2007
Electrical conductivity dS·m <sup>-1</sup> / Conductividad eléctrica dS·m <sup>-1</sup>	0.39	0.36	0.30	<1	DOF, 2007
Organic matter % / % Materia orgánica	2.576	2.136	2.451	>6	DOF, 2007
Nitrogen % / % Nitrógeno	0.129	0.107	0.123	>0.25	DOF, 2007
Phosphorous (Bray) mg·kg <sup>-1</sup> / Fosforo (Bray) mg·kg <sup>-1</sup>	1.168	1.199	1.400	>30	DOF, 2007
Sodium me·100 g <sup>-1</sup> / Sodio me·100 g <sup>-1</sup>	0.176	0.338	0.281	<1.0	DOF, 2007
Potassium me·100 g <sup>-1</sup> / Potasio me·100 g <sup>-1</sup>	0.502	0.426	0.267	0.6	DOF, 2007
Calcium me·100 g <sup>-1</sup> / Calcio me·100 g <sup>-1</sup>	2.679	3.699	2.058	10	DOF, 2007
Magnesium me·100 g <sup>-1</sup> / Magnesio me·100 g <sup>-1</sup>	1.269	1.664	1.021	3.0	DOF, 2007
Texture / Textura	F	A-F	F-A	A-F-Arc	DOF, 2007
Bulk density (g·L <sup>-1</sup> ) / Densidad aparente (g·L <sup>-1</sup> )	1.89	1.84	1.97	1.97	Maximum
Compaction-penetration (cm) / Compactación-penetrabilidad (cm)	20.14	28.83	20.27	>15	SEAE ,2014
Types of macro-fauna (n°) / Tipos de macrofauna (n°)	15	10	10	>15	SEAE ,2014
Worms (n°·m <sup>-2</sup> ) / Lombrices (n°·m <sup>-2</sup> )	40	30	28	>65	SEAE ,2014
Compaction-depth of roots (cm) / Compactación-profundidad de raíces (cm)	17.28	17	21.57	>30	SEAE ,2014
Abundance of roots (low, medium, high) / Abundancia de raíces (baja, media, alta)	Medium / Media	Medium / Media	Medium / Media	High / Alta	SEAE ,2014
Soil color (light, medium, dark) / Color del suelo (claro, medio, oscuro)	Medium / Media	Medium / Media	Medium / Media	High / Alta	SEAE ,2014

SMBD: weaned calves' management system. SMDP: double purpose management system. SMBDyE: weaned calves and calves for fattening management system. DOF: Federal Official Gazette. F: Loamy, A: Sandy, Arc: Clay.

SMBD: sistema de manejo de becerros al destete. SMDP: sistema de manejo de doble propósito. SMBDyE: sistema de manejo de becerros al destete y engorda. DOF: Diario Oficial de la Federación. F: Franco, A: Arenoso, Arc: Arcilloso.

phosphorus (ppm) (79), potassium (meq·100<sup>-1</sup>) (0.26), calcium (meq·100<sup>-1</sup>) (6.9), magnesium (meq·100<sup>-1</sup>) (2.5), Fra-Arc-Arc texture. In a soil analysis, Mejía-Taborda A. C., Ochoa-Ochoa R., and Medina-Sierra M. (2014), found the following values: pH (%) (6.1), organic matter (%) (10.2), phosphorus (ppm) (140), potassium (meq·100<sup>-1</sup>) (0.50), calcium (meq·100<sup>-1</sup>) (11.4), magnesium (meq·100<sup>-1</sup>) (1.9) and loamy-clay texture. The reported data is simi-

de manejo correspondió a suelos de bajo contenido (2-15); el magnesio (Mg) SMBD y SMDP estuvieron clasificados como bajos (0.5-1.3) y SMBDyE estuvo clasificado como medio (1.3-3.0); la textura SMBD fue franco, SMBDyE fue arenoso-franco y SMDP fue franco-arenoso. De acuerdo con Roncallo F. B., Murillo S. J., Rodríguez G., Bonilla R. R., y Garrido M. F. (2012), encontraron un porcentaje de materia orgánica (0.22-



lar to what was found in the soil analysis belonging to the assessed beef cattle production units.

Health cards of summer pastures (TSA) were taken into account for the soil health (SEAE, 2014), as well as bulk density ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) of 1.89 (SMBD), 1.84 (SMBDyE), 1.97 (SMDP); compaction-penetrability (cm) the three management systems were suitable ( $>15\text{cm}$ ); types of macro-fauna (n) the three management systems were suitable ( $> 6$ ); worms ( $\text{n}\cdot\text{m}^{-2}$ ) the three management systems were found in the regular classification (17-64); compaction-depth of roots (cm) the three management systems were regular (15- 30); abundance of roots (low, medium, high) the three management systems are at a medium scale and soil color (light, medium, dark) the three management systems are at a medium scale.

### Assessment of the water quality

The data obtained of the assessment of the water quality in the laboratory analysis is shown in Table 2. The information was classified according to the Official Mexican Standard NMX- AA-135-SFCI-2007 (Federal official Gazette, 2007). The pH acceptable parameters for use were 6.5-8.5, for this, the three systems had no problem (Flores & Rochinotti, 2007). The electrical conductivity ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ),  $<1.5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  was suitable for all types of livestock. Sodium ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ ) in the three management systems had a good content with a range ( $< 1$ ), therefore, it does not produce negative effects. Potassium ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ ) was recommended due to it is in small amounts ( $> 0.5$ ). With the calcium ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ ), no toxicity levels have been reported and the results in SMBD (0.104), SMBDyE (0.098) and SMDP (0.379) were low (Ricardo, 2000). In magnesium ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ ) the management systems, according to Flores and Rochinotti (2007) were classified at lower levels to  $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  as a very good quality water, consequently, the three systems are at lower levels. Carbonates were not detected. Bicarbonates  $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$  were found at lower values in SMBD (0.705), SMBDyE (0.633) and SMDP (2.058) and there are no know negative effects (Ricardo, 2000). With regard to chlorides  $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ , management systems have a value of  $<0.6$ , which is considered as acceptable for animals. Sulfates  $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$  in the management systems have a value of  $<0.5$ , which is considered excellent for animals (Vidarrueta, 2010). Rubio et al. (2014) found ranges of: pH from 7.6 to 9.1; CE from 173 to  $219 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  and  $\text{Cl}^{-}$  from 2.91 to  $10.37 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  in a water analysis.

### Assessment of the vegetation

The results for the vegetal assessment are shown in the Table 3, for the variable of the yield. In the SMBD Palisade grass (*Brachiaria brizantha*) and Tanzania grass (*Panicum maximun cv. Tanzania*) had a yield

2.1), fósforo ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (10.03 - 54.4), calcio ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (8.5 - 11.5), magnesio ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (1.96 - 3.29), potasio ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (0.65-0.81), sodio ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (0.32 - 2.0), conductividad eléctrica ( $\text{mmhos}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) (0.50-1.51), manganeso ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (0.82-2.0). Por otra parte Vargas-Sánchez y Estrada-Álvarez (2011), encontraron en un análisis de suelo los valores de: pH (%) (5.7), nitrógeno (%) (0.26), materia orgánica (%) (5.17), fósforo (ppm) (79), potasio ( $\text{meq}\cdot 100^{-1}$ ) (0.26), calcio ( $\text{meq}\cdot 100^{-1}$ ) (6.9), magnesio ( $\text{meq}\cdot 100^{-1}$ ) (2.5), textura Fra-Arc-Are; Mejía-Taborda A. C., Ochoa-Ochoa R., y Medina-Sierra M. (2014), encontraron en un análisis de suelo valores de: pH (%) (6.1), materia orgánica (%) (10.2), fósforo (ppm) (140), potasio ( $\text{meq}\cdot 100^{-1}$ ) (0.50), calcio ( $\text{meq}\cdot 100^{-1}$ ) (11.4), magnesio ( $\text{meq}\cdot 100^{-1}$ ) (1.9) y textura franco-arcilloso. Los datos reportados son similares a lo encontrado en los análisis de suelo pertenecientes a las unidades de producción bovina evaluados.

Para la salud del suelo se consideraron las tarjetas de salud de agostaderos (TSA) (SEAE, 2014),

densidad aparente ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) de 1.89 (SMBD), 1.84 (SMBDyE), 1.97 (SMDP); compactación-penetrabilidad (cm) los tres sistemas de manejo fueron buenos ( $>15\text{cm}$ ); tipos de macro-fauna (n) los tres sistemas de manejo fueron buenos ( $> 6$ ); lombrices ( $\text{n}\cdot\text{m}^{-2}$ ) los tres sistemas de manejo se encontraron en la clasificación de regular (17-64); compactación-profundidad de raíces (cm) los tres sistemas de manejo fueron regulares (15- 30); abundancia de raíces (baja, media, alta) los tres sistemas de manejo son de escala media y color del suelo (claro, medio, oscuro) los tres sistemas de manejo se encuentran en una escala media.

### Evaluación de la calidad del agua

En el Cuadro 2, se muestran los datos obtenidos de la evaluación de la calidad del agua en análisis de laboratorio. La información se clasificó según la Norma Oficial Mexicana NMX- AA-135-SFCI-2007 (Diario Oficial de la Federación, 2007). Los parámetros aceptables pH para uso fueron 6.5-8.5, por lo que los tres sistemas no tuvieron problema (Flores & Rochinotti, 2007); La conductividad eléctrica ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ),  $<1.5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  fue apta para todas las clases de ganado; el sodio ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en los tres sistemas de manejo fueron de buen contenido con un rango ( $< 1$ ), por tanto, no produce efectos negativos; el potasio ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ ) fue recomendable por estar en cantidades pequeñas ( $> 0.5$ ); con el calcio ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ ) no se han dado límites de toxicidad y los resultados fueron bajos en SMBD (0.104), SMBDyE (0.098) y SMDP (0.379) (Ricardo, 2000); en magnesio ( $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ ) los sistemas de manejo según Flores y Rochinotti (2007) los clasificó en niveles menores a  $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  como agua de muy buena calidad, por lo que los tres sistemas

**Table 2. Water quality indicators of the production systems.**  
**Cuadro 2. Indicadores de calidad del agua de los sistemas de producción.**

Indicator / Indicador	SMBD	SMBDyE	SMDP	Threshold / Umbral	Criterion for the optimum / Criterio para el óptimo
pH	6.85	6.92	6.88	6.5-8.5	DOF, 2007
Electrical conductivity dS·m <sup>-1</sup> / Conductividad eléctrica dS·m <sup>-1</sup>	0.11	0.06	0.22	<1.5	Flores and Rochinotti, 2007
Sodium me·L <sup>-1</sup> / Sodio me·L <sup>-1</sup>	0.568	0.486	0.646	< 1	Flores and Rochinotti, 2007
Potassium me·L <sup>-1</sup> / Potasio me·L <sup>-1</sup>	0.330	0.086	0.061	< 0.5	Ricardo, 2000
Calcium me·L <sup>-1</sup> / Calcio me·L <sup>-1</sup>	0.104	0.098	0.379	<1	Ricardo, 2000
Magnesium me·L <sup>-1</sup> / Magnesio me·L <sup>-1</sup>	0.198	0.173	0.503	<200	Flores and Rochinotti, 2007
Carbonates me·L <sup>-1</sup> / Carbonatos me·L <sup>-1</sup>	Undetected / No detectado	Undetected / No detectado	Undetected / No detectado	Undetected / No detectado	Ricardo, 2000
Bicarbonates me·L <sup>-1</sup> / Bicarbonatos me·L <sup>-1</sup>	0.705	0.633	2.058	0	Ricardo, 2000
Chlorides me·L <sup>-1</sup> / Cloruros me·L <sup>-1</sup>	0.391	0.197	0.283	<0.6	Vidarrueta, 2010
Sulfates me·L <sup>-1</sup> / Sulfatos me·L <sup>-1</sup>	0.200	0.170	0.275	<0.5	Vidarrueta, 2010

SMBD: weaned calves' management system. SMDP: double purpose management system. SMBDyE: weaned calves and calves for fattening management system.

SMBD: sistema de manejo de becerros al destete. SMDP: sistema de manejo de doble propósito. SMBDyE: sistema de manejo de becerros al destete y engorda.

of 4.23 t MS·ha<sup>-1</sup> and 8.84 t MS·ha<sup>-1</sup> respectively, in comparison with what was obtained by Abaunza M. A., Lascano C. E., Giraldo H., and Toledo J. M. (2012) an average yield of 2.3 and 1.4 t MS·ha<sup>-1</sup>. In the SMBDyE the Palisade grass (*Brachiaria brizantha*) has a yield of 10.95 t MS·ha<sup>-1</sup>, observed by Rojas H. S., Pérez J. O., Jiménez G. R., and Hernández C. E. (2005), the average yield was of 10.20 t MS·ha<sup>-1</sup>. Verdecía D. M., Ramírez J. L., Leonard L., Pascual Y., and López Y. (2008), observed a yield in the Tanzania grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) of 12.7 t MS·ha<sup>-1</sup>; in the SMDP the Napier grass (*Pennisetum purpureum*) and Guinea grass (*Panicum maximum*) had a yield of 9.18 and 8.4 t MS·ha<sup>-1</sup> respectively, according to Ramirez, J. I., Verdecía, D., and Leonard, I. (2008) and Ramirez J. I., Verdecía D., Leonard I., and Alvares Y. (2010), an average yield of 16.52 and 7.23 t MS·ha<sup>-1</sup> respectively. García et al. (2008) observed a yield of Guinea grass (*Panicum maximum*) of 12.63 t MS·ha<sup>-1</sup>. The line intersect method was used for the vegetation cover through the collection of values for the SMBD (45.74), in the SMBDyE (47.7) and the SMDP (43.07) in grasslands, the three management

se encuentran en niveles inferiores; no se detectaron carbonatos; los bicarbonatos me·L<sup>-1</sup> se encontraron en valores bajos en SMBD (0.705), SMBDyE (0.633) y SMDP (2.058) y no se conocen efectos negativos (Ricardo, 2000); en los cloruros me·L<sup>-1</sup>, los sistemas de manejo tienen valor <0.6, considerándose buena para los animales y sulfatos me·L<sup>-1</sup> en los sistemas de manejo tuvieron valor de <0.5, considerándose muy buena para animales (Vidarrueta, 2010). Rubio et al. (2014) en un análisis de agua encontró rangos de: pH de 7.6 a 9.1; CE de 173 a 219 µS·cm<sup>-1</sup> y Cl<sup>-</sup> de 2.91 a 10.37 mg·L<sup>-1</sup>.

### Evaluación de la vegetación

En el Cuadro 3, se muestran los resultados para la evaluación vegetal, para la variable de rendimiento; En el SMBD el pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*) y Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania) tuvieron un rendimiento de 4.23 t MS·ha<sup>-1</sup> y 8.84 t MS·ha<sup>-1</sup> respectivamente, comparando con lo obtenido por Abaunza M. A., Lascano C. E., Giraldo H., y Toledo J. M. (2012) un rendimiento promedio de 2.3 y 1.4 t MS·ha<sup>-1</sup>; en el

**Table 3. Vegetation indicators of the production systems**  
**Cuadro 3. Indicadores de vegetación de los sistemas de producción**

Indicator / Indicador	SMBD	SMBDyE	SMDP	Threshold / Umbral	Criterion for the optimum / Criterio para el óptimo
<b>Yield (t MS·ha<sup>-1</sup>) / Rendimiento (t MS·ha<sup>-1</sup>)</b>					
Palisade grass / Insurgente	4.23	10.95	-	10.20	Rojas et al., 2005
Guinea grass / Guinea	-	-	9.18	12.63	García et al., 2008
Tanzania grass / Tanzania	8.84	-	-	12.7	Verdecía et al., 2008
Napier grass / Cubano	-	-	8.4	16.52	Ramírez et al., 2008
Vegetation cover (%) / Cobertura vegetal (%)	45.74	47.7	43.07	100	Contreras et al., 2003
Plant species-shade (n) / Especies vegetales-sombra (n)	15	12	13	30	SEAE, 2014
Plant strata (n) / Estratos vegetales (n)	3	3	3	3	SEAE, 2014
Plant coloring / Coloración vegetal	Mottled	Mottled	Mottled	Mottled	SEAE, 2014
Invasive species (vegetal) (n) / Especies invasoras (vegetal) (n)	2	1	3	0	SEAE, 2014
Wild fauna (n) / Fauna silvestre(n)	10	7	8	10	Maximum found in the agroecosystem / Máximo encontrado en el Agroecosistema

SMBD: weaned calves' management system. SMDP: double purpose management system. SMBDyE: weaned calves and calves for fattening management system.

SMBD: sistema de manejo de becerros al destete. SMDP: sistema de manejo de doble propósito. SMBDyE: sistema de manejo de becerros al destete y engorda

systems were of regular cover according to Contreras et al. (2003). For the biodiversity conservation (animal/vegetal) the TSA was used TSA (SEAE, 2014), for each management system. Plant species to provide shade to animals (n) the three management systems are considered poor in the classification (< 15). Plant strata (n) the three management systems are considered as suitable in the classification (3). Plant coloring (pale, mottled, dark) the three management systems are in the classification of regular (mottled). Invasive species (plant) (n) the three management systems are considered poor in the classification (<1). The wild fauna considered the number of different species observed by the producer in its grasslands (deer, armadillo, lowland paca, boar, Mexican agouti, badger, raccoon, eagle, toucan, parrot, coyote, tiger, and reptiles), these species are still observed in some systems. According

SMBDyE el pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*) tuvo un rendimiento de 10.95 t MS·ha<sup>-1</sup>, observado por Rojas H. S., Pérez J. O., Jiménez G. R., y Hernández C. E. (2005), el rendimiento promedio fue de 10.20 t MS·ha<sup>-1</sup>. Verdecía D. M., Ramírez J. L., Leonard L., Pascual Y., y López Y. (2008), observaron un rendimiento en Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania) de 12.7 t MS·ha<sup>-1</sup>; en el SMDP el pasto Cubano (*Pennisetum purpureum*) y Guinea (*Panicum maximum*) tuvieron un rendimiento de 9.18 y 8.4 t MS·ha<sup>-1</sup> respectivamente, de acuerdo a lo observado por Ramírez, J. I., Verdecia, D., y Leonard, I. (2008) y Ramírez J. I., Verdecia D., Leonard I., y Alvares Y. (2010), un rendimiento promedio de 16.52 y 7.23 t MS·ha<sup>-1</sup> respectivamente. García et al. (2008) observaron un rendimiento de Guinea (*Panicum maximum*) de 12.63 t MS·ha<sup>-1</sup>; para la cobertura vegetal se utilizó el método de intersección de líneas obteniendo valores para el

to Naeem et al. (1999), it is mentioned that unprecedented changes are occurring within the ecosystems across the globe, including the loss of species through local extinctions, additions of species due to biological invasions, and entire changes in ecosystems that comes after the transformation of natural areas in managed ecosystems.

## Conclusions

The beef cattle production units have a good availability of the soil, water and vegetation resources. Soils within the management systems are of appropriate quality, the health soil is good, there is not degradation yet. The water quality mainly for animal drinking is appropriate because it can be used and does not represent any inconvenience to the animal reproduction and health. Grazing takes place within the management systems, hence, they showed good yields and a regular vegetation cover when they were assessed.

*End of English version*

## References / Referencias

- Abaunza M. A., Lascano C. E., Giraldo H., & Toledo J. M. (2012). Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas tropicales*. 13(2): 1-9.
- Altieri M. A., & Nicholls C. I. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas*. [http://www.RevistaEcosistemas.net/articulo.asp?Id=457&Id\\_Categoria=1&tipo=portada](http://www.RevistaEcosistemas.net/articulo.asp?Id=457&Id_Categoria=1&tipo=portada)
- Arribas P., Abellán P., Velasco J., Bilton D. T., Lobo J. M.,..., Sánchez- Fernández D. (2012). La vulnerabilidad de las especies frente al cambio climático, un reto urgente para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas, Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*. 21(3):79-84.
- Bautista C. A., Etchevers J. B., del Castillo R. F., & Gutiérrez C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas, Revista científica de ecología y medio ambiente*. 13 (2): 90-97.
- Caballero, J. P. (1962). Métodos estándar para el examen de aguas y aguas de desecho. APHA-AWWA-WPCF. Editorial: Interamericana S.A, México.
- Concepción E. D., & Díaz M. (2013). Medidas agroambientales y conservación de la biodiversidad: Limitaciones y perspectivas de futuro. *Ecosistemas, Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*. 22(1):44-49.
- Contreras H. J. R., Volke-Haller V., Oropeza-Mota J. L., Rodríguez-Franco C., Martínez- Saldaña T., & Martínez-Garza A. (2003). Estado actual y causas de la degradación de los agostaderos en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca. *Terra Latinoamericana*. 21:427- 725.

SMBD (45.74), en el SMBDyE (47.7) y el SMDP (43.07) en praderas, los tres sistemas de manejo fueron de cobertura regular según Contreras et al. (2003). Para la conservación de la biodiversidad (animal/vegetal) se utilizó las TSA (SEAE, 2014), para cada uno de los sistemas de manejo; especies vegetales para sombra de los animales (n) los tres sistemas de manejo se encuentran dentro de la clasificación de malo (< 15); estratos vegetales (n) los tres sistemas de manejo se encuentran dentro de la clasificación de bueno (3); coloración vegetal (pálido, parchado, oscuro) los tres sistemas de manejo se encuentran dentro de la clasificación de regular (parchado); especies invasoras (vegetal) (n) los tres sistemas de manejo se encuentran dentro de la clasificación de malo (<1); la fauna silvestre consideró el número de especies diferentes que el productor ha observado en sus praderas (venado, armadillo, tepezcuittle, jabalí, serete, tejón, mapache, águila, tucán, loro, coyote, tigre, y reptiles), en algunos sistemas aún se observan estas especies. Según Naeem et al. (1999), mencionan qué cambios sin precedente están ocurriendo en los ecosistemas del mundo, incluyendo la pérdida de especies, a través de extinciones locales, adiciones de especies por las invasiones biológicas, y cambios completos en los ecosistemas que siguen a la transformación de áreas naturales en ecosistemas manejados.

## Conclusiones

Los sistemas de producción bovina cuentan con buena disponibilidad del recurso suelo, agua y vegetación. Los suelos en los sistemas de manejo son de buena calidad, la salud del suelo es buena, aún no existe degradación. La calidad de agua principalmente para bebida de los animales es buena, ya que esta se puede usar y no representa ningún inconveniente para la reproducción y salud del animal. Los sistemas de manejo realizan pastoreo, por tanto, al ser evaluados mostraron buenos rendimientos y una cobertura vegetal regular.

*Fin de la versión en español*

Diario Oficial de la Federación. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT- 2000.<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-021-RECNAT-2000.pdf>.

Diario Oficial de la Federación. (2007). Norma Oficial Mexicana NMX-AA-135-SFCI- 2007. [.http://www.inta.gob.mx/contenenser/imagenes/docs/NOM/NMNX-AA-135-SFCI-2007.pdf](http://www.inta.gob.mx/contenenser/imagenes/docs/NOM/NMNX-AA-135-SFCI-2007.pdf).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2014). AGP-Praderas, pastizales

- y cultivos forrajeros. <http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/spi/praderas-pastizales-y-cultivos-forrajeros/es/>.
- Flores J., & Rochinotti D. (2007). Agua para consumo de rumiantes. In [http://www.produccion-animal.com.ar/agua\\_bebida/41-agua\\_consumo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/41-agua_consumo.pdf)
- García C. R., Martínez R. O., Tuero R., Cruz A. M., Romero R. A.,...,Torres V. (2008). Evaluación agronómica de Guinea Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) en un suelo ferralítico rojo típico de la provincia La Habana. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(2):205-209.
- Gianella-Estrems T., & Chávez J. T. (2004). Manejo integrado del suelo y agua para un desarrollo agrícola sostenible en América Latina. *LEISA Revista de Agroecología*. 19(4):4-5.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Mapa digital de México. Distrito federal, México. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>
- Mejía-Taborda A. C., Ochoa-Ochoa R., & Medina-Sierra M. (2014). Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.) Pastos y Forrajes. 37(1): 31-37.
- Montes C., & Sala O. (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas, Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*. 16 (3): 137-147.
- Naeem C. S., Chapin III F. S., Costanza R., Ehrlich P. R., Golley F. B.,..., Tilma D. (1999). Biodiversity and Ecosystem Functioning: Maintaining Natural Life Support Processes. *Temas en ecología*. The Ecological Society of America. 4:1-16.
- Odum, E. P. (1972). *Ecología*. Nueva editorial interamericana, S. A. de C. V. Tercera edición. México, D. F.
- Pérez C. A., Moscuza C. H., & Fernández-Cirelli A. (2008). Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero, Argentina. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*. 17 (1): 5-15.
- Ramírez J. I., Verdecia D., & Leonard I. (2008). Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba CT 169 en un suelo pluvisol. *REDVET (Revista Electrónica de Veterinaria)*. 9(5):1-10.
- Ramírez J. I., Verdecia D., Leonard I., & Alvares Y. (2010). Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto panicum máximo cv. Likoni en un suelo fluvisol de la región oriental de Cuba. *REDVET (Revista Electrónica de Veterinaria)*. 11(7):1-10
- Ricardo L. S. (2000). Agua para bebida de bovinos. INTA E.E.A San Luis. Reedición de la Serie Técnica Núm. 126. <http://www.produccion-animal.com.ar>.
- Rojas H. S., Pérez J. O., Jiménez G. R., & Hernández C. E. (2005). Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET* ®.6(5):1-19
- Roncillo F. B., Murillo S. J., Rodríguez G., Bonilla R. R., & Garrido M. F. (2012). Producción de forraje y respuesta animal en suelos del Valle del César en proceso de recuperación. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 13(1):89-96.
- Rubio A. H. O., Ortiz R. C. D., Quintana R. M. M., Saucedo R. A. T., Ochoa J. M. R., & Burciaga N. I. R. (2014). Índice de calidad de agua (ICA) en la presa la Boquilla en Chihuahua, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 1(2):139-150.
- SEAE. (2014). Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Tarjetas de salud de los agroecosistemas pastorales. <http://www.agroecologia.net/que-hacemos/revistas/revista-agroecologia/tsa.pdf>
- Vargas-Sánchez J. E., & Estrada-Álvarez J. (2011). Evaluación de la producción y la calidad nutricional de cinco especies forrajeras (arbustivas y arbóreas) para corte en condiciones de bosque seco tropical. *Vet. Zootec*. 5(2): 55-67.
- Verdecia D. M., Ramírez J. L., Leonard L., Pascual Y., & López Y. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 9(5):1-9.
- Vidarrueta I., (2010). Calidad de agua para los bovinos en producción. VETIFARMA. Expertos en nutrición y sanidad animal. Departamento técnico, vetifarma S.A.

## COMITÉ EDITORIAL

---

REVISTA CHAPINGO SERIE AGRICULTURA TROPICAL

VOL. 1, NÚM. 1, ENERO-JUNIO 2021

- Roberto González Garduño **URUSSE – Universidad Autónoma Chapingo. México.**
- Carlos Avendaño Arrazate **INIFAP. México.**
- Saúl Espinoza Zaragoza **UNACH. México.**
- Magnolia Conde Felipe **Universidad de las Palmas de Gran Canaria, España.**
- Eugenio Eliseo Santacruz de León **Universidad Autónoma Chapingo. México.**
- Glaforo Torres Hernández **Colegio de Postgraduados. México.**
- Javier Arece García **Universidad de Matanzas. Estación Experimental de Parasitología Veterinaria. Cuba.**
- Ramón Rivera **Universidad Autónoma Chapingo. México.**
- Alma Amalia Gonzalez Cabañas **CIMSUR UNAM**
- Jorge Alberto Lopez Arévalo **Escuela de ciencias sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas**



## ÁRBITROS

---

REVISTA CHAPINGO SERIE AGRICULTURA TROPICAL

VOL. 1, NÚM. 1, ENERO-JUNIO 2021

- María Eugenia López Arellano **INIFAP**
- Ever del Jesús Flores Santiago **URUSSE**
- Bernardino Ramírez Hernández **URUSSE**
- Martín Gaona Ponce **URUSSE**
- Juan Guillermo Cruz Castillo **CRUO**
- Fernando C. Gómez Merino **COLPOS**
- Alvar Alonzo Cruz Tamayo **UACAM**
- Francisco A. Cigarroa Vázquez **Escuela de Estudios Agropecuarios**

## CONSEJO CONSULTIVO

---

REVISTA CHAPINGO SERIE AGRICULTURA TROPICAL

VOL. 1, NÚM. 1, ENERO-JUNIO 2021

- Roberto González Garduño **URUSSE**
- Ever del Jesús Flores Santiago **URUSSE**
- Gustavo Almaguer Vargas **Departamento de Fitotecnia.  
Universidad Autónoma Chapingo.**
- Martín Gaona Ponce **URUSSE**
- Marcial Castillo Álvarez **URUSSE**
- Guillermo Calderón Zavala **Colegio de Postgraduados**
- Bernardino Ramírez Hernández **URUSSE**
- Ariadna Isabel Barrera Rodríguez **Departamento de Preparatoria Agrícola  
Universidad Autónoma Chapingo**
- Anastacio Espejel García **Departamento de Industrias Agrícolas  
Universidad Autónoma Chapingo**





Revista Chapingo Serie  
**Agricultura Tropical**

## Normas Editoriales

### Instrucciones para el autor Guía de autores (Documento borrador)

Equipo Editorial URUSSE

Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria Sur-Sureste. San José Puyacatengo, Teapa, Tabasco; noviembre de 2020.

#### I. Introducción

La “*Revista Chapingo serie Agricultura Tropical*” es una revista científica fundada en 2020, editada por la Unidad Regional Universitaria Sursureste de la Universidad Autónoma Chapingo con el apoyo de la **Coordinación de Revistas Institucionales** (CORI). Es una revista bilingüe.

La “*Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*” surge por el interés de dar a conocer los resultados de la labor académica y científica de la URUSSE, que tiene como objetivo central servir como medio de Comunicación para la difusión del conocimiento científico de la Universidad Autónoma Chapingo y de otras instituciones nacionales e internacionales, con el propósito de contribuir al mejoramiento de las actividades agropecuarias y forestales de las zonas tropicales a escala mundial.

Los tiempos actuales reclaman que la Unidad Regional Universitaria SurSureste de la Universidad Autónoma Chapingo dé un salto cualitativo en su quehacer cotidiano y se posicione también como un referente en el campo de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, y se considera pertinente generar un espacio de comunicación científica como el que pretende ser la Revista “*Chapingo Serie Agricultura Tropical*”. Ser un referente en el ámbito hispanoparlante es uno de sus objetivos iniciales, por lo que se siguen los lineamientos del **Sistema**

**de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología** (SCRMCyT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), así como buscará ser incluida en bases de datos e índices científicos.

La publicación está dirigida a la comunidad científica-académica nacional e internacional, en todos los campos relativos a la producción agrícola, pecuaria y forestal de los trópicos, entre ellos: a) Mejoramiento, b) Recursos Genéticos, c) Nutrición, d) Sustentabilidad, e) Comunicación Rural, f) Innovación en el trópico, g) Aspectos socioeconómicos, h) Cuestiones históricas, i) Enseñanza y extensionismo agrícola en zonas tropicales, j) Políticas públicas y, j) otras a recomendación del Comité Consultivo y Comité Editorial de la Revista.

La revista recibirá colaboraciones originales e inéditas, escritas en español, inglés, francés y portugués y que no se encuentren postuladas (parcial o totalmente) de forma simultánea en otras publicaciones científicas nacionales e internacionales.

#### II. Ética en la publicación

La *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical* es respetuosa y aplica criterios éticos en todos sus procesos, la mayoría de ellos están normados en los **Lineamientos para el funcionamiento editorial** de la misma, aunado a ello, sigue la **política de ética** del Comité de Ética para Publicaciones (**COPE** por sus siglas en inglés).

### III. Tipos de escritos aceptados

- a) Artículos científicos (por invitación y proposición). Son escritos inéditos, resultado de investigaciones científicas con énfasis en el análisis de la problemática del sector agrícola, pecuario, forestal y socioeconómico.
- b) Nota científica o tecnológica. Comunica resultados de estudios pequeños, hallazgos o resultados preliminares de estudios complejos que aporten conocimientos nuevos o hipótesis
- c) Ensayos. Son escritos breves, originales e inéditos donde el autor o autores dan a conocer su interpretación personal sobre un tema específico.
- d) Revisiones Críticas o Estados del Arte. Son escritos producto de la revisión profunda, amplia y actualizada, con un enfoque crítico, en donde se caracterizan las tendencias analíticas sobre temáticas emergentes en el análisis de lo rural.
- e) Reseñas (por invitación y proposición). Texto que describe o resume los puntos de vista sostenidos en un libro, en el cual el reseñista expone sus puntos de vista de acuerdo o desacuerdo con el autor e invita a la lectura de la obra.

Excepto las reseñas, todos los demás tipos de contribuciones serán sometidos a un proceso de arbitraje (dictaminación o revisión) por pares “doble ciego”.

### IV. Secciones

Agricultura Tropical publicará los escritos en las secciones siguientes:

- Recursos Naturales
- Ciencia animal
- Ciencia agrícola
- Socioeconomía

### V. Modelo general para todas las secciones

Todos los textos postulados a la revista deberán cumplir irrestrictamente las siguientes indicaciones:

#### a) Portada

- Título del texto
- Nombre del autor o autores (identificando autor para correspondencia)
- Institución de adscripción (Universidad, Facultad o Instituto y, Cuerpo Académico o Grupo de Investigación)

- País
- Correo electrónico (autor para correspondencia)
- identificador ORCID
- Sección para la cual se postula el texto
- Fecha de envío

#### b) Formato general del texto

- Tipografía: Times New Roman
- Tamaño: 12 puntos
- Espaciado: 1.5 líneas
- Numeración: Al final de la página.
- Sin encabezados ni marca de agua
- Márgenes: 2.5 cm en los cuatro lados
- Formato: Word 2003-2013 (.doc, .docx). No se aceptarán documentos con otro procesador, excepto los referentes a imágenes, cuadros, figuras, y fotografías.

### VI. Proceso Editorial

**Postulación.** Toda postulación se deberá realizar mediante el uso del Gestor Editorial (Open Journal Systems), a través de este en archivos separados se enviarán la página frontal de la contribución, el cuerpo del texto y, una **carta de postulación**, según el modelo facilitado por la revista, la cual deberá ser firmada por todos los autores. En dicha carta se solicitará la evaluación para su eventual publicación en alguna de las secciones de **Agricultura Tropical**. En ella se deberá expresar explícitamente que se trata de un trabajo inédito, si se ha presentado en algún congreso deberá indicarlo, que se ha enviado únicamente a **Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical** para su evaluación y en su caso su publicación; debe destacar su originalidad y novedad, así como los principales hallazgos, que, a juicio de los actores, tiene el trabajo postulado.

Una contribución se considerará como “previamente publicada” cuando ya se haya difundido en memorias de congreso o cualquier otro evento académico y que cuente con ISSN o ISBN.

Aunado a ello, se deberá anexar una **Carta de Conflicto de Intereses**. En ella los autores deberán indicar explícitamente la existencia o no de conflicto de intereses.

**Recepción.** Al recibirse la postulación el gestor editorial OJS emite automáticamente un correo de recepción firmada por el Editor Principal (EP) de Agricultura Tropical. El EP realizará una lectura del texto para verificar que la contribución cumpla con las normas editoriales y los criterios éticos de la revista, aunado a ello se verificará el contenido con

un software especializado para identificar similitud y plagio. Una vez verificado, se le asignará una clave y se iniciará el proceso de revisión por pares, dicha información se les enviará a los autores vía correo electrónico a través de OJS.

**Revisión por pares.** El Editor Principal enviará el texto postulado al Editor Adjunto (EA) de la sección correspondiente, el cual realizará una nueva revisión y en caso de detectar algún faltante regresará al Editor Principal la contribución. De no encontrar ningún faltante el EA procederá a identificar pares académicos expertos en el objeto de estudio, enfoque metodológico o campo de conocimiento relativo al texto.

En todo momento los diversos actores del proceso de postulación, recepción y evaluación por pares deberán ajustar su actuación a criterios éticos, los cuales se encuentran establecidos en los **Lineamientos Editoriales de Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical**, entre otros documentos.

**Aceptación.** El proceso de revisión y aceptación de trabajos será realizado en un lapso promedio de cuatro meses a partir de la fecha de recepción de la postulación, comprendiendo en este plazo los casos en que el texto haya sido aceptado con modificaciones mayores o menores.

**Corrección.** Una vez aceptado para su publicación el texto será regresado a sus autores para que procedan a realizar los ajustes necesarios requeridos. El cual deberá ser devuelto a través de OJS, en el plazo establecido, en caso de no hacerlo en el plazo establecido se considerará como desistimiento y será dado de baja automáticamente.

**Traducción.** El texto corregido será enviado para la respectiva traducción para que se realice la versión inglesa, dicha versión será enviada a los autores para que hagan las consideraciones pertinentes.

**Pruebas de galeras.** Las versiones en español e inglés serán enviadas en prueba de galeras al autor para correspondencia para que dé su visto bueno final, de no hacerlo en tiempo y forma se considerará que es una afirmativa ficta.

**Acceso abierto.** En caso de que la contribución sea aceptada para su publicación en **Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical**, la misma se hará de acuerdo con las políticas de acceso abierto a las que se adscribe la revista.

## VI. Estructura de los textos

**Título.** Escrito en español e inglés o algún otro idioma en caso de postularse en idioma distinto a dichas lenguas (portugués o francés), con un máximo de 150 caracteres. Que refleje la esencia del trabajo.

**Resumen.** Síntesis del trabajo con una extensión máxima de 250 palabras, la cual debe incluir los aspectos más importantes de la contribución. Debe contener introducción al tema, objetivos, resultados y discusión y conclusiones o hallazgos más importantes. La síntesis deberá ser escrito en el idioma original de la contribución.

**Palabras clave.** Sugerencia de tres a cinco palabras (simples o compuestas) escritas en español e inglés, se debe cuidar que no se repitan las del título. Para ello puede auxiliarse de un tesoro, por ejemplo, el de la **UNESCO**.

**Abstract y Keywords:** Resumen y palabras clave traducidos al inglés, de cualquier manera, el traductor revisará que esté correctamente escrito.

**Introducción.** Debe ser breve, reflejar la importancia del problema investigado, los objetivos del problema tratado. Abordar el “estado del arte”, es decir, es deseable que en él se establezcan los referentes teóricos, los antecedentes bibliográficos, epistemológicos y de otro tipo, que den fundamento a los objetivos y la metodología planteada.

**Enfoque metodológico.** En dicho apartado se describirá de manera puntual lo más relevante y exclusivo sobre la metodología usada (cualitativa o cuantitativa), el por qué la elección de tal metodología, para que en su caso y posibilidad otros investigadores puedan replicar el trabajo de investigación.

**Resultados y discusión.** Es deseable que los resultados obtenidos sean expuestos de manera clara y concisa. Es recomendable contrastar los resultados obtenidos con los de otros trabajos que utilicen similar o diversa metodología. Haciendo patente la confrontación teórica y metodológica y recuperando el “estado del arte” expresado en la introducción y en el apartado de enfoque metodológico. Este es un componente muy importante del artículo, ya que es donde se desarrollan las aportaciones científicas y en su caso, metodológicas del artículo en cuestión. Se invita a los autores a desarrollar este apartado de resultados y discusión mediante subtítulos que hagan amena la lectura e inviten al lector a la reflexión.



**Conclusiones o hallazgos.** En este apartado es recomendable que los artículos contengan aseveraciones basadas en los resultados reportados y que sea visible la concordancia con los objetivos del trabajo. También se pueden incorporar reflexiones sobre las dificultades enfrentadas durante la realización del trabajo.

**Referencias y citas.** Se deben incluir únicamente aquellos materiales que se citaron en el texto, el cual se debe elaborar en el formato APA 6.

Es opcional el uso de los encabezados: enfoque metodológico y resultados y discusión; se acepta que puedan usarse otros encabezados siempre y cuando los autores hagan claridad que se refiere a los mismos.

**Agradecimientos.** Reconocimientos a personas, instituciones, fondos y becas de investigación, entre otros, que los autores consideren proveyó apoyo o colaboró en forma importante en el desarrollo del estudio. Los autores la enviarán una vez que la contribución haya sido aceptada.

**Declaración de conflictos de intereses.** Es el señalamiento explícito a través del cual se expresa la posible existencia durante el proceso de la investigación reportada.

**Consentimiento informado.** En caso de que en el texto se utilicen testimonios, entrevistas, imágenes fotográficas, la utilización de los mismos, deberán estar respaldados por un documento formal de autorización de uso, con la plena garantía del anonimato, excepto cuando se presente un documento que exprese lo contrario.

## VII. Formato

### a) Extensión por tipo de contribución

Los artículos tendrán una extensión máxima de 6,000 palabras, incluyendo cuadros, figuras, referencias bibliográficas.

Los ensayos tendrán una extensión de 5,000 palabras, incluyendo cuadros, figuras, referencias bibliográficas.

Las notas científicas o tecnológicas tendrán una extensión de 4,500 palabras, incluyendo cuadros, figuras y referencias bibliográficas.

Las reseñas de libro una extensión de 1,300 palabras, sin cuadros, figuras y referencias bibliográficas. Deberán contener en la primera página en la parte superior la referencia completa del libro reseñado, el autor debe hacer el esfuerzo para destacar sus puntos de vista con el del autor del libro en cuestión.

### b) Fórmulas, imágenes y cuadros

En caso de que en el texto se usen fórmulas matemáticas deberán ser elaboradas con el editor de ecuaciones de Word en Times 12 puntos. En el caso del uso de cuadros se escribirá un título corto y preciso, comenzando con la palabra Cuadro con la letra inicial en mayúscula, seguida del número arábigo correspondiente consecutivo. Los cuadros únicamente contarán con tres líneas horizontales principales: arriba, abajo del título del cuadro, abajo del nombre que identifica a cada columna y abajo como cierre del cuadro, antes de la referencia a la fuente. No deben insertarse líneas verticales. Los cuadros deberán ser construidas en Word, no deben usarse tabuladores o líneas realizadas con la herramienta de dibujo del mismo software.

Las figuras (gráficas o imágenes) pueden integrarse al texto o enviarse por separado, en cuyo caso se deberá indicar el sitio de inserción, deberán cumplir con las siguientes características: resolución de 300 ppp; tamaño de 945 x 945 píxeles en formato JPG o TIFF; en caso de usar texto, deberá ser Times New Roman de 8 puntos, completo y legible. En caso de usar imágenes con derechos de autor los autores serán responsables de contar con la autorización para su uso.

Es probable que por consideraciones estrictamente estéticas derivadas del diseño editorial las figuras puedan ser reducidas de tamaño. Toda figura deberá ser diseñada en Word, estar agrupada y no deberá tener adiciones de ningún tipo, a través del uso de herramienta de dibujo, letras, símbolos y líneas; de existir dicha necesidad, la imagen debe agruparse como una sola y ser guardada como imagen con la resolución mínima ya indicada anteriormente. Los autores autorizan al Editor Principal a proponerles soluciones gráficas alternativas.

En la parte superior derecha deberá colocarse la leyenda "Figura" con mayúscula en la letra inicial, seguida del número arábigo consecutivo correspondiente y un texto breve que cuente con la información suficiente y necesaria para comprenderla, debe entenderse con la información mínima necesaria, dicha información podrá indicarse en el cuerpo del texto, además que en el cuerpo del texto deberá hacerse alusión a la figura. El título de esta, no deberá ser parte de la figura.

En el cuerpo de la figura se deben representar los números y símbolos necesarios, en caso de ser necesario se deberá aclarar su significado en una nota al pie de la figura, colocada inmediatamente después de la fuente.



**LA EDICIÓN DE ESTE NÚMERO  
ESTUVO A CARGO DE LA  
COORDINACIÓN DE REVISTAS  
INSTITUCIONALES  
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**JUNIO, 2021**