

## **Comparación de dos parcelas con cítricos en sistemas agroforestales con sucesiones vegetales en la comunidad de San Pedro del Zapallar, Monteagudo**

Comparison between two citrus plots in successional agroforestry systems in San Pedro del Zapallar, Monteagudo, Bolivia

**Rehana Sheriff<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Voluntaria en el proyecto BEISA-3. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia. Estudiante en Bordeaux Sciences Agro, Francia.  
aralya\_sun@hotmail.fr

### **Resumen**

En la comunidad de San Pedro del Zapallar, Monteagudo se evaluó el crecimiento y el estado fitosanitario de cítricos en dos parcelas pioneras establecidas en sistemas agroforestales de sucesiones (SAFs), una parcela con trayectoria agrícola de 15 (poco degradada) y la otra con 40 años (degradada). Se midió el diámetro y altura de las plantas, y se evaluó la presencia de plagas y enfermedades. En la parcela de 40 años los cítricos crecen lentamente y presentó mayor incidencia de enfermedades en relación a la parcela de 15 años; mientras que en la parcela recién cultivada, la presencia de insectos fue mayor, y menor el daño en las plantas de cítricos. Para controlar la presencia de plagas y enfermedades en ambas parcelas se aplicaron tratamientos fitosanitarios, los productos aplicados mostraron ineficacia para el control de las plagas que afectaron a los cítricos. Para acelerar la recuperación de la parcela degradada se tiene que incrementar la densidad de plantas acompañantes en el sistema, incrementar la materia orgánica al suelo y evaluar los beneficios económicos de este sistema agroforestal. Estas dos parcelas en sistemas agroforestales de sucesiones vegetales muestran alternativas para el desarrollo de una agricultura sostenible.

**Palabras claves:** *Citrus sinensis*, fitosanitario, plagas y enfermedades, sostenible, suelo.

### **Abstract**

We evaluated the growth and health of citrus crops established under successional agroforestry systems (AFS) in two pioneer plots with histories of 15 years (less degraded) and 40 years (more degraded) since natural forest cover was cleared for cultivation. The data we collected on citrus growth were plant height and stem diameter. For citrus health, we noted the presence of insect pests and disease. In the 40-year plot with degraded soils and little organic matter, citrus growth rates were lower than in the 15-year plot which was more recently under natural forest cover. Both plots were sprayed with agrochemicals, but pests and disease increased, indicating an ineffectiveness of the chemical management approach. We recommend that increasing the density of companion plantings in the system and increasing soil organic matter can accelerate productive recovery of degraded lands. Our results from these two plots demonstrate alternative methods for the development and practice of sustainable agriculture.

**Key words:** *Citrus sinensis*, pests and diseases, plant health, sustainable, soil.

## Introducción

La comunidad de San Pedro del Zapallar se encuentra en el municipio de Monteagudo en la región del Chaco chuquisaqueño. Parte del municipio de Monteagudo, Villa Serrano, Padilla y Villa Vaca Guzmán hacen el Área Protegida de la Serranía del Ñao, que se extiende sobre una superficie total de 2 630.9 km<sup>2</sup> (SERNAP 2011), la categoría Parque Nacional comprende una superficie de 1 422.4 km<sup>2</sup> y a la categoría de Área Natural de Manejo Integrado, 1 208.5 km<sup>2</sup>. El sector se caracteriza por la presencia de Serranías que se dirigen de norte al sur. El parque trata de conservar los recursos de agua que vienen de la Serranía y la biodiversidad particular del lugar.

En el área se encuentran mamíferos como el oso de anteojos o jucumari (*Tremarctos ornatus*), el anta (*Tapirus terrestris*), el chanco de monte (*Tayassu tajacu*), el tigre o jaguar (*Panthera onca*), el puma o león (*Puma concolor*), monos nocturnos de la familia *Aotusazarae* y murciélagos. También hay aves endémicas de Bolivia como la paraba frente roja (*Ara rubrogenys*) y especies de aves con alta amenaza como el cóndor de los andes (*Vultur gryphus*), la paraba militar (*Ara militaris*) y otras especies. En cuanto a la flora, la área protegida posee cuatro tipos de vegetación: la vegetación Brasileña – Paranense, el bosque subhúmedo semidecídulo chiquitano, la vegetación Chaqueña, rica en lianas y epifitas, y la vegetación Andina. La comunidad del Zapallar se caracteriza por un clima sub-húmedo a húmedo, con temperatura media anual de 20.4°C y con una precipitación media de 1009 mm/año (PDM Monteagudo 2007-2011).

La agricultura y la ganadería es la actividad más importante del municipio. Los cultivos principales son el ají, el maíz, el maní, frijoles, la soya y la yuca. También hay plantaciones perennes de cítricos como de naranja, mandarina, pomelo, limón y lima. Respecto al ganado, se cría muchos bovinos para la carne y la leche, cerdos y aves de corral. Antiguamente, el cultivo de cítricos tuvo mucho éxito y se incrementó su área cultivada bajo la forma de monocultivo. Sin embargo, los monocultivos dejan la tierra pobre en materia orgánica e infértil después de algunos años de uso.

Por las desventajas del manejo tradicional en monocultivo, se desarrolló desde el 2013 en

la comunidad del Zapallar en el municipio de Monteagudo, un nuevo modelo de producción alternativo con sistemas agroforestales sucesionales adaptados al cultivo de cítricos, planteando entre otras de las investigaciones, el comparar dos parcelas con plantaciones de cítricos con distintos periodos de uso, que determina la calidad de suelos y estado fitosanitario de las plantaciones de cítricos.

### *El sistema agroforestal con sucesiones vegetales*

En cada lugar, la vida tiende a complejificarse, a incrementar la diversidad de especies y las relaciones entre ellas. Autores como Götsch (1995), Milz (1998). Milz et al. (2011), han observado que la regeneración de la naturaleza se hace en etapas, pasando por varios estadios de la regeneración natural, compuesto por consorcios de plantas, con ciclos de vida diferentes. El sistema de producción agroforestal de sucesiones vegetales trata de imitar lo que sucede en la naturaleza. Para eso, hay que tomar en cuenta los diferentes procesos sucesionales (Milz 1998):

- Los primeros organismos colonizadores que ocupan un hábitat degradado son las bacterias, hongos, helechos y líquenes, ya que no son exigentes en cuanto al lugar que ocupan. Así pueden vivir en lugares hostiles a la vida como vertientes sulfúricas, rocas, suelos degradados y otros. Estos acumulan materia orgánica, creando mejores condiciones para las especies más exigentes del siguiente sistema.

- El sistema de lignina se caracteriza por plantas con un contenido elevado de lignina. Como este compuesto es difícilmente degradable por los microorganismos, la degradación de la materia orgánica es lenta. Las especies de este sistema tienen una relación C/N (Carbono-Nitrógeno) muy amplia. Los frutos de los árboles de este sistema no son comestibles para el hombre y los animales grandes pero permite alimentar animales pequeños como ratones, pájaros pequeños o culebras venenosas.

- Los sistemas intermediarios tienen una relación C/N ya más estrecha lo que permite formar un hábitat adecuado para animales de porte medio con frutas más comestibles.

- El sistema de lujo, fue llamado así por Ernst Gotsch, para caracterizar un sistema donde hay abundancia de frutas grandes. Contiene bastantes

carbohidratos, lípidos y proteínas. Este sistema es adecuado al establecimiento de animales de porte grande y al hombre. La dinámica de este sistema es muy intensa, con alta participación de microorganismos.

En cada uno de estos sistemas, se encuentran consorcios de plantas con ciclos de vida distintos: las pioneras (1 a 2 años), las secundarias (2 a 50 años), las transicionales (50 a 80 años) y las primarias con un ciclo de vida mayor a 80 años. Así, en el sistema agroforestal que se llevó a cabo, se plantó como pioneros del sistema de abundancia semillas de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), guandul (*Cajanus cajan*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), cumanda (*Vigna unguiculata*) y tártago (*Ricinus communis*). Como plantas secundarias, se plantó estacas de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*) y como transicionales los cítricos (*Citrus spp.*) y los forestales como timboy (*Enterolobium contortisiliquum*), quina (*Myroxylon peruiferum*),

lapacho (*Tabebuia lapacho*) y cedro (*Cedrela lilloi*), como primarios.

El objetivo de este estudio fue de comparar dos sistemas agroforestales teniendo como interrogantes: ¿Cómo se integra cada planta dentro del sistema?, ¿Cómo mejorar los sistemas y su manejo?, mediante el análisis del crecimiento de los cítricos y determinación de las plagas y enfermedades en las parcelas, y llevar a cabo la comparación del manejo entre dos parcelas, con diferente manejo diseño agroforestal.

## Materiales y Métodos

En la comunidad San Pedro del Zapallar, municipio Monteagudo en Chuquisaca Bolivia (Fig. 1), fueron aplicados dos diseños agroforestales en dos parcelas: la parcela comunal denominada parcela A y una parcela de un productor (Jorge Gonzáles productor de la comunidad) que se citará como parcela B.



**Figura 1.** Ubicación de las parcelas en la comunidad del Zapallar, Monteagudo (Chuquisaca – Bolivia).

### Descripción de la parcela A

El terreno de la parcela comunal es plano y se sitúa a una altitud alrededor de 1130 m. Es una parcela que tiene como antecedente el cultivo de durazno. Sin embargo, el cultivo fue dejado a causa de numerosas enfermedades y plagas; algunos durazneros aún están presentes en la parcela de estudio.

Las dimensiones de la parcela es de 102 metros de largo y 17 metros de ancho de un lado y 8 metros del otro, donde se encuentran 95 plantas de naranjo (*Citrus sinensis*). La densidad de plantación fue de 4 metros entre planta y 4.5 metros entre filas. Este sistema fue realizado en núcleos sucesionales de 1 m de radio con semillas de canavalia (*C. ensiformis*), cumanda (*V. unguiculata*), maíz (*Z. mays*), guandul (*C. cajan*) y tártago (*R. communis*), sembradas al voleo alrededor de cada cítrico. Las plantas forestales fueron plantadas con un espaciamiento de 4 x 8 m entre los cítricos. Los hijuelos de los plátanos fueron implantados en el callejón de los cítricos con un espaciamiento de 4 x 4.5 m. También fueron plantadas estacas de mora (*Morus alba*) en las hileras de los cítricos. Así mismo se plantaron cuatro estacas de yuca (*M. esculenta*) en cruz a 1 m de los cítricos (Fig. 2). Conjuntamente, se plantó también (*Bixa orellana*) por su rápida regeneración y su capacidad de capturar el fosforo del suelo.

En el 2013, una parte de la parcela A fue quemada por un incendio debido al chaqueo de una parcela vecina, por lo que tuvo que replantarse una parte de la parcela. A causa de eso, la parcela se divide en 2 partes: la parcela inicial con el sistema sucesional

y una parcela nueva de restauración que integra plátanos y especies forestales dentro de los núcleos y sus plantas acompañantes.

### Descripción de la parcela B

La parcela B se ubica a 645.6 metros de distancia de la parcela A y presenta 80 plantas de cítricos. Tiene una superficie de 997 m<sup>2</sup> y está a una altitud variable de 1163 a 1190 m. La parcela corresponde a un chaco antiguo, que ha sido dejada en “descanso” durante aproximadamente 15 años. En esta parcela recién empezó a ser cultivada con cítricos (a partir de estacas ya injertadas de dos años), que fueron plantados en el año 2012. Las especies forestales nativas no fueron cortadas, para promover mayor diversidad de plantas con nuevos consorcios de forestales y cactus.

En el sistema agroforestal diseñado en esta parcela, no presenta núcleos succionales alrededor de los cítricos, pero si plantas acompañantes como el tártago (*R. communis*) y la canavalia (*C. ensiformis*) fueron sembradas al voleo en toda la parcela. El agricultor incorporó al sistema varias gramíneas (*Gaton panic*, *Brachiaria ruzizensis* y *Brachiaria decumbens*) por sus capacidades a retener el suelo y evitar la erosión debido a la pendiente. Además promueve la acumulación de materia orgánica de las plantas que crecen rápidamente en la parcela y tienen buenas propiedades nutritivas para el ganado. El agricultor, también ha añadido al sistema otras especies de plantas de su interés, como el girasol (*Helianthus annuus*), la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y a corto plazo se incorporará plantas de palta (*Persea americana*).

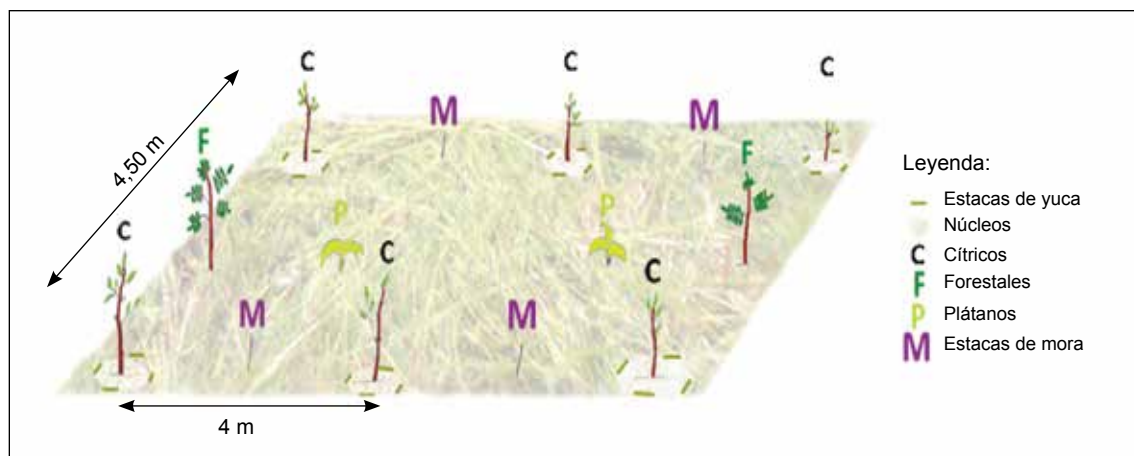


Figura 2. Esquema de la parcela A con el detalle de las plantas acompañantes.

## Manejo de las parcelas

El principio del sistema agroforestal de sucesiones vegetales consiste en incorporar la materia orgánica, resultante del corte de las malezas y de las podas de las plantas acompañantes. Una vez que las malezas son cortadas “macheteadas”, se incorpora alrededor de los cítricos o se deja en su sitio para cubrir el suelo e incrementar su entorno de materia orgánica. Las podas de las plantas de porte alto que no pierden sus hojas se realizan uno a dos meses antes de la floración de los cítricos (para evitar que sombreen a los cítricos), que ocurre en los meses de agosto y septiembre; conociendo que el ingreso de luz induce la floración de los cítricos.

Por otra parte, las semillas de las plantas definidas y seleccionadas como acompañantes del sistema agroforestal, son cosechadas de áreas contiguas u otras que provienen del monte natural, con el fin de sembrarlas al voleo dentro de la parcela, y de esta manera todo el espacio será cubierto por una diversidad de plantas, evitando la competencia de malezas que emergen con facilidad. Cuando es necesario, se aplica un control fitosanitario para mantener el cultivo sano. Se debe tomar atención en que la diversidad de plantas atrae a la fauna y resulta a veces difícil para la aplicación de productos fitosanitarios (fumigar).

## Evaluación del crecimiento de los cítricos

En las dos parcelas de estudio, fueron realizadas mediciones del tamaño (altura) y el diámetro del tallo de los cítricos para registrar la evolución de sus crecimientos. El tamaño de los cítricos fue medido con una regla recta desde la superficie del suelo hasta el pecíolo de la hoja más alta. En cuanto al diámetro del tallo de los cítricos, se midió usando un calibre de precisión a 10 cm encima del suelo. Las medidas se llevaron a cabo en intervalos de dos meses, en noviembre 2014 y enero 2015 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Fechas de las evaluaciones en las parcelas A y B.

Parcela A	Parcela B
18/11/2014	19/11/2014
28/01/2015	28/01/2015

## Evaluación del estado fitosanitario de los cítricos

A partir de la presencia de los síntomas de las principales enfermedades y plagas que afectan a los cítricos en las parcelas, se realizó el levantamiento del estado fitosanitario basado en criterios de reconocimientos locales (Tabla 2).

**Tabla 2.** Síntomas de las plagas y enfermedades más comunes en los cítricos.

Plagas y enfermedades	Síntomas en las plantas
<b>Leprosis</b> ( <i>Citrus leprosis</i> virus. CiLV-C)	Puntos de color café con la periferia de color amarillo sobre las hojas.
<b>Moho</b> ( <i>Monillinia</i> sp.)	Tapiz marrón sobre la parte inferior de las hojas.
<b>Churquera</b> ( <i>Polyphagotarsonemus</i> sp.)	Las hojas se tornan arrugadas.
<b>Acabe de la raíz</b> ( <i>Phytophthora</i> sp.)	Toda la planta se amarilla.
<b>Roya</b> ( <i>Septoria</i> sp.)	Manchas amarillas extensas sobre las hojas.
<b>Gusano minador</b> ( <i>Phyllocnistis citrella</i> )	Gusano que deja un camino “señales” sobre las hojas.
<b>Cepes</b> ( <i>Atta</i> sp.)	Hormigas que cortan las hojas en su base.
<b>Hojas cortadas</b> (no se conoce la causa)	Parte de la hoja es cortada.

## Resultados

### Establecimiento de las plantas acompañantes

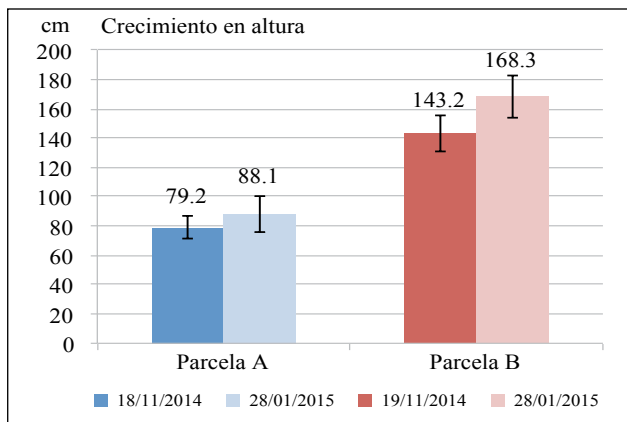
En la parcela A, las especies como: la mora (*M. alba*) y el urucú (*B. orellana*), no lograron instalarse, la yuca tuvo bajo prendimiento (alrededor 1 de 7 de las estacas plantadas). Los plátanos (*M. paradisiaca*) crecen lentamente. Al contrario, las semillas del guandul (*C. cajan*), canavalia (*C. ensiformis*) y tártago (*R. communis*), se adaptaron de manera favorable en la parcela, generando así los núcleos alrededor de los cítricos.

En la parcela B, las gramíneas que plantó el agricultor desarrollaron favorablemente, al igual que la flor de Jamaica (*H. sabdariffa*) que después de dos meses triplicó su tamaño. La yuca respondió bien en el sistema, sin embargo las semillas de girasol (*H. annuus*) no se desarrollaron. Y naturalmente

germinaron varias especies forestales de regeneración del bosque por la ayuda de la fauna natural (aves).

*Crecimiento de los cítricos*

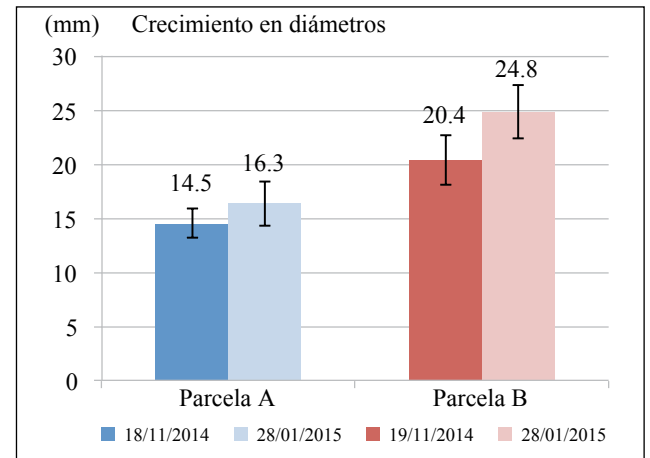
Los cítricos de la parcela A son significativamente menores en tamaño respecto a la parcela B, puesto que fueron plantados un año después (Fig. 3). No se puede indicar que hay un crecimiento significativo durante los dos meses de estudio ya que las desviaciones estándares se cruzan en cada parcela. Sin embargo, se destaca que en las dos parcelas los cítricos incrementaron su altura, pero en la parcela B crecieron casi tres veces más.



**Figura 3.** Evolución del crecimiento en altura de los cítricos de la parcela A y B.

Se puede hacer las mismas observaciones con la evolución del diámetro del tallo de los

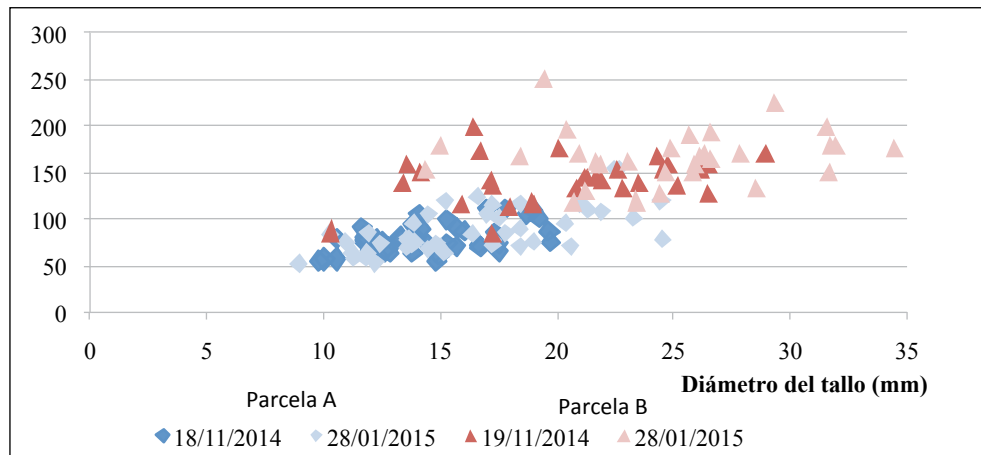
cítricos: el diámetro de los cítricos de la parcela B es significativamente mayor que en la parcela A, habiendo duplicado sus dimensiones en relación a la primera evaluación (Fig. 4).



**Figura 4.** Evolución del diámetro de los tallos de los cítricos de la parcela A y B.

*Relación entre el tamaño de los cítricos y el diámetro del tallo*

Se puede pensar en una relación lineal entre el tamaño de los cítricos y el diámetro de su tallo, sin embargo, no se destaca tal resultado en ninguna de las variables medidas (Fig. 5) ya que la nube de puntos es muy difusa; siendo así que el crecimiento del diámetro del tallo es independiente del crecimiento en altura de los cítricos en este estudio.



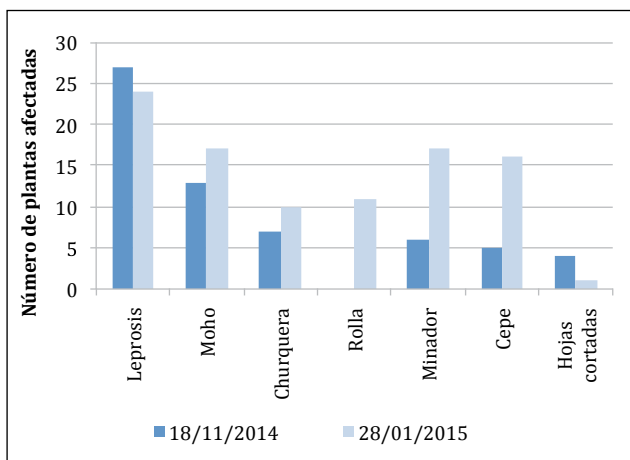
**Figura 5.** Relación entre la altura de las plantas y el diámetro del tallo de los cítricos en las parcelas A y B.

*Plagas y enfermedades*

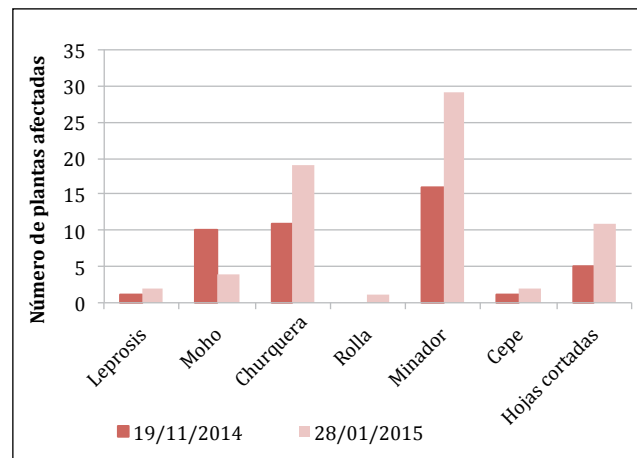
La segunda evaluación muestra en general más enfermedades y plagas, en las dos parcelas. La parcela A presenta una tasa particularmente elevada de leprosis (*C. leprosis*), y además ha sido afectada por el minador, el mildiu (hongo), la cepe, roya y churquera (Fig. 6).

En la parcela B, en la primera evaluación, se evidenció que el “gusano minador”, la “churquera” y el “moho” (Fig. 7) afectaron a las plantas de cítricos. Luego de unos días se vieron algunas plantas con hojas cortadas por insectos y en menor medida un solo caso de leprosis. La evolución del estado fitosanitario en la segunda evaluación tendió a empeorar con el incremento de casi el doble de los casos de “minador, churquera, hojas cortadas, leprosis y de cepes”. Al contrario, se observó una reducción de más de la mitad de los cítricos afectados por el moho y también se registró un único caso de roya.

En general, la parcela A, fue afectada por más enfermedades, mientras que la parcela B fue mayormente atacada por insectos. Sin embargo, aumentaron las plagas durante la segunda medición de las variables en la parcela A.



**Figura 6.** Evolución del estado fitosanitario de los cítricos de la parcela de A.



**Figura 7.** Evolución del estado fitosanitario de los cítricos de la parcela de B.

## Discusión

### *Establecimiento de las plantas*

Varias semillas de plantas sembradas al voleo, no se establecieron en la parcela A debido a la compactación del suelo que impidió a las raíces de penetrar en el suelo. También el terreno presenta bajo contenido de Nitrógeno y está erosionado, hay escasos nutrientes para el desarrollo de los cítricos; además estos suelos están compactados por la falta de materia orgánica y de otros organismos (artrópodos, ácaros, y otros) para airear el suelo. Una solución podría ser de incrementar materia orgánica al suelo utilizando abonos orgánicos (estiércol) y seguir incorporando los residuos de las malezas y de las podas de las plantas acompañantes.

Algunas plantas como el urucú (*B. orellana*) no prosperaron, probablemente porque exige temperaturas entre 25 y 30°C, sin heladas y precipitaciones anuales de 1000 a 1200 mm (Herbotecnia 2015).

En la parcela B, las gramíneas sembradas crecieron abundantemente, formando curvas de nivel que retienen el suelo frente a la erosión. Además promueve mucha materia orgánica e impide que otras gramíneas no deseadas se instalen en la parcela ya que ocupan todo el espacio y son un buen alimento para el ganado (vacas). La yuca se desarrolló bien ya que el suelo no está compactado igual que guandul (*C. cajan*) y canavalia (*C. ensiformis*) están presentes en la parcela. Sin embargo, varias otras plantas en estado de regeneración natural crecieron de igual manera. Los plátanos (bananos) se desarrollaron bien

ya que se sitúan debajo de la parcela, zona que no sufre de las heladas. Las estacas de la flor de Jamaica (*H. sabdariffa*) crecieron hasta el triple de su tamaño en dos meses pero las semillas de girasol (*H. annuus*) no se desarrollaron, probablemente por la vegetación excesiva o demasiada densidad que impidió su germinación y crecimiento.

#### *Crecimiento de los cítricos*

La parcela A es una parcela degradada, al contrario de la parcela B, que fue recién plantada después de un largo periodo de descanso. Los cítricos de la parcela A incrementan en altura y diámetro, pero no lo suficiente en comparación de la parcela B, ya que el suelo presenta bajo contenido de nutrientes. Además, los cítricos sufren más de las heladas en la parcela, aunque el sistema en núcleo con las plantas acompañantes les protegen un poco. En la parcela B, la vegetación abundante alrededor de los cítricos, han protegido a las plantas de las heladas.

#### *Relación entre el tamaño en altura y el diámetro del tallo de los cítricos*

La falta de relación entre el tamaño y el diámetro puede explicarse por la heterogeneidad en la forma del tallo de los cítricos, además la presencia de material vegetal alrededor de la planta dificultó la evaluación a los 10 cm del suelo, alterando la precisión de las medidas. Un estudio de Martínez et al. (1985) muestra que si existe relación entre el tamaño de la planta *Cistus ladanifer* y el diámetro de su tallo. Sin embargo en nuestra investigación la respuesta de la altura de la planta fue cada vez menor frente al diámetro del tallo; el diámetro del tallo crece con mayor intensidad que la altura. Otro estudio hecho sobre coníferas en plantaciones con alta densidad presentó una relación curvilínea del diámetro del tallo y su relación con la altura, cuando los cálculos se realizan en una representación logarítmica (Yokozawa & Hara 1995).

#### *Plagas y enfermedades*

En general, aumentaron las enfermedades y las plagas en las dos parcelas aunque en los dos casos, se realizó una fumigación después de la primera evaluación: el 22 de noviembre 2014 en la parcela B y el 9 de diciembre 2014 en la parcela A. Las dos aplicaciones, fueron hechas en condiciones

meteorológicas óptimas, o sea sin lluvia en los dos siguientes días.

En la parcela A, la principal enfermedad que causó daños en los cítricos fue la leprosis que es originada por el virus CiLV-C que está siendo transmitido por el ácaro rojo (*Brevipalpus phoenicis*), llamado ácaro plano (Rodríguez et al. 2000), que se puede eliminar con acaricidas específicos. La parcela A fue tratada con un producto que controla y elimina varias especies de cochinillas y dos tipos de ácaros: el ácaro del tostado (*Phyllocoptruta oleivora*) y el ácaro de la yema (*Aceria heldoni*); pero no actúa sobre el ácaro plano, vector causador de la leprosis. Como la enfermedad es causada por un virus, no se puede reducir en el tamaño de la población afectada porque se difunde con facilidad. La única medida fitosanitaria que se puede tomar es limitar la propagación de la enfermedad eliminando los cítricos afectados o aplicar un acaricida que mate directamente al vector del virus (Tabla 3).

La disminución del número de plantas afectadas por la leprosis, puede explicarse por la confusión entre los casos de roya y de leprosis en la primera evaluación. En efecto, no se percibió al principio del estudio la diferencia de síntomas entre estas dos enfermedades ya que ambas presentan manchas amarillas en las hojas. Finalmente los casos de leprosis de la primera evaluación de datos, probablemente incorporan los casos de roya y debería ser menor que a la segunda toma de datos.

En cuanto al número de plantas afectadas por otras plagas y enfermedades, aumentaron puesto que no fueron controladas por la aplicación de fitosanitarios (fumigación). La vegetación densa de los núcleos sucesionales retiene la humedad alrededor de los cítricos, y la época de lluvia es también propicia al desarrollo del moho (hongo), además los cítricos son aun pequeños y están expuestos a la humedad del suelo. Aunque no se ha podido determinar cuál es el hongo que afecta en estas condiciones, pero puede también tratarse de un problema es causado por las secreciones de los insectos chupadores de los cítricos (cochinilla, moscas blancas y áfidos). La aplicación de un insecticida, el uso de caldo bordelés o una preparación con jabón podría utilizarse para evitar la propagación del hongo en otros cítricos.



**Tabla 3.** Productos aplicados mediante aspersión en la parcela A, los principios activos y su acción (datos de las fichas técnicas de los productos químicos).

Productos	Principio activo	Acción
Lorsban 48E	Clorpirifos	Insecticida (contra las cochinillas, los pulgones y los ácaros del tostado y de la yema)
Helper	Solución acuosa	Coadyuvante

En la parcela B, se utilizó una mezcla de insecticidas, acaricidas y fungicidas para el tratamiento (Tabla 4). Esta preparación no fue efectiva ya que aumentaron todas las enfermedades y plagas, excepto el moho que sí fue medianamente controlado. El fungicida seguramente actuó en este sentido. Aunque la leprosis está poco presente en la parcela B, se recomienda seguir la evolución de la enfermedad ya que se sabe que la especie de *Hibiscus rosa-sinensis* L. puede también ser infectada por el virus de la leprosis (Rodrigues et al. 2006), siendo así que la flor de Jamaica (*Hibiscus abdariffa*) cultivada en la parcela es otra especie de *Hibiscus* que puede ser que sea hospedera del virus, tratándose del mismo género. Sin embargo, lo más preocupante son las plantas afectadas por el minador y la churquera.

El arrugamiento de las hojas, síntoma de la churquera puede ser debido a varias plagas: el minador, los pulgones u otros insectos. Aunque el principio activo del Dimetoato actúa sobre los trips, los pulgones y las cochinillas conforme a lo indicado en la ficha técnica del producto, incrementaron los casos de churquera en las plantas de cítricos. En cuanto al minador (*Phyllocnistis citrella*), un microlepidóptero originario del sudeste asiático, que durante su periodo larval se alimenta de células epidérmicas de hojas en crecimiento y, ocasionalmente, de brotes y frutos (Sundby 1957, Verdu 1996, Jacas et al. 1997); fue la plaga más preocupante de la parcela, ninguno de los productos químicos aplicados mediante aspersión tuvo efecto.

Los huevos del minador se desarrollaron al interior de la hoja de los cítricos y se alimentan del parénquima de la hoja generando la “galerías” visibles en las hojas. Los daños ocasionados por las larvas conducen al enrollamiento de la hoja, a la necrosis y

al final a la caída de la hoja lo que reduce la superficie fotosintética (Garrido 1995).

Como las larvas están dentro de la hoja, el control químico es difícil, además la plaga puede desarrollarse en los brotes en crecimiento que aparecen después del tratamiento. Sin embargo, existen varias sustancias activas recomendadas en el manejo integrado de plagas como la Abamectina, el Benfuracarb, el Carbosulfan, Ellufenuron, el Metil Pirimifos y otras sustancias a aplicar una sola vez al año como Diflubenzuron, Hexaflumuron y Flufenoxuron (Infoagro 2015).

**Tabla 4.** Productos aspersados en la parcela B, los principios activos y su acción (datos de la ficha técnica de los productos).

Productos	Principio activo	Acción
Assist Top	Aceite mineral	Coadyuvante
Acarin-T	Dicofol y Tetradifon	Acaricida
Cibendazim 50 SC	Methyl benzimidazol-2-y l carbonate	Fungicida
Perfekthion	Dimetoato	Insecticida y acaricida sistémico

El uso del Imidacloprid fue aconsejado para contrarrestar el efecto del minador, sin embargo al tratarse de un Neonicotinoide no específico que interfiere en el sistema nervioso de los insectos, fue responsable de la mortalidad de las abejas. También se cuenta con reportes, que este producto reducía la producción de los huevos de aves y su eclosión, inducía un adelgazamiento de la cascara de los huevos. Además, se observó casos de resistencia a otros insecticidas (Gervais et al. 2010). Sin embargo, se puede utilizar en el agua del riego por goteo (Infoagro 2015) y limitar así el contacto con insectos polinizadores.

Un estudio sobre el efecto del aceite mineral para el control del minador muestra que a una concentración de 2.5-5 ml de aceite por litro de agua, el número de minador por hoja se reduce (Beattie et al. 1995). Como alternativa al uso de productos químicos, se ha visto que varios parasitoides de *Phyllocnistis citrella* pueden ser utilizados para el control biológico de la plaga.

El estudio de La Salle & Peña (1997) reportó los parasitoides nativos de América para el minador de los cítricos conocidos en este momento, que son parte mayormente de la familia Eulophidae. El endoparásitoide *Ageniaspis citricola* fue introducido en Venezuela con éxito como bioregulador del minador (Linares et al. 2001). Mediante otro estudio en España se ha comprobado que *A. citricola* ha parasitado de 50 hasta 100% de las pupas de los minadores, pero no sobrevivió al invierno de Valencia-España (Vercher et al. 2000).

Se presentan así varias opciones, para el control de *Phyllocnistis citrella*, la fumigación con productos químicos debe hacerse tomando muchas precauciones y siguiendo la dosis recomendadas. Algunos productos pueden inducir resistencias a otros productos y/o pueden matar a insectos polinizadores. En Bolivia, no se ha registrado control biológico del minador de los cítricos. Estudios de la introducción de parasitoides del minador en la zona del Chaco Chuquisaqueño sería útil para comprobar y determinar la situación de la plaga y su eficacia como medida de control.

### Conclusiones

No todas las plantas incorporadas en el sistema agroforestal crecieron adecuadamente. Son experiencias buenas a tomar en cuenta para conocer qué plantas son adecuadas al contexto climático de la región. La flor de Jamaica (*H. abdariffa*) en la parcela B, es una buena prueba de adaptación de una planta exótica.

Las dos parcelas estudiadas se diferencian por su estado (degrada y no-degradada), su ubicación (en terreno plano y en pendiente) y por el sistema agroforestal implantado (con núcleos sucesionales, y sin núcleos). Esas diferencias juegan un papel importante en el crecimiento de los cítricos y su estado fitosanitario. Así, en la parcela B donde hay buena acumulación de materia orgánica en el suelo y donde todo el espacio está ocupado por plantas, los cítricos crecen más rápidamente. Sin embargo, sufren también mayor ataque de insectos cuando la parcela A presenta más enfermedades (leprosis y moho).

Aunque las parcelas fueron fumigadas, la situación fitosanitaria de las parcelas no mejoró durante el periodo de estudio. Los productos aplicados no fueron aptos para las plagas y enfermedades predominantes

de las parcelas. La capacitación de los técnicos y agricultores para reconocer las enfermedades se hace necesaria, para tratar las plantas con los productos adecuados. Soluciones alternativas como el uso de fitoremedios o el control biológico, que existen en otras regiones pero se necesita investigar y obtener pruebas y estudios en Bolivia.

Las dos parcelas en sistema agroforestal de sucesiones vegetales son muestras de un sistema que permite alivianar el volumen o intensidad de fertilización del suelo. Para recuperar la parcela A de su degradación inicial, será recomendable incrementar la densidad de las plantas en el sistema agroforestal, para nutrir el suelo con materia orgánica. Posteriormente se podrán evaluar estudios de comparación de la producción de los cítricos con estas técnicas y métodos, y otros en monocultivos para conocer los beneficios económicos de este sistema.

### Referencias

- Betglle, G. A. C., Z. M. Liu, D.M. Watson, A.D. Clift & L. Jiang. 1995. Evaluation of Petroleum Spray Oils and Polysaccharides for Control of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *J. Aust. ent. Soc.* 34. 349-353.
- Garrido, A. 1995. *Phyllocnistis citrella* Stainton, aspectos biológicos y enemigos naturales encontrados en España. *LevanteAgrícola.* 330. 13-21.
- Gervais, J. A., B. Luukinen, K. Buhl & D. Stone. 2010. *Imidacloprid Technical Fact Sheet*. National Pesticide Information Center. Oregon State University Extension Services. Disponible en: <<http://npic.orst.edu/factsheets/imidacloprid.pdf>> [Consultado el 25/02/15]
- Götsch, E. 1995. Break-through in agriculture. Rio de Janeiro, AS-PTA, Rue de Candelária, 9-6° andar – Centro, 20091-020, Rio de Janeiro, RJ Brazil.
- HERBOTECNIA. 2015. Disponible en: <<http://www.herbotecnia.com.ar/aut-bixa.html>> [Consultado el 26/02/15]
- INFOAGRO. 2015. Disponible en: <<http://www.infoagro.com/citricos/limon2.htm>> [Consultado el 25/08/15].

- Jacas, J., A. Garrido, C. Margaix, J. Forner, A. Alcaide, & J.A. Pina. 1997. Screening of different citrus rootstocks and citrus-related species for resistance to *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Crop Protection*. 16 (8): 701-705.
- Lasalle, J. & J. E. Peña . 1997. A new species of *Galeopsomya* (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae): A fortuitous parasitoid of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Fla. Entomol.* 80. p. 461-470.
- Linares, B., J. Hernández, J. Morillo & L. Hernández. 2001. Introduction of *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, 1983 (Hymenoptera: Encyrtidae) for control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Staiton (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) in Yaracuy State, Venezuela. *Entomotropica*. 16(2). 143-145.
- Martínez-Meruel, A., A.G. Gómez-Castro & M. Medina Blanco. 1985. Relación entre distintas características de plantas de *Cistus ladaifer* L. *Archivos de zootecnia*. Vol. 34. n°130. 249-256.
- Milz, J. 1998. Guía para el establecimiento de sistemas agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque. NOGUB COSUDE, Av. Héctor Ormachea esq. Calle 6 No. 125, Obrahes, Casilla 4679, La Paz, Bolivia. 30-70.
- Miltz, J., J. Jacobi, F. Velásquez & M. Schneider. 2011. Four-dimensional Agriculture: Successional Agroforestry for Ecological and Socio-economic Resilience Building.
- PDM Monteagudo – Plan de Desarrollo Municipal. 2007-2011. Disponible en: <[http://es.slideshare.net/doctora\\_edilicia/pdm-monteagudo-13311995](http://es.slideshare.net/doctora_edilicia/pdm-monteagudo-13311995)> [Consultado el 15/11/14]
- Rodrigues, J. C. V., M. A. Machado, E. W. Kitajima & G. W. Muller. 2000. Transmission of citrus leprosis virus by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). Fourteenth IOCV Conference. 174-178.
- Rodrigues, J. C., J. A. Zuniga, D. S. Achor, C. C. Childers & E. W. Kitajima. 2006. Occurrence and Distribution of Citrus Leprosis Virus in Honduras. *New Disease Reports*.
- SERNAP. 2011. Plan de Manejo del PN y ANMI Serranía del Ñao 2012 – 2021. Monteagudo, Chuquisaca – Bolivia.
- Sundby, R. 1957. The parasites of *Phyllocnistis labyrinthella* Bjerk. and their relation to the population dynamics of the leaf-miner. *Norsk. ent. Tidsskr., Suppl.* 2. 153.
- Vercher, R., F. Garcia -Mari, J. Costa- Comelles, C. Marzal & C. Granda. 2000. Importación y establecimiento de parásitos del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Bol. San Veg. Plagas*. 26. 577-591.
- Verdú, M. J. 1996. Chalcidoidea (Hymenoptera), parásitos del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* (S). *Levante Agrícola* 335: 227-230.
- Yokozawa, M. & T. Hara. 1995. Foliage profile, size structure and stem diameter-plant height relationship in crowses plant population. *Annals of Botany* 76. 271-285.
- Escuela de campo de agricultores. El manejo de la leprosis. Ficha técnica - cadena naranja. Disponible en: <<http://www.iica.int/Esp/regiones/central/salvador/Documents/EI%20manejo%20de%20la%20leprosis.pdf>> [Consultado el 25/02/15]