

Reseña

La producción de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en Chiapas, México. Oportunidades para una producción agroecológica

Humberto Osorio-Espinoza^{1*}

Ángel Leyva-Galan²

Ernesto Toledo-Toledo¹

Francisco Javier Marroquín-Agreda¹

Magdiel Gabriel-Hernandez¹

¹ Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Entronque Carretera Costera y Estación Huehuetán; Apdo. Postal 34; Huehuetán, Chiapas, México. CP 30660

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

*Autor para correspondencia. hosorio2503@yahoo.com

RESUMEN

La información que se brinda en este trabajo, es una mirada científica al estado del arte del cultivo de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en México, con especial énfasis en su producción como elemento principal en un sistema policultural y la utilización de coberturas como alternativas agroecológicas. Después de una minuciosa revisión de la información escrita, se constató que este frutal constituye una opción viable para incrementar la biodiversidad de los agroecosistemas con aportes socioeconómicos tangibles y como contribución alterna a los monocultivos como la palma africana, en el país, con especial significado para el Estado de Chiapas, el establecimiento de este frutal como cultivo alimenticio, por su alto valor nutricional, podría estar dentro de las opciones como alimento regulador, dentro de los agroecosistemas, así mismo, constituye una alternativa de producción necesaria por su adaptabilidad ante los efectos manifiestos de irregularidades como consecuencia del cambio climático. En el presente trabajo se hace una descripción acerca del desarrollo del cultivo de rambután en México. Se abordan los principales resultados científicos obtenidos en el país para lograr éxitos productivos y comercializables a escala nacional e internacional, se exponen los principales obstáculos

y oportunidades para su producción por métodos convencionales y agroecológicos, sus ventajas y desventajas. Se presentan los resultados de un diagnóstico realizado en una localidad del Municipio Villa Comaltitlán en Chiapas. Finalmente se observan las razones por las que se hace necesario iniciar un proceso de capacitación basado en resultados de las investigaciones iniciadas hace una década de haberse establecido el rambután en esta localidad.

Palabras clave: alimentación, desarrollo rural, diversidad, agroecología, capacitación

Recibido: 22/01/2018

Aceptado: 04/12/2018

INTRODUCCIÓN

La agricultura mexicana y oportunidades para el cultivo de rambután

México comprende una extensión territorial de 198 millones de hectáreas de las cuales solo el 15 % se destina al sector agrícola ⁽¹⁾, en el cual se desarrolla una alta diversidad de cultivos y métodos de hacer agricultura ⁽²⁾.

El espacio agrícola mexicano se ha diversificado no solo por la gran variedad de climas y suelos, así como la diversidad de formas paisajísticas y culturas disímiles, sino también por el incremento de la población, que ya asciende a unos 130 millones de personas ⁽¹⁾.

La producción agrícola de México es destinada para la alimentación de las personas en las grandes ciudades del país, mientras que algunos productos hortícolas y frutales, suplen parte del mercado internacional, principalmente el norteamericano y de otras partes del mundo, los cuales deciden el tipo y la calidad de los productos que desean adquirir ⁽³⁾.

Sin embargo, la producción de alimentos ha sido desarrollada en los últimos 50 años bajo los principios de la agricultura de altos insumos, donde los costos de producción se incrementan notablemente, con daños apreciables al recurso natural suelo y otros recursos del medio, al hacerse uso desmedido de agroquímicos diversos, mientras la población consume un producto de calidad interna dudosa ⁽⁴⁾. Esas razones aconsejan evaluar alternativas agroecológicas más armónicas con el medioambiente y adicionalmente, intentar disminuir los costos de producción a favor de la economía del productor.

El éxito relativo de la producción agraria de México en años precedentes, ha dependido de la aplicación de la tecnología moderna, en campos extensos y fértiles que son posibilidades de un pequeño porcentaje de los productores del territorio nacional, ya que

el dinero o financiamiento necesario para conducir la agricultura de altos insumos a través de semillas mejoradas, fertilizantes, riego, maquinaria y mano de obra, no está al acceso de los pequeños productores, que son además, la mayoría ⁽⁵⁾.

Otro aspecto a considerar son los cultivos tradicionales de la cultura campesina mexicana como el cafeto (*Coffea arabica* L.), el cacao (*Theobroma cacao* L.), el plátano (*Musa paradisiaca* L.) y el mango (*Mangifera indica* L.) entre otros, son marginados transitoriamente por los bajos precios asumidos en el mercado nacional e internacional ⁽⁶⁾; mientras el maíz (*Zea mays* L.) que se produce en México, el cual es el cultivo insigne y principal en la dieta diaria de los mexicanos, ha sido sustituido del mercado nacional por el maíz importado de Norteamérica, consecuencia de convenios emanados de políticas gubernamentales ⁽⁷⁾.

Un número importante de cultivos nuevos forman parte de los programas y planes productivos dentro de la agricultura de México ⁽⁸⁾; entre ellos la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el Estado de Chiapas, es el cultivo con mayor superficie establecida dada las condiciones climáticas de la región, para este cultivo, la atención y apoyo recibido a escala gubernamental para su desarrollo.

El cultivo de rambután en México

El cultivo de rambután, se ha incorporado paulatinamente en la diversidad de los agroecosistemas de Chiapas con variedades locales productivas (Figura 1), fundamentalmente por iniciativa de los agricultores, con resultados que visualizaron buenas perspectivas, tanto para el comercio nacional como el internacional ⁽⁹⁾.



Figura 1. Plantas de rambután en producción en Villa Comaltitlán, Chiapas

En Chiapas México, el SIAP reporta un número cercano a las mil hectáreas establecidas ⁽¹⁰⁾ (Figura 2A), aun cuando no se ha logrado establecer un número cercano a la realidad de la superficie establecida en México. Otros autores mencionan que se cuenta con una superficie de alrededor dos mil hectáreas ⁽¹¹⁾; así mismo, el presidente de la Asociación Agrícola de Productores de Rambután ⁽¹²⁾, menciona que hay aproximadamente 2 500 ha en producción y otras 1 000 en etapas de crecimiento. Este crecimiento ha ido en ascenso desde el año 2007, con un rendimiento promedio equivalente a 10 t ha^{-1} , observándose en la Figura 2B, con fluctuaciones anuales, según las condiciones climáticas predominantes fundamentalmente durante el período reproductivo y un precio equivalente a 12,5 miles de pesos mexicanos por tonelada en el mercado interno. Tal comportamiento muestra que el rambután constituye una opción productiva de gran provecho para los agricultores de fruta fresca. Los precios de rambután hasta el año 2016 (Figura 2C) en el mercado informal local fluctuaron entre 12 y 15 mil pesos mexicanos por tonelada de frutos frescos, equivalentes a 1000 dólares la tonelada, cifra que se ha incrementado en 2017, debido a condiciones climáticas adversas al cultivo, ocasionadas por lluvias inoportunas, que han provocado la caída de flores y frutos, por lo tanto, menores volúmenes de producción ⁽⁹⁾.

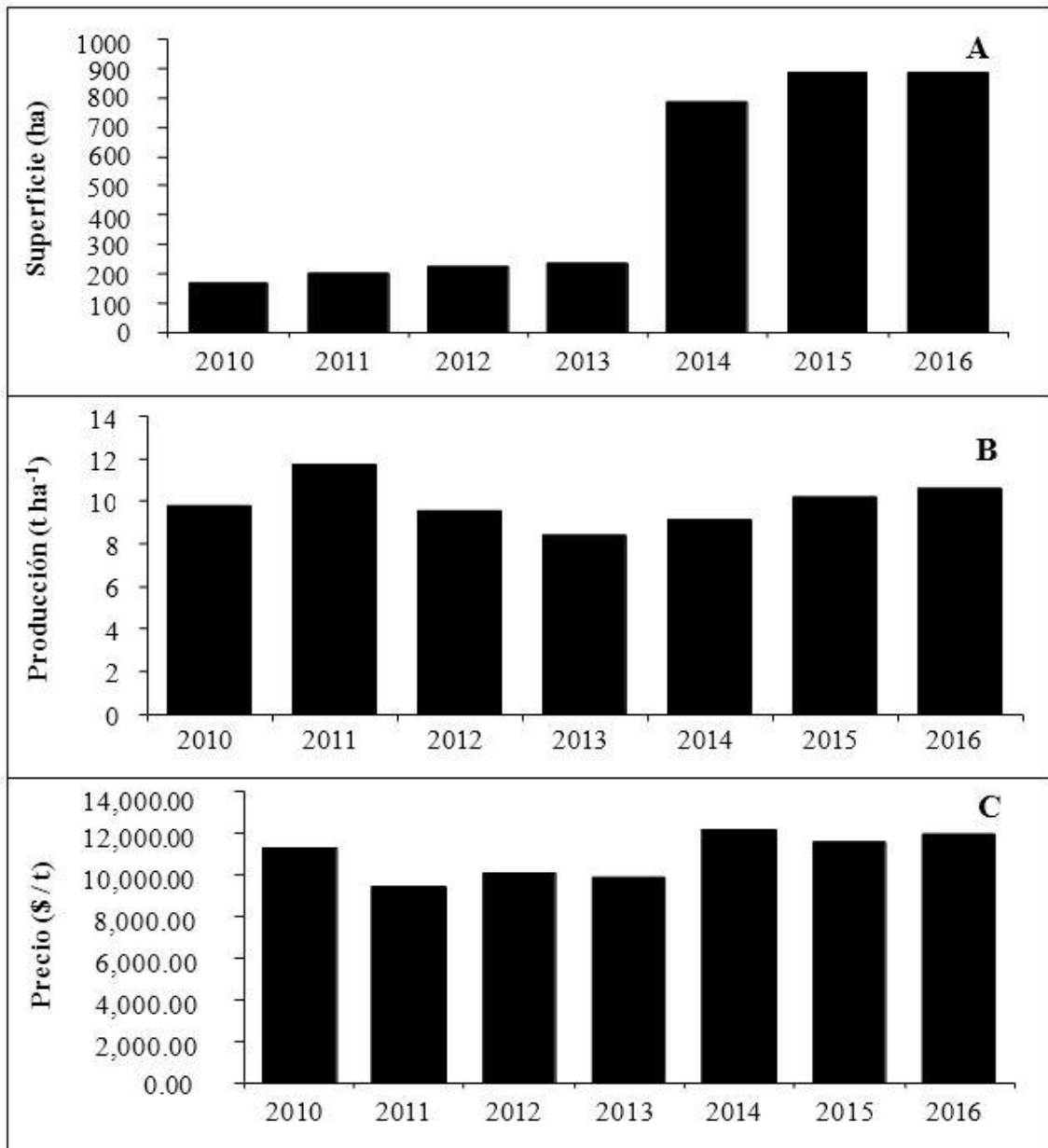


Figura 2. Superficie sembrada con rambutrán (ha) (A), rendimientos del cultivo de rambutrán (t ha⁻¹) (B) y precio de venta del rambutrán (\$ t⁻¹) (C) en Chiapas México ⁽¹⁰⁾

Bases y principios de la agroecología

La agroecología se encarga del estudio de los agroecosistemas, la interrelación entre factores bióticos y abióticos existentes en un lugar dado ⁽¹³⁾.

El agroecosistema, que es la base donde se aplica la agroecología como ciencia y en el cual se intercambia materia y energía, Cuenta potencialmente con una alta diversidad de organismos vivos de utilidad a los agroecosistemas. Estos son bien manejados por el hombre, por cuanto repercuten en un mejor equilibrio ecológico, a favor de la conservación del ambiente ⁽¹⁴⁾.

Por tanto, la agroecología como ciencia aplicada, va más allá de las prácticas agrícolas alternativas; se trata de desarrollar agroecosistemas con una mínima dependencia de insumos y energía exterior, productiva y diversificada, sin provocar daños irreparables al agroecosistema ⁽¹⁵⁾. Así mismo, incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrado no solo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción ⁽¹⁶⁾. Esta ciencia se encuentra aportando las bases científicas, metodológicas y técnicas para una nueva revolución agraria a escala mundial ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

La agroecología como ciencia, según otro autor, integra el conocimiento tradicional y los avances de la ecología y de la agronomía, brindando herramientas para diseñar sistemas que, basados en las interacciones de la biodiversidad ⁽¹⁹⁾, funcionan por sí mismos y favorecen su propia fertilidad, regulación de plagas, sanidad y productividad, sin requerir paquetes tecnológicos.

Los principios básicos de la agroecología incluyen: el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos; el mejoramiento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo; la diversificación de las especies de plantas y los recursos genéticos de los agroecosistemas en tiempo y espacio; la integración de los cultivos con la ganadería y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su totalidad, en lugar de los rendimientos aislados de las distintas especies ⁽²⁰⁾. Los principios de la agroecología pueden aplicarse a toda actividad, ya sea a pequeña o a gran escala ⁽²¹⁾. La sustentabilidad y la resiliencia se logran por medio de la diversidad y la complejidad de los sistemas agrícolas a través de policultivos, rotaciones, sistemas agroforestales, uso de semillas nativas y de razas locales de ganado, control natural de plagas, uso de composta y abono verde y un aumento de la materia orgánica del suelo, lo que contribuye a mejorar la actividad biológica y la capacidad de retención de agua ⁽²²⁾.

Eficiencia agroecológica del intercalamiento de cultivos

Los policultivos, cultivos mixtos o cultivos asociados son sistemas de cultivos múltiples, donde dos o más cultivos crecen juntos en la misma superficie de tierra durante parte o todo su ciclo ⁽¹⁷⁾.

Las asociaciones de cultivos están caracterizadas por la competencia interespecífica, cuyo principio ecológico plantea la imposibilidad de que dos especies puedan crecer simultáneamente en el mismo espacio agrícola sin competencia; sin embargo,

determinadas plantas facilitan condiciones para que otras puedan crecer en el espacio agrícola, sin afectar al cultivo principal y lograr una producción adicional, pero la facilitación depende del tiempo que proporciona el cultivo principal para ocupar su espacio ⁽²³⁾.

Para conducir un policultivo, es vital conocer la fitotecnia de los cultivos incluidos en el sistema, sus ciclos productivos, la arquitectura de las diferentes especies, la incompatibilidad nutricional por plagas, así como posibles efectos alelopáticos.

Para evaluar la eficiencia económica de los policultivos se han creado varios índices matemáticos (IET, ATER, AHER entre otros), siendo el más utilizado, en Cuba, el Índice Equivalente del uso de la Tierra (IET).

Diferentes autores, han señalado las ventajas de la asociación comparado con el monocultivo ⁽²³⁻²⁷⁾; sin embargo, en la literatura internacional aparecen resultados de asociaciones supuestamente eficientes económicamente que, en realidad, no lo son, dado que los cultivos principales no han estado sembrados o plantados a sus densidades óptimas; por otra parte, para evaluar la eficiencia de los policultivos, desde el punto de vista económico, actualmente el IET resulta insuficiente, si no se analizan otros indicadores como la eficiencia energética (Mj/ha) e indicadores alimenticios como son las producciones en proteínas, los hidratos de carbono y las grasas y vitaminas; así como, la producción de biomasa y su calidad, entre otros, aspectos que resultan vitales para evaluar la rentabilidad del sistema ⁽²⁸⁾.

Eficiencia agroecológica de las coberturas

Un cultivo de cobertura es definido como una cubierta vegetal que protege el suelo y que es temporal o permanente y que está asociado con otros cultivos o plantas ^(29,30). Estas coberturas pueden ser vivas o muertas, lo que brinda la posibilidad, para el último caso, de su traslado desde un lugar a otro.

El uso de los cultivos de cobertura es una técnica agroecológica versátil y adaptable, que puede sustituir a los insumos externos, tales como herbicidas y fertilizantes ⁽³¹⁾. Son importantes en las regiones tropicales con lluvias fuertes, pues mejoran la absorción del agua ⁽¹⁷⁾. De igual forma son eficientes en la conservación del suelo por cuanto reducen: el impacto de las gotas de agua al caer; la escorrentía; la lixiviación de nutrientes y la erosión del suelo. Controlan la presencia de arvenses y disminuyen la diseminación de numerosos patógenos ^(32,33). Las temperaturas de suelo pueden disminuir por el efecto de

las coberturas ⁽²²⁾, las plagas de insectos son menos abundantes en policultivos que en monocultivos debido al aumento de parasitoides y depredadores como controles naturales de las poblaciones de plagas de insectos ⁽³³⁾.

Los cultivos de cobertura son cultivos que se siembran con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo y la calidad del agua, controlar arvenses y plagas e incrementar la biodiversidad en sistemas de producción agroecológicos ⁽³⁴⁾. De este modo, los sistemas ecológicos son gestionados para lograr producir alimentos, piensos o fibras. Los cultivos de cobertura son de interés en la agricultura sostenible, pues muchos de ellos promueven la sostenibilidad y también, indirectamente, mejoran la calidad de los ecosistemas naturales vecinos ⁽³⁵⁾.

La cobertura vegetal muerta depende del establecimiento de las coberturas vivas ya que estas son empleadas para cubrir el campo después que finalizan su ciclo vegetativo ⁽³⁶⁾. Por lo general se emplean herramientas mecánicas para cortar las plantas de cobertura y otros implementos que permitan distribuir estas en el suelo. Los cultivos de cobertura convertidos en cobertura muerta, tienen la particularidad de interactuar con los microorganismos, retener la humedad y disminuir las arvenses. Según investigaciones ⁽³⁷⁾, el tamo de arroz en la hilera del cultivo de plátano de fomento retiene la humedad de los primeros 10 cm en aumento al testigo sin arroje, 10 días después de un riego a la capacidad de campo para un suelo Ferralítico amarillento.

Las coberturas en cultivos perennes

La utilización de cultivos de coberturas en cultivos perennes constituye una práctica muy antigua en la agricultura. Su empleo hasta los años 50 del siglo XX, antes de la introducción de los agroquímicos, estaba muy difundido en los sistemas de producción agrícola. El uso de cultivos de coberturas en sistemas perennes está mucho más reconocido, que su uso en los cultivos anuales. Se ha considerado el uso de cultivos de cobertura en plantaciones de coco, goma y sisal, en los cuales proporcionan un método de control de arvenses que ahorra mano de obra, reducen la erosión del suelo y proveen nutrientes al suelo.

Otros autores hacen recomendaciones del manejo de las coberturas en el cultivo de rambután ⁽³⁸⁾; así mismo, en otras investigaciones, mencionan que las hojas maduras desprendidas forman una capa vegetal que sirve de cobertura e impide el desarrollo de arvense ⁽³⁹⁾, conjuntamente reduce la posibilidad de la erosión del terreno, con

incorporación de esa capa vegetal como materia orgánica. Sin embargo, no presentan datos específicos y resultados que demuestren los beneficios de las coberturas en el cultivo de rambután.

Investigadores evaluaron diferentes tipos de control de arvenses ⁽⁴⁰⁾, presentando el uso de coberturas como métodos de manejo de arvenses en el cultivo de rambután, encontrando que en el periodo junio-diciembre donde se presenta la mayor cantidad de lluvias en la región Soconusco Chiapas, el mejor tratamiento fue el control químico, comparándolo con los tratamientos en estudio se reducen los gastos económicos hasta un 80 %. En cuanto que en el control con cobertura muerta, se observó una mayor diversidad de arvenses, pero con un número reducido de individuos por metro cuadrado. En el 2012 se reportó que las coberturas a mayor tiempo de evaluación son eficientes para el manejo agroecológico de las arvenses ⁽⁴¹⁾, disminuyendo el uso de agroquímicos.

Influencia de las coberturas en las propiedades del suelo

Los cultivos de cobertura con leguminosa pueden disminuir la aplicación de algunos insumos externos tales como fertilizantes ⁽⁴²⁾, a través del aporte y reciclaje de nutriente ⁽³²⁾, incorporando el nitrógeno atmosférico y la fijación simbiótica. Se estima que la transferencia de nitrógeno ocurre, principalmente, a través de la descomposición de sus residuos, donde el 40 % del N contenido en las plantas de una cubierta vegetal puede llegar a estar disponible en el suelo el primer año, mientras que el 60 % restante se encontrará disponible si la cubierta vegetal es incorporada como abono verde ⁽³⁵⁾.

En otros estudios, evaluaron el aporte de nutrientes al suelo provenientes de dos variedades de *Mucuna*, *Mucuna pruriens* y *Mucuna* sp., en un suelo transitorio entre bosque (Rhodic Ferrasol) y sabana (Haplic Acrisol), de Ghana África ⁽⁴³⁾. En este estudio, se obtuvo una fijación de Nitrógeno por parte de la *Mucuna pruriens* de 107,7 kg N ha⁻¹, de los cuáles el 57,8 % provinieron de la atmósfera. Por otra parte, la *Mucuna* sp. aportó 46,1 kg N ha⁻¹, de los cuáles el 22,6 % fue fijado de la atmósfera, destacando la mayor eficiencia en la fijación de Nitrógeno, la variedad *Mucuna pruriens*.

Las coberturas vivas de leguminosas representan una alternativa viable para el mejoramiento de las propiedades físicas de los suelos, incrementando los contenidos de humedad ⁽⁴⁴⁾, el volumen específico total de poros, el coeficiente de estructura, así como el porcentaje de agregados estables al agua en el suelo, donde se establece la cobertura ⁽²⁷⁾.

El uso de cobertura contribuye al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo y a una mayor diversidad biológica ⁽⁴⁵⁾; del mismo modo, señalan que los cultivos de cobertura aumentan el contenido de materia orgánica del suelo ⁽⁴⁶⁾, provocando un aumento de la población de microorganismos y gusanos de tierra, que contribuyen a reciclar los nutrientes y mejorar la estructura del suelo.

La diversidad biológica contempla a las comunidades de organismos del suelo que están divididas en tres grandes gremios: bacterias, hongos y diferentes grupos de la fauna, en los que se encuentra la mesofauna, interviniendo directamente en los procesos de fragmentación y redistribución de los residuos orgánicos, lo que facilita la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes en la zona radicular, así como la aceleración del reciclaje de nutrientes y la mineralización del fósforo ⁽⁴⁵⁾.

Influencia de las coberturas en el microclima del cultivo

La temperatura del suelo influye en los procesos físicos, químicos y biológicos que en él ocurren y varía considerablemente con el tipo de planta. La humedad del suelo desempeña, de igual manera, un importante papel en la determinación de la cantidad de calor utilizado en el proceso de evaporación del agua existente en él ⁽⁴⁷⁾.

Las temperaturas del suelo son influidas por sus coberturas naturales y especialmente por residuos orgánicos u otros tipos de coberturas protectoras, aplicadas en su superficie. En períodos de calor mantienen la superficie del suelo más fresca que en los casos en que no existe cobertura. En contraste, en los períodos fríos, funcionan como moderadores de las rápidas caídas de la temperatura ⁽⁴⁸⁾.

El uso de coberturas vegetales en la producción de cultivos, influye en la conservación de la humedad del suelo. La cantidad de agua que posee el suelo es una de sus características más específicas y está determinada, fundamentalmente, por varios factores, entre ellos: su textura, su contenido de materia orgánica, la composición de sus fracciones mineral y orgánica y el arreglo que presenta el medio físico edáfico frente a las lluvias o por el riego artificial y el consumo causado por la evapotranspiración ⁽⁴⁹⁾.

Influencia de las coberturas en el incremento de la biodiversidad

Existe abundante literatura agroecológica que describe cómo la diversificación de agroecosistemas conlleva a una regulación de plagas al propiciar hábitats y recursos a una fauna benéfica compleja ^(13,22).

Todos los organismos presentes en el suelo respiran y la gran mayoría de los organismos aerobios, liberan CO₂ en el proceso. El total de CO₂ liberado incluye la respiración por toda la flora y fauna del suelo y las raíces; por tanto, la cantidad de CO₂ liberada es un indicador de la actividad biológica (aerobia) en el suelo ^(16,50).

Una alta tasa de respiración indica un nivel elevado de actividad biológica y puede señalar la descomposición rápida de la materia orgánica y la liberación de nutrientes. Un método indirecto de estimación de la actividad biológica del suelo, es la respirometría, que consiste en la cantidad de CO₂ desprendido del suelo por unidad de área o por unidad de masa, en un tiempo determinado. La presencia de *Mucuna pruriens*, modificó la estructura, composición y diversidad de la biota del suelo y estimuló el desarrollo de organismos que pueden promover la estructuración del suelo y hacer más disponibles los nutrientes ⁽⁴³⁾.

Análisis general de la influencia de las coberturas sobre algunas de las principales propiedades del suelo

El análisis realizado acerca del uso de las coberturas sobre las principales propiedades del suelo indica que resultan muy beneficiosas para la sostenibilidad del sistema productivo, sobre todo en cultivos perennes como los frutales o forestales y los que como el plátano (*Musa* spp) pueden perdurar por varios años tras varias cosechas ⁽⁵¹⁾.

Sus beneficios no son sólo económicos (menos gastos en insumos, aumento de la producción y disminución de labores culturales), sino también medioambientales, al incrementar la diversidad biótica con regulación de las arvenses, sin utilizar medios que pueden afectar la calidad de los recursos naturales, como los productos químicos, a la vez que podrían, además, contaminar los acuíferos y los cultivos alimenticios ⁽⁵²⁾.

Desde el punto de vista sociocultural, se logra instruir a los actores en la conservación de la biomasa como parte de la riqueza del agroecosistema, cuya descomposición beneficia a los cultivos sucesores. De hecho, enseña a comprender que el uso del fuego para su destrucción constituye una opción inadecuada desde la perspectiva agroecológica.

Por tanto, las coberturas vivas y muertas, constituyen alternativas de manejo agroecológico de grandes posibilidades de utilización, sobre todo en los cultivos perennes, siempre que se conozca la inexistencia de efectos alelopáticos negativos entre las plantas receptoras y las donantes.

Resultados de una encuesta realizada sobre el cultivo de rambután en Chiapas y Villa Comaltitlán México

Para los actores locales de Comaltitlán donde se llevó a cabo el diagnóstico, los resultados de las encuestas fueron sustentadas en la metodología propuesta por García ⁽⁵³⁾, utilizada por Vaz Pereira ⁽⁵⁴⁾ y ajustada a las condiciones de Chiapas México, se logró visualizar que sólo dos agricultores lo cultivan en esta localidad, los que, además, argumentaron carecer de los conocimientos técnicos necesarios para establecer plantaciones comerciales, con perspectivas superiores a las que actualmente poseen. Por esas razones, se percibe la posibilidad de capacitar y contribuir al logro de nuevas plantaciones sobre bases agroecológicas.

La tendencia al incremento en superficies ocupadas por este cultivo, ocurrió hasta el año 2012. Los indicadores de producción, rendimientos y precios hasta 2016 han sido positivos. Sin embargo, los costos de producción cuando se utilizan los principios de la agricultura de altos insumos, pueden alcanzar desde el establecimiento en campo hasta la primera cosecha un gasto total de alrededor de 8 mil dólares ha⁻¹. Adicionalmente, el productor incrementa sus gastos con el uso de agroquímicos diversos y la población consume un producto probablemente contaminado.

Esas razones aconsejan evaluar alternativas agroecológicas más armónicas con el medioambiente y adicionalmente, disminuyan los costos de producción, a favor de la economía del agricultor.

El intercalamiento de cultivos de ciclo corto puede ser una alternativa eficiente para disminuir los costos del establecimiento de este cultivo. Resultados preliminares indican que la siembra de cultivos de ciclo corto durante los tres primeros años y a razón de dos cultivos por año pueden disminuir hasta un 20 % los gastos totales, solo por la utilización de esta alternativa ⁽⁵⁵⁾.

En la región Soconusco de Chiapas, México, el rambután es un cultivo frutícola de importancia económica significativa, que surge como una alternativa de reconversión y diversificación productiva más rentable y atractiva, sobre los cultivos tradicionales de

cacao y café ⁽⁵⁶⁾. Para un amplio sector de la población rural, éste cultivo es desconocido, por lo que en parte, limita su extensión entre los productores ⁽⁵⁷⁾; sin embargo, los resultados del diagnóstico realizado en 2011, por el autor de este trabajo, mostró los siguientes resultados.

En Comaltitlán este cultivo sólo representa el 0,003 % del total de la superficie cultivable, con tres hectáreas establecidas en producción. Según indican los dos únicos agricultores existentes en la zona, este cultivo ha sido una innovación en sus fincas, puesto que es una fruta muy atractiva por su sabor y sus propiedades organolépticas.

Los resultados del análisis socioeconómico y medioambiental de los indicadores con sus variables también asumen un valor de Índice de aceptación del cultivo (Figura 3), sobre la base de considerar un valor para cada indicador en correspondencia con la información obtenida de los informes, entrevistas a decisores, actores y facilitadores. El valor cualitativo se evaluó a través de una escala ponderada de valores de 0-10 según investigaciones ⁽²⁸⁾.

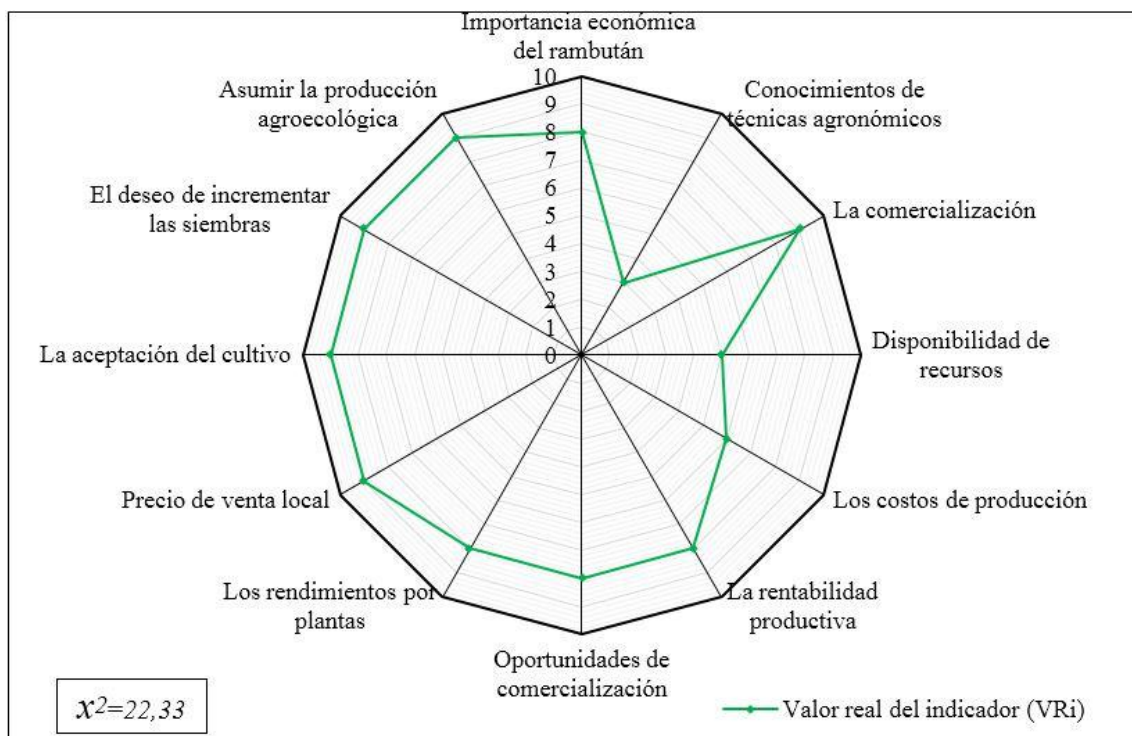


Figura 3. Análisis socioeconómico y medioambiental del cultivo de rambután en Villa Comaltitlán

A pesar de existir condiciones objetivas claras de aceptación del cultivo, el desconocimiento de las técnicas agronómicas es el indicador limitante de la sostenibilidad (dimensión económica, ecológica y sociocultural) razón que aconseja su fortalecimiento. En la actualidad la producción se destina al mercado local. Las ventas del 70 % del total se hacen desde la propia vivienda del productor al consumidor, a razón de 15 pesos por kilogramo de frutos en toda la temporada de cosecha. El 30 % de la producción se comercializa a través del mercado mayorista (revendedores) a un precio de 10 pesos el kilogramo. La cosecha se realiza manualmente, dado que la madurez fisiológica en las primeras cosechas no se produce de forma homogénea, por lo que posibilita realizar cosechas cada dos o tres días.

Después de tres años de estar cosechando el rambután, los actores califican a este cultivo de muy bondadoso y que contribuye significativamente en los ingresos económicos de sus hogares. No existe ninguna limitante legal que impida la comercialización internacional, salvo las que emanan los compradores internacionales, los cuales exigen los estándares establecidos por el Codex Norm for Rambutan 246-2005 que indica: (i) color rojo uniforme (ii) libre de lesiones (iii) peso de frutos mayor a 30 g y (iv) sólidos solubles totales de 16 a 18 % ⁽⁵⁸⁾.

Caracterización de los productores de rambután y sus conocimientos del cultivo

Según la encuesta (Tabla 1), los productores de rambután de la región Soconusco, poseen en promedio más de 50 años de edad y más de 10 en el cultivo como actividad principal, al representar el 60 % de su economía. Más del 70 % de ellos, dedican todas sus energías a este cultivo, que representa el 90 % de la superficie total, las que en promedio alcanzaron 10 ha por productor.

Tabla 1. Caracterización socio productiva de los agricultores de rambután en Chiapas

Características	Medias
Edad del productor (años)	53,0
Tiempo en la actividad (años)	13,5
Agricultura como principal actividad económica (%)	77,8
Productores con otras actividades económicas (%)	100
Aportes al ingreso económico familiar (%)	60
Tiempo que dedican al cultivo (%)	70
Superficie promedio por productor dedicada al cultivo (ha)	10
Promedio de superficie/ productor en producción (ha)	4
Rendimiento promedio del cultivo de rambután t ha ⁻¹	11,5
Porcentaje de fruta de primera calidad (%)	70
Desconocimiento del manejo adecuado de cultivo (%)	80
Conocimiento empírico (%)	80
Conocimiento a través de las capacitaciones (%)	25

La importancia de este cultivo se puede apreciar en que, a pesar de lo expuesto, alcanzan rendimientos que sobrepasan las 11 t ha⁻¹, de las cuales el 70 % es de primera calidad, aun cuando el 60 % de los productores desconocen el manejo adecuado del cultivo y el 80 % trabajan la agricultura con los conocimientos ancestrales.

Sólo un 25 % ha recibido capacitación; sin embargo, la capacitación es un concepto amplio, del cual se deduce, que es un proceso interactivo entre las personas a veces informal que genera conocimientos, favorables al productor en función de intereses personales que posean en el tema en cuestión. Ahí está presente la educación popular, que ha cobrado fuerza indiscutible en la actualidad ⁽⁵⁹⁾.

Tecnología de producción predominante en el cultivo de rambután

La Figura 4 representa la tecnología de producción predominante en el cultivo, haciendo un análisis desde la mirada cuantitativa se percibe que las actividades de máxima prioridad para el productor lo constituyen siete labores de manejo. La nutrición de las plantas, el riego, el manejo de arvenses las podas y las actividades relacionadas con la cosecha, como las más significativas. El conocimiento técnico acerca de estas labores fitotécnicas resulta vital para el éxito productivo.

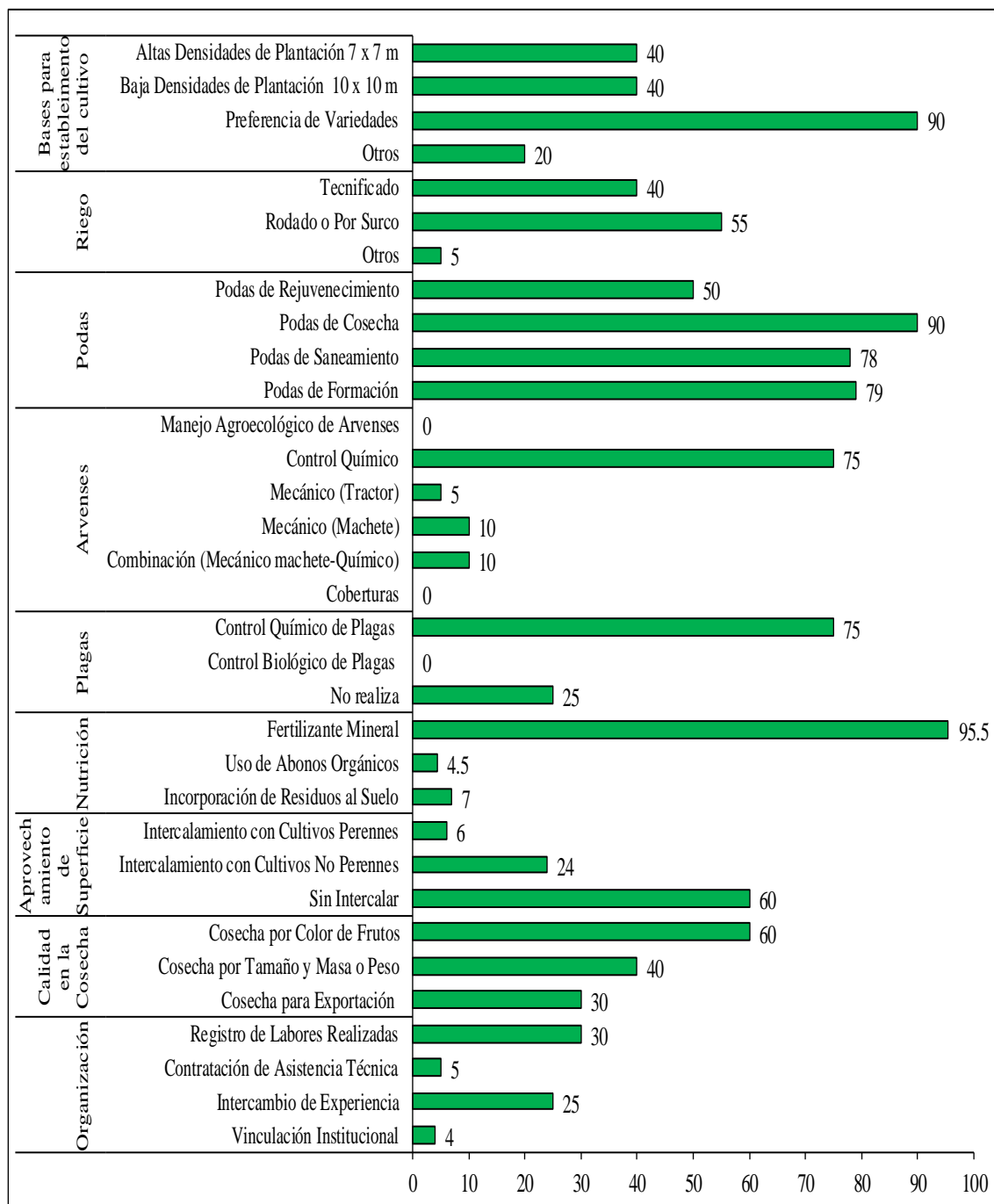


Figura 4. Indicadores y variables relevantes de tecnología que aplican los productores en Chiapas

Sin embargo es la agroecología la ciencia encargada de promover las alternativas tecnológicas de mayor provecho para el productor, fundamentada en la utilización de las herramientas conducentes a la protección de las tres dimensiones de la sostenibilidad ^(19,60) y que, de ser retomadas por los actores, puede contribuir a mejorar el panorama incierto que recae sobre los actores más vulnerables a ser arrastrado a la agricultura de altos insumos. Se observa (Figura 4) que las actividades básicas la desarrollan a través de la

tecnología de altos insumos; es decir, manejo de plagas, arvenses, nutrición y suministro de agua. Sin embargo, las podas y los criterios acerca de los momentos óptimos para realizar las cosechas se realizan siguiendo variables del conocimiento ancestral que parecen ser eficientes. Se aprecia que los aspectos que tienen que ver con la organización interna y su funcionamiento, resaltan como actividades deficientes.

Esta caracterización es reflejo manifiesto por igual, en todos los asentamientos rurales de la mayoría de los países de Latinoamérica ⁽⁶¹⁾ y que se repite en las condiciones de Huambo, Angola ⁽⁵⁴⁾. La ausencia de hábitos hacia los registros de gastos y la falta de orientación dirigida a esos objetivos, es imprescindible para evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas ⁽²³⁾.

A modo de resumen, acerca de los resultados de las encuestas, en general muestran que producir rambután en Comaltitlán es una oportunidad sin riesgos, que merece ser asumido como un rubro productivo - comercial.

El elevado incremento de las siembras de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en los últimos 10 años, según investigaciones ⁽⁶²⁾, ha limitado la producción de frutas, además de la disminución de los cultivos tradicionales como cafeto, cacao y mango que han perdido mercado por sus bajos precios, facilitando las condiciones para incrementar las superficies del cultivo de rambután, en aras de elevar el nivel de vida local, sin provocar afectaciones al equilibrio ecológico.

Principales limitaciones para desarrollar el cultivo de rambután

El cultivo de rambután es una fruta de exportación, principalmente a Japón, Estados Unidos, Canadá, Centroamérica y Unión Europea ⁽⁹⁾. Sin embargo, los problemas principales para su implementación, ha sido el desconocimiento acerca de su manejo, el miedo a los riesgos de la producción y la falta de información sobre estándares de calidad. Desde el punto de vista de las desventajas expresadas en amenaza y debilidades, para los productores de rambután parecen estar relacionados con los costos de producción. La dispersión de la llamada plaga del piojo harinoso y los efectos y consecuencias de cambio climático. Para el primero están las alternativas agroecológicas, como opción capaz de contrarrestar esa debilidad, para el segundo existen alternativas agroecológicas de manejo no contaminantes que habrá que estudiar para la sustitución de agroquímicos entre otras alternativas agrotécnicas como los policultivos, mientras que para la última desventaja (válida para cualquier cultivo) solo esperar el proceso de adaptación. El manejo del agua

en el cultivo de rambután, puede ser una opción consecuente para la incorporación de resiliencia a los sistemas productivos, entre los cuales el movimiento productivo por el rambután debe estar incluido.

Principales oportunidades del cultivo de rambután en México

El rambután es un frutal, cuyo fruto fresco se consume cada vez en el país. Este cultivo aún no ha alcanzado una amplia distribución. Sin embargo, al igual que otros cultivos perennes (cacao, café, mango entre otros), este frutal constituye una de las alternativas reales para la transformación de diferentes agroecosistemas que se encuentran muy degradados, carecen de alternativas con perspectivas económicas y que cuentan con las condiciones edafoclimáticas para el desarrollo de este cultivo.

En México, en el estado de Chiapas y especialmente en la región del Soconusco, se han desarrollado zonas importantes para el cultivo del rambután. Se cultivan más de 2000 hectáreas con plantaciones frutícolas comerciales. La calidad de la fruta en el Soconusco ha sido aceptada en los mercados internacionales exportándose a Centro América, Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea. Ese solo ejemplo muestra las potencialidades que posee México, si abraza este cultivo dentro de sus prioridades agrarias.

Oportunidades del cultivo de rambután en otros países de Centroamérica y el Caribe

El rambután es una fruta exótica y atractiva para los mercados de los países fríos y de la misma manera para los mercados locales y regionales de los países tropicales. Este cultivo podrá ser una alternativa accesible y económica para cualquier país de Centroamérica y el Caribe ⁽⁶³⁾, sobre todo para una diversificación de zonas frutícolas y acorde con sus exigencias agroecológicas de manera que se pueda lograr frutas de alta calidad externa e interna. Para adquirirlo será imprescindible la aplicación de métodos correctos de protección y manejo adecuados para su conservación en poscosecha ⁽⁶⁴⁾; así como, aplicar medidas de protección durante el proceso de comercialización en cuanto al empaque, embalaje y almacenamiento hasta la venta.

CONCLUSIONES

- Se debe incursionar y considerar prácticas agroecológicas como alternativas para fortalecer las acciones colectivas y mejorar la producción por este medio. Estas herramientas podrían formar parte de una base para desarrollar distintas investigaciones.
- En las investigaciones con información cronológica, donde se incluye el estudio del estado agroecológico de las plantaciones, hace falta aplicar indicadores sobre sustentabilidad de los sistemas de producción, donde se podría identificar qué favoreció y qué perjudicó el proceso de adopción de esas prácticas productivas agroecológicas, además de la transformación social y cultural que la acción implica para el campo mexicano; por ende, la aproximación al por qué, para qué, cómo y al contexto de la acción colectiva que ofrece un diagnóstico amplio y holístico.
- El cultivo de rambután, podrá ser una alternativa viable para la diversificación de áreas agrícolas con frutales, el cual representaría una alternativa viable para el bienestar económico y social de los pequeños productores y una eficiencia ecológica si se maneja con alternativas donde se disminuya el uso de agroquímicos, empleando prácticas que vaya más allá del convencionalismo, para una transformación ecológica de áreas agrícolas, como son el uso de coberturas vivas y muertas en sustitución de los herbicidas, el empleo de abonos orgánicos y la fertilización biológica, en lugar de los fertilizantes inorgánicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016 [Internet]. INEGI México; 2016. 738 p. Available from: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2016/702825087357.pdf
2. McMahan M, Valdés A, Cahill C, Jankowska A. Análisis del extensionismo agrícola en México [Internet]. París. Organización para la cooperación y el desarrollo económicos (OCDE): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); 2011 p. 73. Available from: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/345321/FINAL_Extension_Paper_Spanish_Version_03_Sep_2011.pdf

3. Tejada LO. Los problemas, los logros y los alcances de la agricultura tropical. In: La frontera sur: reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas [Internet]. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); 2010. p. 171–83. Available from: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2837/15.pdf>
4. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos [Internet]. FAO, Roma; 2017 p. 47. Report No.: 16881ES/1/02.17. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>
5. Robles H, Calva JL. El papel central de los pequeños productores en una nueva estrategia de desarrollo rural. In: Análisis estratégico para el desarrollo, vol. 9. Políticas agropecuarias, forestales y pesqueras. México, D.F: Juan Pablos Editor / Consejo Nacional de Universit; 2012. p. 95–115.
6. Fletes H, Macías A, Madera J. El papel de los pequeños productores en la agricultura y alimentación. La experiencia desde tres regiones agrícolas en México. 1ra ed. Plaza y Valdéz, editor. UACH, Mexico City; 2014. 221 p.
7. Fletes H, Ocampo G, Sánchez M. Between food security and food sovereignty. Contradictory paths in Southern México. In: 113th Annual Meeting of the American Anthropological Association “Producing Anthropology” [Internet]. Washington DC USA.; 2014. p. 4. Available from: <http://japananthropologyworkshop.org/2014/04/>
8. Bello E, Naranjo E, Vandame R. Innovación socioambiental y desarrollo en la frontera sur de México (SIBE) [Internet]. Bello E, Naranjo E, Vandame R, editors. México: REDISA, ECOSUR; 2010 [cited 2018 Dec 10]. 97 p. Available from: <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000049773>
9. Castillo A, López G, Sandoval A. La historia del cultivo de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en México. Agro Productividad. 2017;10(9):53–7.
10. SIAP, SAGARPA. Servicio de información agroalimentaria y pesquera [Internet]. México; 2016 p. 36. Available from: <https://es.slideshare.net/FAOoftheUN/servicio-de-informacin-agroalimentaria-y-pesquera>
11. Pérez AL del Á, Adame J, Villagómez del Á. Características sensoriales y físico-químicas de seis clones de Rambután (*Nephelium lappaceum* L.), como indicadores del potencial de cultivo en Veracruz, México. Revista de la Facultad de Agronomía. 2014;31(2):253–73.

12. Osorio H, Leyva Á, Toledo E, Marroquín FJ, Hernandez MG. Rambután (*Nephelium lappaceum* L.), un frutal exótico para la diversificación de los agroecosistemas tropicales. *CitriFrut*. 2017;34(2):64–7.
13. Altieri MÁ, Nicholls CI. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*. 2012;7(2):65–83.
14. Leyva A, Pohlan J. Reflexiones sobre la Agroecología en Cuba. Análisis de la biodiversidad. La Habana, Cuba: Ediciones INCA; 2007. 290 p.
15. Leyva Á, Pohlan J. Agroecología en el trópico: ejemplos de Cuba; la biodiversidad vegetal, cómo conservarla y multiplicarla. Alemania: Aachen, Germany: Shaker Verlag; 2005. 199 p.
16. Funes Aguilar F. Bases Científicas de la Agroecología. In: Martínez O, editor. *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*. 1ra ed. La Habana, Cuba: Ediciones Mundi; 2015. p. 7–27.
17. Sarandón SJ, Flores CC. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. 1ra ed. Argentina: EDULP: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata; 2014. 467 p.
18. Vázquez L. Diseño y manejo agroecológico de sistemas de producción agropecuaria. In: Martínez O, editor. *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*. 1ra ed. La Habana, Cuba: Ediciones Mundi; 2015. p. 137–64.
19. Altieri M. La agricultura del futuro será agroecológica. In: Martínez R, editor. *Fundamentos de la Agroecología* [Internet]. Academic OneFile; 2016. p. 1–13. Available from: <https://es.scribd.com/document/279541868/Fundamentos-de-La-Agroecologia#>
20. Gliessman SR, Engles E, Krieger R. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Engles E, editor. United States of America: Lewis Publishers, Canadian Society of Soil Science; 1998. 394 p.
21. FAO. La ADRS y la agroecología. *Agricultura y Desarrollo Rural Sostenible (ADRS) Sumario de Política* [Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); 2007 [cited 2018 Dec 14]. Report No.: 11. Available from: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/336200/>
22. Nicholls CI, Rios L, Altieri MA. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Vol. 207. Medellín, Colombia: Legis S.A.; 2013. 148 p.

23. Leyva A, Páez E, Casanova A. Rotación y policultivos. In: Funes F, Vázquez L, editors. Avances de la Agroecología en Cuba. 1ra ed. Matanzas, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey; 2016. p. 213–30.
24. Pino M de los A, Soto F, Marrero P. Modificación de la productividad del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) fuera del período óptimo utilizando el maíz como sombra natural [Tesis de Doctorado]. [La Habana, Cuba]: Universidad Agraria de La Habana; Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; 2009. 137 p.
25. Mojena M. Arreglos espaciales y cultivos asociados en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Modificaciones en algunas variables del agroecosistema y su influencia en los rendimientos totales [Tesis de Doctorado]. [La Habana, Cuba]: Universidad Agraria de La Habana; 1998. 96 p.
26. Terry E, Leyva A, Díaz MM. Biofertilizantes y productos bioactivos, alternativas para la asociación maíz-tomate en el período temprano de siembra. Cultivos Tropicales. 2006;27(2):5–11.
27. González Y, Leyva A, Pino O. Competencia por interferencia de *Helianthus annuus* L., asociado a *Solanum lycopersicum* L. bajo condiciones de campo. Cultivos Tropicales. 2014;35(4):28–35.
28. Lores A, Leyva A. Propuesta metodológica para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas. Contribución al estudio de la agrobiodiversidad. Estudio de caso: Comunidad “Zaragoza”, La Habana, Cuba [Tesis de Doctorado]. [La Habana, Cuba]: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; Centro Universitario de Guantánamo; 2009. 100 p.
29. Douxchamps S, Rao IM, Peters M, Van Der Hoek R, Schmidt A, Martens S, et al. Farm-scale tradeoffs between legume use as forage versus green manure: the case of. Agroecology and Sustainable Food Systems. 2013;38(1):25–45. doi:10.1080/21683565.2013.828667
30. Flores-Sanchez D, Pastor A, Lantinga EA, Rossing WAH, Kropff MJ. Exploring maize-legume intercropping systems in southwest Mexico. Agroecology and Sustainable Food Systems. 2013;37(7):739–61. doi:10.1080/21683565.2013.763888
31. Wayman S, Cogger C, Benedict C, Collins D, Burke I, Bary A. Cover crop effects on light, nitrogen, and weeds in organic reduced tillage. Agroecology and Sustainable Food Systems. 2015;39(6):647–65. doi:10.1080/21683565.2015.1018398

32. Cruz JL, da Silva Souza L, dos Santos de Souza NC, Pelacani CR. Effect of cover crops on the aggregation of a soil cultivated with papaya (*Carica papaya* L.). *Scientia Horticulturae*. 2014;172:82–5. doi:10.1016/j.scienta.2014.03.045
33. Claudius-Cole AO, Fawole B, Asiedu R, Coyne DL. Management of *Meloidogyne incognita* in yam-based cropping systems with cover crops. *Crop Protection*. 2014;63:97–102. doi:10.1016/j.cropro.2014.05.011
34. Vargas CAC, Sicard TEL. Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca-Colombia). *Agroecología*. 2013;8(1):21–32.
35. Gómez Gómez R, González Lutz MI, Agüero Alvarado R, Mexzón Vargas R, Herrera Murillo F, Rodríguez Ruiz AM. Conocimiento sobre coberturas vivas y disposición a utilizarlas por productores de varios cultivos. *Agronomía Mesoamericana*. 2017;28(2):489. doi:10.15517/ma.v28i2.23403
36. Martínez IG, Prat C, Ovalle C, del Pozo A, Stolpe N, Zagal E. Subsoiling improves conservation tillage in cereal production of severely degraded Alfisols under Mediterranean climate. *Geoderma*. 2012;189–190:10–7. doi:10.1016/j.geoderma.2012.03.025
37. Leyva A. El arrope: Una técnica agroecológica para conservar la humedad del suelo bajo el cultivo del plátano. *Agricultura Orgánica*. 2002;8(1):26–8.
38. Ramírez T, Alix C, Rafie A. Manual para el cultivo y propagación de rambután en Honduras. Honduras: La Lima, Cortés: FHIA; 2006. 57 p.
39. Arias TM, Calvo VI. El cultivo de Rambután o Mamón Chino. San José, Costa Rica: MAG-INTA-FITTACORI; 2014. 88 p.
40. Osorio H, Leyva A, Toledo E, Marroquín FJ. Evaluación de los diferentes tipos de control de arvenses en rambután (*Nephelium lappaceum* L.). In: X Simposio Internacional y V Congreso Nacional de Agricultura Sostenible [Internet]. Chiapas - México: Rbn; 2009. p. 435–40. Available from: http://memoriasocla.agro.unlp.edu.ar/pdf/RESUMEN_COMPLETO-A-baja.pdf
41. Osorio H, Leyva A, Toledo E, Marroquín FJ, Lerma JN. Coberturas: alternativas sostenibles para el manejo de arvenses en sistemas agroecológicos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.). In: Memoria XXXIII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza [Internet]. Villahermosa, Tabasco, México; 2012. p. 361. Available from: <https://somecima.com/wp-content/uploads/2018/07/2012.pdf#page=67>

42. Barrios R, Arteaga A, Calzadilla H, Barreto F, Fariñas J. Efecto del sombreado artificial sobre el establecimiento de leguminosas promisorias como cobertura en palma aceitera en el estado Monagas. *Agronomía Tropical*. 2008;58(1):31–4.
43. Anthofer J, Kroschel J. Above-ground biomass, nutrients, and persistence of an early and a late maturing *Mucuna* variety in the Forest–Savannah Transitional Zone of Ghana. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2005;110(1–2):59–77. doi:10.1016/j.agee.2005.04.008
44. Altieri MA, Nicholls CI. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*. 2013;8(1):7–20.
45. Lozano Z, Hernández RM, Bravo C, Delgado M. Cultivos de cobertura y fertilización fosfórica y su efecto sobre algunas propiedades químicas del suelo en un sistema mixto maíz-ganado. *Venesuelos*. 2012;19(1):45–54.
46. Cerda E, Sarandón S, Flores CC. El caso de “La Aurora”: un ejemplo de aplicación del enfoque agroecológico en sistemas extensivos del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Benito Juárez, Argentina. In: Sarandón SJ, Flores CC, editors. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. 1ra ed. Argentina: EDULP: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata; 2014. p. 437–63.
47. Cortes Vargas JC, Rubio Zafra DM. Comportamiento espacial de la cobertura vegetal del municipio de Chía, Cundinamarca entre los años 1980-2012 y su relación con la conectividad ecológica del territorio [Internet] [Tesis de Maestría]. [Colombia]: Universidad de Manizales; 2017 [cited 2018 Dec 14]. 163 p. Available from: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/2881>
48. Cairo-Cairo P, Reyes-Hernández A, Aro-Flores RV, Robledo-Ortega L. Efecto de las coberturas en algunas propiedades del suelo. Finca La Morrocuya, Barinas, Venezuela. *Pastos y Forrajes*. 2017;40(2):127–34.
49. Cotler Ávalos H, Cram Heydrich S, Martínez Trinidad S, Bunge V. Evaluación de prácticas de conservación de suelos forestales en México: caso de las zanjas trinchera. *Investigaciones Geográficas*. 2015;(88):6–18. doi:10.14350/rig.47378
50. Ponce de León D. Las reservas de carbono orgánico de los suelos minerales de Cuba, Aporte metodológico al cálculo y generalización espacial [Tesis de Doctorado]. [La Habana, Cuba]: Universidad Agraria de La Habana; 2003. 253 p.

51. Rodríguez LM, Andrade RC, Grasa RB. La cobertura natural como reguladora de la humedad del suelo cultivado con plátano. *Agrisost*. 2011;17(1):17–25.
52. Toledo E, Jurgen A, Leyva A. La cosecha "en verde" y conservación *in situ* de los residuos de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Impacto en la sostenibilidad y restauración del agroecosistema en Huixtla, México [Tesis de Doctorado]. [La Habana, Cuba]: Universidad Agraria de La Habana; Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; 2008. 130 p.
53. García L. Elementos de agroecología. In: Fundamentos en Agroecología y Agricultura Sostenible. Agroecología bases históricas y teóricas. Módulo 1 [Internet]. La Habana, Cuba: Consorcio Latinoamericano Sobre Agroecología y Desarrollo Social (CLADES). CEAS-ISCAH; 1996. p. 91–9. Available from: <http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2000/IV%20congreso%20cordoba/socioeconomia/interaccion.html>
54. Vaz Pereira DJCJ, Leyva Galán Á. Período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(4):14–20.
55. Osorio-Espinoza H, Leyva-Galan Á, Toledo-Toledo E. Evaluación de cultivos de ciclo corto en rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en México utilizando IET. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(3):07-13.
56. Méndez EJ. Transformaciones territoriales y estrategias de supervivencia en la región Soconusco del estado de Chiapas, México [Tesis de Doctorado]. [España]: Universidad de Barcelona; 2005. 284 p.
57. Trejo AF, Vargas GA, Ávila JA, Medel RR, Berber SRM. Redes sociales y confianza entre productores de rambután en el Soconusco, Chiapas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2016;15(Número Especial):3009–21.
58. FAO. Norma del CODEX para el rambután [Internet]. Roma; CODEX STAN 246, 2005. p. 4. Available from: http://www.fao.org/input/download/standards/10228/CXS_246s.pdf
59. Vallejo Y. La capacitación en las Cooperativas de Créditos y Servicios, experiencia en el municipio Boyeros [Tesis de Doctorado]. [Mayabeque, Cuba]: Universidad Agraria de La Habana; 2017. 98 p.
60. Gliessman SR. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE, Turrialba, Costa Rica: LITOCAT; 2002. 359 p.

61. Leyva A. Informe sobre asistencia Técnica en el Departamento de Boyacá, Colombia [Internet]. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; 2000 p. 74. Available from: https://scholar.google.es/scholar?cluster=1293099914317324825&hl=es&as_sdt=2005&scioldt=0,5
62. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Agenda Técnica Agrícola de Chiapas [Internet]. México: SAGARPA-INIFAP-SIAP-SENASICA-CIRPAC; 2017 p. 208. Available from: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj68Zu23qffAhVqw1kKHa2MBrEQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.inifap.gob.mx%2FDocuments%2FInicio%2FAgendas_Tec%2F2017%2FAgenda%2520T%25C3%25A9cnica%2520Chiapas%2520OK.pdf&usg=AOvVaw38RDqegC30tskVMr9HG-Z5
63. Arias-Cruz ME, Velásquez-Ramírez HA, Mateus-Cagua D, Chaparro-Zambrano HN, Orduz-Rodríguez JO. El rambután (*Nephelium lappaceum*), frutal asiático con potencial para Colombia: avances de la investigación en el piedemonte del Meta. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2016;10(2):262–72. doi:10.17584/rcch.2016v10i2.5761
64. Hernández AM. Caracterización cualitativa de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) almacenamiento postcosecha y patógenos asociados [Tesis de Doctorado]. [Texcoco, México]: Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México; 2010. 100 p.

The production of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) in Chiapas, Mexico. Opportunities fo agroecological production

Humberto Osorio-Espinoza^{1*}

Ángel Leyva-Galan²

Ernesto Toledo-Toledo¹

Francisco Javier Marroquín-Agreda¹

Magdiel Gabriel-Hernandez¹

¹ Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Entronque Carretera Costera y Estación Huehuetán; Apdo. Postal 34; Huehuetán, Chiapas, México. CP 30660

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

*Author for correspondence. hosorio2503@yahoo.com

ABSTRACT

The information provided in this work is a scientific look at the state of the art of growing rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) in Mexico, with special emphasis on its production as a main element in a multicultural system and the use of coverage as alternatives agroecological. After a thorough review of the written information, it was found that this fruit is a viable option to increase the biodiversity of agroecosystems with tangible socio-economic contributions and as an alternative contribution to monocultures such as African palm in the country with special significance for the Chiapas State, the establishment of this fruit as a food crop, for its high nutritional value, could be within the options as a regulatory food, within the agroecosystems, likewise, it constitutes an alternative production necessary for its adaptability to the manifest effects of irregularities as a result of climate change. In the present work a description is made about the development of rambutan cultivation in Mexico. The main scientific results obtained in the country are addressed to achieve productive and marketable successes at national and international level, the main obstacles and opportunities for their production are exposed by conventional and agroecological methods, their advantages and disadvantages. The

results of a diagnosis made in a town of Villa Comaltitlán Municipality in Chiapas are presented. Finally, the reasons why it is necessary to start a training process based on the results of the investigations initiated a decade ago of having established the rambutan in this locality are observed.

Key words: food, rural development, diversity, Agroecology, training

INTRODUCTION

Mexican agriculture and opportunities for the cultivation of rambutan

Mexico comprises a territorial extension of 198 million hectares of which only 15% is destined to the agricultural sector ⁽¹⁾, in which a high diversity of crops and methods of agriculture are developed ⁽²⁾.

The Mexican agricultural space has been diversified not only by the great variety of climates and soils, as well as the diversity of landscape forms and dissimilar cultures, but also by the increase in population, which already amounts to some 130 million people ⁽¹⁾. The agricultural production of Mexico is destined for the feeding of the people in the big cities of the country, while some horticultural and fruit products, supplement part of the international market, mainly the North American and of other parts of the world, which decide the type and quality of the products they wish to acquire ⁽³⁾.

However, food production has been developed over the last 50 years under the principles of high-input agriculture, where production costs increased markedly, with appreciable damage to the natural resource, soil and other resources of the environment, when it is used disproportionate of diverse agrochemicals, while the population consumes a product of dubious internal quality ⁽⁴⁾. These reasons make it advisable to evaluate agroecological alternatives that are more harmonious with the environment and, in addition, to try to reduce production costs in favor of the producer's economy.

The relative success of the agricultural production of Mexico in previous years, has depended on the application of modern technology, in extensive and fertile fields that are possibilities of a small percentage of the producers of the national territory, since the money or necessary financing for driving high-input agriculture through improved seeds, fertilizers, irrigation, machinery and labor is not accessible to small producers, who are also the majority ⁽⁵⁾.

Another aspect to consider is the traditional crops of Mexican peasant culture such as coffee (*Coffea arabica* L.), cocoa (*Theobroma cacao* L.), banana (*Musa paradisiaca* L.)

and mango (*Mangifera indica* L.) among others are temporarily marginalized due to the low prices assumed in the national and international market (6); while the corn (*Zea mays* L.) that is produced in Mexico, which is the leading and most important crop in the daily diet of Mexicans, has been replaced in the national market by corn imported from North America, as a result of agreements emanating from governmental policies (7).

A significant number of new crops are part of the productive programs and plans within the agriculture of Mexico (8); among them the African palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Chiapas State is the crop with the largest area established given the climatic conditions of the region, for this crop, the attention and support received at governmental level for its development.

The rambutan crop in Mexico

The cultivation of rambutan has gradually incorporated into the diversity of Chiapas agroecosystems with local productive varieties (Figure 1), mainly at the initiative of farmers with results that showed good prospects for both national and international trade (9).



Figure 1. Plants of rambutan in production in Villa Comaltitlán, Chiapas

The cultivation of rambutan in Chiapas Mexico, the SIAP reports a number close to the thousand hectares established (10) (Figure 2A), even though it has not been possible to establish a number

close to the reality of the area established in Mexico. Other authors mention that it has an area of around two thousand hectares ⁽¹¹⁾; likewise, the president of the Agricultural Association of Producers of Rambutan ⁽¹²⁾, mentions that there are approximately 2,500 ha in production and another 1,000 in growth stages. This growth has been increasing since 2007, with an average yield equivalent to 10 t ha⁻¹ observed in Figure 2B, with annual fluctuations according to the predominant climatic conditions during the reproductive period and a price equivalent to 12.5 thousand of Mexican pesos per ton in the domestic market. Such behavior shows that the rambutan, constitutes a productive option of great benefit for the farmers of fresh fruit. Prices of rambutan until 2016 (Figure 2C) in the local informal market fluctuated between 12 and 15 thousand Mexican pesos per ton of fresh fruit, equivalent to 1000 dollars per ton, figure that has increased in 2017, due to weather conditions adverse to the crop, caused by untimely rains, which have caused the fall of flowers and fruits, therefore, lower production volumes ⁽⁹⁾.

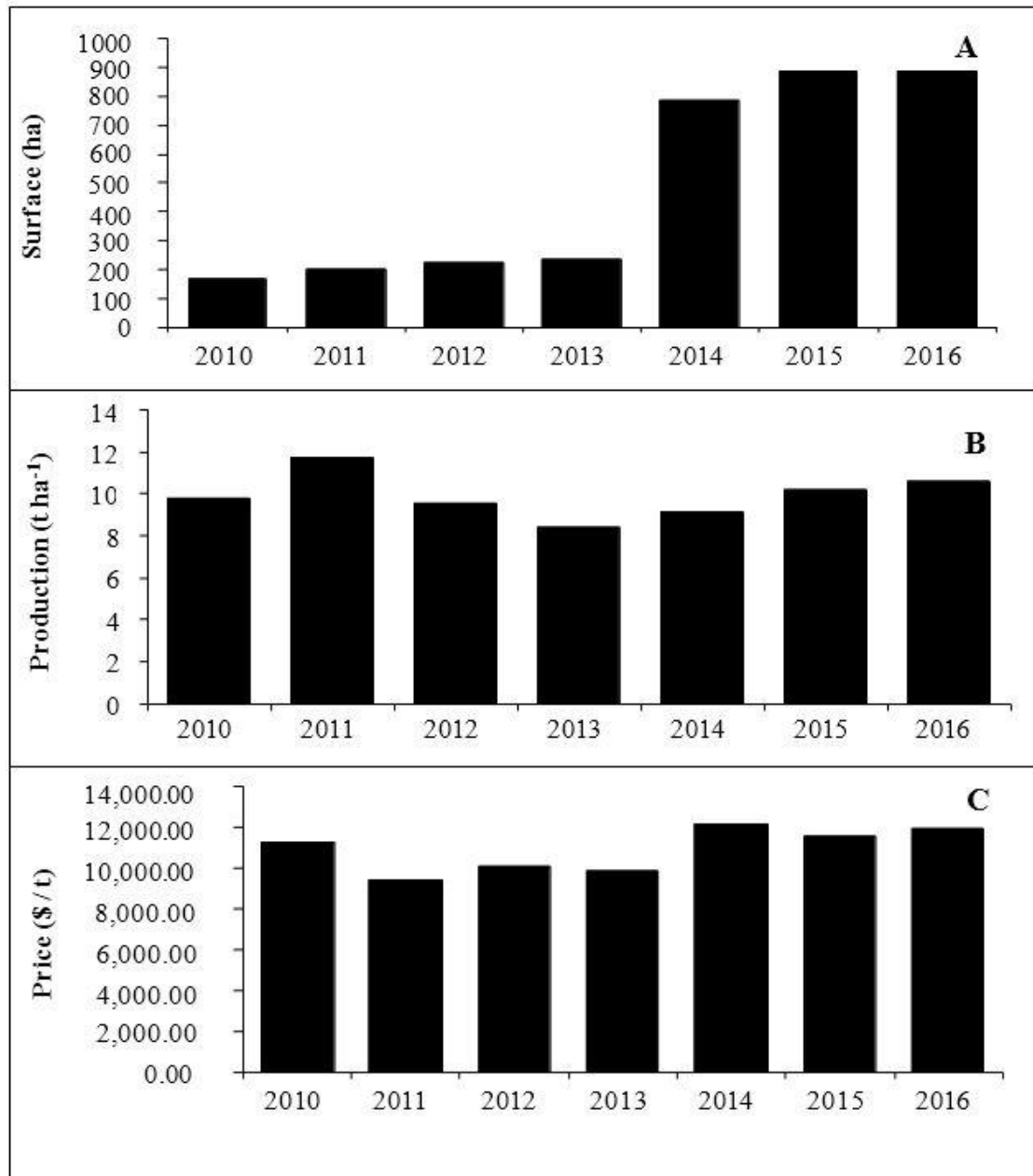


Figure 2. Area planted with rambutan (ha) (A), yields of the rambutan crop (t ha⁻¹) (B) and sale price of rambutan (\$ t⁻¹) (C) in Chiapas Mexico ⁽¹⁰⁾

Bases and principles of agroecology

Agroecology is responsible for the study of agroecosystems, the interrelation between biotic and abiotic factors existing in a given place ⁽¹³⁾.

The agroecosystem that is the base where agroecology is applied as a science and in which matter and energy are exchanged. It potentially has a high diversity of living organisms useful to agroecosystems. These are well managed by man, as they have an impact on a better ecological balance in favor of environmental conservation ⁽¹⁴⁾.

Therefore, agroecology as an applied science goes beyond alternative agricultural practices; it is about developing agroecosystems with minimal dependence on inputs and external, productive and diversified energy, without causing irreparable damage to the agroecosystem ⁽¹⁵⁾. Likewise, it incorporates ideas on an approach of agriculture more linked to the environment and more socially sensitive; focused not only on production but also on the ecological sustainability of the production system ⁽¹⁶⁾. This science is providing the scientific, methodological and technical bases for a new agrarian revolution on a world scale ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾

Agroecology as a science, according to another author, integrates traditional knowledge and advances in ecology and agronomy, providing tools to design systems that, based on the interactions of biodiversity ⁽¹⁹⁾, work by themselves and favor their own fertility, pest regulation, health and productivity, without requiring technological packages.

The basic principles of agroecology include: the recycling of nutrients and energy, the substitution of external inputs; the improvement of organic matter and the biological activity of the soil; the diversification of plant species and the genetic resources of agroecosystems in time and space; the integration of crops with livestock, and the optimization of the interactions and productivity of the agricultural system as a whole, instead of the isolated yields of the different species ⁽²⁰⁾. The principles of agroecology can be applied to any activity, either small or large scale ⁽²¹⁾.

Sustainability and resilience are achieved through the diversity and complexity of agricultural systems through polycultures, rotations, agroforestry systems, use of native seeds and local livestock breeds, natural pest control, use of compost and fertilizer green and an increase of the organic matter of the soil, which contributes to improve the biological activity and the capacity of water retention ⁽²²⁾.

Agro-ecological efficiency intercropping of crops

Polycultures, mixed crops or associated crops are multiple cropping systems, where two or more crops grow together on the same land surface during part or all of their cycle ⁽¹⁷⁾. The associations of crops are characterized by interspecific competition, whose ecological principle raises the impossibility that two species can grow simultaneously in the same agricultural space without competition; however, certain plants facilitate conditions so that others can grow in the agricultural space, without affecting the main

crop and achieve additional production. But the facilitation depends on the time that the main crop provides to occupy its space ⁽²³⁾.

To conduct a polyculture, it is vital to know the breeding of the crops included in the system, their production cycles, the architecture of the different species, the nutritional incompatibility by pests, as well as possible allelopathic effects.

To evaluate the economic efficiency of polycultures, several mathematical indices have been created (IET, ATER, AHER, among others), the Equivalent Index of Land Use (EIT) being the most widely used in Cuba.

Different authors have pointed out the advantages of the association compared with monoculture ⁽²³⁻²⁷⁾. However, in the international literature appear results of supposedly efficient economic associations that in fact are not, given that the main crops have not been planted or planted at their optimal densities; On the other hand, to assess the efficiency of polycultures from the economic point of view, the EIT is currently insufficient, if other indicators such as energy efficiency (Mj/ha) and food indicators such as protein production, are not analyzed carbohydrates and fats and vitamins; as well as the production of biomass and its quality among others, aspects that are vital to evaluate the profitability of the system ⁽²⁸⁾.

Agroecological efficiency of covers

A cover crop is defined as a vegetative cover that protects the soil and that is temporary or permanent and that is associated with other crops or plants ^(29,30). These coverages can be alive or dead, which provides the possibility for the last case, its transfer from one place to another.

The use of cover crops is a versatile and adaptable agroecological technique that can substitute external inputs such as herbicides and fertilizers ⁽³¹⁾. They are important in tropical regions with heavy rains, because they improve the absorption of water ⁽¹⁷⁾. Similarly, they are efficient in soil conservation because they reduce: the impact of falling water droplets, runoff, and nutrient leaching and soil erosion. They control the presence of weeds and reduce the spread of numerous pathogens ^(32,33). Soil temperatures can decrease due to the effect of cover ⁽²²⁾, insect pests are less abundant in polycultures than in monocultures due to the increase of parasitoids and predators as natural controls of insect pests' populations ⁽³³⁾.

Cover crops are crops that are sown with the objective of improving soil fertility and water quality, controlling weeds and pests, and increasing biodiversity in agroecological production systems ⁽³⁴⁾. In this way, ecological systems are managed to produce food, feed or fibers. Coverage crops are of interest in sustainable agriculture, as many of them promote sustainability and also indirectly improve the quality of neighboring natural ecosystems ⁽³⁵⁾.

The dead vegetation cover depends on the establishment of live coverings since they are used to cover the field after the end of the vegetative cycle ⁽³⁶⁾. In general, mechanical tools are used to cut the cover plants and other implements that allow covering plants to be distributed on the ground. Cover crops converted into dead cover, have the particularity of interacting with microorganisms, retain moisture and reduce weeds. According to investigations ⁽³⁷⁾, the rice chaff in the row of the plantain cultivation retains the humidity of the first 10 cm in increase to the control without 10 days after a watering to the field capacity for a yellowish Ferralitic soil.

Covers in perennial crops

The use of coverage crops in perennial crops is a very old practice in agriculture. Its use until the 50s of the twentieth century, before the introduction of agrochemicals, was widespread in agricultural production systems. The use of cover crops in perennial systems is much more recognized than their use in annual crops. The use of cover crops in coconut, rubber and sisal plantations has been considered, in which they provide a method of weed control that saves labor, reduces soil erosion and provides nutrients to the soil.

Other authors make recommendations for the management of coverage in the cultivation of rambutan ⁽³⁸⁾; likewise, in other investigations they mention that the mature leaves detached form a vegetal layer that serves as cover and prevents the development of weed ⁽³⁹⁾, and jointly it reduces the possibility of the erosion of the land, with incorporation of that vegetal layer like organic matter. However, they do not present specific data and results that demonstrate the benefits of coverage in the cultivation of rambutan.

Researchers evaluated different types of weed control ⁽⁴⁰⁾, presenting the use of coverage as methods of weed management in rambutan cultivation, finding that in the June-December period, the highest amount of rainfall in the Soconusco, Chiapas region occurs, the best treatment was the chemical control, comparing it with the treatments under study,

reducing the economic expenses up to 80%. As for the control with dead cover, a greater diversity of weeds was observed, but with a reduced number of individuals per square meter. In 2012, it was reported that the coverage for longer evaluation are efficient for the agroecological management of weeds ⁽⁴¹⁾, reducing the use of agrochemicals.

Influence in the coverages in soil properties

Coverage crops with legumes can reduce the application of some external inputs such as fertilizers ⁽⁴²⁾, through the contribution and recycling of nutrient ⁽³²⁾, incorporating atmospheric nitrogen and symbiotic fixation. It is estimated that nitrogen transfer occurs mainly through the decomposition of its waste where 40 % of the N contained in the plants of a plant cover can become available in the soil the first year, while the remaining 60 % will find available if the plant cover is incorporated as a green fertilizer ⁽³⁵⁾.

In other studies, they evaluated the contribution of nutrients to the soil from two varieties of *Mucuna*: *Mucuna pruriens* and *Mucuna* sp, in a transitional soil between forest (*Rhodic Ferrasol*) and savanna (*Haplic Acrisol*), from Ghana Africa ⁽⁴³⁾. In this study, nitrogen fixation was obtained from the *Mucuna pruriens* of 107.7 kg N ha⁻¹, of which 57.8 % came from the atmosphere. On the other hand, the *Mucuna* sp contributed 46.1 kg N ha⁻¹ of which 22.6 % was fixed from the atmosphere; highlighting the greater efficiency in the fixation of Nitrogen, of the variety *Mucuna pruriens*.

The living coverage of legumes represent a viable alternative for the improvement of the physical properties of the soils, increasing the moisture contents ⁽⁴⁴⁾, the total specific volume of pores, the structure coefficient, as well as the percentage of stable aggregates to the water on the ground, where the coverage is established ⁽²⁷⁾.

The use of cover contributes to the improvement of the physical and chemical properties of the soil and to a greater biological diversity ⁽⁴⁵⁾, in the same way, they indicate that the cover crops increase the content of organic matter in the soil ⁽⁴⁶⁾, causing an increase in the population of microorganisms and earthworms, which contribute to recycling nutrients and improving soil structure.

Biological diversity considers the communities of soil organisms that are divided into three large guilds: bacteria, fungi and different groups of fauna, in which the mesofauna is found, intervening directly in the processes of fragmentation and redistribution of organic waste, which facilitates the decomposition of organic matter and the availability

of nutrients in the root zone, as well as the acceleration of nutrient recycling and mineralization of phosphorus ⁽⁴⁵⁾.

Influence of the coverages in the microclimate of crop

Soil temperature influences the physical, chemical and biological processes that occur in it and varies considerably with the type of plant. Soil moisture plays an important role in determining the amount of heat used in the evaporation process of the water in it ⁽⁴⁷⁾.

Soil temperatures are influenced by their natural coverage and especially by organic residues or other types of protective coverings, applied on their surface. In periods of heat they keep the surface of the soil cooler than in cases where there is no cover. In contrast, in cold periods, they function as moderators of rapid temperature drops ⁽⁴⁸⁾.

The use of vegetation cover in the production of crops influences the conservation of soil moisture. The amount of water in the soil is one of its most specific characteristics and is determined fundamentally by several factors including: its texture, its content of organic matter, the composition of its mineral and organic fractions and the arrangement of the physical environment edaphic, as opposed to rains or artificial irrigation and consumption caused by evapotranspiration ⁽⁴⁹⁾.

Influence of coverage on the increase of biodiversity

There is abundant agroecological literature that describes how the diversification of agroecosystems leads to a regulation of pests by providing habitats and resources to a complex beneficial fauna ^(13,22).

All the organisms present in the soil breathe and the vast majority of aerobic organisms release CO₂ in the process. The total CO₂ released includes breathing throughout the flora and fauna of the soil and roots. Therefore, the amount of CO₂ released is an indicator of the biological (aerobic) activity in the soil ^(16,50).

A high respiration rate indicates a high level of biological activity and can signal the rapid decomposition of organic matter and the release of nutrients. An indirect method of estimating soil biological activity is respirometry, which consists of the amount of CO₂ released from the soil per unit area or per unit mass, in a given time. The presence of *Mucuna pruriens* modified the structure, composition and diversity of soil biota and stimulated the development of organisms that can promote soil structuring and make nutrients more available ⁽⁴³⁾.

General analysis of the influence of coverage on some of the main properties of the soil

The analysis carried out on the use of covers on the main properties of the soil indicates that they are very beneficial for the sustainability of the productive system, especially in perennial crops such as fruit or forest and those that like the banana (*Musa* spp) can last for several years after several harvests ⁽⁵¹⁾.

Its benefits are not only economic (less expenditure on inputs, increased production and decrease in cultural work), but also environmental, by increasing biotic diversity with regulation of weeds, without using means that can affect the quality of natural resources like the chemical products at the same time that could also contaminate the aquifers and the food crops ⁽⁵²⁾.

From the sociocultural point of view, it is possible to instruct the actors in the conservation of biomass as part of the richness of the agroecosystem, whose decomposition benefits the successor crops. In fact, it teaches us to understand that the use of fire for its destruction constitutes an inappropriate option from the agroecological perspective.

Therefore, alive and dead cover are alternatives for agroecological management of great possibilities of use especially in perennial crops, provided that there is no known negative allelopathic effects between recipient and donor plants.

Results of a survey on the farming of rambutan in Chiapas and Villa Comaltitlán Mexico

For the local actors of Comaltitlán where the diagnosis was carried out, the results of the surveys were supported by the methodology proposed by García ⁽⁵³⁾, used by Vaz Pereira ⁽⁵⁴⁾ and adjusted to the conditions of Chiapas Mexico, it was possible to visualize that only two farmers cultivate it in this locality, those who also argued lacking the necessary technical knowledge to establish commercial plantations, with perspectives superior to those that they currently possess. For these reasons, the possibility of training and contributing to the achievement of new plantations on agroecological bases is perceived. The tendency to increase in areas occupied by this crop, occurred until 2012. The indicators of production, yields and prices until 2016 have been positive. However, production costs when the principles of high-input agriculture are used, can reach from the field establishment to the first harvest a total expenditure of around 8 thousand dollars

ha⁻¹. Additionally, the producer increases his expenses with the use of diverse agrochemicals and the population consumes a probably contaminated product.

These reasons make it advisable to evaluate agroecological alternatives that are more harmonious with the environment and, in addition, lower production costs, in favor of the farmer's economy.

The intercropping of short-cycle crops can be an efficient alternative to reduce the costs of establishing this crop. Preliminary results indicate that the sowing of short-cycle crops during the first three years and at the rate of two crops per year can decrease total expenses by up to 20 %, only by using this alternative ⁽⁵⁵⁾.

In the Soconusco region of Chiapas, Mexico, rambutan is a fruit crop of significant economic importance, emerging as an alternative to more profitable and attractive conversion and productive diversification, over traditional cocoa and coffee crops ⁽⁵⁶⁾. For a large sector of the rural population, this crop is unknown, which is why it limits its extension among producers ⁽⁵⁷⁾; however, the results of the diagnosis made in 2011, by the author of this work, showed the following results.

In Comalatlán this crop only represents 0.003 % of the total cultivable area, with three hectares established in production. As indicated by the only two farmers in the area, this crop has been an innovation in their farms, since it is a very attractive fruit for its taste and its organoleptic properties.

The results of the socioeconomic and environmental analysis of the indicators with their variables also assume a value of the Acceptance Index of the crop (Figure 3), based on considering a value for each indicator in correspondence with the information obtained from the reports, interviews with decision-makers, actors and facilitators. The qualitative value was evaluated through a weighted scale of values of 0-10 according to investigations ⁽²⁸⁾.

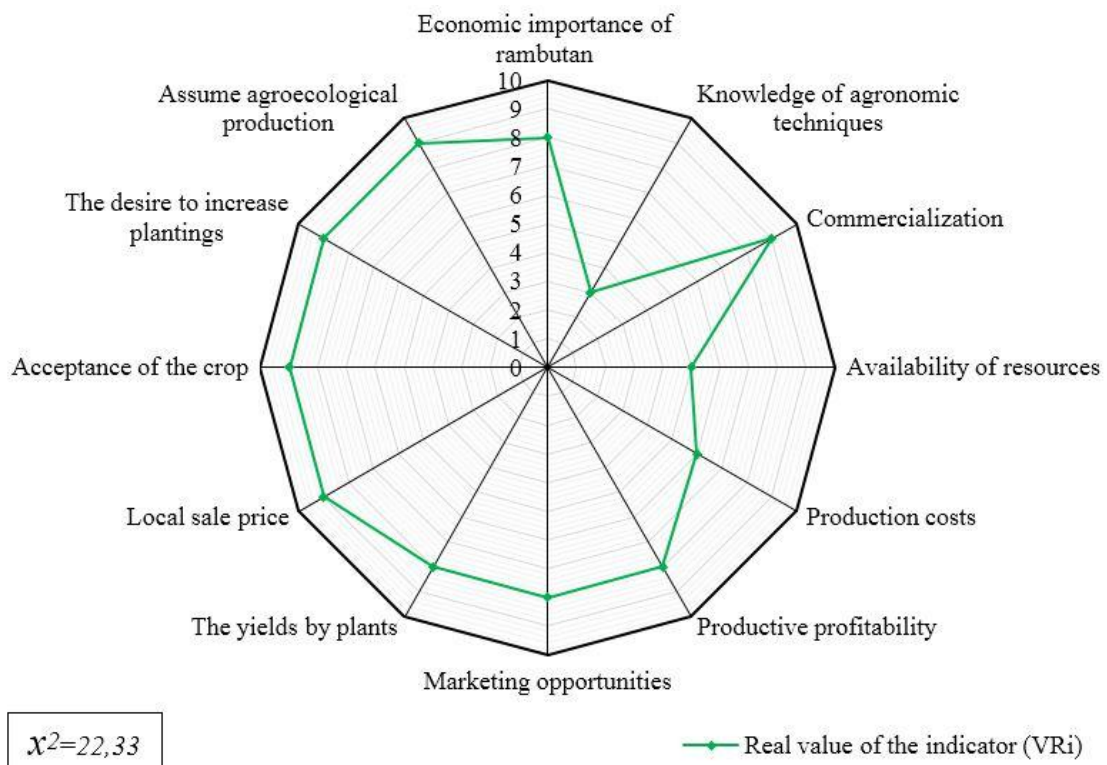


Figura 3. Análisis socioeconómico y medioambiental del cultivo de rambután en Villa Comaltitlán

Despite there being clear objective conditions of acceptance of the crop, the ignorance of the agronomic techniques is the limiting indicator of sustainability (economic, ecological and sociocultural dimension), a reason that recommends its strengthening.

At present the production is destined to the local market. Sales of 70 % of the total are made from the producer's own home to the consumer, at a rate of 15 pesos per kilogram of fruit throughout the harvest season. 30 % of the production is sold through the wholesale market (resellers) at a price of 10 pesos per kilogram. The harvest is done manually, since the physiological maturation in the first harvests does not take place in a homogeneous way, so it makes it possible to carry out harvests every two or three days. After three years of harvesting the rambutan, the actors qualify this crop as very kind and contributes significantly to the economic income of their homes. There is no legal limitation that prevents international commercialization, except those that emanate from international buyers, which demand the standards established by the Codex Norm for Rambutan 246-2005 which indicates: (i) uniform red color (ii) free of damages (iii) fruit weight greater than 30 g and (iv) total soluble solids from 16 to 18 % ⁽⁵⁸⁾.

Characterization of rambutan growers and their cultivation knowledge

According to the survey (Table 1), rambutan producers in the Soconusco region have, on average, more than 50 years of age, and more than 10 in cultivation as the main activity, accounting for 60 % of their economy. More than 70 % of them dedicate all their energies to this crop, which represents 90 % of the total area, which on average reached 10 ha per producer.

Table 1. Socio-productive characterization of rambutan farmers in Chiapas

Characteristics	Mean
Age of the producer (years)	53,0
Time in the activity (years)	13,5
Agriculture as the main economic activity (%)	77,8
Producers with other economic activities (%)	100
Contributions to family economic income (%)	60
Time devoted to cultivation (%)	70
Average area per producer dedicated to the crop (ha)	10
Average area/producer in production (ha)	4
Average yield of rambutan t ha ⁻¹ crop	11,5
Percentage of first quality fruit (%)	70
Unawareness of proper crop management (%)	80
Empirical knowledge (%)	80
Knowledge through training (%)	25

Predominant production technology in the rambutan cultivation

The importance of this crop can be seen in that in spite of the above they reach yields that surpass 11 t ha⁻¹ of which 70 % is of first quality, even though 60 % of the producers do not know the adequate management of the crop and 80% work agriculture with ancestral knowledge.

Only 25 % have received training. However, training is a broad concept, from which it can be deduced, that it is an interactive process among people, sometimes informal, that generates knowledge, favorable to the producer based on personal interests that they have in the subject in question. There popular education is present, which has gained indisputable strength at present ⁽⁵⁹⁾.

Predominant production technology in the rambutan cultivation

Figure 4, represents the predominant production technology in the crop, making an analysis from the quantitative point of view, it is perceived that the activities of maximum

priority for the producer are seven management tasks. Plant nutrition, irrigation, weed management, pruning and activities related to the harvest, as the most significant. The technical knowledge about these phytotechnical tasks is vital for productive success.

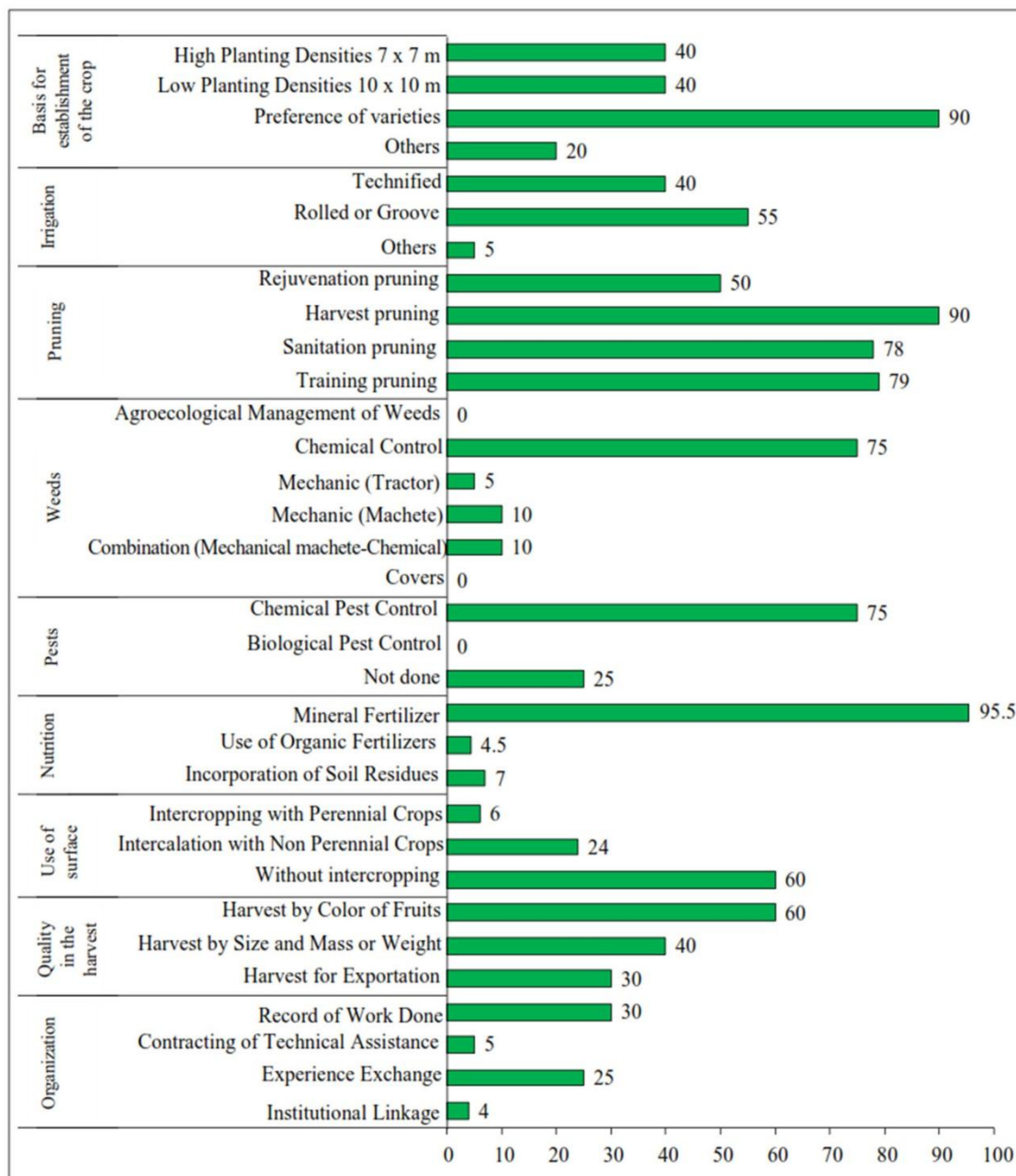


Figure 4. Indicators and relevant variables of technology applied by producers in Chiapas

However, it is agroecology, the science in charge of promoting the most useful technological alternatives for the producer, based on the use of tools conducive to the protection of the three dimensions of sustainability ^(19,60) and that, if taken back by the actors can contribute to improving the uncertain landscape that falls on the most

vulnerable actors to be dragged into high-input agriculture. It is observed that the basic activities are developed through high input technology; that is, management of pests, weeds, nutrition, and water supply (Figure 4). However, the pruning and the criteria about the optimal moments to carry out the harvests are made following variables of the ancestral knowledge that seem to be efficient. It is appreciated that the aspects that have to do with the internal organization and its operation, stand out as deficient activities.

This characterization is a clear reflection in all the rural settlements of most Latin American countries ⁽⁶¹⁾ and it is repeated under the conditions of Huambo, Angola ⁽⁵⁴⁾. The absence of habits towards expenditure records and the lack of guidance directed towards these objectives is essential to assess the sustainability of agroecosystems ⁽²³⁾.

As a summary, about the results of the surveys, in general they show that producing rambutan in Comaltitlán is a risk-free opportunity, which deserves to be assumed as a productive-commercial item.

The high increase of African palm plantations (*Elaeis guineensis* Jacq.) In the last 10 years, according to research ⁽⁶²⁾, has limited fruit production, in addition to the reduction of traditional crops such as coffee, cocoa and mango that have lost market by its low prices, facilitating the conditions to increase the areas of rambutan cultivation, in order to raise the local standard of living, without causing damage to the ecological balance.

Main limitations to develop the rambutan cultivation

The cultivation of rambutan is an export fruit, mainly to Japan, the United States, Canada, Central America and the European Union ⁽⁹⁾. However, the main problems for its implementation have been the lack of knowledge about its management, the fear of production risks and the lack of information on quality standards.

From the point of view of the disadvantages expressed in terms of threats and weaknesses, for rambutan producers they seem to be related to production costs. The spread of the so-called mealybug pest and the effects and consequences of climate change. For the first, there are the agroecological alternatives, as an option capable of counteracting this weakness, for the second there are non-polluting agro-ecological management alternatives that will have to be studied for the substitution of agrochemicals among other agro-technical alternatives such as polycultures, while for the last disadvantage (valid for any crop) just wait for the adaptation process. Water management in the cultivation of

rambutan can be a consistent option for the incorporation of resilience to the productive systems, among which the productive movement by the rambutan must be included.

Main opportunities of the rambutan cultivation in Mexico

The rambutan is a fruit tree, whose fresh fruit is consumed every time in the country. This crop has not yet reached a wide distribution. However, like other perennial crops (cocoa, coffee, mango and others), this fruit is one of the real alternatives for the transformation of different agroecosystems that are very degraded, lack alternatives with economic perspectives and that have the edaphoclimatic conditions for the development of this crop. In Mexico, in the state of Chiapas and especially in the Soconusco region, important areas have been developed for the cultivation of rambutan. More than 2000 hectares are cultivated with commercial fruit plantations. The quality of the fruit in the Soconusco has been accepted in international markets exporting to Central America, the United States, Canada and the European Union. That single example shows the potential that Mexico has if it embraces this crop within its agrarian priorities.

Opportunities of the rambutan cultivation in other countries of Central America and the Caribbean

The rambutan is an exotic and attractive fruit for the markets of the cold countries and in the same way for the local and regional markets of the tropical countries. This crop can be an accessible and economic alternative for any country in Central America and the Caribbean ⁽⁶³⁾, especially for a diversification of fruit areas and according to their agro-ecological requirements so that high-quality fruits can be obtained externally and internally. To acquire it, it will be essential to apply correct methods of protection and management suitable for postharvest conservation ⁽⁶⁴⁾; as well as, apply protection measures during the marketing process in terms of packing, packaging and storage until sale.

CONCLUSIONS

- Agro-ecological practices should be considered and considered as alternatives to strengthen collective actions and improve production through this means. These tools could be part of a base to develop different investigations.

- Research with chronological information, which includes the study of the agroecological status of the plantations, it is necessary to apply indicators on sustainability of the production systems, where it could be identified what favored and what damaged the process of adoption of those agroecological productive practices, in addition to the social and cultural transformation that the action implies for the Mexican countryside. Therefore the approach to the why, why, how and context of collective action that offers a comprehensive and holistic diagnosis.
- The cultivation of rambutan may be a viable alternative for the diversification of agricultural areas with fruit trees, which would represent a viable alternative for the economic and social well-being of small producers and an ecological efficiency if it is managed with alternatives where use is diminished of agrochemicals using practices that go beyond conventionalism, for an ecological transformation of agricultural areas, such as the use of live and dead coverings in substitution of herbicides, the use of organic fertilizers and biological fertilization instead of inorganic fertilizers.