



**Diversidad de plantas e insectos asociados a cultivos ecológicos de *Solanum quitoense* Lam.
y *Solanum betaceum* Cav., en invernaderos del ISER, Pamplona-Norte de Santander.**

María Fernanda Yepes Ramírez

Código: 1118565878

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Básicas

Programa de Biología

2021

**Diversidad de plantas e insectos asociados a cultivos ecológicos de *Solanum quitoense* Lam.
y *Solanum betaceum* Cav., en invernaderos del ISER, Pamplona-Norte de Santander.**

María Fernanda Yepes Ramírez

Código: 1118565878

Director:

B.Sc M.Sc Luis Robert S-ánchez

Co Directora (s):

B.Sc Lizeth Eunice Bolívar

M.Sc Angela Maritza Cajiao Pedraza

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Básicas

Programa de Biología

2021

TRABAJO DE GRADO REALIZADO CON EL FIN DE OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA.

Agradecimientos

Primero que todo, expresar mi gratitud a Dios, por darme sabiduría para afrontar las situaciones que la vida trae. Así mismo agradecerles a mis padres quienes me han brindado todo el apoyo necesario para culminar esta etapa, desde palabras de aliento hasta el cuidado y amor que le han brindado a mi hija. A mis hermanas, por el apoyo durante toda mi etapa de estudio. Agradecer también al resto de mi familia y en especialmente a mi tía María Isabel, por el apoyo emocional, económico y la capacidad de guiarme por el mejor camino.

Agradecerle especialmente, a mi compañero de vida Andrés Felipe Rivera, primero por darme la dicha de ser madre de una hermosa bebe Luciana Rivera Yepes, quien es la encargada de motivarme cada día para cumplir todos mis sueños y segundo, agradecerle por el apoyo incondicional de todos estos años que hemos compartido juntos.

Asimismo, agradecerle a la profesora Lizeth Bolívar por el apoyo, dedicación y confianza que me ha brindado en la realización de mi proyecto. A los profesores Ángela Cajiao y Roberto Sánchez que me han brindado las herramientas necesarias para culminar esta etapa de mi vida, a ellos, mil gracias porque desde el primer minuto siempre han estado con toda la disposición para colaborarme y velar por el bienestar mío y el de mi hija. Para mí es un honor contar con maravillosos maestros.

Agradecerle a cada uno de los docentes y compañeros de la Universidad de Pamplona, quienes con su dedicación han enriquecido enormemente mi conocimiento y aun infundido en mí un amor por la ciencia y la investigación.

Dar gracias también, a los docentes del ISER, quienes siempre tuvieron la voluntad de colaborarnos en todo aquello que fue necesario para realizar este estudio.

Por último, pero no menos importante, agradecerles enormemente a mi amiga y compañera Bióloga Viviana, Licenciadas Tania y Zandrith por ser parte de mi vida, que sin ellas mi paso por mi Alma Mater no hubiera sido la misma, pues cada uno marcó enormemente mi vida y la de Lu.

Tabla de contenido

Resumen.....	11
1. Planteamiento del problema y justificación	13
2. Marco teórico y estado del arte	17
2.1. <i>Solanum quitoense</i> Lam.....	19
2.2. <i>Solanum betaceum</i> Cav	21
3. Objetivos	24
3.1. Objetivo General.....	24
3.2. Objetivos Específicos	24
4. Metodología	25
4.2. Fase de Campo.....	27
4.2.1. Colecta y conservación de material vegetal	27
4.2.2. Colecta y preservación de insectos.....	29
6.3. Fase de laboratorio.....	32
6.3.1 Procesamiento del material vegetal recolectado	32
6.3.2 Procesamiento de insectos recolectados	34
5. Resultados	38
Colecta y conservación de material vegetal.....	38
6. Discusión.....	65
7. Conclusiones	69

8. Recomendaciones	70
Referencias.....	71

Lista de Tabla

Tabla 1. Abundancia de plantas presentes en el ISER, Pamplona.....	38
Tabla 2. Especies de plantas presentes en los invernaderos del ISER, Pamplona.	40
Tabla 3. Completitud del muestreo.....	44
Tabla 4. Diversidades observadas y esperadas de cada uno de los invernaderos presentes en el ISER, Pamplona	46
Tabla 5. Índice de dominancia y diversidad de Simpson para especies de plantas	46
Tabla 6. Abundancia de insectos presentes en el ISER, Pamplona	53
Tabla 7. Relación de ejemplares por parcelas e invernaderos presentes en el ISER, Norte de Santander.....	55
Tabla 8. Ejemplares recolectados por otros métodos de captura	56
Tabla 9. Completitud de muestreo	57
Tabla 10. Diversidades observadas y esperas para cada uno de los invernaderos presentes en el ISER, Pamplona	59
Tabla 11. Índice de dominancia y diversidad de Simpson para familia de insectos.....	61

Lista de figuras

Figura 1. Mapa satelital del municipio de Pamplona e ISER, Norte de Santander- Colombia....	22
Figura 2. Cultivos de lulo (<i>S. quitoense</i>) y tomate de árbol (<i>S. betaceum</i>) ISER, Pamplona.....	23
Figura 3. Invernadero presente en el ISER, Pamplona- Norte de Santander.....	24
Figura 4. Demarcación de parcelas en el invernadero del ISER-Pamplona.....	25
Figura 5. Recolección manual de insectos.....	26
Figura 6. Trampa pitfalls con atrayentes.....	27
Figura 7. Instalación de trampas pitfalls.....	28
Figura 8. Red entomológica.....	29
Figura 9. Prensado del material vegetal.....	33
Figura 10. Curva de distribución de abundancia de especies de plantas en los invernaderos del ISER, Norte de Santander.....	39
Figura 11. Curva de completitud del muestreo de especies de plantas.....	41
Figura 12. Perfiles de diversidad para especies de plantas.....	44
Figura 13. Análisis de clúster de las parcelas en los invernaderos del ISER, Pamplona.....	45
Figura 14. Dendrogramas obtenidos a partir de índice de Jaccard por parcelas en los invernaderos del ISER, Norte de Santander.....	45
Figura 15. Dendrogramas obtenidos a partir del índice de Morisita-Horn.....	48

Figura 16. Familias de insectos recolectados por trampas pitfalls y método manual, en el ISER.....	51
Figura 17. Curva de completitud de muestreo de insectos.....	54
Figura 18. Perfiles de diversidad para familias de insectos.....	57
Figura 19. Curva de distribución de abundancia de familias en los invernaderos del ISER, Norte de Santander.....	58
Figura 20. Dendrograma de similaridad entre unidades de muestreo con base en el índice de Morisita-Horn.....	59
Figura 21. Dendrograma de similaridad entre unidades de muestreo con base en el índice de Jaccard.....	61

Resumen

Las interacciones biológicas entre organismos o individuos son vitales para el medio ambiente, lo que permiten un flujo de energía y materia constante, pues no existen organismos totalmente aislados de su entorno. Dichas asociaciones pueden ocurrir entre plantas y otras especies de plantas o entre plantas y grupos de organismos de otros reinos como hongos, bacterias, animales, entre los que se destacan las interacciones con insectos, generando consigo ventajas o desventajas en los cultivos dependiendo en el contexto en el que ocurra. Estas interacciones son motivadas principalmente a partir de la necesidad para obtención de recursos alimenticios o simplemente para sobrevivir en un ambiente. A nivel nacional y regional, no se encuentra registro de estudios realizados en espacios controlados como lo son los invernaderos, en los que haya presencia de cultivos de *Solanum quitoense* Lam. y *Solanum betaceum* Cav., por tal motivo, se hace necesario caracterizar la riqueza vegetal y de insectos, y así entender los patrones de coexistencia, diversidad y distribución de las especies que se encuentran en el invernadero del ISER. Para ello, se realizó colecta, identificación y preservaciones de material vegetal y de entomofauna presente en los cultivos en estudio. A través de los análisis de correlación y las comparaciones florística y faunística (modelos de regresión, índices de riqueza, diversidad de Simpson, de similaridad de Morisita y de Jaccard, además, de curvas de interpolación-extrapolación) se obtuvo que estos invernaderos presentes en el ISER, Pamplona exhiben un alto nivel de riqueza de plantas e insectos y así mismo, esos presentan una asociación positiva (obtenido mediante correlación de Pearson) que mantiene el equilibrio ecológico de estos lugares. Además, se obtuvo una caracterización preliminar tanto de plantas e insectos que podría servir para investigaciones futuras.

Descriptores/Palabras claves: Agroecosistema, interacciones biológicas, cultivos, ecosistema, invernadero, equilibrio ecológico.

Abstract

Biological interactions between organisms or individuals are vital to the environment, allowing a constant flow of energy and matter, since there are no organisms totally isolated from their environment. Said associations can occur between plants and other plant species or between plants and groups of organisms from other kingdoms such as fungi, bacteria, animals, among which interactions with insects stand out, generating advantages or disadvantages in crops depending on the context. in the occur. These interactions are motivated mainly from the need to obtain food resources or simply to survive in an environment. At the national and regional level, there is no record of studies carried out in controlled spaces such as greenhouses, in which there is a presence of *Solanum quitoense* Lam crops. and *Solanum betaceum* Cav., for this reason, it is necessary to characterize the plant and insect richness, and thus understand the patterns of coexistence, diversity and distribution of the species found in the ISER greenhouse. For this, a collection, identification and preservation of plant material and entomofauna present in the crops under study were carried out. Through correlation analysis and floristic and fauna comparisons (regression models, richness indices, Simpson diversity, Morisita and Jaccard similarity, as well as interpolation-extrapolation curves) it was obtained that these greenhouses present in the ISER, Pamplona exhibit a high level of richness of plants and insects and likewise, they present a positive association (obtained by Pearson's correlation) that maintains the ecological balance of these places. In addition, a preliminary characterization of both plants and insects was obtained that could be used for future research.

1. Planteamiento del problema y justificación

En la situación actual de necesidades alimenticias, la producción agrícola debería aumentar entre un 50% y un 80% para alimentar a toda la humanidad (Bruni, 2021). Para ello, se están produciendo variaciones constantes en el uso del suelo, el desarrollo y la vigilancia minuciosa de prácticas que emanen programas para la creación y expansión de espacios que satisfagan estas necesidades humanas (Ramírez et al., 2018).

La caracterización de los elementos de un sistema (el manejo, la calidad del suelo, la diversidad y la riqueza de animales/plantas) debe apoyarse en un grupo de variables que capturen la complejidad del agroecosistema lo cual es singularmente notorio en escenarios controlados (Teixeira et al., 2021). Por otra parte, la riqueza y la diversidad son responsables de garantizar el equilibrio de los ecosistemas en todo el mundo. Estos ambientes no son estáticos, sino dinámicos, son sistemas que están en constante evolución en cada especie y en cada organismo individual, es decir, comprender las interacciones biológicas que ocurren en estos espacios es comprender el correcto funcionamiento del sistema, además, de proporcionar información que promueva la eficiencia de cultivos que se encuentran en condiciones controladas (Saldaña, 2013; Bedoya et al., 2017).

Esta situación compromete seriamente la sostenibilidad de esta agricultura, evidencia una necesidad cada vez más urgente de desarrollar estrategias donde se considere un mejor control en los cultivos de invernadero y así propiciar una producción ecológica integrada (Segura et al., 2006).

Los cultivos de *Solanum quitoense* (Lamarck) y *Solanum betaceum* (Cavanilles) ubicados dentro de los invernaderos del ISER, con aproximadamente dos años de estar plantados allí, presentan un manejo con poco control de especies de plantas competidoras (arvenses) y de otros

organismos considerados plagas mediante el uso de agroquímicos lo que ha llamado la atención que estos cultivos actualmente se encuentran con frutos maduros, que al observarlos no cuentan con daño alguno. Es decir, estos cultivos crecen y se desarrollan en un ambiente ecológico sin el uso de ningún compuesto químico, para el control de arvenses y de insectos plaga lo que lleva a considerarlos vulnerables o afectados por el ataque de fitopatógenos (hongos y bacterias). Sin embargo, en este sistema se asume la presencia de controladores biológicos permitiendo, debido a que presentan un desarrollo sano de los frutos, sin tipo de lesión alguna.

Los invertebrados, en especial los insectos conforman un fragmento crucial de la diversidad biológica, ya que se estima que de cada diez seres vivos más de cinco son insectos. Asimismo, contribuyen a un sin número de procesos ecológicos como lo son el ciclado de nutrientes, la polinización, la fertilización del suelo, entre otros. (Márquez, 2005). Además, de su pequeño tamaño, estos organismos constituyen un componente importante en agroecosistemas como los cafetales, donde muchos actúan como controladores biológicos (Mera et al., 2010). Entonces, los insectos contribuyen sustancialmente al equilibrio ecológico, pero también constituyen una fuente de alimento para el hombre, e igualmente para diferentes especies de animales silvestres, esto se debe al alto contenido de calorías y nutrientes que en portan (Costa & Ramos, 2006).

Las plantas por otro lado, ofrecen una serie de servicios ecosistémicos, empezando desde la producción de oxígeno, vital para el ser humano. Estas con el paso de los años, han ajustado su maquinaria, para realizar diversas adaptaciones químicas (Granados-Sánchez et al., 2008) y así aprovechar y eliminar enemigos naturales que les causen daño.

La implementación de invernaderos representa amplias ventajas sobre la producción a campo abierto, aunque el sistema de producción de tomate de árbol y lulo bajo condiciones

protegidas es relativamente nuevo en el país. Se ha comprobado tras mucho tiempo de estudio que los rendimientos por unidad de superficie de un cultivo se ven aumentados de 2 a 3 veces lo que genera un impacto en el incremento en el área productiva, la rentabilidad y calidad del producto (Jaramillo et al., 2006).

Actualmente, además del tomate también es muy común cultivar bajo invernadero pepinos, melones, aromáticas, flores y fresas entre otros. En Colombia se han hecho ensayos preliminares con buenos resultados en lulo y las interacciones que ocurren dentro de estos espacios (Torres & Flórez, 2008).

Dada la relación existente entre plantas, suelo, microorganismos y medio ambiente, la complejidad dinámica del suelo implica factores físicos, químicos y biológicos en la red de interacción, que pueden efectuar la transferencia de energía, el ciclo de materiales y nutrientes y la transferencia de información. Estos factores interactúan en diferentes niveles de la organización y siempre interactúan de formas complejas, por lo que las prácticas de manejo agrícola trastocan el equilibrio natural del ecosistema y afectan la estructura y función del suelo en el corto, mediano y largo plazo (Castro et al., 2015).

Las interacciones biológicas que se dan entre los organismos, ha sido altamente estudiadas desde hace varios años, singularmente con aquellos que les genere cierto grado de beneficio (Ortiz et al., 2018). Desde esta perspectiva, estas asociaciones surgen como una necesidad de sobrevivir o simplemente para la obtención de nutrientes, estas relaciones están dadas entre individuos de la misma especie o con diferentes especies, lo cual contribuyen al aumento de la productividad en los ecosistemas.

Existen procesos determinantes para obtener cultivos con atributos excepcionales, desde la ubicación de la plantación, la selección de una semilla óptima, el control y mantenimiento de

plagas, al mismo tiempo que un eficiente uso de provisiones garantizarán la calidad y el rendimiento de los cultivos tanto de lulo como de tomate de árbol, que a su vez se verán reflejados en la producción de botones florales, flores y frutos (Gómez-Merino et al., 2018; Mora & Rojas, 2017).

Los agroecosistemas tradicionales y en especial aquellos que se encuentran bajo condiciones controladas, son depósitos de la diversidad de cultivos o el lugar donde se fomentó la diversidad de cultivos existente. Por lo tanto, investigar dentro de estos cultivos las especies que habitan y allí interactúan es vital para entender las dinámicas que se manejen (Achtak et al., 2010), ya que existen grupos de plantas que ejercen control sobre la germinación y desarrollo de otras plantas o generan sustancias que contribuyen con el control tanto de animales o de hongos y bacterias o favoreciendo la proliferación de organismos benéficos que mantienen el ecosistema en un estado de salud muy alto, lo que permite que estos cultivos no se puedan ver afectados por el ataque de plagas y enfermedades de ahí la importancia de caracterizar la diversidad tanto de plantas como de insectos como referentes para determinar las relaciones biológica que puedan ocurrir dentro de estos lugares.

2. Marco teórico y estado del arte

En ecología, los ecosistemas son la base funcional. Sin embargo, para entender el funcionamiento de este, se hace necesario comprender los factores y la estructura de las comunidades influyen en ellas (Fernández, 2018). Un ecosistema es cualquier área geográfica que incluye todos los organismos y partes no vivas de su entorno físico.

El desarrollo de agroecosistemas tiene la posibilidad de proveer diversos servicios ecosistémicos y minimizar la demanda de insumos externos necesarios para fomentar las prácticas asociadas al funcionamiento que tienen que impulsar procesos ecológicos para mejorar la calidad del suelo y la productividad de los cultivos. La adopción de prácticas agroecológicas muestra que pueden proporcionar una mejor resiliencia, seguridad alimentaria, calidad del suelo, y calidad del hábitat para la biodiversidad (Teixeira et al., 2021).

Por otra parte, las interacciones biológicas terrestres son mecanismos de estrategias y comunicación que permiten que organismos que conviven allí se beneficien unos a otros. Las señales visuales, de audición, tácticas, olfativas, señales químicas, entre otras, median las interacciones tanto a nivel interespecíficas como intraespecíficas. Todas estas estrategias mencionadas, alcanzadas a lo largo de toda evolución ofrecen a los individuos u organismos presentes en los ecosistemas la capacidad de sobrevivir (Gutiérrez, 2010).

En este ámbito, donde los insectos, los cultivos y la intervención humana coexisten fijan una variedad de interacciones bióticas, en las que deben existir una vigilancia en la dinámica existente entre estas comunidades, es decir, la comprensión, el hallazgo y el listado de las especies que habiten en los ecosistemas son fundamentales, además, de bioindicadores para explicar aspectos funcionales de un ecosistema (Vargas et al., 2017). Intentar reconocer las especies que residen en un espacio, es una tarea costosa por todo aquello que implica. Para este

caso, los inventarios de especies resultan ser la mejor opción para conocer poblaciones que habitan un sitio.

El estudio de diversidad y abundancia de insectos y de flora existente en un ecosistema, es fundamental para poder subestimar los efectos perjudiciales, aprovechar y potencializar los benéficos de tal forma que propiciemos lugares con características sanas y que puedan ser reproducibles en otros ambientes (Zumbado & Azofeifa, 2018).

Las plantas son organismos que contienen compuestos llamados metabolitos secundarios, nombrados así, porque no cumplen un papel en las vías biosintéticas o catabolitos primarios. Estos compuestos influyen drásticamente en las interacciones biológicas como lo son la protección frente a plagas, alelopatía, asociaciones simbióticas, entre otras. La producción de estos compuestos tiene finalidad principalmente como comunicación y defensa entre especies, ya sea planta/ insectos o planta/planta (Blanco, 2006; Granados-Sánchez et al., 2008).

Si nos referimos a insectos, estos enlazan innumerables relaciones entre organismo desde el control de plagas, la depredación hasta la polinización. Sin embargo, también influyen con consecuencias indirectas en las relaciones competitivas entre plantas, en el ciclado de nutrientes y de carbono (Forister et al., 2019; Zou et al, 2012). Esto y muchos más aspectos generan que los insectos sean uno de los grupos biológicos con mayor éxito evolutivo, los cuales se ven reflejados en la de heterogeneidad en las posiciones funcionales que ocupan y la variedad de nichos que habitan (Guzmán-Mendoza et al., 2016; Moczek, 2010). Existen taxones de estos, que se usan, además, como indicadores ambientales, de cambio climático, para distinguir algún paisaje, entre otros (Zou et al, 2012).

2.1. *Solanum quitoense* Lam.

Solanum quitoense Lam., es una especie de lulo, oriundo de los bosques húmedos de la cordillera de los andes, que se cultiva aproximadamente entre 1500 y 2500 msnm, especialmente en Ecuador y Colombia. Por la peculiaridad, apariencia y valor nutricional que esta especie presenta, se ha logrado extender hasta en el centro y sur del continente americano (Gómez-Merino et al., 2018; Chávez et al., 2002). Es una planta que alcanza aproximadamente los 3 m de altura. Tiene tallos robustos que se vuelven quebradizos y leñosos con el tiempo. Las hojas son verdes en la superficie adaxial, tienen venación purpura y son densamente pubescentes (Ramírez, 2020). Su fruto llamativo con cubierta pilosa urticante, de 2 a 6 cm de diámetro aproximadamente, pulpa jugosa verde y una cobertura amarilla- naranja (Acosta et al., 2009; González, 2012). Esta planta exhibe rangos óptimos de temperaturas de 15 a 24 °C, con un óptimo de 20 °C. Para su mejor desarrollo requiere suelos ligeramente ácidos (pH entre 5.5 y 6.0) (Gómez-Merino et al., 2014).

Su periodo vegetativo con la producción de iniciación que comprende alrededor de 6 a 8 meses posterior al trasplante, éste alcanza su producción después de aproximadamente el año de edad. Se estima que el periodo de cosecha varía entre los 6 meses dependiendo de las condiciones ambientales del terreno donde se encuentren los cultivos, la vida económica de *S. quitoense* puede presentar longevidad de 2 hasta 5 años (Ante, 2009).

Entre los años 1990 y 2000, la producción nacional de *S. quitoense*, aumentó significativamente, pasando de 25.259 a 37.314 toneladas (Torres, s.f.). Para el año 2006, la Corporación Colombia Internacional calculó que en Colombia se siembran cerca de 5.750 has.

Según el DANE, en el año 2004, los cultivos del lulo fueron considerados como una fruta agroindustrial promisoría, esto se debe principalmente a su alto valor nutricional y a sus propiedades antioxidantes y medicinales (Cruz et al., 2007).

Para Vázquez, (2012) estas solanáceas, prosperan en ecosistemas abiertos, especialmente aquellos lugares sombreados, frescos y con una alta humedad (áreas de las partes bajas de bosques primarios y sotobosques). Además, esta planta es considerada autógama, y con poca variabilidad en sus rasgos fisiológicos, organolépticos y morfológicos. Los cultivos de *S. quitoense* presentan un mercado agroindustrial prometedor, ya que, en el año 2010, el Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural Colombiano informó sobre un total de 59.091 toneladas producidas y más de 7.040 hectáreas sembradas de lulo, con un rendimiento aproximado de 8.4 T/Ha (ICA, 2011). El último reporte expuesto por AGRONET para el año 2018, específicamente para el departamento de Norte de Santander aseguran haber tenido un total de 3,422.90 toneladas producidas de lulo, además, se calculó un rendimiento de 12.19% por hectárea. Esto indica un crecimiento exponencial que ha tenido los cultivos de lulo en los últimos años.

Los cultivos de lulo, suelen ser susceptibles a plagas y a agentes patógenos (hongos, patógenos y virus) que causan variedad de enfermedades. Los problemas para estos cultivos pueden variar dependiendo del agente causal, donde puede verse afectado cualquier órgano de la planta. Por ejemplo, el perforador de los frutos, su larva (*Neoleucinodes elegantales* Guené) penetra el fruto para la continuación de su ciclo biológico. También están, un coleóptero que causa la caída de la flor del lulo (*Anthonomus* sp.), otros como gorgojo del tallo o picudo (*Faustinus* sp.) que penetra los tallos y las ramas hasta llegar al sistema vascular y la mosca de los frutos (*Anastrepha* sp.) El adulto pone el huevo en la epidermis del fruto, las larvas eclosionan, y se alimenta de la pulpa del fruto. También existen hongos que causan

enfermedades en este cultivo como lo es Antracnosis del fruto, favorecida por la alta humedad y su agente causal es *Colletotrichum gloesporioides* Penz.

Otros hongos que favorecen las enfermedades son: *Sclerotium rolfsii* Sacc. causante de la pudrición del tallo, *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. que puede llegar a matar toda la planta y *Phytophthora infestans* Mont, que genera manchas necróticas. Dentro de estos cultivos existen presencia de nematodos especialmente *Meloidogine* sp. que ataca las raíces y dificulta la absorción de agua y nutrientes (Galvis & Herrera, s.f; ICA, 2011).

2.2. *Solanum betaceum* Cav.

El tomate de árbol, es un cultivo preferentemente de clima sub-tropical, con rangos latitudinales de floración de 1520 hasta 3000 msnm siendo su nicho ecológico la cordillera de Los Andes, prospera en ambientes con temperaturas que oscilan entre los 12 y 20° C. y con precipitaciones de 1500 y 2000 mm (Lucas et al., 2010; Torres & Flórez, 2008). Esta planta de la familia Solanácea para su crecimiento, desarrollo y fructificación requiere un pH del suelo entre 5.0 y 6.5, además, de un suelo franco-arenoso, rico en materia orgánica y con buen sistema de drenaje y aireación (Corpoica, 2008). Esta planta puede llegar a medir de 2-4 metros de altura aproximadamente, sus hojas son grandes (30 a 40 cm de largo y 20 a 35 cm de ancho), ampliamente cordadas, perennes, alternas, pubescentes en ambos lados y con un olor almizclado, las flores nacen sobre inflorescencias, tienen corola rosa-blanca (Kallarackal & Ramírez, 2019). Su baya, de forma ovoidal, con cascara lisa, brillante y gruesa, con cáliz cónico puede presentar variaciones en su color fluctuando de tonos rojos naranjas y amarillos según la variedad. Se estima que en su interior se encuentran alrededor de entre 200 y 400 semillas pequeñas de forma circular y plana (Torres & Flórez, 2008; Lucas et al., 2010).

El tomate de árbol, a nivel de Suramérica, se produce especialmente en países como Colombia y Ecuador, siendo el primero el mayor productor de la región. En Colombia se siembran aproximadamente 9223 hectáreas de tomate de árbol distribuidas en diferentes departamentos (Antioquia, Caldas, Boyacá, Cundinamarca, Boyacá, Cauca y Nariño). Según la Cámara de Comercio de Bogotá en 2013 se produjeron 161.748 toneladas de este fruto, principalmente en Antioquia (82.391 toneladas) (Cámara de Comercio Bogotá, 2015). Para el año 2018, AGRONET, reporta para el departamento de Norte de Santander, una producción total de 2,369.50 toneladas por años, una de las cifras más altas en los últimos años.

Según investigaciones recientes, los cultivos de tomate de árbol presentes en Ecuador y Colombia, se distinguen por la gran heterogeneidad en tamaños y formas de los frutos, basado por las mezclas e hibridaciones del material genético producido a lo largo del tiempo. Además de estas características, posee cualidades nutricionales como su alto contenido de vitaminas a y c, contenido de fibra y reducción en los valores del colesterol (Lucas et al., 2010).

Su ciclo reproductivo consta de 3 fases: fase vegetativa: desde el trasplante hasta la floración (6 -8 meses); fase reproductiva: comprende la floración hasta el inicio de fructificación (7-14 meses); fase productiva: es la última fase que inicia desde la floración hasta la obtención del producto de la planta (17-44 meses), la formación de la fruta oscila entre 21 a 28 semanas, la fase reproductiva y productiva se desarrollan simultáneamente (Kallarackal & Ramírez, 2019).

En cuanto a enfermedades que pueden desarrollar los cultivos de *S. betaceum*, encontramos aquellas asociadas principalmente a nematodos (*Meloidogyne incógnita* Treub.), pues ataca las raíces generando un problema e impidiendo la absorción de agua y nutrientes. Por otro lado, tenemos enfermedades bacterianas causadas por *Pseudomonas solanacerum* Smith., que marchita progresivamente la copa de la planta. Existen diferentes virus y hongos que causan

lesiones, dañan el fruto y pueden llegar a causar la muerte. *Oidium* sp. causante de la enfermedad de la cenicilla, moho blanco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.), phoma enfermedad fúngica provocada por *Leptosphaeria maculans* (Sowerby). Por último, también, existen virus que alteran e incluyen en la deformación de las hojas mosaico, engrosamiento de venas y presencia de ampolla (Reina, 1998; Revelo et al, 2008; Bernal et al, 2000).

Estudiar la diversidad de un lugar, brinda información útil del estado actual de un hábitat, pues permite conocer de manera directa y da una explicación lógica y razonable de lo que sucede en dicho lugar. El uso de herramientas software en la actualidad, propicia esta información al utilizar algoritmos para la construcción de información en la que se ven reflejadas variables de importancia ecológica. iNEXT y Past por ejemplo. El primero, entre otras cosas, proporciona la completitud del muestreo basándose en las especies con una y dos muestras y en total de individuos (Gaviria-Ortiz & Henao-B, 2014). Además, permite estimar diversidades esperadas a partir de abundancias. Permiten obtener ordenes de diversidad de ${}^{\circ}D$ (orden cero), 1D (diversidad alfa) y 2D (diversidad beta). La diversidad de ${}^{\circ}D$ calcula la riqueza de las especies, 1D que se calcula con base al índice de Shannon y estima la especie más común del muestreo y por el ultimo, 2D que expone la especie más abundante y excluye las más raras. Otra ventaja de iNEXT, es que, con base a las riquezas obtenidas de los muestreos, expone curvas de completitud y esfuerzos de muestreos (Chao, A. & Jost, L. 2012). En el caso de PAST, software de fácil manejo que permite realizar análisis de similitud por medio de índices de Jaccard, Morisita y Bray principalmente (Rico-Sánchez et al, 2014). Estos, arrojan dendrogramas que funciona en base de algoritmos en el que calcula la distancia de los atributos estudiados. El índice de Simpson, es método esencial para la estimación, permite evaluar aspectos de diversidad biológica con base al número de especies y su abundancia relativa (López et al, 2017).

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Comparar la diversidad de plantas y de insectos asociados a los cultivos ecológicos de *Solanum quitoense* (lulo) y *Solanum betaceum* (tomate de árbol) en invernaderos del ISER, Pamplona-Colombia.

3.2. Objetivos Específicos

- Establecer la biota vegetal presente en los cultivos ecológicos de los invernaderos del ISER, Pamplona- Norte de Santander.
- Determinar la diversidad de plantas presentes en los cultivos ecológicos de *S. quitoense* (lulo) y *S. betaceum* (tomate de árbol) en invernaderos del ISER, Pamplona-Norte de Santander.
- Correlacionar la diversidad de insectos y plantas asociados a los cultivos de *S. quitoense* (lulo) y *S. betaceum* (tomate de árbol) ISER, Pamplona-Colombia.

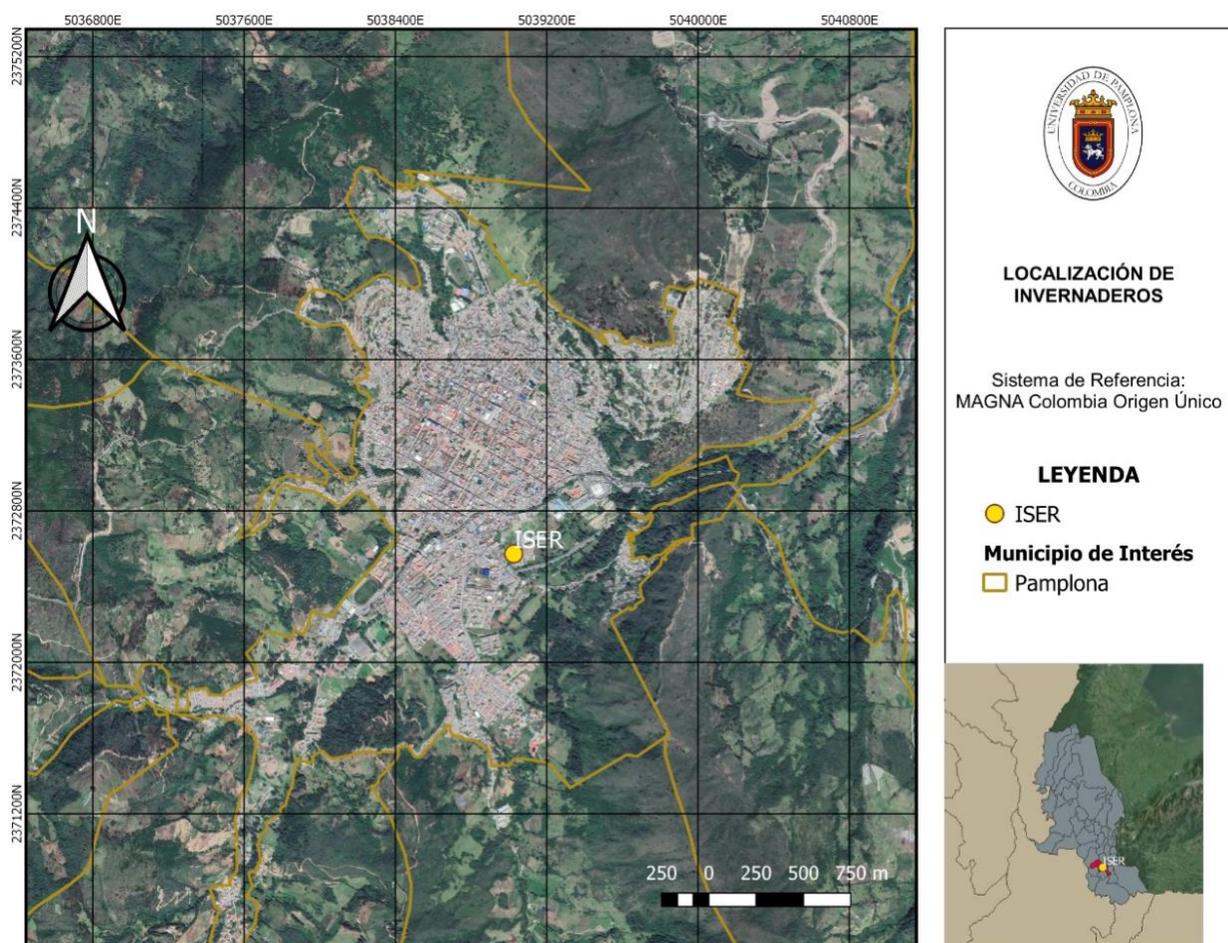
4. Metodología

4.1. Área de estudio

Este estudio se realizó en el Instituto Superior de Educación Rural (ISER), ubicado en zona urbana del municipio de Pamplona, Norte de Santander, con coordenadas $7^{\circ}22'34''N$ $72^{\circ}38'54''O$ (Figura 1).

Figura 1.

Mapa satelital del municipio de Pamplona e ISER, Norte de Santander- Colombia.



El ISER cuenta con una serie de invernaderos (de tipo plásticos) donde se hallan cultivos de lulo (*S. quitoense*) y tomate de árbol (*S. betaceum*) de 2 años aproximadamente (Figura 2), los cuales prosperan en un ambiente ecológico sin la añadidura de productos químicos que combatan animales/ plantas que alteren de alguna manera estos cultivos.

Los invernaderos donde se ejecutó este proyecto son dos: el primero de ellos cuenta con un área total de 672 m² el otro, que para este estudio nos referimos a invernadero dos, presenta una extensión total de 480m² (figura 3). En estos lugares, a través de premuestreos se halló la presencia de plantas aromáticas, insectos e invertebrados principalmente.

Figura 2.

Cultivos de lulo (*S. quitoense*) y tomate de árbol (*S. betaceum*) ISER, Pamplona.



Nota: (Yepes, 2021)

Figura 3.

Invernadero presente en el ISER, Pamplona- Norte de Santander.



Nota: (Yepes, 2021)

4.2. Fase de Campo

4.2.1. Colecta y conservación de material vegetal

Para la recolección del material vegetal de los dos invernaderos del ISER, se llevó a cabo en los meses de junio y octubre del año en curso, y esta recolección se realizó de la siguiente manera: Plantas con una altura mayor de 40 centímetros: se cortó con tijeras de podar 3 ramas de la parte inferior y 3 ramas de la parte posterior de la planta. Para plantas con una altura menor de 40 centímetros: se tomó la planta completa, incluyendo su tallo y a éste se le retiró cuidadosamente la tierra que contenía.

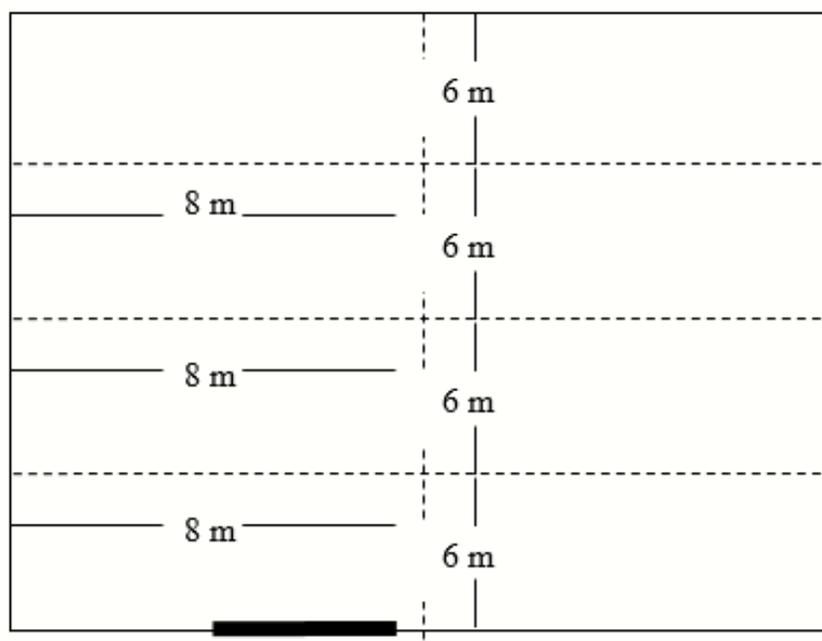
Cada uno de los individuos recolectados o parte de la misma planta, fueron guardados en bolsas de papel, rotulados con los datos como lo son: método de colecta, fecha, hora, según su tamaño y la rigidez de su tallo, si arbusto o árbol, nombre común, además, a cada ejemplar recolectado se le asignó un número de recolecta. Se seleccionaron ejemplares que representen el intervalo de variación, pero también ejemplares atípicos, es decir, la recolección fue al azar en los dos invernaderos (Galindo, 2005; Machado et al., 2015 & Sánchez-González & González,

2017;). Durante 4 meses posteriores a la fecha, se realizó recorrido de la zona para recolectar ejemplares que lograrán florecer y que en muestreos iniciales no disponían de estas estructuras para verificar su identificación taxonómica.

Los diferentes tipos de comunidades de plantas requieren diferentes tamaños de unidades de muestra. Para esto, se requirió hacer 8 parcelas de 6 m x 8 m en cada uno de los invernaderos (Figura 4). En comunidades con predominio de pequeñas plantas, elevada densidad de individuos o gran diversidad de especies, es usualmente aconsejable utilizar tamaños pequeños. El uso de parcelas permitió contar las plantas cuando crecen individualmente y estimar así la cobertura para las de crecimiento agrupado densamente (Barbour et al., 1987; González- Oliva et al., 2017).

Figura 4.

Demarcación de parcelas en el invernadero del ISER-Pamplona.



Nota: Demarcación de las 8 parcelas en el invernadero del ISER, con medias aproximadas de 6m x 8m cada una.

4.2.2. Colecta y preservación de insectos

Se realizó un muestreo directo manual en el mes de agosto del año 2021, consistió en la búsqueda manual de insectos dentro de los invernaderos, en hojarasca, cortezas de arbustos, ramas, hojas, flores y frutos (figura 5) (Villareal et al., 2004); la ventaja de utilizar este muestreo es que nos permitió encontrar especies que escapan a otros métodos de muestreo y permitió establecer una relación directa entre insectos-planta (Barbalat, 1995). Además, de ello se implementaron trampas de caída con atrayente en puntos estratégicos y redes entomológicas.

Figura 5.

Recolecta manual de insectos.



Nota: Muestro directo manual para la recolección de insectos que no son atrapados mediante trampas. Tomado y adaptado de: (González-Obando et al., 2011)

4.2.2.1. *Trampas de caída con atrayentes*

Este tipo de trampa se caracteriza por su fácil manejo y simplicidad. Se tomaron 11 frascos plásticos y se pusieron de la siguiente manera en el suelo: en el invernadero de 480 m² se distribuirán alrededor de 6 trampas pitfalls, cada una de ellas estuvo ubicada aproximadamente cada 6 metros de distancia entre ellas, en cuanto al invernadero con un área total de 672 m², se dispuso de 8 trampas pitfalls, que fueron puesta cada 8 metros entre ellas. Estos frascos con capacidad de (600 ml), en el fondo contaron jabón en polvo y agua (Cruz et al., 2017). En la parte abierta del frasco y con ayuda de un alambre delgado dulce, se dispuso de una copa plástica donde contenía el cebo (coprocebo y fruta fermentada), esto con el fin de atraer los organismos y que estos cayeran dentro del frasco (figura 6) (Solís, s.f). Cada una de las trampas pitfalls con su respectivo cebo fueron enterradas a ras del piso con el fin que los insectos caminaran sobre este y seguidamente cayeran al agua jabonosa (figura 7).

Figura 6.

Trampa pitfalls con atrayentes.



Nota: Trampa de caída para captura de insectos. (Tomado: Yepes, 2021)

Figura 7.

Instalación de trampas pitfalls



Nota: Trampa de caída para captura de insectos. (Tomado: Yepes, 2021)

6.2.2.2 Red entomológica

La red entomológica o jama, con dimensiones aproximadas de 55 cm de diámetro, es utilizada principalmente para capturar insectos voladores o que se encuentre encima de la vegetación (figura 8). Con esta, se realizó un recorrido por los 2 invernaderos del ISER y por las zonas cercanas a esté, moviendo en zig-zag la red. Después de capturados los organismos fueron sacrificados de tal forma que no sufran. El método más eficaz para insectos voladores, es la presión digital en el tórax, más exactamente se le realizó presión entre el meso y meta tórax. Para otros tipos de insectos se situaron en una cámara letal, que consiste básicamente en un frasco que contiene cetona y algodón. Estos insectos recolectados, fueron transportados en una cama de

algodón, con el fin de generar un menor impacto en las estructuras morfológicas de los insectos (Andrade-C et al., 2013; Márquez, 2005).

Figura 8.

Red entomológica



Nota: (Yepes, 2021).

6.3. Fase de laboratorio

6.3.1 Procesamiento del material vegetal recolectado

Posteriormente a la recolección de las muestras, se llevaron al laboratorio de recursos naturales de la Universidad de Pamplona con el fin de prensar las plantas. Seguidamente, a esto se llevaron al horno por alrededor de 48 horas a 60° C. con el fin de secarlas rápido, para prevenir infecciones por hongos, lo que alterarían significativamente la calidad de los ejemplares (Sánchez-González & González, 2017).

Figura 9.

Prensado del material vegetal



Nota: (Yepes, 2021).

6.3.1.1 Prensado de plantas superiores a 40 centímetros

El montaje se realizó mediante papel periódico y consistió básicamente en sacar cada individuo de la bolsa de papel y colocarlo en esté, de tal forma que ni el periódico ni la planta queden arrugados, si es necesario se recortarán algunas partes de la planta si está muy frondosa, con el fin de que no se saliera del periódico (figura 8).

6.3.1.2 Prensado de plantas menores a 40 centímetros, frutos, flores o semillas

Para este tipo de ejemplares, se realizó el mismo tipo de prensado anteriormente mencionado, pero también se realizó sobres en papel pergamino para guardarlos si los ejemplares eran pequeños, esto con el fin de que no se perdieran.

Cada ejemplar prensado se rotuló con los datos correspondientes descritos en la bolsa de papel, se apilaron y se les colocó un cartón tanto al inicio como al final de la pila (Sánchez-

González & González, 2017; Galindo, 2005). Por último, estas se amarraron con pita o cabuya y fueron transportados al horno para el posterior secado.

Los ejemplares fueron dejados en el horno del laboratorio de Recursos Naturales por 48 horas a 60° C., y fueron retirados para su respectiva identificación.

6.3.2 Procesamiento de insectos recolectados

Después de haber recolectado los insectos de las diferentes trampas puestas en los invernaderos del ISER, se llevaron al laboratorio de Entomología de la Universidad de Pamplona, con el fin de realizar los respectivos montajes y métodos de preservación de los especímenes, y así realizar la identificación taxonómica.

6.3.2.1 Técnica de preservación / montaje insectos de cuerpo blando:

Los insectos se sacaron de forma manual, con ayuda de pinzas y/o pinceles de los frascos plásticos, los cuales contenían alcohol al 70%. Los organismos de cuerpos blandos se dispusieron en otros frascos plásticos con tapa para su conservación. Estos contenían líquido de pampel, el cual se preparó con 27 partes alcohol etílico con una concentración de 96%, 11 partes de formol al 5%, 7 partes de ácido acético glacial y 55 partes de agua destilada, esta solución funciona como fijador y preservador de estos organismos (Moron & Terrón, 1988; Gómez & Jones, 2002).

6.3.2.2 Técnica de preservación / montaje en seco:

Para organismos de cuerpo duro como son los insectos se separaron por morfotipo y se montaron en alfileres entomológicos del orden ortópteros, coleópteros y hemípteros (Cabrera-Dávila, 2012; Moron & Terrón, 1988) y por último, se agregaron alfileres alrededor de esté para

que las estructuras morfológicas queden en posición. Se dejaron así por un tiempo de 3 días, hasta que estos se secarán, luego se les retiro todos aquellos materiales, se procedió a identificar cada uno de los ejemplares recolectados, y se guardaron en una caja entomológica (figura 9) (Gómez & Jones, 2002; Andrade-C et al., 2013).

Para terminar, se identificaron cada uno de los organismo encontrados, donde se utilizaron claves visuales y dicotómicas basadas en Borror,D.J., Triplehorn,C.A , Johnson, N.F.1989, 'An introduction to the study of insects' 6ª ed., así mismo, la guía básica de insectos de Colombia, por Marta Wolff Echeverri como guías para la clasificación de los especímenes (insectos) encontrados a un rango taxonómico hasta familia.

Para el caso de identificación de plantas se utilizó Ville de Genève (Suiza) y Missouri Botanical Garden, Saint- Louis, MO (USA), Guía para la identificación de familias de plantas con semillas (Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana y Jardín Botánico de Holguín), además, se utilizó buscadores online que se encontraban en páginas presentes en diferentes sitios web tanto para plantas (Universidad Nacional de Colombia- biovirtual) como para insectos (catálogos de insectos de la colección del Centro de entomología GBIF, catálogo de insectos, repositorio Universidad Nacional).

Análisis de datos

El uso de softwares (SPSS, R, y PAST) permitieron un análisis estadístico de los datos obtenidos en este estudio, pues comprendieron procedimientos que se ven reflejados a través de gráficos, y estos a su vez tendrán la capacidad de explicar matemáticamente que pasa dentro de

estos invernaderos. El uso de estos programas, busca darles robustez a los resultados obtenidos de los diferentes tipos de muestreo.

Para realizar estos análisis estadísticos (comparar y correlacionar) a partir de los datos obtenidos de estos programas, se realizarán pruebas como:

- Índice de riqueza (s).
- Índice de diversidad (diversidad alfa y diversidad beta).

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

donde:
 S = número de especies
 N = número total de individuos

- Índice de diversidad de Simpson (Moreno, 2001).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde:
 p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Por un lado, la riqueza de especies se utilizó como una medida de diversidad y la abundancia, se consideró como el número total de individuos registrados para este estudio. Es decir, a raíz de esto, se estableció una clasificación según la cantidad de individuos y familias encontradas dentro de los invernaderos del ISER.

Nivel Rango Clasificación:

- ✓ I 1-20 Escasa
- ✓ II 21-40 Ocasional

- ✓ III 41-60 Poco abundante
- ✓ IV 61-80 Abundante
- ✓ V 81-100 o más Muy abundante (Duarte *et al.*, 2020).

Además, se realizó comparación de la composición florística y faunística con base en dendrogramas obtenidos a partir de índices de similaridad de Morisita-Horn y de Jaccard. Estos índices, permiten comparar la similitud en composición taxonómica entre las diferentes comunidades de muestreo y gradiente de riqueza. Este primer índice calcula con base en datos cuantitativos y Jaccard, utiliza datos cualitativos, es decir, comparó parcelas de acuerdo a presencia o ausencia de familias/ especies (Polo, 2008). Por último, se estimó la eficiencia del muestreo mediante las curvas de interpolación- extrapolación tanto para la parte vegetal como la de insectos presentes en los invernaderos.

5. Resultados

Composición del material vegetal presentes en los invernaderos del ISER.

De acuerdo con los muestreos realizados del material vegetal en los invernaderos del ISER, y posterior a su procesamiento se encontró un total de 652 individuos, distribuidos en 18 órdenes, 20 familias, 29 especies y 28 especies. En cuanto a especies, se encontró que el que presenta mayor cantidad de individuos es *Holcus lanatus* L. con aproximadamente un 28%, seguido de *Oxalis filiformis* L. con 14% y la especie *Solanum quitoense* Lam. con un 9%. Las especies menos representativas en los invernaderos fueron: *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., *Vitis vinífera* L., *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill. con un 2% cada uno y por último encontramos a *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln. con tan solo 0,1% cada uno. De las 28 especies presentes, 22 de estos se encuentran en el rango I, 6 especies se encuentran en el rango II y 1 especie en rango III, el rango de clasificación IV y V cuentas con 1 y 2 especie respectivamente (tabla 1).

Tabla 1.

Abundancia de plantas presentes en el ISER, Pamplona.

Orden	Familia	Género	Especie	Cantidad de individuos	Rango de clasificación
Poales	Poaceae	<i>Holcus</i>	<i>Holcus lanatus</i>	186	V
		<i>Cymbopogon</i>	<i>Cymbopogon citratus</i>	2	I

Fabales	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>Oxalis filiformis</i>	91	V
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Solanum quitoense</i>	63	IV
		<i>Solanum</i>	<i>Solanum betaceum</i>	15	I
		<i>Physalis</i>	<i>Physalis peruviana</i>	6	I
Asterales	Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>	3	I
		<i>Taraxacum</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	44	III
Apiales	Apiaceae	<i>Eryngium</i>	<i>Eryngium foetidum</i>	21	II
		<i>Conium</i>	<i>Conium maculatum</i>	2	I
Lamiales	Lamiaceae	<i>Melissa</i>	<i>Melissa officinales</i>	33	II
		<i>Rosmarinus</i>	<i>Rosmarinus officinales</i>	25	II
		<i>Mentha</i>	<i>Mentha spicata</i>	25	II
	Verbenaceae	<i>Verbena</i>	<i>Verbena litoralis</i>	5	I
Rosales	Rosaceae	<i>Rubus</i>	<i>Rubus glaucus</i>	4	I
		<i>Fragaria</i>	<i>Fragaria vesca</i>	23	II
	Moraceae	<i>Morus</i>	<i>Morus alba</i>	7	I
Geraniales	Geraniaceae	<i>Pelargonium</i>	<i>Pelargonium odoratissimum</i>	35	II
Sapindales	Rutaceae	<i>Ruta</i>	<i>Ruta graveolens</i>	17	I
Asparagales	Asphodelaceae	<i>Aloe</i>	<i>Aloe vera</i>	17	I
Marchantiales	Marchantiopsida	<i>Marchantia</i>	<i>Marchantia sp</i>	4	I
	Marchantiaceae				
Malvales	Polygonaceae	<i>Rumex</i>	<i>Rumex crispus</i>	9	I

Arales	Araceae	<i>Xanthosoma</i>	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	4	I
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora tripartita</i>	4	I
Vitales	Vitaceae	<i>Vitis</i>	<i>Vitis vinífera</i>	2	I
Gentianales	Rubiaceae	<i>Coffea</i>	<i>Coffea arabica</i>	2	I
Laurales	Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>Persea americana</i>	2	I
Saxifragales	Crassulaceae	<i>Kalanchoe</i>	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	1	I
TOTAL				652	

Nota: Rango de clasificación I (escasa); II (ocasional); III (poco abundante); IV (abundante); V (muy abundante).

Tabla 2.

Especies de plantas presentes en los invernaderos del ISER- Pamplona.

Género	Invernadero 1								Invernadero 2		
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 1	P 2	P 3
<i>Passiflora tripartita</i>	2	2									
<i>Fragaria vesca</i>	2	2			9	3		7			
<i>Solanum quitoense</i>	3	1	4	1	4	1			1	17	1
									5		7
<i>Taraxacum officinale</i>	5	1	7		1		5		1		
					3				3		
<i>Ruta graveolens</i>	2	3			3	3	3	3			

<i>Rumex crispus</i>	2	3		1	2			1		
<i>Holcus lanatus</i>	1	2	2		3	3	1	2	1	8
	3	5	8		8	0	0	2	2	
<i>Rubus glaucus</i>	1			3						
<i>Oxalis filiformis</i>	1		4		7			1	7	24
	1							7		1
<i>Vitis vinífera</i>	2									
<i>Morus alba</i>	1		2	1		3				
<i>Pelargonium odoratissimum</i>	5	3	2	8	2	6	1	4		4
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	2								2	
<i>Coffea arabica</i>	1							1		
<i>Solanum betaceum</i>	5		3		3			4		
<i>Rosmarinus officinales</i>	1	1	1	2	3	1	3	4	5	4
<i>Eryngium foetidum</i>	7							1	3	1
										0
<i>Persea americana</i>	1			1						
<i>Mentha spicata</i>				5		6		7		7
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>				1						
<i>Melissa officinalis</i>					4		8	8	3	4
										6
<i>Physalis peruviana</i>						2		4		
<i>Verbena litoralis</i>						5				
<i>Cymbopogon citratus</i>								2		
<i>Marchantia sp</i>									1	2
										1
<i>Aloe vera</i>									3	2
										1
										2
<i>Sonchus oleraceus</i>										3
<i>Conium maculatum</i>										2
Total	432								220	

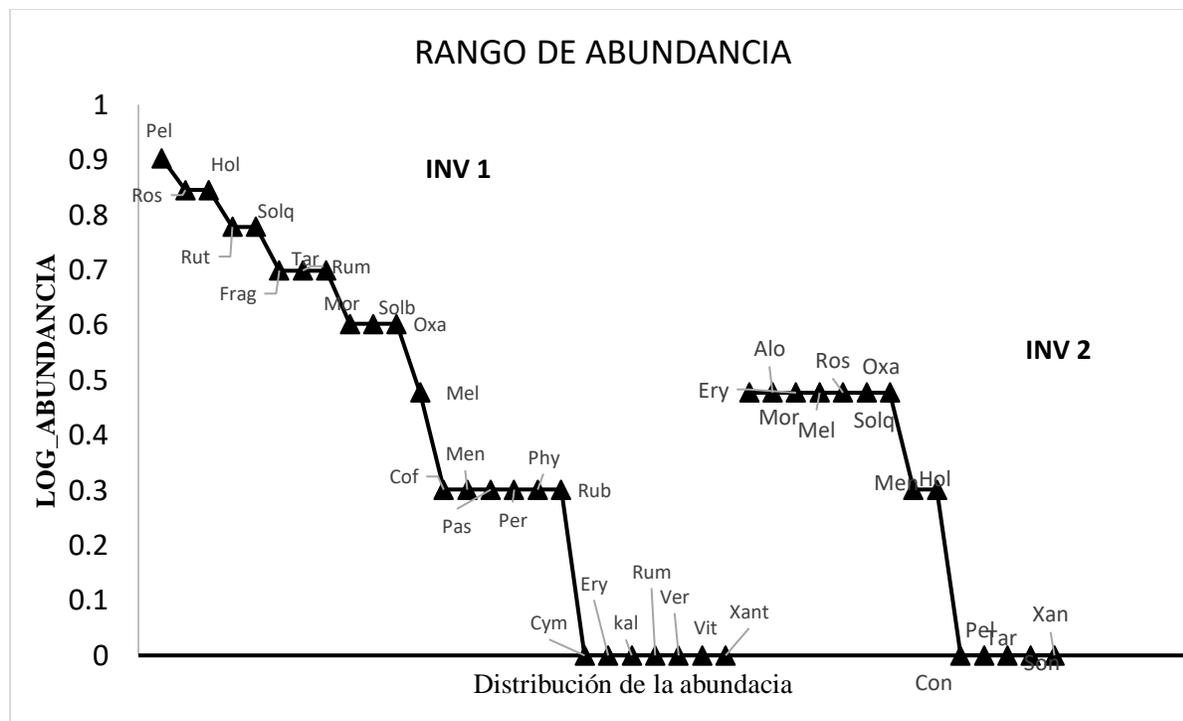
Nota: Parcela (p). Cada número representa la cantidad de individuos que se recolectaron por parcela.

De acuerdo a la tabla 2, 432 individuos fueron recolectados del invernadero uno, por el contrario, en el invernadero dos, la cantidad de individuos fue de 220, es decir, existe una proporción 2:1 en cuanto a los individuos de los invernaderos. Según esto, se pudo determinar que la especie *Rosmarinus officinalis* L. tuvo presencia en las 11 parcelas, le sigue *Holcus lanatus* L. y *Pelargonium odoratissimum* L. con presencia en 9 parcelas. Existen otras especies de plantas que solo tienen presencia en uno de los dos invernaderos como lo son *Conium maculatum* L., *Sonchus oleraceus* L. y *Aloe vera* en el invernadero dos y *Passiflora tripartita* Juss. y *Persea americana* L. correspondientes al invernadero uno. Así mismo, existen especies que están presentes en los dos invernaderos del ISER.

La curva de distribución de abundancia de plantas arrojó que las especies más abundantes fueron *Rosmarinus officinalis* L. y *Holcus lanatus* L. (llamados comúnmente pastos) en el invernadero uno. Para el caso del invernadero dos, las especies con mayor abundancia fueron *Aloe vera* L., *Eryngium foetidum* L., *Melissa officinalis* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Solanum quitoense* Lam., *Morus alba* L. y *Oxalis filiformis* L. En este mismo invernadero se encontró que *Taraxacum officinale* L., *Sonchus oleraceus* L., *Pelargonium odoratissimum* L., *Conium maculatum* L. y *Xanthosoma sagittifolium* L. son poco abundantes en este lugar (figura 10).

Figura 10.

Curva de distribución de abundancia de especies de plantas en los dos invernaderos del ISER, Norte de Santander.



Nota: Rosmarinus officinalis (Ros); Holcus lanatus (Hol); Ruta graveolens (Rut); Solanum quitoense (Solq); Solanum betaceum (Solb); Fragaria vesca (Frag); Taraxacum officinale (Tar); Morus alba (Mors); Oxalis filiformis (Oxa); Melissa officinalis (Mel); Coffea arabica (Cof); Mentha spicata (Men); Passiflora tripartita (Pas); Persea americana (Per); Physalis peruviana (Phy); Rubus glaucus (Rub); Cymbopogon citratus (Cym); Eryngium (Ery); Kalanchoe blossfeldiana (Kal); Verbena litoralis (Ver); Vitis vinifera (Vit); Xanthosoma sagittifolium (Xan); Marchantia sp. (Mar); Aloe vera (Alo); Conium maculatum (Con); Pelargonium odoratissimum (Pel); Sonchus oleraceus (Son).

Comparando las riquezas observadas de los dos invernaderos, es evidente que el invernadero uno con 25 especies presenta mayor riqueza que el invernadero dos con tan solo 14 especies. El primer invernadero se hallaron 432 individuos y en el segundo 220 individuos una proporción

casi de 2:1. La completitud general del muestreo para cada invernadero registró valores de 99.5% para el invernadero número uno, seguido de 99,6% para el invernadero dos. Estos valores indican que para estos dos invernaderos registra una proporción representativa de las especies reales para este muestreo. Sin embargo, para el invernadero uno el F1, 2 especies que están representados por un solo individuo y F2, 6 especies están representados por 2 individuos. En el caso del invernadero dos, F1, existe 1 género representado por un individuo y F2, 3 especies están representados por 2 individuos (tabla 3).

La diversidad de orden ($^{\circ}D$) en el invernadero uno, arrojó un valor de 27,00 en diversidad observada mientras que la diversidad esperada mostro un valor 27,33 esto indica que los valores entre lo observado y lo esperado no tuvo una diferencia significativa. Lo mismo sucedió para los valores de diversidad de orden 1D Y 2D de este invernadero. Para el caso del invernadero dos, la diversidad esperada del orden $^{\circ}D$ mostro un valor de 16,17 mientras que la observada durante el muestreo fue de 16,00. La diversidad de orden 1D Y 2D arrojaron valores cercanos entre las diversidades esperadas y observadas así: 1D esperadas 10,16 y 1D observadas 9,80 y 2D esperada con 7,59 y observada con 7,37 (tabla 4).

Tabla 3.

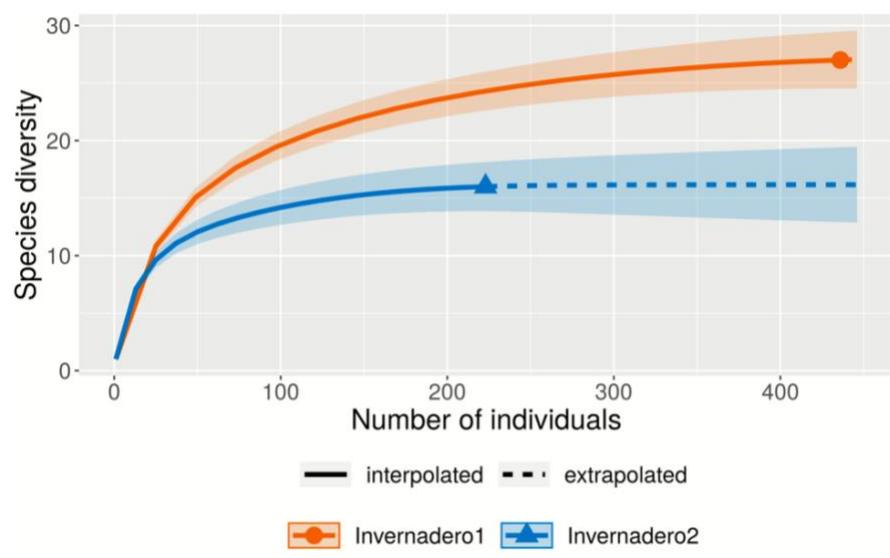
Completitud del muestreo.

Invernadero	No.	S. obs	S. esp	SC	F1	F2
1	436	27	27	0,995	2	6
2	223	16	17	0,996	1	3

Nota: n: abundancia; S. obs: Riqueza observada; S. esp: Riqueza esperada; SC: Completitud del muestreo; F1: singletons; f2 duobletons.

Figura 11.

Curva de completitud de muestreo de especies de plantas



La curva de estimación de riqueza nos arrojó que el invernadero uno, es el invernadero con mayor riqueza de especies, a comparación del invernadero dos. Sin embargo, la zona punteada del invernadero dos (azul) son la cantidad de individuos que se esperaba obtener si se hubiera realizado un esfuerzo de muestreo de un 100%. La línea continua de los invernaderos (azul y naranja) representan los individuos que se obtuvieron durante el muestreo que se realizó según los datos ingresados a software, es decir la curva de completitud de muestreo, representa las especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. (figura 11).

Tabla 4.

Diversidades observadas y esperadas en cada uno de los invernaderos presentes en el ISER, Pamplona.

Invernadero	Diversidades esperadas			Diversidades observadas		
	$^{\circ}D$	1D	2D	$^{\circ}D$	1D	2D
1	27,33	11,48	5,80	27,00	11,12	5,74
2	16,17	10,16	7,59	16,00	9,80	7,37

Nota: Diversidad de orden $^{\circ}D$ (riqueza); Diversidad de orden 1D (Diversidad de Shannon); Diversidad de orden 2D (Diversidad beta).

El índice de diversidad de Simpson para el caso de especies de plantas presentes en los invernaderos del ISER, nos arrojó un valor de 0,867378 y el índice de dominancia para estos mismo especies nos mostró un dato de 0,132622, esto quiere decir, que existe una proporción inversa donde el índice de dominancia es bajo y el índice de diversidad de Simpson es alto (tabla 5). Entonces, entre más especies halla presente en estos invernaderos, más alto es este índice, y mayor será la diversidad que esté presente.

Tabla 5.

Índice de dominancia y diversidad de Simpson para especies de plantas.

Género	Cantidad de individuos	p.i	p. i²
Holcus lanatus	186	0,282245827	0,079662

Cymbopogon citratu	2	0,001517451	0,000002
Oxalis filiformis	91	0,138088012	0,019068
Solanum	78	0,118361153	0,014003
Physalis peruviana	6	0,009104704	0,000082
Sonchus oleraceus	3	0,004552352	0,00002
Taraxacum officinale	44	0,06676783	0,004457
Eryngium foetidum	21	0,031866464	0,001015
Conium maculatum	2	0,003034901	0,000009
Melissa officinalis	33	0,050075873	0,002507
Rosmarinus officinalis	25	0,037936267	0,001439
Mentha spicata	25	0,037936267	0,001439
Verbena litoralis	5	0,007587253	0,000057
Rubus acanthophyllos	4	0,006069803	0,000036
Fragaria vesca	23	0,034901366	0,001218
Morus alba	7	0,010622155	0,000112
Pelargonium odoratissimum	35	0,053110774	0,00282
Ruta graveolens	17	0,025796662	0,000665
Aloe vera	17	0,025796662	0,000665
Marchantia sp	4	0,006069803	0,000036
Rumex crispus	7	0,010622155	0,000112
Xanthosoma sagittifolium	4	0,006069803	0,000036
Passiflora tarminiana	4	0,006069803	0,000036
Vitis vinifera	2	0,003034901	0,000009
Coffea arabica	2	0,003034901	0,000009
Persea amaericana	2	0,003034901	0,000009
Kalanchoe blossfeldiana	5	0,021244313	0,0015206

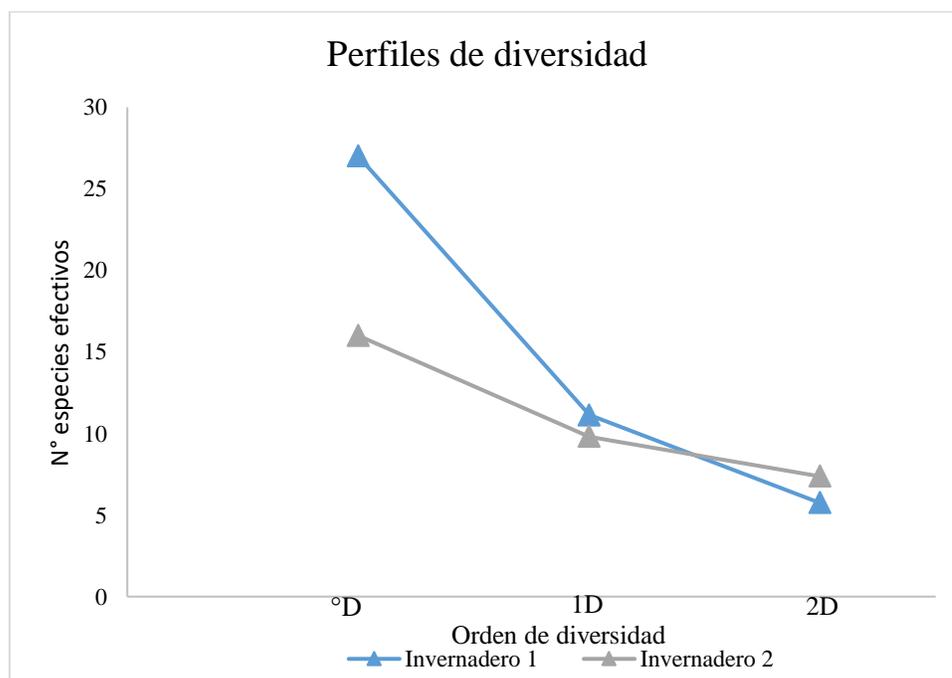
Total	656	Ind. Dominancia	0,132620
		Ind. Simpson	0,8673780

Nota: Abundancia relativa (p.i); Índice de dominancia (Ind. Dominancia); Índice de diversidad de Simpson (Ind. Simpson).

El esfuerzo de muestreo en el caso del material vegetal en el primer invernadero fue del 100%, para el invernadero dos este esfuerzo estuvo en el 94%.

Figura 12.

Perfiles de diversidad para especies de plantas.

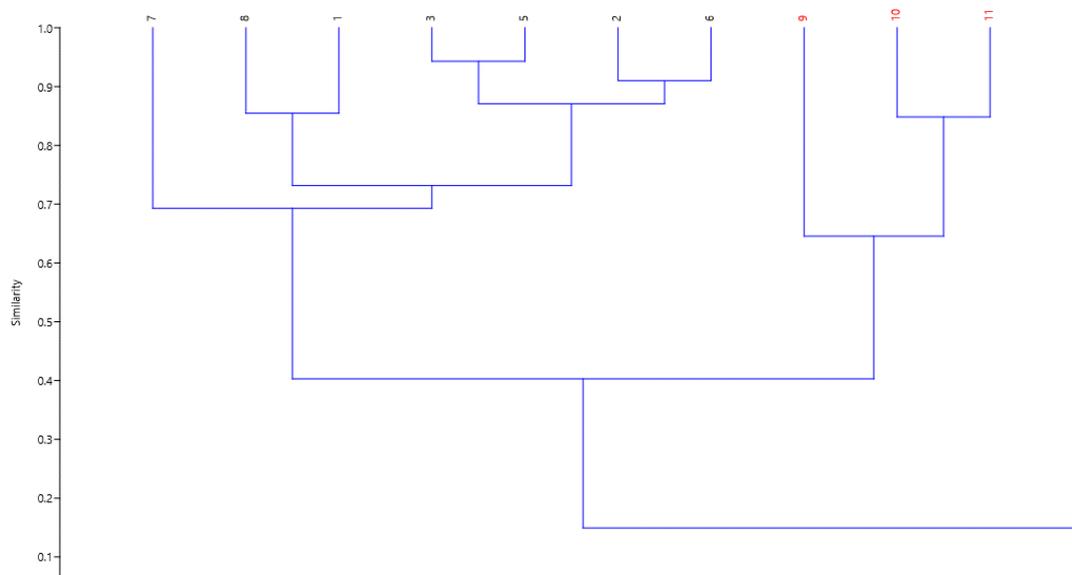


Nota: ⁰D: Riqueza de especies; ¹D: Diversidad alfa (Índice de Shannon); ²D: Diversidad beta.

Para los perfiles de diversidad se obtuvo que el orden de diversidad 0D (riqueza) es mayor en el invernadero uno con 27 especies efectivas frente a 16 del invernadero dos. El orden de diversidad 1D (alfa o índice de Shannon) también fueron mayores en el invernadero uno. Para el caso de orden de diversidad 2D (beta) sucede lo contrario, puesto que en el invernadero dos el número de especies efectivas es mayor que en el invernadero uno. Entonces, esto indica que el orden de diversidad del 0D y 1D son mayores en el invernadero uno, y 2D es mayor en el invernadero dos (figura 12).

Figura 13.

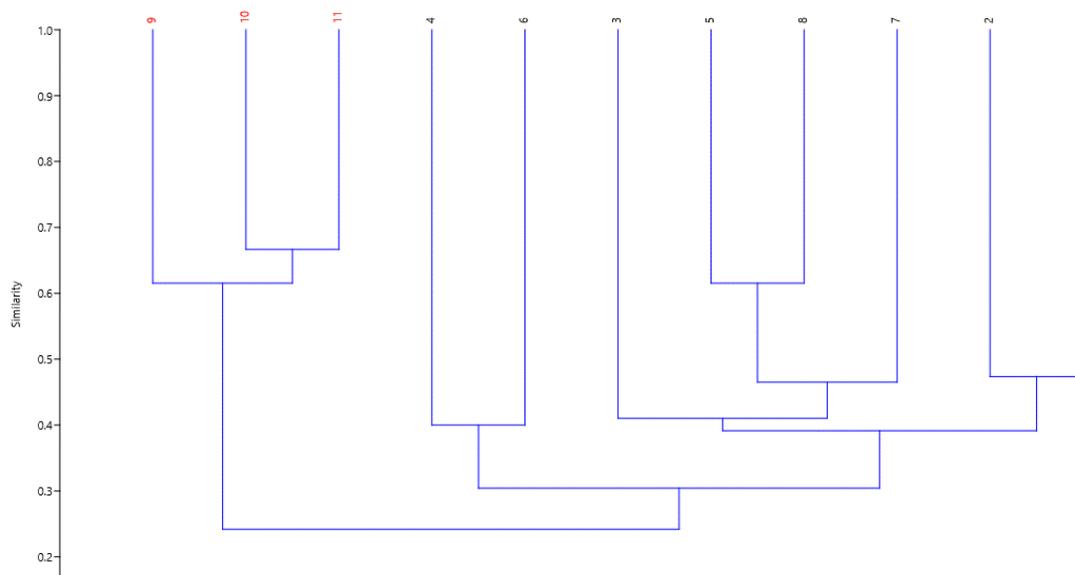
Análisis de clúster de parcelas en los invernaderos ISER, Pamplona.



Nota: Los números del 1 al 8 representan las parcelas del invernadero uno, del 9 al 11 (rojo) son las parcelas del invernadero dos.

Figura 14.

Dendrograma obtenido a partir de índice de Jaccard por parcelas de los invernaderos del ISER, Norte de Santander.



Nota: Los números del 1 al 8 representan las parcelas del invernadero uno, del 9 al 11 (rojo) son las parcelas del invernadero dos.

El dendrograma de índice de Morisita (figura 13) nos indica la abundancia de especies que conforman la parcela 4 y muestran una diferencia de 0,1% con respecto a las otras parcelas (conglomerado 4), esto indica que esta parcela presenta menor cantidad de especies con respecto a las otras. Las parcelas del invernadero dos (9, 10, 11) son más similares entre sí, con aproximadamente un 0.65% puestas estas se encuentran en un solo clúster. Las parcelas restantes

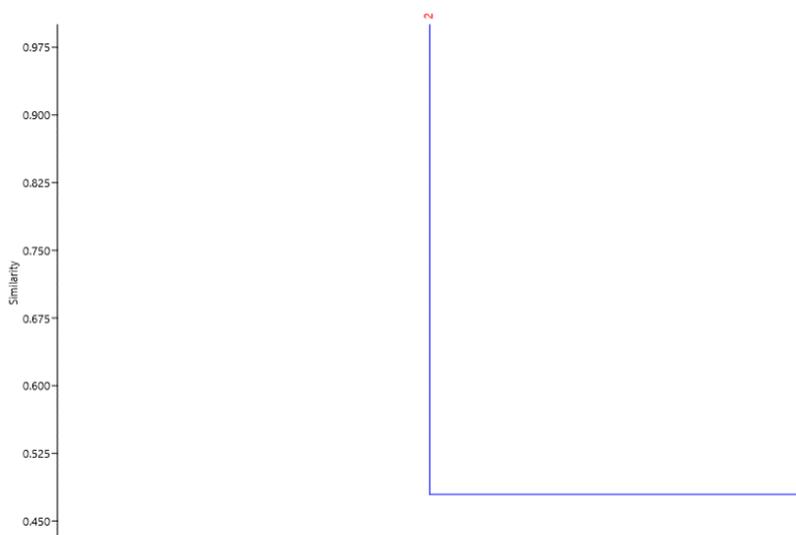
forman el clúster de la izquierda de la imagen y hace referencia que estas parcelas presentan un grado de similitud con las especies plantas que habitan allí.

Por otro lado, el dendrograma de índice de Jaccard (figura 14) agrupa las 11 parcelas de los dos invernaderos con el fin de comparar de acuerdo a si se encontraba presente o ausente el género, de acuerdo con esto, la parcela 9, 10 y 11 se agrupan en el mismo grupo con índice de similitud del 0,6%. El resto de parcelas se agrupo en un solo gran grupo donde se encuentran el resto (parcelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9), esto de nota que las especies presentes en el invernadero uno presentan una similitud de 0,3% entre ellos a diferencias los especies del invernadero dos que presentan una similitud de 0,6%, es decir, los especies del invernadero uno son más similares entre ellos que los especies presentes en el invernadero dos. Así mismo, al agruparse de este modo muestran un agrupamiento en el que las especies del invernadero uno solo es similares entre ellos y que las especies del invernadero dos son más similares entre ellos.

Ahora bien, al realizar una comparación a partir de datos obtenidos de índices de Morisita (figura 15) señala que la similitud entre los invernaderos uno y dos presentes en el ISER, Pamplona es de 0.5%, lo que se infiere las especies presentes en estos invernaderos guardan alguna relación.

Figura 15.

Dendrograma de similitud entre invernaderos con base en el índice de Morisita.



Nota: Invernadero uno (1); Invernadero dos (2).

Composición de insectos

Trampas de caída (pitfall):

Con respecto a los insectos localizados en los invernaderos del ISER, se encontraron un total de 494 ejemplares, distribuidos en 8 órdenes y 11 familias, además, se clasifico con un rango propuesto por Duarte *et al.*, 2020. El rango de clasificación determina que tantos individuos de una familia se encontraron en los invernaderos del ISER. En el rango de clasificación V considerado como el muy abundante, encontramos a las familias Formicidae con 153 individuos, seguido de la familia Labiduridae con 142 individuos. En el siguiente rango IV (abundante) una única familia Drosophilidae. En el rango III clasificado como poco abundante tenemos a miembros de la familia Forficulidae. En el rango II, Carabidae y en la categoría escasa

I, incluimos Cicadellidae con 9 individuos, Membracidae y Gryllidae con 6 individuos cada uno, seguido de Cydnidae, Blattidae y Tipulidae (tabla 6).

Los especímenes recolectados con ayuda de trampas pitfall y de forma manual durante 2 muestreos que se realizarón, pertenecen a las familias Labiduridae (29%), Gryllidae (1%), Formicidae (31%), Forficulidae (10%), Drosophilidae (20%), Cydnidae y Membracidae con (1%), Cicadellidae (2%), Carabidae (5%), Tipulidae y Blattidae (0.2 y 0.6 respectivamente) (figura 16).

Tabla 6.

Abundancia de insectos presentes en el ISER, Pamplona.

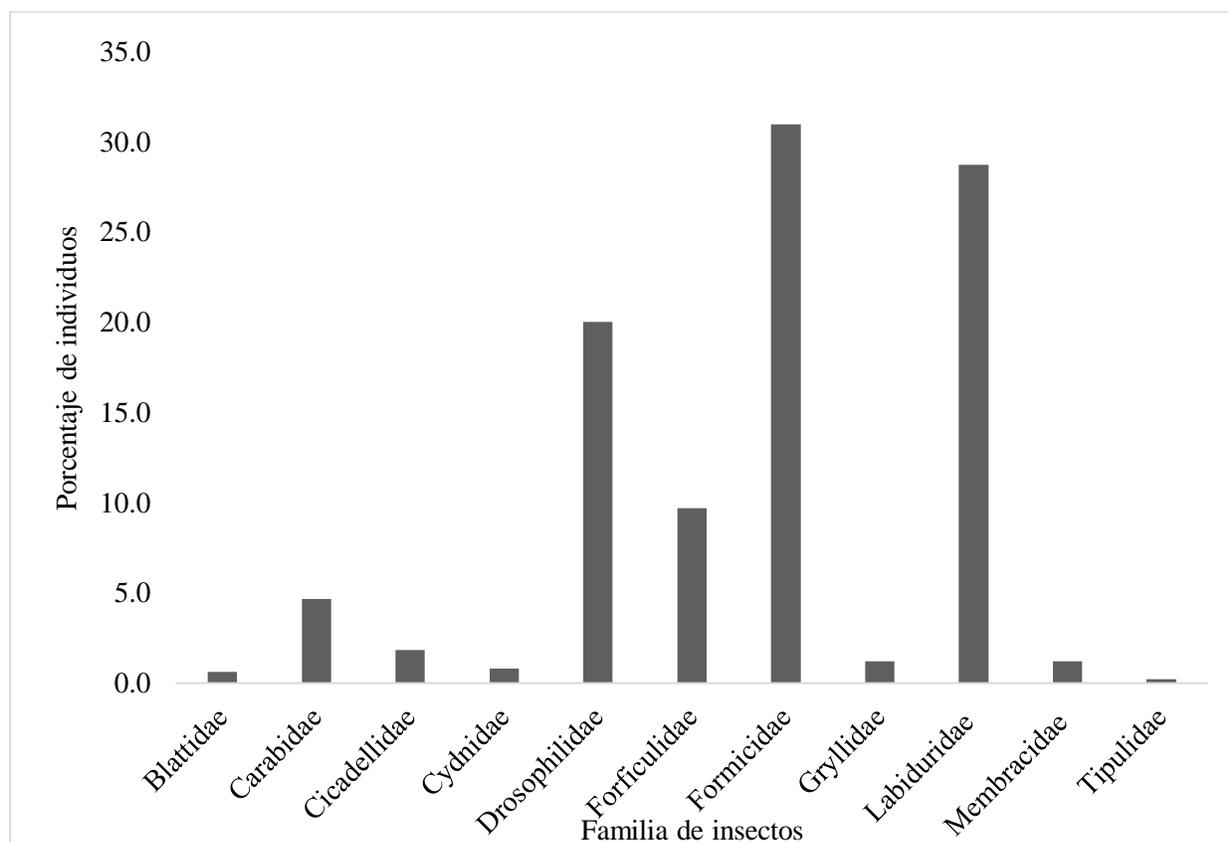
Orden	Familia	Cantidad de individuos	Rango clasificación
Blatodea	Blattidae	3	I
Coleoptera	Carabidae	23	II
Rhynchota	Cicadellidae	9	I
Hemiptera	Cydnidae	4	I
	Membracidae	6	I
Diptera	Drosophilidae	99	IV
	Tipulidae	1	I
Dermaptera	Forficulidae	48	III

	Labiduridae	142	V
Hymenoptera	Formicidae	153	V
Orthoptera	Gryllidae	6	I
Total individuos		494	

Nota: Rango de clasificación I (escasa); II (ocasional); III (poco abundante); IV (abundante); V (muy abundante).

Figura 16.

Familias de insectos recolectados por trampas pitfalls y método manual, en el ISER



Gryllidae sp2			1	1	2
Total	221	103	109		26

Nota: Invernadero (Inv), Parcela (P). Cada número representa la cantidad de individuos que se recolectaron por parcela.

De los 494 ejemplares recolectados, 459 fueron capturados mediante trampas pitfalls durante los 2 muestreos. El número de insectos recolectados en el primer muestreo, arrojaron un total 324 en la cual estaban distribuidos así: invernadero uno, 221 ejemplares y 103 en el invernadero dos. Por otro lado, se encontró el segundo muestreo un total 135 ejemplares distribuidos de la siguiente manera: en el invernadero uno, se extrajeron de las trampas 109 y del invernadero dos, 26 ejemplares (tabla 7). Para el método de captura de insectos manual, se recolectaron un total de 25 individuos y con la jama, se atraparon alrededor de 10 insectos (tabla 8).

Tabla 8.

Familia	Método de captura	Cantidad de individuos
Gryllidae sp3	Manual	1
Tipulidae	Manual	1
Membracidae sp3	Jama	2
Membracidae sp2	Jama	1
Formicidae sp1	Manual	17
Cicadellidae	Jama	7
Drosophilidae	Manual	6

Total	35
--------------	----

Nota: Ejemplares recolectados por otros métodos de captura.

Tabla 9.

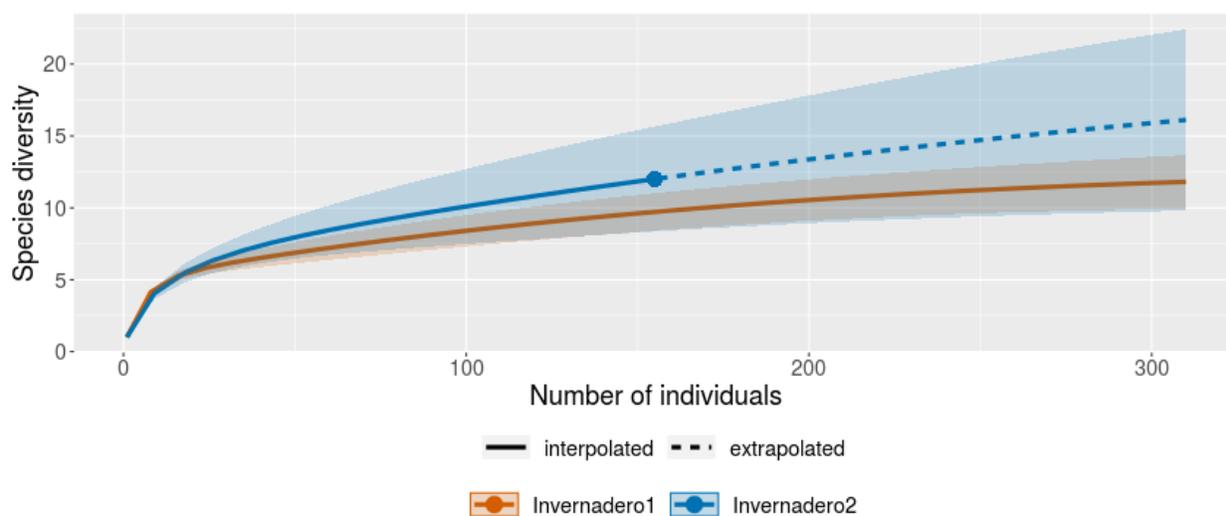
Compleitud del muestreo.

Invernadero	No.	S. obs	S. esp	SC	F1	F2
1	339	12	12	0.99	2	3
2	155	12	24	0.96	5	1

Nota: n: abundancia; S. obs: Riqueza observada; S. esp: Riqueza esperada; SC: Compleitud del muestreo; F1: singletons; f2 duobletons.

Figura 17.

Curva de completitud de muestreo de insectos



Al comparar la riqueza obtenida de cada uno de los invernaderos presentes en el ISER, se halló que el invernadero uno y el invernadero dos presentaron la misma riqueza de familias, pero se esperaba que en el invernadero dos la riqueza de familias estuviera alrededor de las 24. La estimación entre las familias esperadas y las familias observadas da certeza que no presentan diferencias significativas entre ellas. El invernadero uno, se recolectaron un total de 339 individuos (abundancia), agrupados en 12 familias (riqueza observada), mientras que en el invernadero dos se encontraron 155 individuos agrupados en 12 familias. F1 son las familias que están representadas por un individuo, decir, para el invernadero uno, F1 existen 2 familias que están representados por un individuo y en el caso del invernadero dos, hay 5 familias que presentan un solo individuo cada una. Si hacemos referencia a F2 del en el invernadero uno, hay 3 familias que están representados por 2 individuos y en el invernadero dos, 1 sola familia presenta dos individuos (tabla 9).

La curva de completitud del muestreo para cada uno de los invernaderos, tuvo un registró de un valor de 99% aproximadamente para el invernadero uno y para el invernadero dos se obtuvo un valor de 96%. Estos valores nos indican los dos invernaderos que se evaluaron en este proyecto presentan una proporción representativa de las especies reales que allí habitan. La zona punteada del invernadero dos (azul) son las familias que se esperaban obtener, es decir, lo que estima el programa. La línea continua de los invernaderos representa lo que se obtuvo durante el muestreo que se realizó según los datos ingresados a iNEXT (figura 17).

En lo que respecta a las diversidades esperadas y observadas, las observadas de los dos invernaderos fueron menores a las esperadas. Estos valores, estuvieron relativamente cercanos entre sí, a excepción del invernadero dos que en el orden de diversidad $^{\circ}D$ esperada mostro 24,42

muestra que este mismo orden en diversidad observada estuvo en 12,00 lo que indica que este es mucho más bajo a lo observado (tabla 10).

El invernadero que mostró mayor diversidad $^{\circ}D$ fue el invernadero dos, con aproximadamente 24 familias efectivas, así mismo, la diversidad de orden 1D Y 2D fueron más efectivas en este invernadero. Las familias presentes en el invernadero uno, en comparación con los datos obtenidos del invernadero 2 resultaron menos efectivas (figura 18) entonces, se asume que este invernadero dos es más ricos en presencia de familias que el invernadero uno.

Tabla 10.

Diversidades observadas y esperadas para cada invernadero del ISER, Norte de Santander.

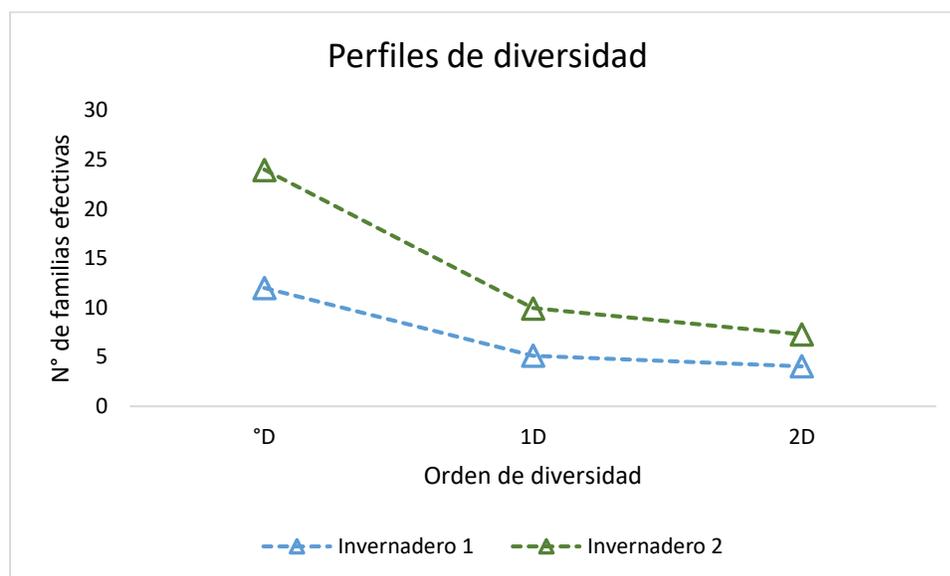
Invernadero	Diversidades esperadas			Diversidades observadas		
	$^{\circ}D$	1D	2D	$^{\circ}D$	1D	2D
1	12,66	5,24	4,08	12,00	5,15	4,05
2	24,42	5,17	3,28	12,00	4,81	3,24

Nota: Diversidad de orden $^{\circ}D$ (riqueza); Diversidad de orden 1D (Diversidad de Shannon); Diversidad de orden 2D (Diversidad beta).

Se estimó, que el esfuerzo de muestreo para los insectos del invernadero uno fue del 100%, si nos referimos al esfuerzo de muestreo para el invernadero dos, arrojó un valor de 50%, es decir, para este invernadero faltó realizar más muestreo y así obtener y recolectar más insectos.

Figura 18.

Perfil de diversidad de los invernaderos para familias de insectos.

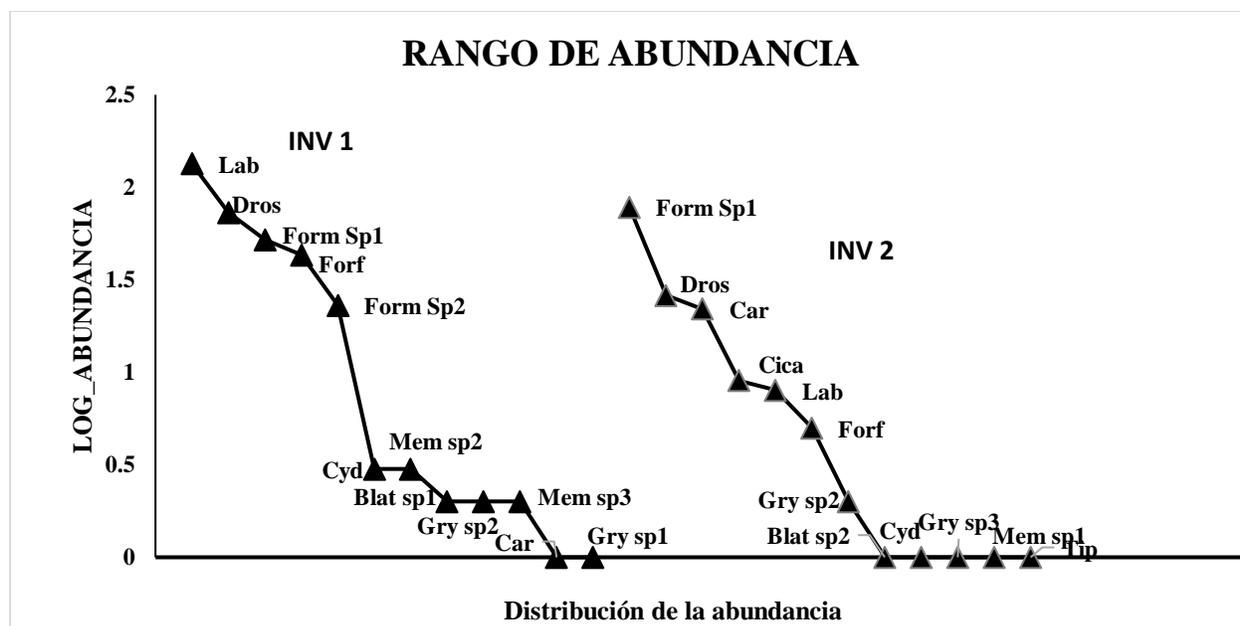


Nota: ⁰D: Riqueza de familias; ¹D: Diversidad alfa (Índice de Shannon); ²D: Diversidad beta.

De acuerdo a la figura 19, se puede observar las familias que son más abundantes por invernadero y cuales familias son más raras. Para este caso específicamente, en el invernadero uno la familia con más individuos fue Labiduridae, seguida de Drosophilidae y Formicidae, así mismo, las familias de Carabidae y Gryllidae fueron las menos abundantes para este invernadero. Para el caso del invernadero dos, la familia más con mayor cantidad de individuos fue Formicidae, seguido de Drosophilidae. Familias como Membracidae, Blattidae, Gryllidae, Tipulidae y Cydidae tuvieron la menor cantidad de individuos.

Figura 19.

Curvas de distribución de abundancia de las familias de insectos en los dos invernaderos presentes en el ISER, Pamplona- Colombia.



Nota: Labiduridae (Lab); Drosophilidae (Dros); Formicidae (Form); Forficulidae (Forf); Cydidae (Cyd); Membracidae (Mem); Blattidae (Blat); Carabidae (Car); Gryllidae (Gry); Cicadellidae (Cica); Tipulidae (Tip).

Tabla 11.

Índice de dominancia y diversidad de Simpson para familia de insectos.

Familia	Cantidad de individuos	p.i	p. i ²
Blattidae	3	0,006072874	0,000036
Carabidae	23	0,046558704	0,002166
Cicadellidae	9	0,018218623	0,000331
Cydnidae	4	0,008097166	0,000065
Drosophilidae	99	0,200404858	0,040161
Forficulidae	48	0,097165992	0,009441
Formicidae	153	0,309716599	0,095924

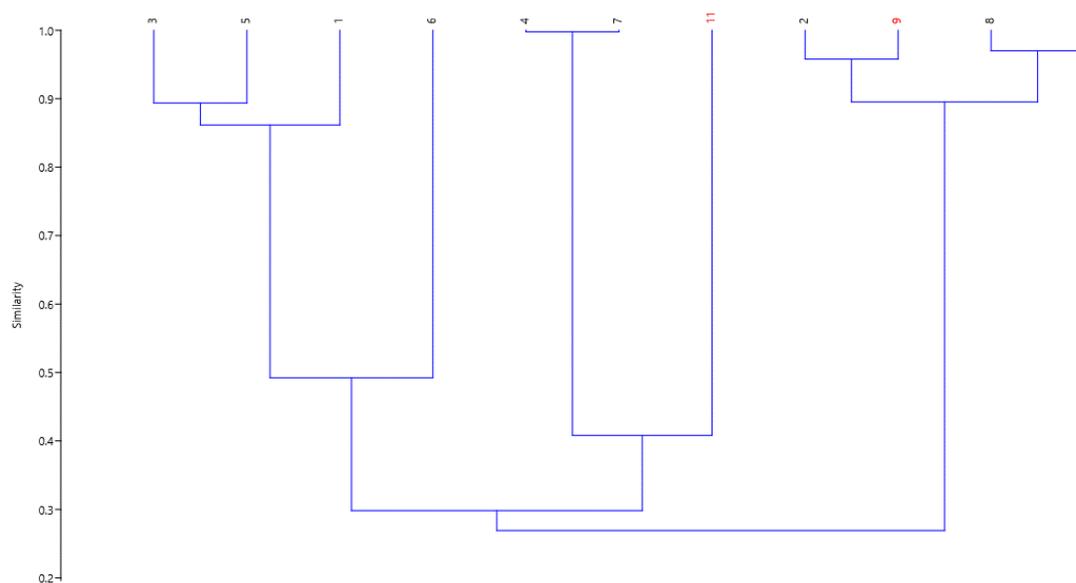
Membracidae	6	0,012145749	0,000147
Gryllidae	6	0,012145749	0,000147
Labiduridae	142	0,287449393	0,082626
Tipulidae	1	0,002024291	0,000004
TOTAL	494	Ind. Dominancia	0,231048
		Ind. Simpson	0,768952

Nota: Abundancia relativa (p.i); Índice de dominancia (Ind. Dominancia); Índice de diversidad de Simpson (Ind. Simpson).

En la tabla 11, se puede observar la abundancia relativa de cada una de las familias encontradas en los invernaderos del ISER, Pamplona. Este valor nos indica que tan rara es esta familia en comparación con otras. Así, el único miembro de la familia Tipulidae con un valor de 0,002024291 es el taxón menos común. El índice de dominancia y el índice de diversidad de Simpson (1-D) varían entre 0 (dominancia baja) y 1 (dominancia alta). Los valores obtenidos en la tabla son inversamente proporcionales, pues nos arroja que hay un índice de dominancia relativamente bajo (0,231048) y un índice de Simpson alto (0,768952). Entonces, este último indica que este ecosistema presenta alta biodiversidad de insectos, pues se considera que entre más cerca este valor a 1 existirá más biodiverso es este lugar, otro factor implícito es la equitabilidad que incide en la diversidad, pero necesariamente implica que sea alta.

Figura 20.

Dendrograma de similaridad entre unidades de muestreo con base en el índice de Morisita.



Nota: Las trampas 1-8 son del invernadero uno y las restantes (color rojo) pertenecen al invernadero dos.

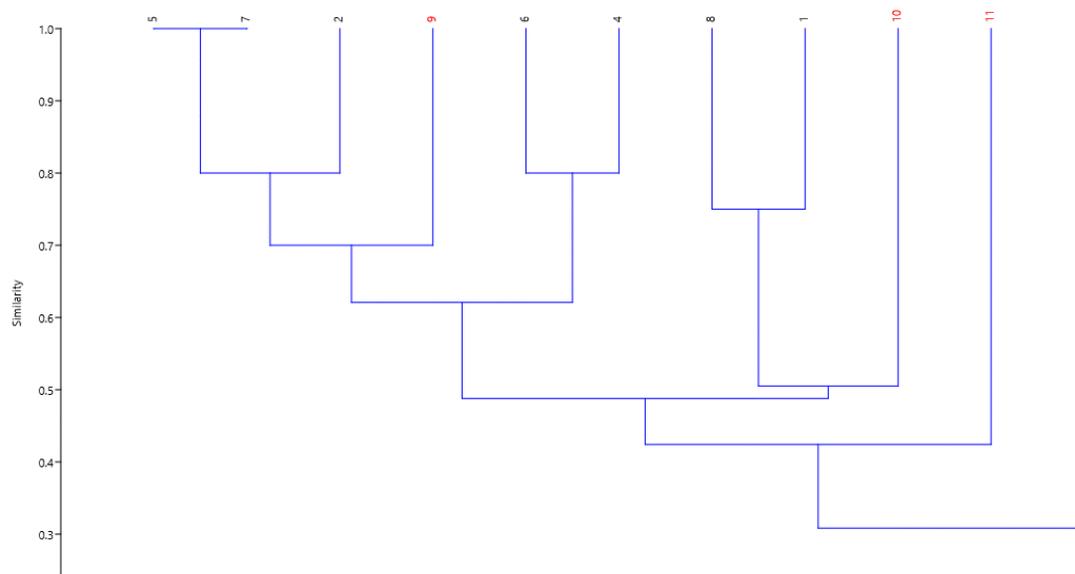
Al realizar el dendrograma a partir de los datos obtenidos de los Índices de similaridad de Morisita, se obtuvo que de las 11 trampas que se dispusieron en ambos invernaderos, generó una partición final en 3 conglomerados. El primero de ellos, (extremo izquierdo) 4 trampas pitfalls (trampas 3, 5, 1 y 6). El conglomerado central, compuesto por 4 trampas pitfalls (4, 7 y 11). Por último, el extremo derecho cuenta con 4 conglomerados distribuidos en la trampa 2, 9, 8 y 10 (figura 20).

En el caso de la figura 21 se puede apreciar que los conglomerados o clúster no son muy claro o no están muy bien definidos pues se encuentran en una escala vertical, lo que indica que los conglomerados se encuentran separados a niveles de similaridad cercanos. Entonces, por ejemplo, podría considerarse que las trampas 4 y 6 presentan una similaridad de 0,6% entre ellas y la parcela 2, la 5 y la 7 también presentan esta similaridad. El análisis de conglomerados de

Jaccard nos permitió analizar la riqueza de familias de insectos. Se esperaría que, los insectos de la parcela 9 se agruparan en un solo conglomerado con la parcela 10 y 11, puesto que estas tres parcelas se encuentran en un solo invernadero. Las familias de insectos presentes en la parcela 9 son más similares a los insectos de la familia 2, 7 y 5. La parcela número 3 muestra una diferencia de alrededor del 0,3% respecto a las otras parcelas.

Figura 21.

Dendrograma de similitud entre unidades de muestreo con base en el índice de Jaccard.



6. Discusión

Los índices de similaridad de Jaccard comparan parcelas de acuerdo a la presencia o ausencia de familias en insectos o especies en plantas, en cambio si nos referimos a los índices de similaridad de Morisita, este calcula la similaridad dentro de cada parcela o trampa a partir de la abundancia de las familias/ especies presentes. Se esperaría que los dendrogramas (figura 20 y figura 21) para los insectos, agrupe en un solo clúster las trampas 9, 10 y 11 pues pertenecen a un solo invernadero. Por el contrario, si se observa en estas figuras, estas trampas se encuentran en diferentes clústeres, lo que indica para en el caso de la familia de insectos que pueden haber individuos de la misma especie en invernaderos diferentes. Esto puede asociarse a la capacidad que tienen los insectos para adaptarse y vivir en cualquier ambiente, además de la capacidad que tiene de desplazarse a otros lugares.

Un estudio expuesto por Fortanelly & Servin en el 2002, y otros estudios que comprueban que las hormigas (Familia Formicidae) enaltecen las propiedades químicas y las propiedades físicas del suelo de los cultivos en gran medida, además, crean micro túneles que ayudan en la aireación, la penetración de la raíz de las plantas, la infiltración del agua, entre otros. Para ellos, podría considerarse entonces, que las hormigas presentes en los invernaderos del ISER (que son muy abundantes, por la cantidad de individuos encontrados), contribuyen de alguna manera al bienestar de los cultivos de lulo y de tomate de árbol. De tal forma que al construir nidos subterráneos y el estiércol de ellas proporcionan herramientas nutricionales de compost que benefician estos cultivos (Guzmán-Mendoza et al, 2016).

En el caso de los insectos, principalmente los coleópteros en especial de la familia Carabidae tienen la capacidad, de garantizar entre otras cosas, la dispersión de semillas, la incorporación de nutrientes al terreno, además, ser utilizados como una herramienta

bioindicadores del grado de conservación de un lugar (Alvarado & Osorio, 2020; Delgado & Márquez, 2006).

La abundancia de individuos de la familia dermáptera (Labiduridae y Forficulidae) resulta ser de beneficiosas para los cultivos de *S. betaceum* y *S. quitoense*, puesto que son considerados como predadores en los invernaderos. Actúan como predadores frente a los afidos, larvas de oruga y de coleópteros. Por sus hábitos alimenticios resultan ser de alta importancia en los agroecosistemas, brindan protección a los cultivos frente a plagas (Mesa, 2015).

Para el caso de las gramíneas encontradas en este estudio, cumplen un papel determinante tanto en la parte económica como en la ecológica. Si hablamos de la función ecológica, estas sirven como fijadoras del suelo ya que con sus estolones, rizomas y raíces generan una red bajo la superficie evitando así la erosión de los terrenos pues los invernaderos presentes en el ISER, no se encuentran en una zona plana.

Otra planta importante como lo es *Taraxacum officinale* L., encontrada en estos invernaderos con abundante presencia provee servicios ecosistémicos para las plantas que comparten hábitat con ellas. Esta planta denominada por muchos malezas, mediante su vilano (estructura pilosa) ayuda en la dispersión de semillas tanto propias, como de otras plantas. Aporta, flavonoides, vitamina B2 y carotenoides al suelo, para que sean aprovechados por otras especies. Además, de ser una especie pionera puesto que tiene la capacidad de colonizar hábitats perturbados. Al igual que *Holcus lanatus* L., *T. officinale* L. contribuyen a evitar la erosión de los suelos de los invernaderos (Solís et al, 2016). Según estudios expuesto en Radosevich et al, en el 2007 clasifica a estas plantas arvenses, benéficas para los invernaderos, reciclan nutrientes, aporta nutrientes al suelo y mantienen su productividad en condiciones perturbadas.

La presencia de plantas aromáticas en este lugar debe considerarse otro factor a tener en cuenta del estado óptimo de los cultivos. Plantas como *Rosmarinus officinalis* L. (romero) presentan propiedades antibacterianas y fungicidas, con su fuerte y aromático olor, y sus hojas amargas ayudan a repeler insectos plaga (López, 2008).

Se han realizado estudios donde corroboran las propiedades de la *Ruta graveolens* L. Esta produce metabolitos secundarios que contra restan el crecimiento micelial de *Trichoderma*, este en su ambiente, reducen la fructificación de algunas especies de plantas. Es decir, la planta de ruda inhibe y retarda el crecimiento en muchos casos de este moho que podrían afectar los cultivos presentes.

Solanum quitoense Cav. Puede considerarse como un protector de plantas en este caso aromáticas principalmente, puesto que al tener abundancia de vellosidades aleja de algún modo, animales que estén cerca de ellos.

Sin embargo, existen otros factores que no fueron tenidos en cuenta en este estudio, pero que también son factores importantes en estos invernaderos. Se evidencio babosas, huevos de caracol y caracoles, que secretan sustancias que pueden actuar como agentes que fomentan la agregación de material orgánico al suelo (Montaño et al, 2018).

El incremento de diversidad de plantas es una estrategia para aumentar las interacciones biológicas de un ecosistema y los sinergismos entre los elementos promoviendo así servicios y procesos claves en los agroecosistemas (Alterieri, 2001). En base a esto, en los invernaderos presentes en el ISER, se está presentando el minador (larvas de insectos de la familia Agromyzidae) que por medio de un viriÓN entra en el envés y el haz de la hoja y al llegar

a la clorofila de este genera antracnosis. Para tratar de frenar esta denominada plaga se han sembrado más plantas aromáticas con el fin de mitigar los daños causados a estos ecosistemas, esto a su vez ha generado un incremento de diversidad de plantas e insectos en los invernaderos.

Estudios donde se han evaluado las consecuencias ecológicas y significado adaptativo de los movimientos de Markov en un entorno irregular escrito por Root (1984) y otros autores aseguran que en los hábitats más diversos los insectos presentarían más problemas para hallar un hospedero. Esto podría asumirse en los invernaderos del ISER, como una ventaja pues este estudio determino lo diverso que es, tanto en plantas como insectos, lo que generaría un acierto en la hipótesis de Root, que entre más diverso un ecosistema más difícil es para un insecto plaga encontrar un hospedero.

La alta diversidad de plantas y de insectos presentes en estos invernaderos, evidencia claramente interacciones biológicas importantes. El suelo, se considera como intermediario principal entre estas interacciones. En estos invernaderos ocurren relaciones intraespecíficas e interespecíficas ya que es evidente el mutualismo, por ejemplo, en donde las hormigas y los áfidos se ven beneficiados de dicha asociación. Otro caso evidente, es la puesta de huevos de mosca en los frutos dañados de lulo principalmente, con el fin de larvas se alimenten. Otras que a simple vista no son evidentes, como las que ocurren a nivel del suelo entre microorganismos, hongos, entre otros.

En lugares donde se tiene control de factores ambientales, como lo son los invernaderos, el sistema productivo adecuado es vital para mantener el equilibrio ecológico. Desde el mantenimiento del suelo, como el control insectos plaga y arvenses y el manejo de la fertilización influyen drásticamente inhibiendo o promoviendo la abundancia y riqueza de especies estos lugares.

7. Conclusiones

Tener la capacidad para conocer todos los elementos presentes en un ecosistema, permite entender patrones de coexistencia de las especies, pues esto se considera la base de múltiples estrategias en las que el balance ecológico juega un papel determinante, promoviendo así, una variedad de procesos vitales que garantiza la supervivencia de los seres vivos que allí habitan.

Al caracterizar el material vegetal de los invernaderos, se obtuvo que alrededor del 90% de las plantas presentes en estos, son aromáticas. Las propiedades químicas y físicas que estas brindan, permiten que los cultivos de *Solanum quitoense* Lam. y *Solanum betaceum* Cav. se mantengan en óptimas condiciones.

Estimar la diversidad de Simpson de las especies de plantas presentes en los invernaderos del ISER, da un indicio de que tan diversa es una comunidad. En este caso, 0,867378 es el índice de diversidad de Simpson, este resultado nos indica que las especies de plantas presentes en este lugar son poco dominantes (0,132622), pero muy diversos.

En el caso de los insectos, se estableció mediante la estimación de diversidad de Simpson que las familias presentes en el invernadero tienen una gran diversidad pues este índice arrojó un valor 0,768952 y a su vez estas familias son poco dominantes con un valor de 0,231048.

Al evaluar la riqueza de plantas e insectos y a través el coeficiente de correlación de Pearson, se pudo establecer que R (Pearson)= 0,4932545, lo que indica que dentro de estos invernaderos existe una asociación positiva entre estos actores.

Saber con que elementos cuenta un ecosistema permite entender patrones de coexistencia de las especies, pues es la base de múltiples estrategias en el que el balance ecológico juega un papel importante.

8. Recomendaciones

Extender estudios en estos lugares (invernaderos del ISER), donde se tengan en cuenta la parte microbiológica, invertebrados, mamíferos, aves, crustáceos y moluscos, con el fin de entender a fondo las dinámicas y asociaciones que allí ocurren. Además, tener en cuenta la incidencia de los factores abióticos como lo son temperatura ambiente, pH del suelo y cantidad de luz solar, puesto que uno de los invernaderos tiene una parte expuesta (abierta) lo que podrían alterar drásticamente los resultados.

Por otro lado, estudiar la respuesta inmune que tienen las plantas de *Solanum quitoense* Lam. (Lulo), *Solanum betaceum* Cav. (Tomate de árbol) y demás aromáticas que se ven afectas por el minador (larvas de insectos de la familia Agromyzidae) y que hasta el momento no se ha encontrado una forma eficaz de eliminar las afectaciones que este genera y a su vez un claro deterioro en los invernaderos del ISER.

El cuidado y el mantenimiento adecuado de estos invernaderos en los que hay presencia de cultivos, proporcionan no solo un sustento alimentario, si no económico para los agricultores. Las estrategias ecológicas que allí se manejan brindan las condiciones adecuadas para que los cultivos de *Solanum quitoense* Lam. y *Solanum betaceum* Cav. crezcan y se reproduzcan de manera óptima. Por tal motivo se hace necesario implementar métodos prácticos para que sean replicados no solo en este tipo de cultivos, si no aquellos cultivos de otras especies que se realicen dentro de invernaderos.

Referencias

Achtak, H., Ater M., Oukabli, A., Santoni, S., Kjelberg, F. & Khadari, B. (2010). Traditional agroecosystems as conservatories and incubators of cultivated plant varietal diversity: the case of fig (*Ficus carica* L.) in Morocco.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2844065/>

Acosta, O., Pérez, A. & Vaillant, F. (2009). Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Département Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux (PERSYST), France. Doi:
https://www.researchgate.net/profile/Fabrice-Vaillant/publication/26251338_Chemical_characterization_antioxidant_properties_and_volatile_constituents_of_naranjilla_Solanum_quitoense_Lam_cultivated_in_Costa_Rica/links/00463515f3a0e7a88f000000/Chemical-characterization-antioxidant-properties-and-volatile-constituents-of-naranjilla-Solanum-quitoense-Lam-cultivated-in-Costa-Rica.pdf

Altieri, M. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Capítulo 2, pag. 27.
http://www.redgtd.org/CENTRODOC/BD_ARCHIVOS/Altieri_Agroecologia_principios_Produccion_Sustentable_2001.pdf

Alemán R., Domínguez, R., Rodríguez, J. & Soria, S. (2016). Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en Invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. *Centro Agrícola*, 43(1), 71-76.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852016000100010&lng=es&lng=es.

Alvarado, M. & Osorio, J. (2020). Coleópteros necrófagos, coprófagos y frugívoros en la cordillera El Merendón, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6814/1/CPA-2020-T007.pdf>

Andrade-C., M.G., E.R. Henao Bañol, P. Triviño. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de Mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea – Papilionoidea) *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 37 (144): 311-325, 2013. ISSN 0370-3908.

<http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v37n144/v37n144a04.pdf>

Ante, M. (2009). Estudio de la fenología del cultivo de *Solanum quitoense* Lam en la vereda la Rejoia, del municipio de Popayan. Universidad del Cauca.

<http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/733/ESTUDIO%20DE%20LA%20FENOLOGIA%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LULO%20solanum%20quitoense%20Lam%20EN%20LA%20VEREDA%20LA%20REJOYA%20MUNICIP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barbalat, S. 1995. Efficacité comparée de quelques méthodes de piégeage sur certains coléoptères et influence de l'antophilie sur le résultat des captures. Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles 118: 39-52.

Barbour, M. G., J. H. Burk y W. D. Pitts. 1987. Terrestrial Plant Ecology. Second Edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, California, 634 pp.

Bedoya, A., Fernandez, C. & Perez, K. (2017). Diversidad de la entomofauna asociada a vegetación aledaña a cultivos de arroz, maíz y algodón. Vol. 23:(2) Julio. PP (107 - 120). DOI:[10.21897/rta.v23i2.1295](https://doi.org/10.21897/rta.v23i2.1295)

Bernal, J., Tamayo, P. & Saldarriaga, A. (2000). Reconocimiento y manejo de las enfermedades del cultivo del tomate de árbol en Antioquia.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1209/42143_45828.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Blanco, Y. (2006). La Utilización De La Alelopatía Y Sus Efectos En Diferentes Cultivos Agrícolas. Cultivos Tropicales, 27(3),5-16.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215825001>

Borror, D., Triplehorn, C. & Johnson, N. Una introducción al estudio de los insectos. Universidad Estatal de Ohio, OH, EE. UU. Editorial número 6.

Bueno-Villega, J., Sierwald, P. & Bond, J. (Sin fecha). IV grupos de Myriapoda, 22 Diplopoda.

https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Artropodos%20IV_7.pdf

Bruni, R. (2021). En busca de una fotosíntesis óptima. Biología.
<https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/supernovas-extremas-821/en-busca-de-una-fotosntesis-ptima-19472>

Cabrera-Dávila, G. (2012); Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo. Fundación Rufford.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000400001

Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547.
<https://doi.org/10.1890/11-1952.1>

Castro, L., Murillo, M., Lorío, U. & Mata, Rafael. (2015). Inoculación al suelo con *pseudomonas fluorescens*, *azospirillum oryzae*, *bacillus subtilis* y microorganismos de

montaña (mm) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39(Supl. 1), 21-36. Retrieved April 06, 202.

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242015000300021&lng=en&tlng=es.

Cámara de Comercio Bogotá. (2015). Tomate de árbol. Vicepresidencia de Fortalecimiento Empresarial. Programa de Apoyo Agrícola y Agroindustrial. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14308/Tomate%20de%20arbol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castro, W. & Herrera, L. (2009). La naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en Ecuador. Universidad Central “Marta Abreu” De Las Villas, Cuba. Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.

<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/12219/Naranjilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chávez, J., Gaviria, F., Torres, F., & Obando, L. (2002). Analisis de algunos aspectos agroeconomicos del cultivo de lulo (*Solanum quitoense* L.). *Revista de Ciencias Agricolas*. Volumen XIX, número I-II. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/940>

Corpoica. (2008). Manual de Manejo Cosecha y Poscosecha dell Tomate De Árbol. <https://www.researchgate.net/profile/Maria-Garcia->

[36/publication/316159006 Manual de Manejo Cosecha y Poscosecha de Tomate de arbol/links/58f3d523458515ff23b47688/Manual-de-Manejo-Cosecha-y-Poscosecha-de-Tomate-de-arbol.pdf](https://publications.cci.org.co/publication/316159006-Manual-de-Manejo-Cosecha-y-Poscosecha-de-Tomate-de-arbol/links/58f3d523458515ff23b47688/Manual-de-Manejo-Cosecha-y-Poscosecha-de-Tomate-de-arbol.pdf)

Corporación Colombia Internacional (CCI). (2006). Perfil del producto, inteligencia de mercados: lulo.

Costa, M., Ramos, J. (2006). Los Insectos Comestibles De Brasil: Etnicidad, Diversidad E Importancia En La Alimentación. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, n1 38: 423–442. http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN38/423_442BolnSEA38InsectosComestibles.pdf

Cruz, P., Acosta, K., Cure, J. & Rodríguez, D. (2007). Desarrollo y fenología del lulo *Solanum quitoense* var. *septentrionale* bajo polisombra desde siembra hasta primera fructificación. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n2/v25n2a11.pdf>

Cruz, I., Torres, V., Gonzales-Reyes, A. (2017). Eficiencia de trampas de caída y suficiencia taxonómica en comunidades de arañas (Araneae) epigeas en tres ecorregiones del noroeste Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto para el Estudio de la Biodiversidad de Invertebrados (IEBI), Universidad Nacional de Salta (UNSa). Av. Bolivia 5150.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n1/0034-7744-rbt-66-01-204.pdf>

Delgado, L. & Márquez, J. (2006). Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (Insecta) del estado de Hidalgo, México. *Acta zoológica mexicana*, 22(2), 57-108. Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372006000200004&lng=es&tlng=es

Duarte, S. & Almirall, A. (2020). Diversidad De Insectos Asociados A Siete Cultivos En El Sistema De Cultivo Organopónico “1ro De Julio” De La Habana.
https://www.researchgate.net/publication/344129948_DIVERSIDAD_DE_INSECTOS_ASOCIADOS_A_SIETE_CULTIVOS_EN_EL_SISTEMA_DE_CULTIVO_ORGANOPONICO_1RO_DE_JULIO_DE_LA_HABANA

Fernández, A. (2018). Caracterización preliminar de la ictiofauna asociada a los ecosistemas de morichal en un periodo de aguas bajas en el hatillo los cachorros. Puerto Gaitán Meta-Colombia. Universidad El Bosque Facultad de Ciencias Programa de Biología.
https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/5660/Fernandez_de_Castro_Rojas_Ana_Marcela_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Forister, M., Pelton, E. y Black, S. (2019). Declines in insect abundance and diversity: We know enough to act now. *Conservation Science and Practice*, 1 (8), e80.
<https://doi.org/10.1111/csp2.80>

Fortanelli, J., Servín, M. (2002). Desechos de hormiga arriera (*Atta mexicana* Smith), un abono orgánico para la producción hortícola Terra Latinoamericana, vol. 20, núm. 2, abril-junio, pp. 153-160 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57320208.pdf>

Galindo, A. (2005). Guía Para La Recolección Y Manejo De Plantas Psicotrópicas Y Material Vegetal, Para Estudio Botánico Con Fines Forenses. Instituto Nacional De Medicina Legal y Ciencias Forenses Establecimiento Público Adscrito a la Fiscalía General.
<https://www.medicinalegal.gov.co/documents/20143/40473/Gu%C3%ADa+para+la+recolecci%C3%B3n+y+manejo+de+plantas+psicotr%C3%B3picas+y+material+vegetal+para+estudio+bot%C3%A1nico+con+finas+forenses..pdf/e5bdc9d4-3365-f150-02a4-36881f7182ef>

Galvis, J. & Herra, A. (Sin fecha). El lulo *Solanum quitoense* Lam. Manejo Postcosecha. SENA-Universidad Nacional, Instituto de Ciencia y Tecnología[a de Alimentos -ICTA-.
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4513/lulo_manejo_postcosecha.PDF?sequence=1&isAllowed=y

Gaviria-Ortiz, F., y Henao-B, E. (2014). Diversidad De Mariposas Diurnas (Hesperioidea–Papilionoidea) En Tres Estadoss ucesionales De Un Bosque H´umedo Premontano bajo, Tulúa, Valle Del Cauca. Revista Facultad de Ciencias Universidad

Nacional de Colombia, Sede Medellín.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rfc/article/view/50862/51157>

Giraldo, D. (2017). Producción de plantas ornamentales bajo invernadero en la compañía. Gertens Greenhouses (Inver Grove Heights, Minnesota, U.S.A). Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Administración de Empresas Agropecuarias. Caldas-Antioquia.
http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2386/1/Produccion_plantas_ornamentales_bajo_invernadero.pdf

Granados-Sánchez, D., Ruíz-Puga, P., & Barrera-Escorcia, H. (2008). Ecología de la herbivoría. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 14(1), 51-64.

Recuperado en 19 de marzo de 2021, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182008000100009&lng=es&tlng=es.

Gómez, B. & Jones, R. (2002). Manual de métodos de colecta, preservación y de insectos. Universidad Autónoma de Querétaro Tapachula, Chiapas. México.

https://www.academia.edu/17442104/Manual_de_colecta

Gómez-Merino, Fernando C., Trejo-Téllez, Libia I., García-Albarado, J. Cruz, & Morales-Ramos, Victorino. (2013). Lulo (*Solanum quiroense* Lamarck.) como nuevo

elemento del paisaje en México: germinación y crecimiento en sustratos orgánicos. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(spe5), 877-887.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000900002&lng=es&tlng=es.

Gómez-Merino, Fernando C., Trejo-Téllez, Libia I., García-Albarado, J. & Cadeña-Íñiguez, J. (2014). Lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]) como cultivo novedoso en el paisaje agroecosistémico mexicano. Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.5 no.spe9 Texcoco. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1061>

González, D., Ordoñez, L., Vanegas, P. & Vásquez, H. (2012). Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez.

<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v63n1/v63n1a02.pdf?fbclid=IwAR2MQ>

González-Oliva, L., J. Ferro Díaz, D. Rodríguez-Cala y R. Berazaín. 2017. Métodos de inventario de plantas. Pp. 60-85. En: Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.

http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1454/6/060085_Libro_Biodiversidad_Cuba_Cap%C3%ADtulo%205.pdf

González-Obando, R., Montoya-Lerma, J., Ulloa-Chacón, P., Zuñiga, M., Armbrrecht, I., Carrejo, N., Torres, D., Posso, C., Valdés-Rodríguez, S., González, M., Calero, H., Mendivil, J. & Cardona, W. (2011). Protocolos de investigación en ecosistemas terrestres, intermareales, submareales y pelágicos para el Parque Nacional Natural Gorgona. https://www.researchgate.net/publication/257197198_Protocolos_de_investigacion_en_ecosistemas_terrestres_intermareales_submareales_y_pelagicos_para_el_Parque_Nacional_Natural_al_Gorgona

Gutierrez, M. (2010). Interacciones Biológicas: El Rol De La Comunicación Química Entre Peces Y Microcrustáceos. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/101227/CONICET_Digital_Nro.a5a20a52-644d-47aa-a89a-04c357604ef5_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. & Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta zoológica mexicana*, 32(3), 370-379. Doi: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372016000300370&lng=es&tlng=es.

Heiser, C. (1972). The Relationships of the Naranjilla, *Solanum quitoense*. *Biotropica*, 4(2), 77-84. Doi: 10.2307/2989729

ICA. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de lulo. Medidas para la temporada ambiental. Doi [https://www.ica.gov.co/getattachment/de9f2f66-898a-45b8-848d-0c49a23ca70c/manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-lulo-\(solanum.aspx](https://www.ica.gov.co/getattachment/de9f2f66-898a-45b8-848d-0c49a23ca70c/manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-lulo-(solanum.aspx)

Jaramillo N., Rodriguez, V., Guzman, A. & Zapata, A. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum*. Mili). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación "La Selva", Apartado Aéreo 100, Rionegro, Antioquia, Colombia. Boletín Técnico. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Kallarackal, J., & Ramírez, F. (05 de Abril de 2019). Tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) reproductive physiology: A review. *ScienceDirect*, 248, 206-215.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.019>

López, A., López, G. & Fadilde, M. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque se semideciduo micrófilo de Cuba Orienta. Doi 10.15517 / rbt.v62i0.15780

López, M. (2008). El romero. Planta aromática con efectos antioxidantes. Vol. 27. Núm. 7. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-el-romero-planta-aromatica-con-13124840>

Lucas, A., Maggi, J. & Yagua, M. (2010). Creacion de una empresa de producción, comercialización y esportación de tomate de arbol en el area de Salgolqui. Guayaqui-Ecuador.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10688/2/TOMATE%20DE%20ARBOL.pdf>

Machado. R., Roche, R., Toral, O. & González, E. (2015). Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. Pastos y Forrajes, 22 (3), pp.181-204. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01190065/document>

Márquez, L. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. Laboratorio de Sistemática Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado postal 1-69, Plaza Juárez, México. http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN_37/385_408_Tecnicas.pdf

Mera, Y., Gallego, M. & Armbrecht, I. (2010). Interacciones entre hormigas e insectos en follaje de cafetales de sol y sombra,Cauca-Colombia. Revista Colombiana de Entomología 36 (1): 116-126. Doi: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v36n1/v36n1a20.pdf>

Mesa, L. (2015). Orden dermáptera. Departamento de Biología Ambiental Universidad de Navarra E-31080 Pamplona (España). Revista IDE@ - SEA, nº 42: 1–10.
http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_42.pdf

Moczek Armin P. 2010 Phenotypic plasticity and diversity in insects Phil. Trans. R. Soc. B365593–603. [Doi: http://doi.org/10.1098/rstb.2009.0263](http://doi.org/10.1098/rstb.2009.0263)

Montaño, N., Navarro, M., Patricio, I., Chimal, E., & Miguel de la Cruz, J. (2018). El suelo y su multifuncionalidad: ¿qué ocurre ahí abajo?. CIENCIA Ergo-Sum, 25(3).
[doi:10.30878/ces.v25n3a9](https://doi.org/10.30878/ces.v25n3a9)

Montoya, D., Haegeman, B., Gaba, S., de Mazancourt, C., Bretagnolle, V. y Loreau, M. (2019). Compensación en el aprovisionamiento y la estabilidad de los servicios de los ecosistemas en los agroecosistemas. Aplicaciones ecológicas: una publicación de la Ecological Society of America , 29 (2), e01853. <https://doi.org/10.1002/eap.1853>

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Apartado Postal 69 Plaza Juárez, Pachuca, Hidalgo, 42001. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Mora, C. & Rojas, Y. (2017). Diagnóstico de los factores que influyen en la competitividad del subsector del lulo en los municipios de Venecia Pandi y Arbelaez de Cundinamarca. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Programa de Economía. Bogotá, Colombia.
<http://hdl.handle.net/10983/15169>

Morillo A, Rodríguez A, Morillo Y. Caracterización morfológica de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en el municipio de Pachavita, Boyacá. *Acta biol. Colomb.* 2019;24(2):291-298. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n2.75832>

Morón, M. & Torrón. (1988). Colecta y acondicionamiento de artrópodos. *Entomología Práctica*. Instituto de Ecología, México.
http://clubes.mincyt.gob.ar/images/myct_contenidos_archivos/1231373125_artropodoscolecta-y-acondicionamiento.pdf

Nieto, F. (Sin fecha). Trampa de caída para captura de escarabajos coprófagos. Repositorio Institucional de Documentación Científica. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. Alexander von Humboldt.
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/5356>

Ortega, L., Martínez, C., Waliszewski, M., Ocampo, J., Huichapan, J., Kassis, E., Sot, G. & Pérez, B. (2017). Nivel tecnológico de invernadero y riesgo para la salud de los

jornaleros. Nova Scientia, vol. 9, núm. 18. Universidad De La Salle Bajío. León, Guanajuato, México. pp. 21-42. <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203350918002.pdf>

Ortiz, A., Robles, K., Urrego, L. & Romero, M. (2018). Diversidad e interacciones biológicas en el ecosistema de manglar. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas Universidad del Valle. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcien/v22n2/2248-4000-rcien-22-02-00111.pdf>

Polo, C. (2008). Índices Más Comunes En Biología. Segunda Parte, Similaridad y Riqueza Beta y Gamma. Facultad de ciencias básicas. Universidad Militar “Nueva Granada. ISSN 1900-4699, Volumen 4, Número 1, Páginas 135-142. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2239>

Radosevich, S., Holt, J. & Ghera C. (2007). Ecology of Weeds and Invasive Plants: Relationship to Agriculture and Natural Resource Management, 3rd Edition. <https://www.wiley.com/en-co/Ecology+of+Weeds+and+Invasive+Plants%3A+Relationship+to+Agriculture+and+Natural+Resource+Management%2C+3rd+Edition-p-9780470168936>

Ramírez, F. (2020). Notas sobre Lulo (*Solanum quitoense* Lam.): Una importante planta subutilizada de América del Sur. Genet Resour Crop Evol 68, 93–100. <https://doi.org/10.1007/s10722-020-01059-3>

Ramirez, C., Lavandero, B. & Figueroa, C. (2018). Sistemas biológicos. Ecología de las interacciones entre insectos y plantas. Ciencias biológicas. Universidad de Talca.

<http://biologia.otalca.cl/wp-content/uploads/2018/06/Interacciones-insectos-y-plantas.pdf>

Reina, C. (1998). Manejo Postcosecha y Evaluación de la calidad para tomate de árbol, que se comercializa en la ciudad de Neiva. Universidad Surcolombiana.

<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4694/1/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20tomate%20de%20arbol.pdf>

Revelo, J., Mora, E., Gallegos, P. & Garcés, S. (2008). Enfermedades, nematodos e insectos plaga del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav. Una guía para su identificación en el campo. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/513/5/iniapscbt115.pdf>

Rico-Sánchez, Axel & Rodríguez, Joseph & López-López, Eugenia & Sedeño Díaz, Jacinto. (2014). Patrones de variación espacial y temporal de los macroinvertebrados acuáticos en la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo (México). *Revista de biología tropical*. 62. 81-96. 10.15517/rbt.v62i0.15780

Root, R. & Kareiva, P. (1984). The Search for Resources by Cabbage Butterflies (*Pieris rapae*): Ecological Consequences and Adaptive Significance of Markovian

Movements in a Patchy Environment. *Ecology*, 65(1), 147–165.

<https://doi.org/10.2307/1939467>

Sánchez-Gonzalez, A. & Gonzalez, M. (2017). Técnicas De Recolecta De Plantas Y Herborización. Cap. 12. pp. 123-133.

<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6082/Capitulo12.pdf>

Saldaña, A. (2013). Relación entre riqueza de especies y diversidad funcional de atributos foliares en dos ensamblajes de especies siempre verdes de un bosque templado lluvioso. *Gayana. Botánica*, 70(2), 177-187. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432013000200001>

Segura, M., Contreras, J., García, I. & Bueno, I. (2006). Fertilización nitrogenada de judía verde bajo invernadero con criterios agroecológicos. IFAPA Centro La Mojonera. Camino de San Nicolás nº 1. La Mojonera (Almería).

http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/posters/9%20P.%20FER/11.pdf

Solís, A. (Sin fecha). Métodos y técnicas de recolecta para coleópteros Scarabaeoideos. Instituto Nacional de Biodiversidad, Apartado postal 22-3100, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, América Central. <http://www.bionica.info/Biblioteca/SolisMetodosRecolectaScarabaeidea.pdf>

Solís, S., Martínez, O. & Castillo, S. (2016). Los paradigmas de las malezas. Ciencias, núm. 120-121, abril-septiembre, pp. 90-97. <https://www.revistacienciasunam.com/pt/busqueda/numero/202-revistas/revista-ciencias-120-121/2000-los-paradigmas-de-las-malezas.html>

Teixeira, H., Bianchi, F., Cardoso, I., Tiftonell, P. & Peña-Claros, M. (2021). Impacto del manejo agroecológico en la diversidad vegetal y los servicios ecosistémicos basados en el suelo en los sistemas de pastos y café en el bosque atlántico de Brasil. Agricultura, ecosistemas y medio ambiente, 305, 107171. doi: 10.1016 / j.agee.2020.107171

Torres, F. & Flórez, L. (2008). Asociacion Colombiana Para El Avance De La Ciencia - Acac Corporacion De Transferencia Tecnologica Agropecuaria Planta. <https://docplayer.es/17987170-Cultivo-de-tomate-de-arbol-bajo-invernadero.html>

Torres, A. (Sin fecha). Inteligencia de mercado para lulo, mora y uchuva. IV seminario nacional de frutales de clima frio moderado.

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17681/42248_46005.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vargas, B., Mendoza, E., Escobar, Y., Gonzalez, L. & Rizo, M. (2017). Diversidad De Insectos Asociados A La Flora Existente En Dos Fincas De La Agricultura Suburbana De Santiago De Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 41 (2): 60 – 71.

https://www.researchgate.net/publication/325880695_Diversidad_de_insectos_asociados_a_la_flora_existente_en_dos_fincas_de_la_agricultura_suburbana_de_Santiago_de_Cuba

Vásquez, E. (2012). Respuesta del cultivo de la naranjilla (*Solanum quitoense*) a la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos, fertilizantes foliares sintéticos y 2-4D éster butílico. La Mana, Ecuador. 2010. Universidad Politécnica Salesiana de Quito, Quito, Ecuador

Ville de Genève (Suiza) y Missouri Botanical Garden, Saint- Louis, MO (USA).
<http://www.ville-ge.ch/cjb/fdp/claves/pdf/solan.pdf>

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Zou, Y., Jinchao, F., Dayuan, X., & Sang, W. (2012). Insect Diversity: Addressing an Important but Strongly Neglected Research Topic in China. *Journal of Resources and Ecology*. DOI: [10.3969 / j.issn.1674-764x.2011.04.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-764x.2011.04.013)

Zumbado, M. & Azofeifa, D. 2018. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 pp. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>