



Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Evaluación de la riqueza/abundancia y el banco de semillas de las arvenses
presentes en el cultivo de tomate de árbol en la Granja “El Romeral” de la
Universidad de Cuenca**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

Autores:

Carolina Elizabeth Aguirre Granda

Erika Karina Quintanilla Angulo

Director:

Walter Iván Larriva Coronel

ORCID:  0000-0002-9292-1119

Cuenca, Ecuador

2024-07-18

Resumen

El tomate de árbol o *Solanum betaceum* Cav., actualmente representa un rubro de importancia económica para los agricultores debido a sus propiedades nutricionales. Sin embargo, se presentan problemas relacionados al rendimiento por múltiples causas de las cuales destaca la presencia de enfermedades que encarecen la producción. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la densidad y diversidad de especies de arvenses y el banco de semillas presente en este cultivo. Para alcanzar dicho objetivo se procedió a recolectar muestras de suelo de la granja “El Romeral” en dos huertos de tomate de árbol. Las semillas fueron recuperadas por el método de tamizaje y lavado y las especies identificadas por la germinación de plántulas. Se lograron identificar 756 semillas de las cuales germinaron 277 pertenecientes a 9 especies determinadas, correspondientes a 9 familias. La riqueza de especies e individuos estuvo representada por la familia Asteraceae, Fabaceae, Amaranthaceae y Poaceae. Se encontró mayor número de individuos en los primeros cinco centímetros de profundidad y las especies que participaron con mayor número de individuos fueron: *Bidens pilosa*, *Amaranthus* spp., y *Trifolium repens*. La mayor diversidad florística estuvo presente en los rangos de profundidad más superficiales del suelo.

Palabras clave del autor: banco, semillas, arvenses, tomate de árbol



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Nowadays, tree tomato or *Solanum betaceum* Cav represents an important economic crop for farmers because of its nutritional properties. However, it has been presenting issues related to yields for multiple causes from which the presence of illness decreases the production. The recent investigation has the objective of evaluating the density and species diversity of weed and the weed soil seed bank in tree tomato orchard. To achieve this objective, soil samples were collected from the farm "El Romeral" in two tree tomato fruit orchards. The seeds were recovered by the sifting and washing method and the species were identified by the germination of seedlings. A total of 756 seeds were identified, of which 277 germinated belonging to 9 specific species, corresponding to 9 families. The richness of species and individuals was represented by the Asteraceae family, Fabaceae, Amaranthaceae and Poaceae. A greater number of individuals was found in the first five centimeters of depth and the species that participated with the highest number of individuals were: *Amaranthus* spp., *Trifolium repens* and *Bidens pilosa*. The greatest floristic diversity was present in the shallower depth ranges of the soil.

Author Keywords: bank, seed, weed, tree tomato



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Introducción.....	8
Objetivos.....	8
General	8
Específicos	9
Fundamentos teóricos de la investigación	9
Justificación.....	9
Tomate de árbol.....	10
Importancia.....	10
Descripción.....	11
Plagas y enfermedades	11
Arvenses	12
Problemas ocasionados por las arvenses.....	12
Banco de semillas	12
Diversidad Florística.....	14
Resultados	19
Discusión.....	27
Conclusiones.....	33
Referencias	34
Anexos	41

Índice de figuras

Figura 1: Fuente (Foresto et al.,2022).....	16
Figura 2: Croquis de la granja " El Romeral".....	17
Figura 3: Materiales.....	18
Figura 4: Riqueza de especies en <i>Solanum betaceum</i> Cav. A; número de individuos contabilizados (Nic) y número de individuos germinados (Nig) en total.....	20
Figura 5: Número de individuos contabilizados (Nic) y número de individuos germinados (Nig) en el huerto maduro del cultivo.....	21
Figura 6: Número de individuos contabilizados (Nic) y número de individuos germinados (Nig) en el huerto joven del cultivo.....	22
Figura 7: Germinación de especies de arvenses en un huerto joven y maduro de tomate de árbol.	23
Figura 8: Plantas emergidas a diferentes profundidades por muestras acumuladas (a= 0-5; b= 5-10; c= 10-15; y d= 15-20 cms).....	31

Índice de tablas

Tabla 1: Índice y diversidad de arvenses en los dos tipos de huertos de Solanum betaceum.....	21
Tabla 2: Índice y diversidad de arvenses en los dos tipos de huertos de Solanum betaceum.....	21
Tabla 3: Densidad relativa de las especies de arvenses encontradas en el banco de semillas a distintas profundidades.....	22
Tabla 4: Indicadores biológicos del banco de semillas a diferentes profundidades (huerto joven).....	23
Tabla 5: Indicadores biológicos del banco de semillas a diferentes profundidades (huerto maduro)	24
Tabla 6: Especies germinadas e identificadas por morfología.....	26
Tabla 7: Variables biológicas de las especies identificadas en la granja.....	27
Tabla 8: Indicadores biológicos del banco de semillas a diferentes profundidades.....	28

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios por la vida que nos brinda y luego a nuestras familias por su apoyo incondicional en todo momento para poder culminar con nuestros estudios y poder ser unas profesionales con ética.

A nuestro director de tesis por su colaboración y arduo trabajo en nuestro trabajo de titulación.

Gracias y perdón por no ser personas de muchas palabras.

Introducción

En la actualidad, la eficiencia energética y sostenible es un tema que está impactando a nivel global. De acuerdo a varias organizaciones mundiales para el año 2050 los sistemas alimentarios tendrán una demanda de 9 billones de personas sin hacer mención de las plantas o animales que coexisten con la gente sean domésticos o salvajes. Por ello es importante trabajar de forma cooperativa para lograr cohabitar sosteniblemente en el ecosistema recreando en nuestros cultivos en la medida de lo posible lo que la naturaleza en general ha venido desarrollando a lo largo de la vida desde su origen. Uno de los cultivos que de acuerdo a la literatura consultada se encuentra en el foco de atención de las organizaciones, relacionadas a la nutrición y alimentación, es el cultivo andino de tomate de árbol que se ha nombrado científicamente como *Solanum betaceum* Cav., o también aceptado como sinónimo *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. Este vegetal es nativo de los Andes y su uso en la alimentación es diversificado al igual que la nutrición que aporta a los organismos vivos. Sin embargo, a pesar de que es y será demandado por los consumidores, su cultivo hace que las pequeñas asociaciones que ya han comenzado a trabajar en este rubro tengan contratiempos debido a diversas variables que están ocasionando que las plantaciones no alcancen los rendimientos esperados, debido entre otros factores a problemas fitosanitarios, siendo uno de ellos la presencia de arvenses en todas las fases del cultivo, las cuales son competidoras directas de los recursos como: nutrientes, agua, espacio, sin dejar de lado el que son algunas de ellas reservorios de insectos y enfermedades que afectan al tomate de árbol (Zimdahl, 2007, Díaz et al., 2017).

Objetivos

General

Evaluar la densidad y diversidad de especies de arvenses y el banco de semillas presentes en el cultivo de tomate de árbol.

Específicos

Conocer la riqueza y abundancia de las especies de arvenses presentes en el cultivo del tomate de árbol en la granja El Romeral.

Determinar el banco de semillas en cuatro (4) rangos distintos de profundidad del suelo.

Fundamentos teóricos de la investigación

Justificación

El cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) es importante en el Ecuador ya que su producción sobre todo está en manos de los pequeños y medianos productores. La planta como tal, alcanza alturas de dos y cuatro metros, se trata de un árbol perenne que florece entre los 1000 y 3000 m.s.n.m. Intervienen en la polinización factores como los insectos, abejas, abejorros y factores abióticos como el viento (Ramírez, y Kallarackal, 2019). Se trata de una especie frutal con una alta demanda a nivel de mercado; sin embargo, a pesar de que en los últimos tiempos el cultivo se ha expandido en los cantones orientales de la provincia del Azuay, no obstante, tiene dificultades fitosanitarias como enfermedades, insectos, nematodos y las plantas arvenses, siendo estas últimas competidoras directas de los recursos del cultivo (Díaz, et al., 2017).

Según Caproni et al., (2015), el banco de semillas puede tener considerable importancia como indicador de recuperación y sustentabilidad de un área después de ser perturbada; a pesar de aquello, la riqueza de información disponible sobre el banco de semillas en suelos cultivados es común en regiones templadas, pero en los trópicos, los estudios son concentrados en el control de plantas invasoras por medios químicos, con poca atención para su ecología. (Foresto et al., 2021).

Las malezas producen daños directos al cultivo de tomate de árbol, “atacan” a las plantas, provocando la disminución de la producción, causan efectos perjudiciales que modifican la calidad de fruto y su comercialización, competición de nutrientes del suelo, agua y luz con el cultivo, por ello es importante la eliminación de malezas alrededor de la corona posterior al trasplante (Cámara de Comercio de Bogotá et al., 2015).

Según Labrada (2015), hasta ese año existían dos malezas catalogadas cuarentenarias para

el Ecuador, cuyo principal objetivo para evitar su entrada al territorio es la prevención y control de cargamento de origen vegetal y suelo. Esto debido a que el país posee tres ecosistemas y puede convertirse en un caldo de cultivo de semillas de malezas tanto las que se desarrollan en zonas templadas como las que necesitan ecosistemas tropicales y subtropicales para establecerse, ocasionando con aquello perturbaciones en la flora y biodiversidad del territorio invadido, al competir por recursos vitales.

En este contexto, la presente investigación busca conocer la riqueza / abundancia y banco de semillas de arvenses presentes en el cultivo de tomate de árbol, además de la identificación de las plantas y semillas de arvenses.

Tomate de árbol

Solanum betaceum tiene origen en Sudamérica (Enríquez et al., 2020). Ecuador y Colombia están entre los principales países productores. La planta de tomate de árbol es semi leñosa, 2 a 3 m de altura y su fruto es una baya elíptica de forma ovoidal que mide entre 5 y 10 de cm de largo, y de 8 a 5 cm de diámetro (Delgado et al., 2022; Quintero et al., 2023). La cáscara de la fruta es gruesa y amarga en tonos rojos, naranjas y amarillos, según el ecotipo y la fruta en estado de madurez, pesa entre 80 y 90 g (Ordoñez, 2019). Después del trasplante en campo inicia a los ocho y nueve meses el ciclo de producción. La planta tiene una vida comercial de ocho años (Moreno et al., 2020). El fruto es rico en potasio, fibra y tiene vitamina A, B, C y K (Castro et al., 2022; Cordeiro et al., 2023). Además, los principales beneficios del consumo de tomate de árbol son la reducción del colesterol y el aporte de fibra que favorece el tracto intestinal (Fonseca et al., 2019; Moreno-Miranda et al., 2020; Montero et al., 2022).

Importancia

Dentro de EE.UU. y el Medio Oeste se han observado varias tendencias que brindan grandes oportunidades para el crecimiento de las exportaciones ecuatorianas. La pitahaya, maracuyá, tomate de árbol y uvilla, tienen gran potencial de ingreso al mercado por sus beneficios alimentarios y su apariencia (PROECUADOR, 2019).

En los últimos años se ha incrementado el área del cultivo (Espinoza et al., 2017) en un 70% ubicándose en décimo lugar respecto al rendimiento entre los cultivos frutícolas andinos. Además, las exportadoras y agroindustrias aprovechan al menos 30.500 toneladas y 8.600 son comercializadas en estado fresco nacional y regionalmente (Miranda et al., 2019). En Azuay se siembran 198 ha de *Solanum betaceum* pero se cosechan 138 ha y se producen 326 toneladas métricas vendiendo 312 toneladas (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

Descripción

Los árboles de tomate alcanzan de dos a cuatro metros (Wang & Zhu, 2020). La inflorescencia es una cima escorpioide que sostiene 10-50 flores. Es un árbol perenne subtropical que crece entre 1000 a 3000 m en los trópicos y subtrópicos (Viera et al., 2016). En los trópicos, la floración y fructificación ocurren a lo largo del año. El tamaño del polen respecto al diámetro polar es 20 μm y mide 19 μm en relación al diámetro ecuatorial. En la polinización intervienen vectores bióticos como los insectos (abejas, y abejorros). También, intervienen los factores abióticos como el viento que cumple un rol importante en este proceso natural.

Taxonomía

El tomate de árbol pertenece a la familia Solanaceae (Correia et al., 2023) nombrado como *Solanum betaceum* por el botánico español Cavanilles. Sendtner transfirió a la planta al género *Cyphomandra* y lo renombró como *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. Se transfirió después al género original nombrándolo como *Solanum betaceum* (Cav.) nuevamente (Ramírez & Kallarackal, 2019).

Plagas y enfermedades

Entre los años 2005-2007, se reportó una disminución del área cultivada de *Solanum betaceum* ocurrida principalmente por la antracnosis o *Colletotrichum spp.* (Díaz et al., 2017), convirtiéndose en una de las mayores limitantes del cultivo (Viera et al., 2016), debido a que la enfermedad disminuye la vida productiva de los árboles al atacar no únicamente los frutos, sino además hojas, ramas y conjunto de órganos de la inflorescencia en cualquier estado fenológico, diseminándose por la lluvia y el viento. Igualmente, el uso de fungicidas (como los

benzimidazoles, por ejemplo) se ha vuelto ineficiente prácticamente debido a la tolerancia del patógeno. El costo del control de la enfermedad corresponde entre un 28 – 45 % del costo total de la producción. Las pérdidas pueden alcanzar el 50 % (Murillo-Gómez et al., 2017).

Arvenses

Las arvenses constituyen una limitante no solo fitosanitaria, sino también económica de importancia para los agricultores, ya que causan impactos adversos en cultivos interfiriendo en el crecimiento y desarrollo (Guzzo et al., 2014) por medio de alelopatías, compitiendo por recursos como agua, nutrientes, luz, espacio, y siendo hospederos alternos de plagas y enfermedades fitosanitarias (Lomas-Barrie et al., 2022), afectando con aquello el rendimiento de los cultivos.

Problemas ocasionados por las arvenses

De acuerdo a Lefoe et al. (2020) las arvenses impactan en la producción agrícola, ya que existen especies como las pertenecientes a la familia Solanaceae que por su gran número y el gran riesgo de ocasionar daño a la planta objetivo es difícil controlar por medios biológicos. Hoy en día según Uribe et al. (2020), el suelo está bajo presión constante y creciente debido a la intensificación de su uso para la agricultura, pastoreo, silvicultura y urbanización. Además, las prácticas de manejo agrícola como los suelos sin vegetación, grandes cantidades de fertilizantes aplicados, la labranza intensiva, los eventos extremos del clima, entre otros, causan una significativa degradación del suelo. La dificultad aumenta debido a la presencia de resistencia en las arvenses por el mal uso de herbicidas, la capacidad limitada para afrontar el problema y la subestimación actual del mismo (Hulme, 2023).

Banco de semillas

El banco de propágulos (semilla, estolones, raíces, esquejes, etc.) en el suelo es el recurso primario para las nuevas infestaciones de malezas en los sistemas de producción agrícola, razón por la cual asegura su establecimiento cada año el hecho de que una pequeña porción

de este quede como remanente en el suelo (Gajardo et al., 2020). Por ello, puede proveer la base para el manejo racional de la vegetación espontánea de los agroecosistemas, un conocimiento extenso de los bancos de propágulos y su dinámica (Acosta y Agüero, 2001). Investigaciones sobre bancos de semillas en el suelo son cruciales para mejorar las prácticas de control de arvenses y pueden contribuir a la predicción de infestaciones y al mejoramiento de prácticas de manejo para reducir los efectos negativos de la interferencia de malezas con el crecimiento y rendimiento de los cultivos (Ribeiro et al., 2015).

Según Caproni et al., (2015), el banco de semillas puede tener considerable importancia como indicador de recuperación y sustentabilidad de un área después de ser perturbada; sin embargo, la riqueza de información disponible sobre el banco de semillas en suelos cultivados es común en regiones templadas, pero en los trópicos, los estudios son concentrados en el control de plantas invasoras por medios químicos, con poca atención en el estudio de su ecología. (Foresto et al., 2021).

Dinámica del banco de semillas en el suelo Llegada

de las malezas:

La entrada de semillas al suelo puede ocurrir por factores como: el viento (2900 / m²), agua (77 y 137, 48000 / ha, 29 / 254 litros), animales y humanos dependiendo el caso. Es así como, por cada kg de trigo en semilla que se siembra a una densidad de 67 kg/ha, se encontró 1,4 semillas de *Avena fatua*, la misma que produce 250 semillas por cada nueva planta, dando un resultado de 23450 plantas para el siguiente ciclo de cultivo. Generalmente, el número de semillas que ingresan al banco de semillas por factores externos es inferior, pero es importante respecto al establecimiento inicial de la maleza (Requesens et al., 2004).

Salida de semillas de arvenses del sistema de cultivo:

Agüero et al., (2018) expresan que el uso de herbicidas no es causante del agotamiento de semillas del banco puesto que deja abiertos abundantes espacios para que haya regeneración de un mayor número de especies de arvenses, es decir, el número de especies tienden a mantenerse a través del tiempo.

Sin embargo, las semillas resultan ser fuente alimenticia para insectos, pájaros, pequeños mamíferos e infectadas por hongos (León y Agüero, 2001) y otros microorganismos, pudiendo ser removidas del campo por el movimiento del agua que resulta ser un eficiente distribuidor de éstas (Martins et al., 2021).

Diversidad Florística

La diversidad florística de arvenses es amplia y variada dependiendo de las prácticas de cultivo, el tiempo en el que la tierra ha sido cultivada, las condiciones climáticas, el tipo de suelo y la vegetación circundante (Lomas et al., 2022; Martínez et al., 2010). Es así como los resultados de la investigación de Aguilar et al., (2020) indicaron que los sistemas manejados y destinados para actividades agrícolas presentan bancos de semillas más dinámicos. Para determinar la riqueza y abundancia de especies se utilizan índices de diversidad siendo Shannon-Wiener (Caproni et al., 2015) uno de los más empleados, cuya fórmula es:

$H' = -\sum (X_i/X_o) \cdot \log(X_i/X_o)$, en que:

X_i/X_o es la proporción del grupo “i” en el total de las muestras.

Germinación y latencia:

Información importante respecto a la germinación parece ser el hecho de que, se puede manipular ciertos factores (Herrera, y Ramírez, 2016) para impedir el desarrollo de las malezas en fase de plántula, ya que se dice que es el estado más crítico de la misma entendiéndose por germinación al continuo crecimiento del embrión que emerge como plántula. Medina et al., (2011) señalan que las plantas leguminosas tienen una influencia sobre la comunidad de malezas cuyo extracto afecta la germinación de estas (Aguilar et al., 2020).

Además, se cree que la habilidad de emergencia de semillas a diferentes profundidades depende del suelo y peso de la semilla respecto a la cantidad de reservas almacenada en ellas (Valdez et al., 2015).

Distribución de arvenses en el suelo:

Avilés, et al., (2020), por medio de su investigación sugieren que en condiciones de alta diversidad, se puede alcanzar una mejor respuesta de las medidas de control integrado de malezas, debido a que, cuando una especie es dominante suele ser a consecuencia de tolerancia a las medidas de control, reportando que, una mayor diversidad de malezas dentro del campo, puede ser una ventaja para la producción y para el ambiente, ya que al inundar por 20 días un predio para cultivo, se observó el reclutamiento de nuevas plantas a partir de semillas y la comunidad de malezas también se modificó, observándose un aumento (Martins et al, 2021) en el índice de diversidad a los 75 días después de la inundación. Esto, en cuanto a la distribución horizontal de las arvenses.

Por el contrario, a mayor profundidad, menor abundancia y densidad de semillas en el suelo (Aguilar et al., 2020) debido a la compactación del suelo y otras propiedades físicas del mismo como la textura que influencia la cantidad de luz que la semilla recibe (Alves de Andrade et al., 2015). Se han propuesto diferentes estratos (0-3 cm, 0-2 cm, 3-7 cm, 2-8 cm) (León y Agüero, 2001) para el estudio de este factor, encontrándose un gran número de plántulas inclusive en la biomasa seca y hojarasca sugiriendo tomar muestras de suelo hasta 20 cm de profundidad (La O Fuentes et al., 2005).

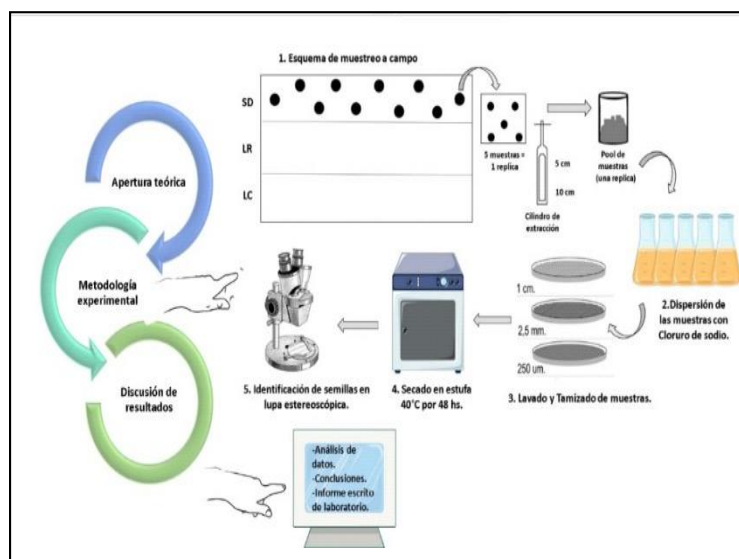


Figura 1: Fuente Foresto et al (2021)

La identificación y enumeración de la emergencia de semillas de malezas en campo corresponde al estudio de bancos de semillas de malezas in situ y puede indicar de forma general la composición de la flora respecto de las arvenses presentes en el banco. Al contrario que el estudio de bancos de semillas ex situ desde muestras de suelo colocadas en bandejas bajo invernadero e irrigadas que representan una evaluación más eficiente respecto a la dinámica de germinación (Aguilar et al., 2020). Esto debido a la impresión del primer método, por la acción de la dormancia de las semillas y condiciones medioambientales desfavorables (Alves de Andrade et al., 2015).

La O Fuentes et al., (2005), concluyen a través de sus investigaciones que con una evaluación de ocho marcos cuadrados de 0,25 m²/ha, colocados al azar en las diagonales de un área, se obtiene una población de malezas representativa de una zona enmalezada e igual número de porciones de suelo de 500 g c/u, datos estos suficientes, que permite obtener el potencial de emergencia de plantas que caracteriza una determinada área.

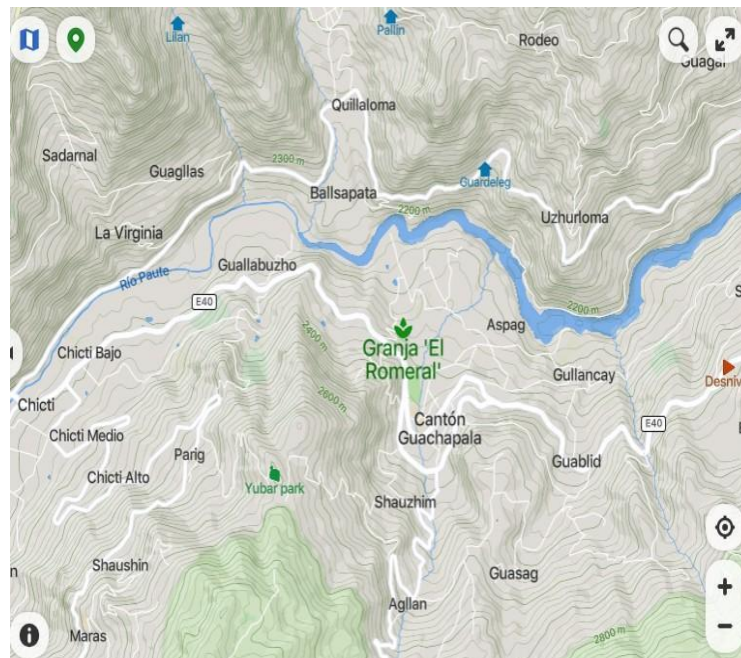


Figura 2: Croquis de la granja " El Romeral"

Para determinar la diversidad de especies (riqueza y abundancia), la presente investigación se realizó en distintas parcelas de la Granja “El Romeral”, perteneciente al cantón Guachapala, latitud sur 2° 46' y longitud oeste 78° 42', temperatura media anual 17°C, la misma que tiene vocación agrícola y en las cuales se cultiva tomate de árbol.

Toma de muestras de arvenses:

En los dos (2) huertos de tomate de árbol, uno joven y otro maduro (diferentes por la edad cronológica) en el cual se realizó el presente trabajo de investigación se procedió a lanzar de manera aleatoria, el “anillo” metálico, cuyas dimensiones fueron de 50 x 50 cm y todas aquellas arvenses que estuvieron dentro del “anillo”, fueron identificadas y contabilizadas, entre tanto que, aquellas que no se pudieron identificar in situ, fueron llevadas hasta el laboratorio de Botánica para con ayuda de los expertos en el tema en algunos caso y/o de claves, proceder a reconocerlos; de ser necesario se procedió a identificar con la ayuda y asesoramiento del Herbario Azuay de la UDA. Se tuvieron en total 16 sitios de muestreo a cuatro (4) profundidades diferentes, tomadas en dos (2) huertos de tomate de árbol en la Granja “El

Romeral".

Toma de muestras de semillas de arvenses:

Respecto a la determinación del banco de semillas de arvenses presentes en el área de la investigación, se procedió en el mismo sitio en el cual se tomaron las muestra de las arvenses aéreas, a tomar las muestras de suelo, con la finalidad de recuperar las semillas de arvenses presentes en las diferentes profundidades previstas, esto es: 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 cm; de cada profundidad se tomó 1 kg de suelo, el mismo que fue trasladado al laboratorio, lugar en el cual y con ayuda de tamices y continuo lavado, se recuperaron las semillas, las mismas que

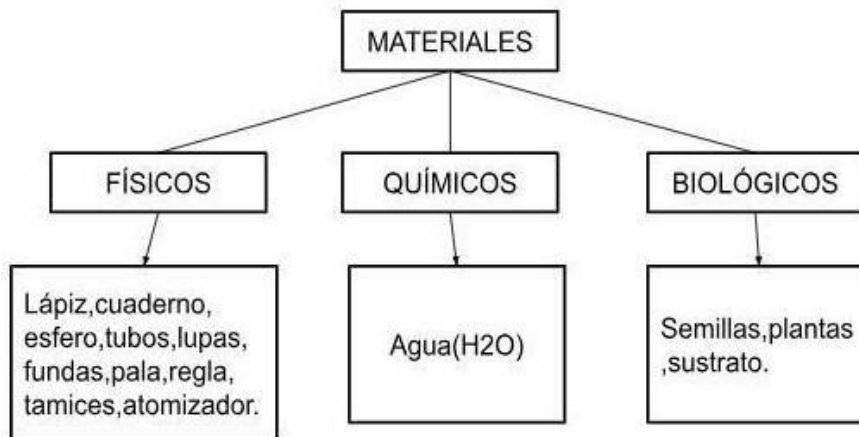


Figura 2: Materiales

fueron contabilizadas y clasificadas a nivel de género en función de su forma y tamaño. Para la separación de las semillas se utilizó el método por lavado y tamizado de las muestras; para lo cual, las muestras de suelo fueron colocadas en botella de 2.5 L., agregándole 750 g., de sal y agua hasta el llenado de estas. Se agitaron fuertemente en forma manual y se dejaron reposar durante 48 horas, luego se filtró el contenido en una serie de tamices, se lavó con agua varias veces con el fin de separar el suelo de las semillas cuidando que no se pierda las semillas contenidas en cada muestra de suelo.

En el caso de no poder ser identificadas a ese nivel, de manera inmediata se procedió a sembrar muestras de dichas semillas en tarrinas con sustrato y luego que hayan germinado y desarrollado convenientemente, proceder a identificarlas. Además, cada tipo (especie) de semillas fueron colocadas en cajas petri sobre papel filtro húmedo, con la finalidad de

determinar el porcentaje de germinación. (Foresto et al., 2021).

Análisis estadístico

Se analizó la riqueza, y la diversidad específica a través del índice de Shannon-Weaver. El análisis estadístico se ejecutó con el programa InfoStat. Para los test estadísticos se utilizó el nivel de significancia de $p < 0,05$. Los datos no se analizaron a través de un ANOVA de una o dos vías y comparación de las medias con test Tukey ya que no presentaron normalidad los datos, caso contrario se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Resultados

Objetivo específico I.

Conocer la riqueza y abundancia de las especies de arvenses presentes en el cultivo del tomate de árbol en la granja “El Romeral”

El banco de semillas muestreado durante el periodo lluvioso presentó 760 semillas de arvenses de las 16 muestras de suelo procesadas de los dos (2) huertos en estudio, de las cuales 277 germinaron y corresponden a 10 especies de plantas. En total fueron identificados 9 géneros distribuidos en 6 familias, 2 especies vegetales fueron identificadas hasta el nivel de género, y 1 especie permanece indeterminada.

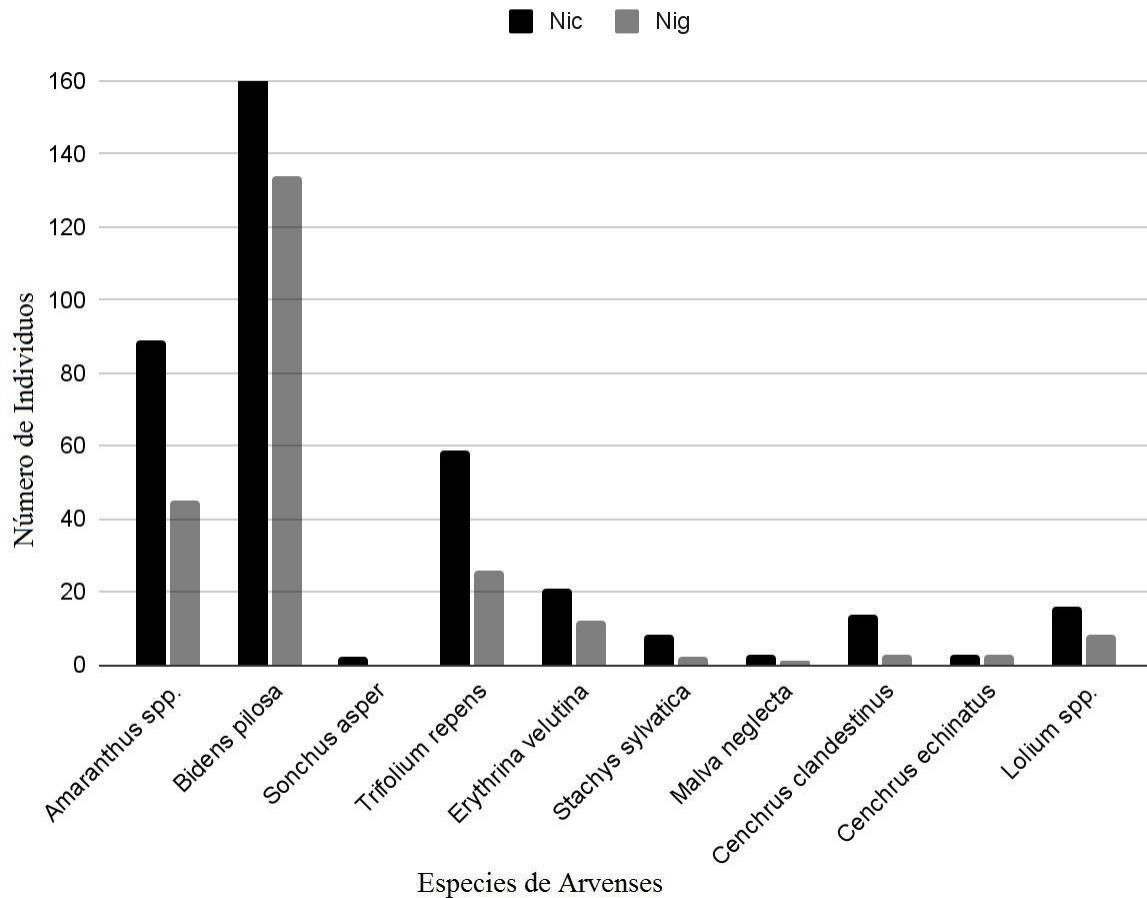


Figura 4: Especies de arvenses presentes en los huertos (nic: número de semillas contabilizadas y nig: número de semillas germinadas)

Hubo cuatro (4) especies en común entre los dos (2) huertos muestreados, siendo estas: *Amaranthus spp.*, *Bidens pilosa*, *Trifolium repens*, *Cenchrus clandestinus*; tres (3) especies exclusivas en el huerto en plena producción: *Sonchus asper*, *Stachys oleracea*, *Malva neglecta* e igualmente tres (3) especies exclusivas en el huerto maduro: *Erythrina velutina*, *Cenchrus echinatus*, *Lilium spp.*

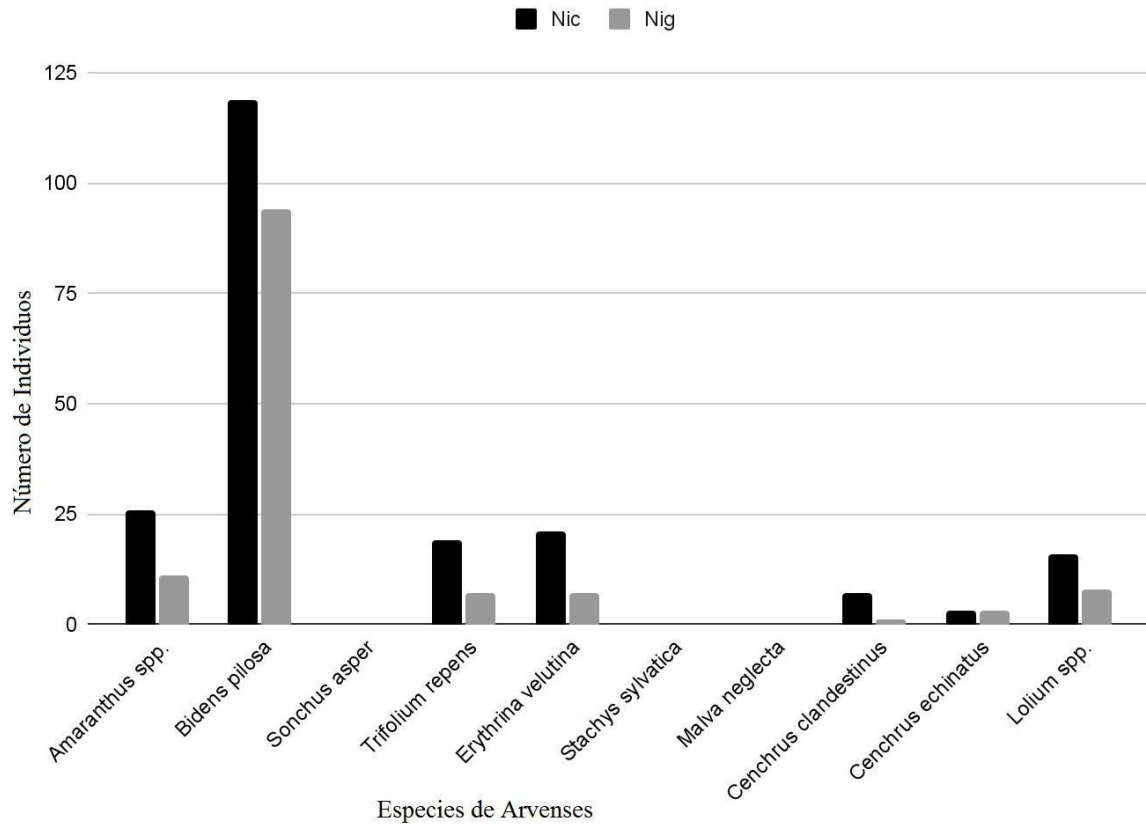


Figura 5: Número de individuos contabilizados (Nic) y número de individuos germinados (Nig) en el huerto maduro del cultivo.

La riqueza del banco de semillas relacionado a la riqueza específica de especies e individuos estuvo representada por la familia Asteraceae, con 2 especies: *Bidens pilosa*, *Sonchus asper*, seguido por la familia Fabaceae y Poaceae con menos individuos. La familia Asteraceae presentó el número de especies más alto en las dos etapas de desarrollo del cultivo. La mayoría de individuos y especies del banco de semillas colectadas en los dos diferentes huertos (joven y maduro) fueron del tipo herbáceo.

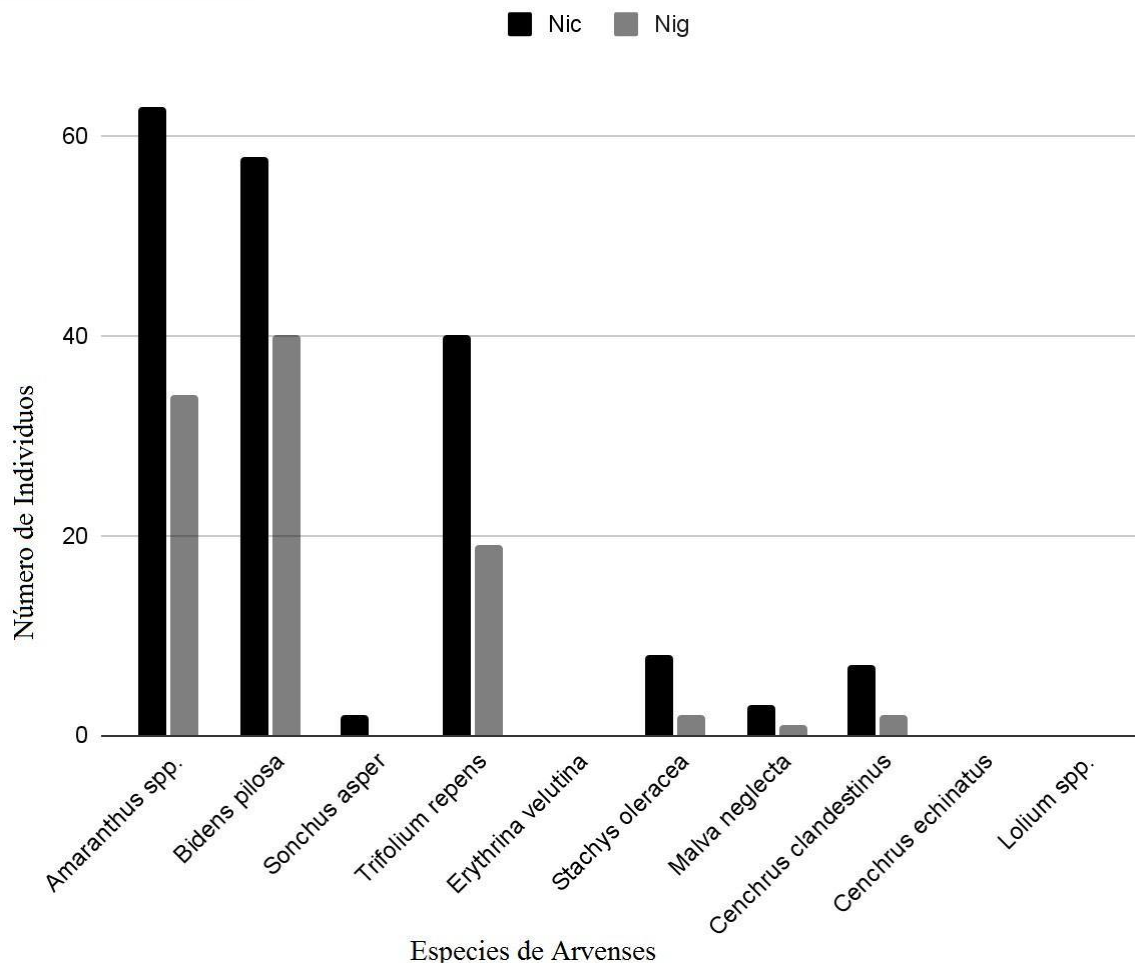


Figura 6: Número de individuos contabilizados (Nic) y número de individuos germinados (Nig) en el huerto joven del cultivo.

En el huerto en plena producción (joven por edad cronológica) fueron reconocidas 7 especies pertenecientes a 6 familias, 1 especie no identificada; sin embargo, en el huerto maduro se identificaron 7 especies correspondientes a 4 familias.

Se encontró mayor riqueza y abundancia de individuos (119) y especies (2) en el huerto maduro de la plantación, mientras que la germinación de estos individuos fue superior en términos de porcentaje en el mismo huerto.

Las especies que se destacaron en relación al número de individuos para cada huerto fueron: *Amaranthus spp.*, *Bidens pilosa* y *Trifolium repens*, mientras que *Bidens pilosa*, *Erythrina velutina* y 1 especie indeterminada para el huerto maduro.

Para los dos sistemas de producción evaluados se encontró que las arvenses con mayor

porcentaje de germinación estuvieron asociadas a la familia: Asteraceae, Fabaceae y Amaranthaceae entre otras.

Por muy poca diferencia de acuerdo con el índice de diversidad de Shannon, se observa un grado mayor de diversidad de arvenses en la parcela del huerto joven de tomate de árbol, en relación al número de semillas contabilizadas o halladas en las muestras de suelo recolectadas.

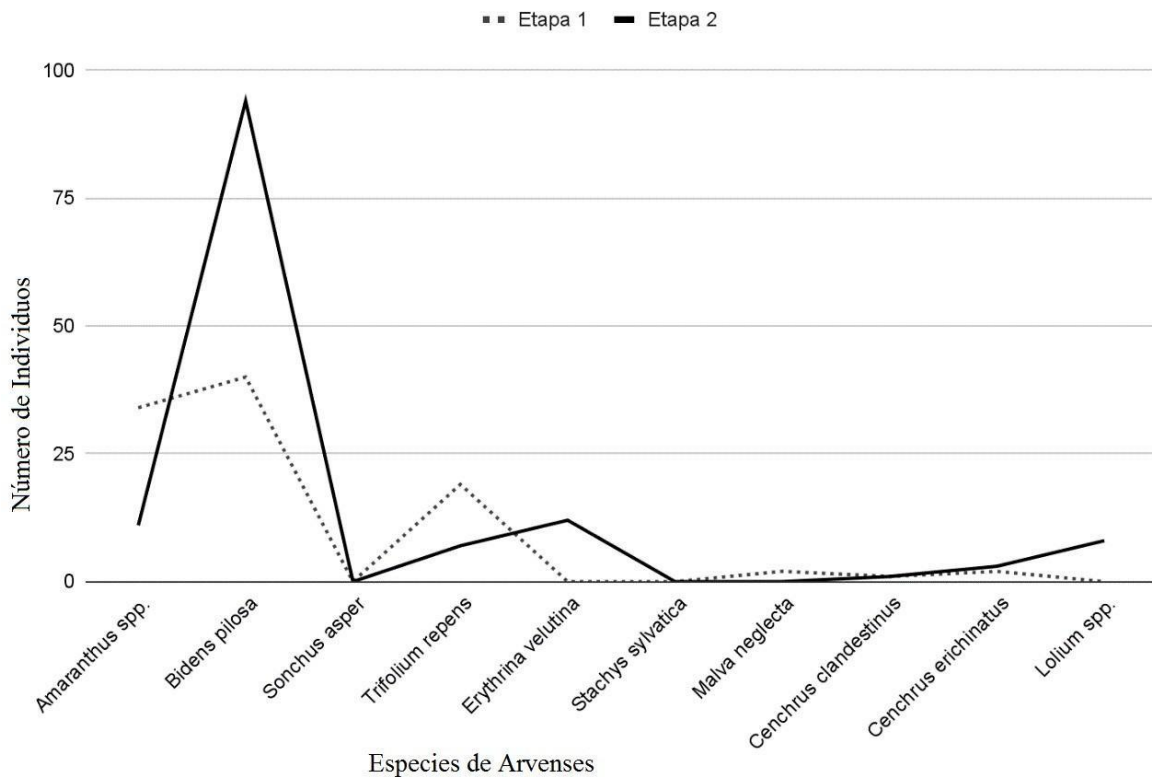


Figura 7: Germinación de especies de arvenses en un huerto joven y maduro de tomate de árbol

Tabla 1: Índice y diversidad de arvenses en los dos tipos de huertos de *Solanum betaceum*

Etapa	Número de especies	Número de Individuos	índice de Diversidad (H')
Huerto joven	8	238	1.859
Huerto maduro	8	248	1.746

Tabla 2: Índice y diversidad de arvenses en los dos tipos de huertos de *Solanum betaceum*

Etapa	Número de especies	Número de Individuos	Índice de Diversidad (H')
Huerto joven	7	124	1.506
Huerto maduro	8	153	1.42

Aunque con menor especies e individuos por etapa. Se describe mayor diversidad numérica en el huerto joven de producción del cultivo. Esto en relación al número de semillas germinadas por parcela de las 8 muestras de suelo recolectadas en campo.

Objetivo específico II

Determinar el banco de semillas en cuatro (4) rangos distintos de profundidad del suelo.

Tabla 3: Densidad relativa de las especies de arvenses encontradas en el banco de semillas a distintas profundidades.

Etapa	Profundidad (cm)	Especie	Densidad relativa (%)
Huerto joven	0-5	<i>Amaranthus</i> spp.	28.25
		<i>Bidens pilosa</i>	12.41
		<i>Trifolium repens</i>	20.68
		<i>Stachys sylvatica</i>	5.51
		<i>Cenchrus clandestinus</i>	2.75
	5-10	<i>Amaranthus</i> spp.	20.58

		<i>Bidens pilosa</i>	52.94
		<i>Sonchus asper</i>	2.94
		<i>Trifolium repens</i>	2.94
		<i>Malva neglecta</i>	4.41
	10-15	<i>Amaranthus spp.</i>	16.66
		<i>Bidens pilosa</i>	22.22
		<i>Trifolium repens</i>	44.44
		<i>Cenchrus clandestinus</i>	5.55
	15-20	<i>Cenchrus clandestinus</i>	100
Huerto maduro	0-5	<i>Amaranthus spp.</i>	3.46
		<i>Bidens pilosa</i>	55.24
		<i>Trifolium repens</i>	6.29
		<i>Erythrina velutina</i>	9.79
		<i>Cenchrus echinatus</i>	2.09

Hubo mayor densidad relativa del banco de semillas en el segundo rango de profundidad del suelo, que corresponde a los 5 -10 cm. La especie que aportó un considerable número de individuos fue *Bidens pilosa*, encontrándose inclusive hasta en los 15-10 cm de profundidad del suelo (Tabla 3.). La única especie hallada entre los 15-20 cm de profundidad fue *Cenchrus*

clandestinus. Con muy pocos individuos, la especie *Stachys sylvatica* se encontró exclusivamente en el huerto joven del cultivo en los primeros centímetros de profundidad al igual que *Sonchus asper* y *Malva neglecta*, solo que estas dos especies se encontraron en el segundo rango de profundidad (5-10 cm). En el huerto maduro del cultivo, la semilla de *Bidens pilosa* fue la especie con mayor densidad en el banco de semillas presente en diferentes cantidades en los cuatro rangos de profundidad. En esta etapa se hallaron tres especies distintas a las encontradas en el huerto joven. Una de ellas fue *Lolium* spp., con menor densidad en cada una de las profundidades analizadas (1ro y 2do rango). También se recolectaron semillas de *Erythrina velutina* y *Cenchrus echinatus* en las primeras profundidades y en menor densidad igualmente.

El rango de profundidad más diverso de acuerdo con el índice de Shannon se encuentra entre los 5-10 cm, con igual número de especies que el primer rango (0-5 cm), aunque

con menos individuos. En tanto que en la profundidad comprendida entre los 15-20 cm, la diversidad se reduce aún más. (Tabla 4).

Tabla 4: Indicadores biológicos del banco de semillas a diferentes profundidades (huerto joven)

Profundidad (cm)	Número de especies	Número de individuos	Índice de Diversidad (H')
0-5	7	143	1.42
5-10	7	81	1.72
10-15	4	16	1.15
15-20	2	8	0.66

Igual tendencia se observó en el huerto maduro del cultivo de tomate de árbol, ya que los valores del índice de diversidad si bien tampoco son altos, estos son similares en los tres (3) primeros rangos de profundidad, valores que comparados con el índice de diversidad a la profundidad entre los 15-20 cm, este último es cero (0).

Tabla 5: Indicadores biológicos del banco de semillas a diferentes profundidades (huerto maduro)

Profundidad (cm)	Número de especies	Número de individuos	Índice de Diversidad (H')
0-5	6	145	1.56
5-10	6	68	1.30
10-15	5	18	1.39
15-20	1	2	0

Discusión

De acuerdo a Flores-Córdova et al. (2016) el agua, oxígeno, temperatura y la presencia o ausencia de luz influyen en el proceso de germinación de las semillas como factores principales. Debido a la latencia, muchas veces la semilla no germina, aunque se le provea de las condiciones ambientales idóneas. Esta puede ser de tipo: física, fisiológica, o morfológica originada por la presencia de embriones rudimentarios no desarrollados. También se menciona en su investigación que la luz dependiendo de su intensidad, duración y calidad puede promover o inhibir la germinación reportando latencia en especies del género *Lolium*, quienes sólo germinaron en presencia de la oscuridad.

En el estudio realizado por Foresto et al. (2021), se observó que el BSS (Conjunto de propágulos de semillas viables en el suelo y sobre su superficie en un área determinada) muestreado estuvo constituido por 25 especies pertenecientes a 17 familias en un sistema agrícola–ganadero cuyo objetivo es la producción forrajera de alfalfa intervenido por diferentes tipos de labranza. Mesquita et al. (2016), reportaron en campos de maíz con arroz 1998 individuos pertenecientes a 40 especies, 31 géneros y 16 familias.

La familia vegetal que se destaca con el mayor número de individuos comparada con otras familias botánicas es la familia Asteraceae, considerada como una forma de vida invasiva presente en cultivos y pasturas. Campos et al., (2016) menciona en su estudio que 37 % de las principales especies de arvenses a nivel mundial pertenecen a las familias Asteraceae y Poaceae. Foresto et al. (2021), señala que, en los suelos de los sistemas de cultivo, el banco de semillas, a menudo, está dominado por pocas especies de malezas quienes se han adaptado a estos sistemas convirtiéndose en especies de difícil control. Entre las 10 familias más relevantes encontradas por Ramírez-Gil (2017) estuvieron la familia Poaceae y Amaranthaceae reportadas dentro de las arvenses con mayor prevalencia y agresividad en diferentes ecosistemas. Mesquita et al (2016) reporta a la familia Cyperaceae con valores altos de riqueza florística (12 especies) seguida de la familia Poaceae y Fabaceae; se puede observar que las familias reportadas en la presente investigación, coinciden con los trabajos antes mencionados, siendo las familias Asteraceae y Poaceae las más frecuentemente encontradas en los sistemas de cultivos.

Al igual que en el presente trabajo Braga (2016) y Guzzo et al., (2014), observaron la predominancia de individuos y especies herbáceas en el banco de semillas explicando que se asocia con bancos de áreas perturbadas, en la cual factores como mecanismos de dispersión, tamaño de la semilla, dormancia, cantidad de semillas, ciclo de vida de las especies, la ausencia o no continuidad de la entrada y retención de las semillas en el suelo, juegan un papel importante para que las especies herbáceas dominen ese tipo de áreas.

Caproni et al., (2015) señala que, no siempre existe una relación entre riqueza y densidad poblacional, asumiendo el hecho de que en los sistemas agroforestales estudiados fueron realizadas aplicaciones de Roundup dando como resultado en su estudio la dominancia de pocas especies. En dicha investigación el Sistema Agroforestal (SAF) de café proporcionó mayor densidad poblacional pero menor riqueza de especies, adjudicando la última variable al SAF de piña y acotando que en el campo no se observó la presencia de *Commelina benghalensis* L., planta exigente en luz; sin embargo, se colectó en el banco de semillas una alta densidad y añadiendo que su germinación es posible en ambientes protegidos como recipientes. El SAF con mayor riqueza de especies fue gramínea (43), piña (35), y café (23) explicando su hallazgo por la presencia de estrato arbóreo de 10 años aproximadamente, el cual señala necesita apenas de algún estímulo para germinar, al poseer un banco de semillas

latente. Además, agrega que la fauna que habita o visita el área pudo dispersar las semillas.

En el presente estudio se encontró que las arvenses asociadas al cultivo joven de tomate presentan un mayor porcentaje con respecto al huerto maduro de tomate de árbol, dando origen a que en estos sistemas haya una menor diversidad y alta incidencia de unas pocas especies. De acuerdo a Braga et al. (2016), la heterogeneidad observada entre los bancos de semillas investigados, se puede explicar por los cambios en la dispersión de semillas, condiciones ambientales al momento de la deposición y germinación de las semillas viables incluyendo el factor del rango del perfil topográfico.

Las arvenses que tienen un ciclo de crecimiento anual y dicotiledóneas fueron la mayormente reportadas por Foresto et al., (2021). En tanto que Guzzo et al., (2014) encontró cuatro (4) especies monocotiledóneas y nueve especies dicotiledóneas.

Foresto et al., (2021) reporta al género *Amaranthus* como predominante en su investigación, al igual que Guzzo et al., (2014) en un sistema de plantación de caucho en Brasil y Hosseini et al, (2016) en cultivo de *Glycine max* L. En el estudio llevado a cabo por Ramírez-Gil, (2017) se encontró una mayor incidencia de especies entre las cuales está la especie del género *Bidens* hallada en la presente investigación. Herrera, y Ramírez, (2016) reportan menor porcentaje de germinación de *Bidens pilosa* cuando se prolonga el periodo de solarización a siete semanas en BSS; sin embargo, en términos generales sobreviven los propágulos a mayor profundidad sin germinar porque necesitan estímulo directo de la luz atribuyendo la supervivencia a la variabilidad genética de la semilla y efectos de micrositios.

Tabla 6: Especies germinadas e identificadas por morfología

Etapa	Morfología		Ciclo de crecimiento	Familia	Especie
	Hoja				
Huerto joven	ANCHA	D	A	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp.
	ANCHA	D	A	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>
	ANCHA	D			<i>Sonchus asper</i>

	ANCHA	D	P	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>
	ANCHA	D	P	Lamiaceae	<i>Stachys sylvatica</i>
Huerto maduro	ANCHA	D	A	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp.
	ANCHA	D	A	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>
	ANCHA	D	P	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>
	ANCHA	D			<i>Erythrina velutina</i>

D=Dicotiledónea; A=Anual;P=Perenne

Ramírez-Gil (2017), presenta en su estudio altas incidencias de menor cantidad de especies de arvenses en sistemas productivos de tomate de árbol, señalando el alto porcentaje de prácticas de manejo químico en los lotes analizados. En promedio han sido reportadas aproximadamente 10 especies de arvenses resistentes a herbicidas en setenta países (Hulme, 2023).

Tabla 7: Variables biológicas de las especies identificadas en la granja

Nombre científico	Densidad Relativa de las especies	Frecuencia de ocurrencia	Valor de importancia
<i>Amaranthaceae</i>			
<i>Amaranthus</i> spp.	0.183	0.14	0.32
<i>Asteraceae</i>			
<i>Bidens pilosa</i>	0.364	0.21	0.57
<i>Sonchus asper</i>	0.004	0.02	0.03
<i>Fabaceae</i>			
<i>Trifolium repens</i>	0.121	0.16	0.28
<i>Erythrina velutina</i>	0.043	0.09	0.13
<i>Lamiaceae</i>			
<i>Stachys sylvatica</i>	0.016	0.02	0.04

<i>Malvaceae</i>			
<i>Malva neglecta</i>	0.006	0.01	0.01
<i>Poaceae</i>			
<i>Cenchrus clandestinus</i>	0.028	0.09	0.12
<i>Cenchrus echinatus</i>	0.006	0.01	0.01
<i>Lolium spp.</i>	0.032	0.04	0.03
X	0.193	0.17	0.36

En un estudio llevado a cabo por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) tres familias de arvenses (Asteraceae, Poaceae y Cyperaceae) fueron encontradas en parcelas de tomate de árbol y naranjilla dentro de predios localizados en las provincias de Napo y Tungurahua siendo la familia Poaceae quien presentó dominancia de cobertura. Al igual que los resultados hallados en la presente investigación, se encontraron bajos índices de diversidad de arvenses en el cultivo de *Solanum betaceum* Cav (Viera et al., 2015). De acuerdo a Agüero et al., (2018), la dinámica de la población de arvenses puede variar de una zona a otra dependiendo del manejo empleado para el control de arvenses, y las condiciones climáticas prevalecientes.

Determinar el banco de semillas en cuatro (4) rangos distintos de profundidad del suelo

Foresto et al., (2021), expone que entre 0-5 cm de profundidad del suelo, se encuentran alrededor del 60 % de las semillas totales de malezas y encuentra el mayor tamaño del banco de semillas

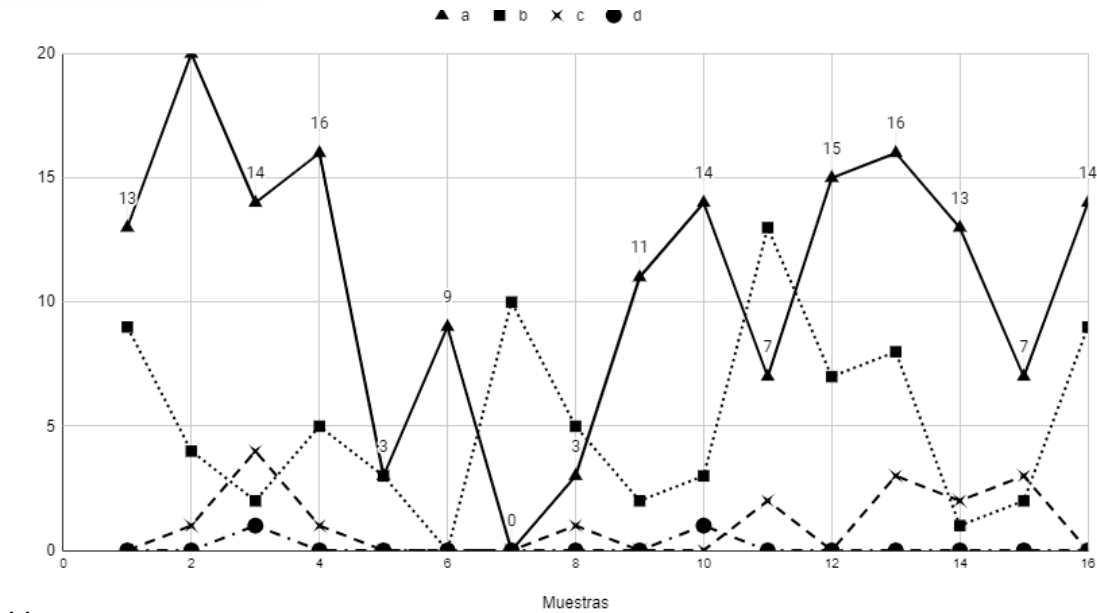


Figura 8: Plantas emergidas a diferentes profundidades por muestras acumuladas (a= 0-5; b= 5-10; c= 10-15; y d= 15-20 cms)

Foresto et al., (2021) concluye que los sistemas de labranza, así como otras prácticas: mulching, rotación de cultivos y la aplicación de herbicidas afectan la composición y tamaño del banco, además de influir en la distribución vertical de las semillas en los primeros 10cm.

En la tabla 8 observamos que se encontró menor proporción de semillas a diferentes profundidades siendo la mayor densidad del banco en los primeros 10 cm concordando con lo hallado por Aguilar et al., (2020) quienes en las primeras capas del suelo observaron dominancia en cuanto al número de especies y número de individuos.

Profundi dad (cm)	Número de especies	Número de individuos	índice de Diversidad (H')
0-5	7	97	1.194
5-10	7	45	1.371

10-15	3	10	0.950
15-20	1	1	0

Tabla 8: Indicadores biológicos del banco de semillas a diferentes profundidades

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- Predomina la riqueza de individuos de la familia Asteraceae, seguida por la familia Fabaceae y Amaranthaceae. La familia Poaceae tiene mayor riqueza de especies aportando con tres géneros.
- Las especies *Bidens pilosa*, *Trifolium repens* y *Amaranthus* spp., tuvieron mayor riqueza de individuos.
- La mayor diversidad florística resulta encontrarse en los primeros centímetros de profundidad del suelo y en el huerto joven del cultivo siendo las especies de ciclo de crecimiento anual y hoja ancha las más abundantes.

Recomendaciones

- Comparar las metodologías establecidas para la ejecución de la investigación del banco de semillas.
- Incluir dentro de las variables a considerar el tipo de labranza y el estudio de las alelopatías.
- Ampliar la presente investigación a otros campos del cultivo de tomate de árbol.

Referencias

- Acosta, L., & Agüero, R. (2001). El banco de propágulos de malezas en el agroecosistema: Conocimiento actual y propuesta metodológica para su estudio. *Agronomía Mesoamericana*, 12(2),141-151. <https://doi.org/10.15517/am.v12i2.17226>.
- Agüero, R., & Bogantes, A. (2003). Dinámica y control de malezas en pejibaye para palmito (*Bactris gasipaes* K.). *Agronomía Mesoamericana*, 14. <https://doi.org/10.15517/am.v14i1.11987>.
- Agüero, R., Rodríguez, A., Lutz, G., Portuguese-García, P., & Brenes-Prendas, S. (2018). Weed abundance and ground cover under conventional or organic management of coffee and banana. *Agronomía Mesoamericana*, 29 (1), 85-93. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.28053>.
- Aguilar, C; Tolón, A; Martínez, F; Febles, J; Vásquez, H; y López, J. (2020). Characterization of the seed bank of four agroecosystems in La Frailesca, Chiapas, Mexico. *Siembra*, 7(2), 093–107. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2240>.
- Alves de Andrade, L., Ribeiro, M., y Pereira, W. (2015). Soil weed seed bank in situ and ex situ at a smallholder field in Maranhão State, northeastern Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 37(1), 93-100. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303033072012>.
- Braga, A., Borges, E., & Martins, S. (2016). SEED BANK IN TWO SITES OF SEMIDECIDUOUS SEASONAL FOREST IN VIÇOSA, MINAS GERAIS. *Revista Árvore*, 40, 415-425. <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000300005>.
- Cámara de Comercio de Bogotá, Vicepresidencia de Fortalecimiento Empresarial, & Programa de Apoyo Agrícola y Agroindustrial. (2015). *Tomate de árbol*. <http://hdl.handle.net/11520/14308>.
- Campos, C., Barroso, A., Jr, D., Gonçalves, C., & Martins, D. (2016). Periods of weed interference in maize crops cultivated in the first and second cycles. *Semina: Ciências Agrárias*, 37, 2867-2879. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5p2867>.
- Caproni, A., Stella, S. L., Granha, J. R. D. O., Souchie, E., Piacentini, A. L. S., Villatoro, M. A. A., & Sobanski, E. (2015). Banco de Semillas de Malezas en Sistemas Agroforestales. *Global Science and Technology*, 8, 28-39. <https://doi.org/10.14688/1984-3801/gst.v8n2p28-39>.

- Castro, N., Campo, M., Carpio, E., Coello, W., & Bravo, V. (2022). Diseño de una bebida a base de *Solanum betaceum* Cav. (Tomate de árbol) y cascarrilla de Theobroma cacao L(cacao). *CIENCIA UNEMI*, 15, 122-132.<https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss40.2022pp122-132p>.
- Cordeiro, D., Pérez-Pérez, Y., Canhoto, J., Testillano, P., & Correia, S. (2023). H3K9 methylation patterns during somatic embryogenic competence expression in tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.).*Scientia Horticulturae*,321,112259.<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112259>.
- Correia, M., Lopes, T., Puga, A. P., Pinto, G., Canhoto, J., & Correia, S. (2023). Morpho-Physiological Evaluation of *Solanum betaceum* Cav. In Vitro Cloned Plants: A Comparison of Different Micropropagation Methods. *Plants*, 12(9).<https://doi.org/10.3390/plants12091884>.
- Díaz Granda, L., Canto Sáenz, M., Alegre Orihuela, J., Camarena Mayta, F., & Julca Otiniano, A (2017). SOSTENIBILIDAD SOCIAL DE LOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav) EN EL CANTÓN GUACHAPALA, PROVINCIA DE AZUAY-ECUADOR.*Ecología Aplicada*, 16(2), 99-104.<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34153892004>.
- Delgado, I., Chamorro, R., & Usca, I. (2022). Evaluación de la actividad antioxidante y antiinflamatoria del tomate de árbol (*Solanum betaceum*). *Revista de Investigación Talentos*. 9(2), pp. 127–135. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:254951983>.
- Enríquez, M., Abad, C., Ibarra, R., & Morocho, J. (2020). Formulación y evaluación de una pulpa mixta de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y naranjilla (*Solanum quitoense* L), con conservación química y térmica, en la parroquia Santa Rosa, Cantón El Chaco, Provincia de Napo. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 9, 30-42.<https://doi.org/10.59410/RACYT-v09n02ep03-0131>.
- Espinoza, D., Viera, W., Debut, A., Vásquez, W., & Ayala, L. (2017). Virus diagnosis in tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) by RT-P, Enríquez Estrella, M.Á. et al. (2020) CR and transmission electron microscopy in Pichincha and Tungurahua Provinces of Ecuador. *Agronomía Colombiana*,35(1),35-43.<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:55772637>.
- Flores- Córdova, M., Sánchez-Chávez, E., Balandrán-Valladares, M., & Márquez-Quiroz, C. (2016). Effectiveness of treatments in pre-germ dormancy breakdown in feed and weed

- p seeds.
- Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*
- 3(9),427-432.
-
- <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:165009199>
- .
-
- Fonseca, J., Castañeda, A., Escarraga, J., & Cubillos, D. (2019). Caracterización de enfermedades fitopatógenas en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en la finca el reposo en el municipio Facatativá, Cundinamarca. *Ciencias agropecuarias*.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:208561787>
- Foresto, E., Amuchástegui, M., César Omar, N., & Zorza, E. (2021). Comportamiento del banco de semilla de malezas en un sistema agrícola-ganadero intervenido por diferentes tipos de labranzas. *Ciencia e Interculturalidad*, 28, 151-165.
<https://doi.org/10.5377/10.5377/rci.v28i01.11466>.
- Foresto, E., Amuchástegui, M., César Omar, N., & Ibarra, L. (2022). El banco de semillas del suelo. Una metodología experimental sencilla, reproducible y de bajo costo para aprender sobre la biología de las malezas. *Revista Eureka*, 19, 120300-120317.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1203.
- Gajardo, O., Avilés, L., & Cañón, S. (2020). Dinámica de la población de *Acroptilon repens* L. y estructura de la comunidad de malezas post inundación. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7. <https://doi.org/10.19136/era.a7n2.2538>.
- Granja «El Romeral». (s. f.). Mapcarta. Recuperado 3 de marzo de 2024, de <https://mapcarta.com/es/W675088571>
- Green, K., Funke, C., Chojnacky, J., Alvarez-Quinto, R., Ochoa, J., Quito-Avila, D., & Karasev, A. (2020). Potato Virus Y (PVY) Isolates from *Solanum betaceum* Represent Three Novel Recombinants Within the PVYN Strain Group and Are Unable to Systemically Spread in Potato. *Phytopathology*®, 110(9),1588-1596.<https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-20-0111-R>.
- Guzzo, C., Carvalho, L., Giancotti, P., Alves, P. L., Gonçalves, E., & MARTINS, J. (2014). Impact of the timing and duration of weed control on the establishment of a rubber tree plantation. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 86, 1, 495-504.<https://doi.org/10.1590/0001-37652014119113>.
- Herrera, F., & Ramírez, C. (2016). Periodos de solarización y adición de gallinaza sobre la sobrevivencia de propágulos de *Cyperus rotundus*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Bidens pilosa*. *Agronomía Mesoamericana*, 7. <https://doi.org/10.15517/am.v7i1.24782>.
- Hosseini, S. Z., Firouzi, S., Aminpanah, H., & Sadeghnejhad, H. R. (2016). Effect of tillage

- system on yield and weed populations of soybean (*Glycin Max* L.). *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 88(1), 377–384. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620140590>.
- Hulme, P. (2023). Weed resistance to different herbicide modes of action is driven by agricultural intensification. *Field Crops Research*, 292, 108819. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108819>.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022) *Estadísticas Agropecuarias*, Instituto Nacional de Estadística y Censos. Available at: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/> (Accessed: 19 October 2023)
- Labrada, R. (2015). Revisión de la lista de malezas cuarentenarias de Ecuador. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 58-68. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i15.553.
- La O Fuentes, F; Paredes, E; Pérez, E; Mateo, T; y García, R. (2005). INFLUENCIA DEL PERFIL, EL TAMAÑO Y EL MOMENTO DEL MUESTREO DE SUELO EN LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE MALEZAS INVASORAS EN CULTIVOS ANUALES. *Fitosanidad*, 9(3), 31-35. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209116189006>.
- Lefoe, G., Haegi, L., Rumpff, L., Gopurenko, D., Slater, A. T., Butler, K., & Hauser, C. E. (2020). Assessing the fundamental host-range of *Leptinotarsa texana* Schaeffer as an essential precursor to biological control risk analysis. *Biological Control*, 143, 104165. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104165>.
- León, R., & Agüero, R. (2001). Efecto de la profundidad del suelo en *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). *Agronomía Mesqamericana*, 12. <https://doi.org/10.15517/am.v12i1.17288>.
- Lomas-Barrie, C., Loeza-Kuk, E., & Rangel-Fajardo, M. (2022). Broadleaf weeds associated with the cultivation of habanero chili (*Capsicum chinensis*) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i4.212>.
- Martins, M., Soares, M., Galli, J., Oliveira, A., y Bianco, S. (2021). Weed management in the dry season: interferences in physiology and quality of Persian lime fruits. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 51, 1-10 <https://doi.org/10.1590/1983-40632021v51i67779>.

- Medina, D., Pereira, L., Piccolo de Lima, G., Mauli, M., & Machado, S. (2011). Action of dwarf mucuna, pigeon pea and stylosanthes on weed under field and laboratory conditions. *Interciencia*, 36(11), 841-847.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921506007>.
- Martínez-Orea, Y., Castillo-Argüero, S., Guadarrama-Chávez, M. P., y Sánchez, I. (2010). POST-FIRE SEED BANK IN AXEROPHYTIC SHRUBLAND. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (86), 1121. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57713498002>.
- Mesquita, M., Andrade, L., & Pereira, W. (2015). Soil weed seed bank in situ and ex situ at a smallholder field in Maranhão State, northeastern Brazil. *Acta Scientiarum - Agronomy*, 37, 93-100. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i1.19360>.
- Mesquita, M., Andrade, L., & Pereira, W. (2016). Germination, floristic composition and phytosociology of the weed seed bank in rice intercropped with corn fields. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 11, 14-20. <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i1a5359>.
- Miranda, C. M., Molina, I., Solís, J., Peñafiel, C., & Moreno, R. (2019). Cadenas agroalimentarias y mecanismos de gobernanza: análisis descriptivo de factores de desempeño socio-económico y dimensiones de red frutícola Andina. *Siembra*, 6(2), 001-014. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1566>.
- Montero, M., Rojas-Garbanzo, C., Usaga, J., & Pérez, A. (2022). Composición nutricional, contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante hidrofílica de frutas costarricenses seleccionadas. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2). Redalyc. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43769732009>.
- Moreno-Miranda, C., Molina, J., Ortiz, J., Peñafiel, C., & Moreno, R. (2020). The value chain of tree tomato (*Solanum betaceum*) network in Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 13–29. <https://doi.org/10.15517/am.v31i1.36887>.
- Murillo-Gómez, P., Hoyos, S., & Chavarriaga, P. (2017). Organogenesis in-vitro using three tissues types of tree tomato [*Solanum betaceum* (Cav.)]. *Agronomía Colombiana*, 35(1), 5-11. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:59044927>.
- Ordoñez, M. (2019). 'Haplotipos mitocondriales de phytophthora andina de tomate de árbol en el Ecuador', *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 40(2). doi:10.26807/remcb.v40i2.764.

- PROECUADOR. (2019). *Boletín de Inteligencia de Mercados, Octubre – Noviembre 2019*. Available at: <https://www.proecuador.gob.ec/boletin-de-inteligencia-de-mercados-octubre-noviembre-2019/> (Accessed: 19 October 2023).
- Quintero, M., Alvarez, E., Ceballos, N., Duno, D., & Taborda, G. (2023). Volatilomic profile of the tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) pulp during ripening and senescence using HS–SPME with GC–MS. *LWT*, 186, 115213. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115213>.
- Ramírez-Gil, J. G. (2017). *Weeds in crops of avocado, tree tomato, pasture, and forage and their relation to yield and production costs*. *Cultivos Tropicales*, 38, 14-23. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362017000300010&lng=es&tlng=es.
- Ramírez, F., & Kallarackal, J. (2019). Tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) reproductive physiology: A review. *Scientia Horticulturae*, 248, 206-215. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.019>.
- Requesens, E., Martinefsky, M., & Scaramuzzino, R. (2004). Banco de semillas de malezas a lo largo de un gradiente micro topográfico en un suelo agrícola de Azul (Buenos Aires). *Ecología austral*, 14, 141-147. <https://www.biodiversitylibrary.org/part/112975>
- Ribeiro, M., Alves, L., y Pereira, W. (2015). Soil weed seed bank in situ and ex situ at a smallholder field in Maranhão State, northeastern Brazil. *Maringá*, 37(1), 93-100. Doi: 10.4025/actasciagron.v37i1.19360
- Sánchez-Chávez, E., Flores-Córdova, M., Márquez-Quiroz, C., y Balandrán-Valladares, M. (2016). Efectividad de tratamientos pre-germinativos en la ruptura de la dormancia en las semillas forrajeras y de malezas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(9), 427-432. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:165009199>
- Santos, T., Galvão, C., Giehl, J., Coelho, S., Campos, S., & Mendonça, B. (2019). Weed communities in the organic cultivation of fresh maize intercropped with legumes and coffee husk. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72, 8793-8800. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n2.68510>.
- Solaque, L., & Velasco Toledo, N. (2017). Weed recognition by SVM texture feature classification in outdoor vegetable crop images. *Ingeniería e Investigación*, 37, 68. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v37n1.54703>.
- Uribe, N., Srinivasan, R., Corzo, G., Arango, D., & Solomatine, D. (2020). Spatio-temporal

- critical source area patterns of runoff pollution from agricultural practices in the Colombian Andes. *Ecological Engineering*, 149, 105810. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105810>.
- Valdez-Eleuterio, G., Uscanga-Mortera, E., Kohashi-Shibata, J., García-Nava, R., Martínez-Moreno, D., Torres, J., & García-Esteva, A. (2015). TAMAÑO DE SEMILLA, GRANULOMETRÍA DEL SUSTRATO Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA EN EL VIGOR DE SEMILLA Y PLÁNTULA DE DOS MALEZAS SEED SIZE, SUBSTRATE GRANULOMETRY AND SOWING DEPTH IN SEED AND SEEDLING VIGOR OF TWO WEEDS. *Agrociencia*, 49, 899-915.
- Viera Arroyo, W. F., Sotomayor Correa, A. V., Tamba Sandoval, M. V., Vásquez Castillo, W. A., Martínez, A., Viteri Díaz, P. F., & Ron, L. (2016). Estimación de parámetros de calidad del fruto para segregantes interespecíficos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en respuesta de resistencia a la Antracnosis (*Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds). *Acta Agronómica*, 65(3), 304-311.
- Viera, W., Mejía, P., Noboa, M., Obando, J., Sotomayor, A., Vásquez, W., & Viteri, P. (2015). Arvenses Asociadas a los Cultivos de Naranjilla y Tomate de Árbol. *Ecuador es Calidad: Revista Científica Ecuatoriana*, 2, 41-47. <https://doi.org/10.36331/revista.v2i1.6>.
- Viera, W., Samaniego, I., Camacho, D., Habibi, N., Ron, L., Sediqui, N., Álvarez, J., Viteri, P., Sotomayor, A., Merino, J., Vásquez-Castillo, W., & Brito, B. (2022). Phytochemical Characterization of a Tree Tomato (*Solanum betaceum* Cav.) Breeding Population Grown in the Inter-Andean Valley of Ecuador. *Plants*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/plants11030268>.
- Wang, S., & Zhu, F. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum*): Chemical composition, biological properties, and product innovation. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.004>
- Xu, W., Li, H., Sivasithamparam, K., Tran, D. T., Jones, M. G. K., Chen, X., & Wylie, S. J. (2022). Spillover of a Tobamovirus from the Australian Indigenous Flora to Invasive Weeds. *Viruses*, 14(8), 1676. <https://doi.org/10.3390/v14081676>.
- Zimdahl, R. (2007). Fundamental of weed science. Third edition. Academic Press. USA. 666 p.

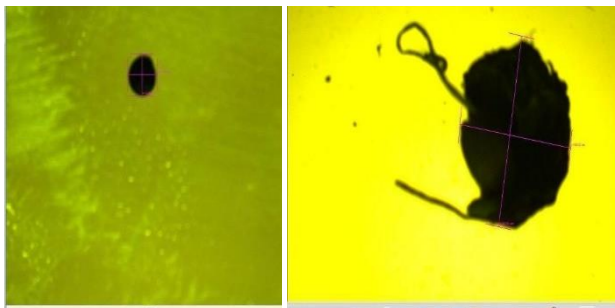
Anexos



Anexo A: Cuadrado de aforo



Anexo B: Muestras de suelo

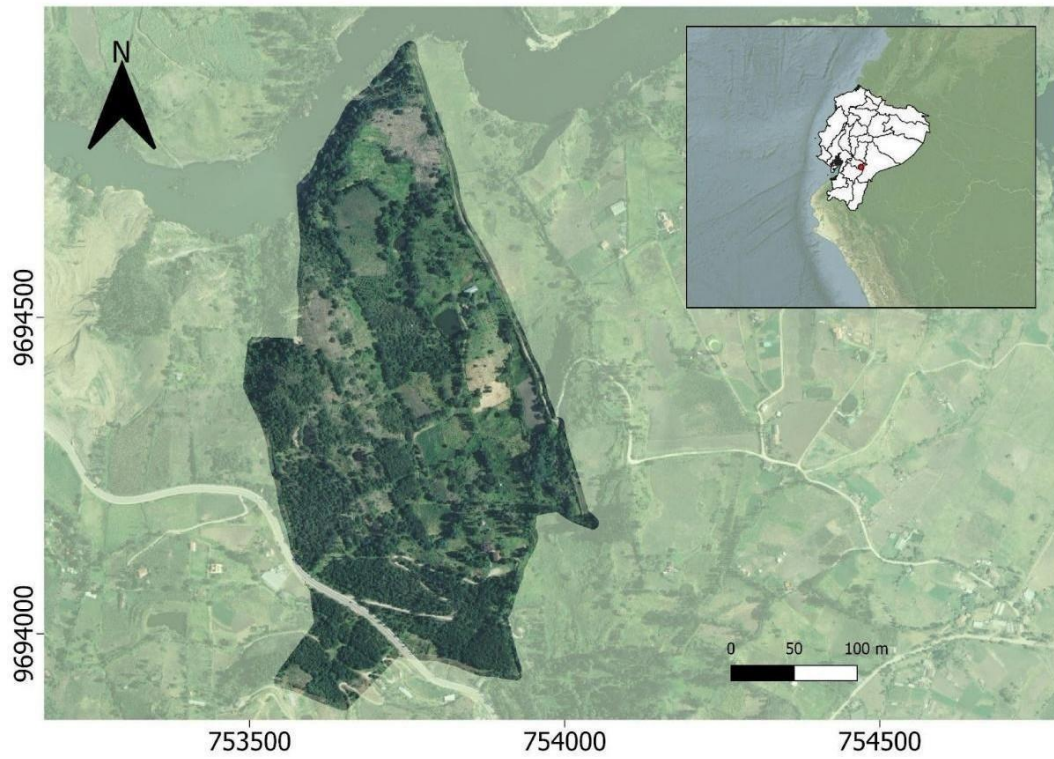




ANEXO C: Análisis de muestras



ANEXO D: Germinación de semillas



Anexo E: Mapa de la zona de estudio