

Efecto de sustratos y bioactivadores de crecimiento en plántulas de *Capsicum annum* L. en invernadero

Effect of substrates and growth bioactivators on *Capsicum annum* L. seedlings under greenhouse conditions

María de la Concepción Siézar Martínez

Universidad Internacional Antonio de Valdivieso. UI-UNIAV, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0001-5885-6731>

mariasiezar@uniav.edu.ni

Álvaro José González Martínez

Universidad Internacional Antonio de Valdivieso. UI-UNIAV, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-4194-2363>

algonzalez.inves@uniav.edu.ni

Recibido

16/08/2022

Aceptado

16/11/2022

RESUMEN

Se evaluó el efecto de 11 tratamientos (sustratos) a base de lombrihumus, compost, kuntan y Kekkilä® con bioactivadores: Lidavital® y Micosat®, en plántulas de chiltoma (*Capsicum annum* L.), bajo un diseño Distribución Completamente al Azar (DCA), en la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso de Rivas. En altura total, cinco presentaron promedios altos ($p \leq 0,05$), y superaron en más del 82,0 % al Testigo, destacando Lombrihumus+Lidavital®, al igual que en diámetro basal, y superó al Testigo en un 95,0 % ($p \leq 0,05$); en longitud de raíz, Compost+Kuntan+Lidavital® y Lombrihumus+Lidavital® ($p \leq 0,05$) superaron en 27,4 y 25,7 % al Testigo respectivamente; en número de hojas, siete emitieron mayor cantidad de hojas ($p \leq 0,05$), todos ellos superaron en más de 1,2 veces al Testigo. En contenido de biomasa, siete presentaron los mayores valores ($p \leq 0,05$) destacando Kekkilä®+Lidavital®, que superó en 1,6 veces al Testigo. Compost+Lidavital fue el que presentó correlación positiva entre contenido de biomasa y las variables de crecimiento. En sobrevivencia ocho fueron superior al promedio (92,6 %), ($p \leq 0,05$), siendo mayores al Testigo en 25,0 %. En costo de producción, al incluir bioactivadores, no registró incremento y su efecto favoreció el crecimiento, siendo el Testigo quien registró un mayor costo en más del 29,0 %.

PALABRAS CLAVE

Sustratos; bioactivadores; crecimiento; plántulas de chiltoma.

ABSTRACT

The effect of 11 treatments (substrates) based on lombrihumus, compost, kuntan and Kekkilä® with bioactivators: Lidavital® and Micosat®, on chili pepper (*Capsicum annum* L.) seedlings was evaluated under a completely randomized design (CRD) at the International University Antonio de Valdivieso de Rivas. In total height, five showed high averages ($p \leq 0.05$), and exceeded the control by more than 82.0 %, with Lombrihumus+Lidavital® standing out, as well as in basal diameter, which exceeded the control by 95.0 % ($p \leq 0.05$); in root length, Compost+Kuntan+Lidavital® and Lombrihumus+Lidavital® ($p \leq 0.05$) outperformed the Control by 27.4 and 25.7 % respectively; in number of leaves, seven emitted more leaves ($p \leq 0.05$), all of them outperformed the Control by more than 1.2 times. In biomass content, seven presented the highest values ($p \leq 0.05$) with Kekkilä®+Lidavital® standing out, which exceeded the Witness by 1.6 times. Compost+Lidavital was the one that presented a positive correlation between biomass content and growth variables. In survival, eight were higher than the average (92.6 %) ($p \leq 0.05$), being higher than the control by 25.0 %. In production cost, when bioactivators were included, there was no increase and their effect favored growth, being the Witness the one who registered a higher cost by more than 29.0 %.

KEYWORDS

Substrates; bioactivators; growth; chiltoma seedlings.

INTRODUCCIÓN

La chiltoma (*Capsicum annuum* L.), también conocida como ají o pimiento en otros países de lengua hispana, es originaria de regiones tropicales y subtropicales de América (Guevara et al, 2018). Su consumo se ha expandido a otros continentes como: África, Asia y Europa por el agradable sabor en sus frutos (Botta y Tort). Según INIDE y MAGFOR (2012), en Nicaragua se cultivan aproximadamente 1558 hectáreas respectivamente, destacando los departamentos de Nueva Segovia, Matagalpa, Jinotega, Managua y Masaya .

El cultivo requiere de un tipo de siembra indirecto, es decir preparar las plántulas en semillero (Shany y Castellón, 2005), para luego trasplantarlas al lugar definitivo del cultivo. En la primera etapa, se requiere de nutrientes de fácil asimilación, por lo cual el sustrato deberá brindar inicialmente los requerimientos de nutrientes (Pymural, 2011), es necesario utilizar un sustrato que permita obtener plántulas de óptima calidad, con un mayor tamaño, tanto de las partes aéreas como del sistema radicular.

La calidad de los sustratos es importante para la producción de plántulas, en términos de sus características físico-químicas, ya que incide de manera significativa en el crecimiento y desarrollo de las mismas, por tanto, el sustrato debe poseer propiedades que posibiliten su uso, siendo necesario que éstos sean evaluados y así identificar características aceptables para su utilización en la producción de cultivos (López, et al. 2013).

En México, Hernández et al. (2018), ante la problemática de la incidencia del "damping off" en almácigos de (*Capsicum annuum* L.), evaluaron 18 tipos de cepas de rizo bacterias, las cuales permitieron mejorar la sobrevivencia y además actuaron como promotoras de crecimiento. En este mismo país, se aislaron y caracterizaron cepas de rizo bacterias de la región de la Sierra Nevada, en semilleros de plántulas de (*Capsicum annuum* L). Las cepas inoculadas causaron efecto significativo, e incrementaron el peso de la parte aérea en más del 20 %, destacándose *Serratia plymuthica* CPPC55 y *Rhizobium nepotum* CPAC35 (González et al., 2017).

En Cuba, Bell et al. (2017), inocularon hongos formadores de micorrizas arbusculares en sustratos para plántulas de (*Capsicum annuum* L.), obteniendo una resistencia contra enfermedades, destacando la cepa *Glomus cubense*.

Reyes, et al. (2016), por las afectaciones de la enfermedad *Phytophthora capsici* en México, inocularon un consorcio de hongos micorrízicos arbusculares en semilleros de (*Capsicum annuum* L.), resultando un efecto promotor de crecimiento y bioprotector; en este mismo país Hernández (2012) evaluó 19 cepas de *Trichoderma* para prevenir el complejo "damping off" en plántulas de (*Capsicum annuum* L.), con distintas combinaciones de sustrato consiguiendo un efecto antagónico.

En Nicaragua, en Tisma (Masaya) los productores de chiltoma utilizan como sustratos Kekkilä® (75,0 %), tierra (20,0 %) y lombrihumus (5,0 %), todos sin tratamiento previo (Cardoza y Roque, 2019). En Granada, Meneses¹ (2019), realiza almácigos previos a la siembra, utilizando como sustrato compost y como tratamiento cal; también en Rivas, Aburto² (2019), utiliza como sustrato Kekkilä, tratando las plántulas a los 45 días después de la siembra con fungicidas-bactericidas al momento del trasplante, cuando alcanzan alturas de 25-30 cm. Lo antes referido no resulta adecuado desde el punto de vista de las propiedades físicas y de salud de sustratos, ya que al no ser tratados antes de la siembra, pueden contener agentes causantes de enfermedades, repercutiendo en la generación de plántulas pequeñas y débiles, susceptibles a afectaciones de microorganismos como hongos fitopatógenos (complejo damping-off) que causan la enfermedad del mal del talluelo así como también bacterias capaces de causar mortalidad de las plántulas y por consiguiente pérdidas económicas (Sánchez y Trapero, s.f.) (Laguna, et al. 2004).

El propósito del estudio fue conocer el efecto de los sustratos tratados con bioactivadores sobre el crecimiento, sobrevivencia, contenido de biomasa y costo de producción de las plántulas de chiltoma (*Capsicum annum* L.), y que la información técnica generada, sea una alternativa a implementar en el proceso de producción de plántulas que garanticen mejorar los rendimientos productivos en campo, beneficiando a productores, técnicos o cualquier interesado en el establecimiento del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El estudio se realizó durante el período del 4 de agosto al 9 de septiembre del 2020, en un invernadero de 81 m² (9 x 9 m) de superficie, con un recubrimiento de malla anti áfidos más un plástico ultravioleta de 50 mesh transparente, está situado en la finca Guadalupe propiedad de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV), la cual está ubicada en el centro del municipio de Rivas, en las coordenadas 11°26'16" de latitud norte y 85° 50' 05" latitud oeste y con una elevación de 65 msnm (Google Earth Pro, 2019) (Ver figura 1).

¹ E. Meneses (Comunicación personal, 21 de septiembre del 2019) Forma de elaborar semilleros en el cultivo de chiltoma.

² J. Aburto (Comunicación personal, 25 de septiembre del 2019) Producción y manejo del cultivo de la chiltoma.



Figura 1. Ubicación del ensayo.
Mapa adaptado de Google Earth Pro, 2019

CONDICIONES CLIMATICAS DEL MUNICIPIO DE RIVAS REGISTRADAS EN EL AÑO 2020 (INETER³,2021)

En el año 2020 se registró una temperatura promedio de $28,0^{\circ} \text{C}$, una precipitación anual de 2457 mm, vientos promedios de $2,3 \text{m S}^{-1}$, y humedad relativa 79,9%.

TIPO DE ESTUDIO

Según la profundidad u objetivo el estudio es experimental (Barrantes, 2002); se evaluó el efecto de los factores: sustratos y bioactivadores sobre el crecimiento de plántulas de chiltoma. Fueron once tratamientos (diez con sustratos orgánicos combinados con bioactivadores y un testigo (suelo) sin bioactivadores) con tres repeticiones (segmentos de bandeja) para un total de treinta y tres unidades experimentales.

Para establecer el ensayo se utilizaron once bandejas de doscientos alvéolos, cada bandeja se dividió en tres partes y entre cada una de ellas se marcó una separación de una a dos líneas (celdas) horizontales, para dividirla en segmentos; cada uno constó de cincuenta alvéolos (población) (ver figura 2), considerándose cada uno de los segmentos como una repetición (unidad experimental).

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra se empleó la fórmula propuesta por (Munch & Ángeles, 1990) Munch y Ángeles (1990) (ecuación 1) y el factor de ajuste planteado por (Peña y Perdomo, 2017) (ecuación 2).

Ecuación 1:

Donde

³ INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES. (Comunicación personal, 19 de abril del 2021). Datos climáticos registrados en el año 2020 en el departamento Rivas.

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{(N - 1)e^2 + z^2 * p * q}$$

N=Población.

z^2 =Confiabilidad del 95% = 1,96²

p=Estimación proporcional de la población.

n=Tamaño de la muestra.

q=(1-P).

e=Error estándar de la muestra=15%

Ecuación 2:

Donde

$$N_{adj} = \frac{n}{[1 + n/N]}$$

Nadj: n ajustada

N: población

n: tamaño de muestra

La muestra se estimó a partir de los 50 alvéolos considerados como población, (ver figura 2), confiabilidad del 95 %, probabilidad del 70 % y margen de error del 15 % y ajustando la muestra nos dio como resultado 16 unidades de evaluación por cada repetición, para un total de 48 por cada tratamiento.

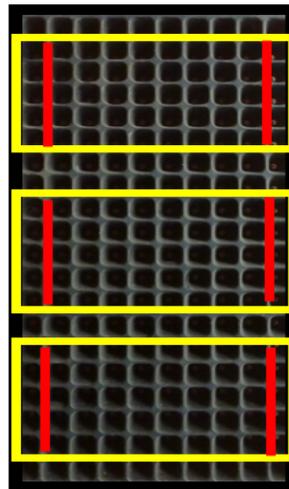


Figura 2. Alveolos en evaluación (50)

TRATAMIENTOS

1. Compost+Kuntan+Micosat®
2. Compost+Kuntan+Lidavital®
3. Lombrihumus+Kuntan+Micosat®
4. Lombrihumus+Kuntan+Lidavital®
5. Compost+Micosat®
6. Compost+Lidavital®
7. Lombrihumus+Micosat®
8. Lombrihumus+Lidavital®
9. Kekkilä®+Micosat®
10. Kekkilä®+Lidavital®
11. Testigo(Suelo sin producto)

ORIGEN Y PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS

LOMBRIHUMUS

Es un desecho de las lombrices que contiene elementos como nitrógeno, fósforo y potasio (INTA, 2016). El lombrihumus usado en el estudio, se obtuvo del área de lombricultura de la UNIIV; de acuerdo, con los resultados del análisis químico de LAQUISA (2020), este presentó un 0,82 % de nitrógeno total, un 0,39 % de fósforo total y un 0,20 % de potasio total (ver tabla1).

De acuerdo a Guanche (2015) posee las siguientes propiedades:

Es un fertilizante orgánico de gran utilidad en cultivos en zonas áridas como biorregulador y corrector del suelo ayudando a recuperar suelos contaminados (estériles), mejorando la estructura de estos; posee alto contenido en ácidos húmicos y fúlvicos que inhiben la descomposición o transformación debido a la estructura fisicoquímica de las moléculas húmicas, además, es altamente soluble con una elevada carga microbiana y contiene en su composición hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. Una propiedad relevante es su capacidad de intercambio catiónico (CIC 150 a 300 meq 100 gr-1), de ahí su gran potencial para retener nutrientes, convirtiéndolo en un extraordinario fertilizante natural y por su elevada capacidad de retención de agua, (desde 1200 cc hasta 1500 cc kg-1), que permite ahorrar hasta un 30 % de esta.

Tabla 1. Contenido de N, P y K del tratamiento Lombrihumus.

| Análisis | Método | Unidad | Resultado |
|-----------------|---|--------|-----------|
| Nitrógeno total | FERTILIZANTES/A Madrid, R. Madrid, J.M. Madrid, 1ra Edición 1996. Pag 147 | % | 0,82 |
| Fósforo total | AOAC 965. 17 | % | 0,39 |
| Potasio Total | AOAC 965. 09 | % | 0,20 |

Nitrógeno, fósforo y potasio del tratamiento Lombrihumus. Laboratorio Químico LAQUISA, S.A.

COMPOST

Es una descomposición de materiales orgánicos en condiciones controladas de humedad y aireación, el cual puede ocurrir en más o menos tiempo según la composición química que tengan sus tejidos (Koijeburg, 2007).

El compost usado en el estudio, proviene de las aboneras ubicadas de la UNIAV; de acuerdo al análisis químico de LAQUISA (2020), este registró un 1,27 % de nitrógeno total, un 1,04% de fósforo total y un 1,31 % de potasio total (ver tabla 2).

De acuerdo (Alvarez, S.F.)Álvarez (s. f.) presenta las siguientes propiedades:

Contiene un alto contenido de materia orgánica y una gran reserva de nutrientes que poco a poco entrega a las plántulas, por tanto su utilización amortigua el peligro de contaminación para el suelo y el agua subterránea al disminuir uso de fertilizantes químicos en la agricultura convencional; además contribuye al secuestro del carbono en suelo.

Tabla 2. Contenido de N, P y K del tratamiento Compost.

| Análisis | Método | Unidad | Resultado |
|-----------------|---|--------|-----------|
| Nitrógeno total | FERTILIZANTES/A Madrid, R. Madrid, J.M. Madrid, 1ra Edición 1996. Pag 147 | % | 1,27 |
| Fósforo total | AOAC 965. 17 | % | 1,04 |
| Potasio Total | AOAC 965. 09 | % | 1,31 |

Nitrógeno, fósforo y potasio del tratamiento Compost. Laboratorio Químico LAQUISA, S.A.

KUNTAN (CASCARILLA DE ARROZ CARBONIZADA)

Es el material obtenido de la cascarilla de arroz quemada o tostada. Es un sustrato orgánico de baja descomposición por su alto contenido de sílice (Quintero, et al. 2011). Este se elaboró en el área de las aboneras de la UNIAV, siguiendo la metodología planteada por INATEC (2018), de acuerdo a LAQUISA (2020), este sustrato presentó un 0,51 % de nitrógeno total, un 1,09 % de fósforo total y un 0,38 % de potasio total (ver tabla 3).

De acuerdo con CENIFLORES (2013) y Quintero et al. (2011.) presenta las siguientes propiedades:

Posee buen drenaje, buena aireación, baja retención de humedad. Se comporta bien como sustrato en los sistemas que utilizan canaletas. Tiene baja tasa de descomposición, dado su alto contenido de sílice, aunque con el paso de dos o más años se va descomponiendo (CENIFLORES, 2013). Es liviano (densidad aparente entre 0,09 y 0,22 g de masa seca por cm³), tiene alta porosidad, su conductividad hidráulica es elevada, su pH es neutro, mientras que su conductividad eléctrica (CE) y su capacidad de intercambio catiónico (CIC) son bajas (Quintero et al. 2011).

Tabla 3. Contenido de N, P y K del tratamiento kuntan.

| Análisis | Método | Unidad | Resultado |
|-----------------|--|--------|-----------|
| Nitrógeno total | FERTILIZANTES/A Madrid,R. Madrid, J.M. Madrid, 1ra Edición 1996. Pag 147 | % | 0,51 |
| Fósforo total | AOAC 965. 17 | % | 0,09 |
| Potasio Total | AOAC 965. 09 | % | 0,38 |

Nitrógeno, fósforo y potasio del tratamiento Kuntan Laboratorio Químico LAQUISA, S.A

KEKKILÄ®

Es un sustrato especial, registrado por la marca comercial que tiene el mismo nombre; consiste en un medio ideal para la propagación de plántulas jóvenes a partir de semilla en bandeja de alvéolos. Ha sido elaborado a partir de una exquisita selección de las mejores turbas provenientes del norte de Europa.

La utilización de turbas rubias, pardas y negras presentan un equilibrio entre la porosidad y la retención de la solución nutritiva; (ver descripción tabla 4) (KEKKILÄ, S.F) (KEKKILÄ, 2020).

Propiedades del Kekkila® (KEKKILÄ, S.F):

Presenta como materia prima: turba rubia, parda tipo Sphagnum (H 2-5 Von Post) y Turba negra tipo Sphagnum (H 4-6 Von Post), su granulometría: 0-6mm, en su composición, presenta una fertilización: 0,3 Kg/m³ (N-P-K + Microelementos), dolomita cálcica y agente humectante (W) y un pH: 5,5

Tabla. 4 Contenido de N, P y K del tratamiento Kekkila

| Elementos | Unidad | Resultado |
|-----------------|--------|-----------|
| Nitrógeno total | % | 0,024 |
| Fósforo total | % | 0,018 |
| Potasio Total | % | 0,040 |

Nitrógeno, fósforo y potasio del tratamiento Kekkila

TESTIGO

Testigo (suelo): Se extrajo de un área de descanso ubicado en el costado oeste del módulo hortalizas, y registró un tipo de textura franco-arenoso, pH de 6,5, características que son recomendadas para un óptimo desarrollo de plántulas de chiltoma (Orellana et al., 2014); de acuerdo a LAQUISA (2020), presenta un 0,27 % de nitrógeno total, un 992,38 mg por kilogramos de fósforo total y un 7,003 centimoles % de potasio total (ver tabla 5).

Tabla 5. Análisis del contenido de N, P y K del tratamiento testigo (sustrato suelo).

| Análisis | Método | Unidad | Resultado |
|-----------------|---------------|----------|-----------|
| Nitrógeno total | NTC 5889 | % | 0,27 |
| Fósforo total | NTC 5350 | mg/kg | 992,38 |
| Potasio Total | NTC 5349:2008 | Cmol+/kg | 7,003 |

Nitrógeno, fósforo y potasio del tratamiento testigo. Laboratorio Químico LAQUISA, S.A.

BIOACTIVADORES

Son compuestos que se formulan con aminoácidos, polisacáridos, péptidos y ácidos húmicos, absorbidos y utilizados de forma inmediata, o en dependencia de la actividad fotosintética de la planta. Al ser absorbidos pasan directamente a los tejidos conductores con un consumo mínimo de energía. Su finalidad en sí, no es nutricional, sino la de potenciar el metabolismo vegetal (Gikam, s. f.).

De acuerdo con Gikam, (s. f.) los beneficios de los aminoácidos en las plántulas son:

Rápida asimilación de forma sistémica y tanto foliar como radicular, y facilitando su transporte a través de la savia, armonizando el metabolismo de las plantas favoreciendo a la absorción y tránsito de los iones nutrientes, y sustentos minerales, agilizando la recuperación de plantas sometidas a condiciones hostiles, tales como: trasplantes, transportes, viento, poda, asfixias, efectos tóxicos de tratamientos fitosanitarios, entre otros, por tanto aumenta la producción, eficacia, retrasando el envejecimiento.

Son elementos esenciales de las enzimas que catalizan la síntesis de azúcares, almidón y otros componentes de hojas, flores y frutos. Algunos como la lisina y arginina, contribuyen al aumento de clorofila de las hojas con lo que se intensifica el rendimiento de la fotosíntesis. Se pueden mezclar con todos los productos fitosanitarios y abonos líquidos, lo que facilita su acción.

LIDAVITAL

Es un producto comercial, formulado por la marca LIDA®, un bioactivador y eficiente promotor del desarrollo armónico del sistema radicular completo, incluyendo: raíces primarias, todos los grados de laterales y pelos absorbentes, a la vez que protege aislando las raíces de las sales de la solución del suelo (LIDA®, 2021).

De acuerdo con LIDA® (2021) los beneficios de Lidavital son:

Reduce el tiempo necesario para la emisión de nuevas raíces, favorece el crecimiento microbiano incrementando la materia orgánica, en su composición hay ácidos orgánicos que logran atenuar el efecto salino sobre las raíces.

MICOSAT

Es un producto comercial registrado por la marca Pofisa®, un bioactivador natural capaz de aumentar la tasa de micorrización, basados en micorrizas arbusculares (Agrometodos, s. f.). Según CCS (2016), se trata de una comunidad biológica que consiste en micorrizas vesiculares-arbusculares, bacterias beneficiosas de la rizosfera y hongos saprofitos en una relación simbiótica con las raíces de las plantas.

Según CCS (2016), los beneficios del Micosat son:

Los hongos simbioses al unir sus micelios a las puntas de las raíces a través de una especie de manga llamada "micorriza" (del griego mycos = hongo y rhiza = raíz), permiten que las plántulas aumenten su absorción de nutrientes presentes en el suelo, al mismo tiempo el hongo aprovecha las sustancias producidas por las plántulas, ocurriendo de modo la "simbiosis mutualista" en la que ambos simbioses aprovechan su convivencia. Las bacterias de la rizosfera mejoran las condiciones de fertilidad de suelos mientras los hongos saprofitos se degradan con sus enzimas, sustancias no vivas de origen animal o vegetal en compuestos menos complejos, hasta obtener un residuo mineral asimilable por la planta.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Según la naturaleza del estudio se determinó utilizar el diseño de Distribución Completamente al Azar (Pedroza, 1993), considerando los factores en ambiente controlado y la homogenización de las unidades experimentales.

MODELO ADITIVO LINEAL DEL DCA

Según Pedroza (1993), presenta el siguiente modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \quad i,j = \dots\dots\dots \text{donde}$$

$i = 1, 2, 3, \dots\dots\dots t$ Tratamientos.

$j = 1, 2, 3, \dots\dots\dots n$ Observaciones.

Y_{ij} = La j -ésima observación del i -ésimo tratamiento.

μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio de variación.

VARIABLES E INDICADORES

Tabla 6. Variables e indicadores

| VARIABLES | INDICADORES |
|--------------------------------------|-------------|
| Altura total | Cm |
| Diámetro basal | Mm |
| Longitud de la raíz | Cm |
| Número de hojas verdaderas | Unidad |
| Estimación biomasa (g MS plantas -1) | G |
| Estimación del costo de producción | C\$ |
| Sobrevivencia | % |

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables de crecimiento se evaluaron de forma única a los 35 días después de la siembra según la metodología propuesta por Puerta, et al, (2012), Preciado et al. (2007) y Mireles et al. (2015), para ello se extrajeron al azar las 16 plántulas de cada repetición, para un total de 48 plántulas por bandeja.

Altura de la plántula: medida desde la base del tallo o cuello de la plántula hasta el ápice de las hojas, con una cinta métrica, y se registró la información en cm (Puerta et al., 2012).

Número de hojas verdaderas por plántula: se realizó por medio de un conteo de cada unidad individual (Puerta et al., 2012).

Diámetro basal: se midió en el cuello de la plántula con un vernier, y se registró la información en mm (Preciado et al., 2007).

Longitud radicular: lavando con agua previamente las raíces para desprender el resto de sustrato, se midió desde la base o cuello de la plántula hasta el ápice de la raíz, con una regla graduada, la información se registró en cm (Puerta et al., 2012).

Biomasa: se estimó el contenido de biomasa a través del método destructivo, fraccionando las 16 plántulas por componentes: hojas, tallo y raíces; luego se registró el peso fresco en g de cada componente en una balanza digital (Marca Digital Electronic scale®, con capacidad de 500 g y precisión 0,01g), una vez registrado el peso fresco de los componentes de las 16 plántulas se unificaron por unidades (hojas, tallos y raíz) obteniendo un total por tratamiento de 9 muestras (3 de hojas, 3 de tallos y 3 de raíces), posteriormente se colocaron en bolsas de papel Kraft debidamente etiquetada (fecha, tratamiento, repetición, N° de repetición y peso fresco) y finalmente se ubicaron en un horno a 65 ° C por 72 horas (Puerta et al., 2012).

Determinación del % MS: una vez transcurrido el tiempo de deshidratación en el horno (72 horas), se registró el peso seco en g; posteriormente se estimó el % de materia seca con base al peso fresco y seco aplicando para ello la siguiente ecuación (Puerta et al., 2012)(Puerta et al., 2012).

$$\%MS = \frac{\text{Peso seco}(g)}{\text{Peso fresco}(g)} * 100$$

Estimación del costo de producción por plántulas: se registraron las actividades realizadas en la evaluación, y junto con las cantidades de insumos utilizados, se determinó el costo para producir una plántula por tratamiento (MAG, S.F.).

Sobrevivencia de plántulas: Se contabilizó la cantidad de plántulas sobrevivientes desde la emergencia hasta los 35 días después de la siembra (Mireles et al., 2015).

ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

Para el establecimiento del ensayo se realizaron las siguientes actividades:

Preparación de semillas

Prueba de germinación, antes de la siembra de los tratamientos se realizó una prueba de germinación, resultando un 99,0 % que de acuerdo con Gaviola (2020) se considera como un óptimo resultado.

Desinfección de las semillas, se utilizó una disolución de hipoclorito sódico al 2 % y durante cinco minutos se sumergieron las semillas, posteriormente estas se enjuagaron tres veces con agua destilada (Ezziyani et al., 2005).

Preparación de materiales

Desinfección de bandejas, se sumergieron en la solución de 1 L de hipoclorito sódico por cada 20 L de agua, por dos minutos y posteriormente se procedió a enjuagar, y dejar secar por dos días con las cavidades hacia abajo (Reveles et al., 2010).

Preparación de sustratos

Kuntan (cascarilla de arroz carbonizada), se elaboró en el área de producción de abonos orgánicos de la UNIAV, según la metodología planteada por INATEC (2018).

Testigo, se utilizó suelo sin bioactivadores, el cual se extrajo de un área en descanso ubicado en el costado oeste del módulo hortalizas, y registró un tipo de textura franco-arenoso, pH de 6,5, características que son recomendadas para un óptimo desarrollo de plántulas de chiltoma (Orellana et al., 2014).

Desinfección de sustratos, se hirvió agua hasta alcanzar el punto de ebullición, y se le agregó a cada tratamiento, garantizando que se humedeciera en un 100,0 %, posteriormente se tapó con un plástico por 24 horas, una vez pasado este tiempo, se dejó secando por dos días (Puerta et al., 2012).

El día cero (siembra) se aplicaron los dos tratamientos a las bandejas correspondientes, agregando la dosis de Micosat® (0,026 g por cada aplicación) y Lidavital® (0,26 ml por cada aplicación) diluidos en 1 L de agua; posteriormente el Micosat® se aplicó cada ocho días para un total de cinco aplicaciones que sumaron 0,13 g totales y Lidavital® cada once días después, para un total de cuatro aplicaciones, que suman un total 1,04 ml.

La variedad utilizada fue “criolla tres cantos”, adquirida en el centro experimental INTA San Isidro, Matagalpa, que de acuerdo con Cardoza y Roque (2019) es el material genético mayormente utilizado por los productores de Nicaragua. Presenta un tipo de crecimiento indeterminado, se adapta a altitudes de 0-2300 msnm, sus frutos son de forma cónica, color verde de tamaño 8 x 5 cm, su ciclo vegetativo es de 90 días, hasta la cosecha, y sus rendimientos son de 16 a 20 ton/ha-1 (Orellana et al., 2014).

Para la siembra de semilleros, inicialmente se llenaron los alveolos de las bandejas con sustrato, luego se aplicó riego a saturación para lograr un llenado uniforme, y evitar que tanto el sustrato como la semilla sufran movimientos al reacomodarse por efecto del riego.

Una vez llenas las bandejas se realizó un orificio en el centro de cada alveolo con una medida de 5 mm, y se depositó dos semillas en cada uno, para garantizar el 100 del universo poblacional por bandeja y considerando realizar el raleo;

a continuación se cubrió las semillas con una delgada capa de sustrato de aproximadamente el doble del tamaño de la semilla (Reveles et al., 2010).

Para evitar que el salpique del agua durante la aplicación del riego sacara a las semillas, se cubrieron las bandejas con hojas de caña (*Sacharun officinarum*) (Sequeira y Valle, 2004)

El raleo, se realizó al momento que se registró una constante en el proceso de germinación de las plántulas, lo que ocurrió a los 21 días después de la siembra.

El riego, se realizó diario durante los 34 días que duró el estudio, en dos momentos (mañana y tarde) (Puerta et al., 2012). Para ello se utilizó el sistema de riego de micro aspersión con capacidad de 50 litros por hora, que se encuentra instalado en el invernadero.

Para el manejo plagas y enfermedades, se monitoreó a diario desde el día de la emergencia hasta completar la evaluación a los 35 días después de la siembra, no hubo registro de afectación.

CANTIDAD DE SUSTRATO Y BIOACTIVADOR UTILIZADO POR CADA TRATAMIENTO

En los sustratos Compost + kuntan y Lombrihumus + kuntan, se combinó 50 % de cada uno de ellos con el 50 % de kuntan (cascarilla de arroz carbonizada), según la recomendación de Telechana (2018), esto se realizó calculando el volumen de sustrato con que se llena la bandeja y se dividió entre dos para garantizar el cincuenta por ciento de cada uno de los componentes, el peso varió de acuerdo al tipo de sustrato (ver tabla 7).

Bioactivadores

Acorde a recomendaciones del fabricante, la dosis usada de los bioactivadores fue: Micosat® 2 kg ha-1 (CCS, 2016) y Lidavital® 0,5 L por cada 1000 m2 (LIDA®, 2010), estimando ambos al área de bandeja de 0,13 m².

Tabla 7. Cantidad de sustrato y bioactivador por tipo de tratamiento.

| Tratamiento | Componentes | Cantidad | |
|-------------|--------------------------------------|--------------|-----------------|
| | | Por elemento | Total |
| 1 | Compost | 660 g | 850g 0,026 g |
| | Kuntan (Cascarilla quemada de arroz) | 190 g | |
| | Micosat (Bioactivador) | 0,026 g | |
| 2 | Compost | 660 g | 850g 0,26 ml |
| | Kuntan (Cascarilla quemada de arroz) | 190 g | |
| | Lidavital | 0,26 ml | |

| | | | |
|----|------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| 3 | Lombrihumus Kuntan Micosat. | 760 190 0,026g | 950g 0,026g |
| 4 | Lombrihumus Kuntan Lidavital | 760 190 0,26 ml | 950g 0,26 ml |
| 5 | Compost Micosat | 1 320 g 0,026 g | 1320 g 0,026 g |
| 6 | Compost Lidavital | 1320 g 0,26 ml | 1320 g 0,26 ml |
| 7 | Lombrihumus Micosat | 1520 g 0,026 g | 1520 g 0,026 g |
| 8 | Lombrihumus Lidavital | 1520 g 0,26 ml | 1520 g 0,26 ml |
| 9 | Kekkilä Micosat | 740 g 0,026 g | 740 g 0,026 g |
| 10 | Kekkilä Lidavital | 740 g 0,026 g | 740 g 0,026 g |
| 11 | Suelo | 1 520 g | 1 520 g |

TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los valores de crecimiento, estimación de biomasa y sobrevivencia se ingresaron en una base de datos en Microsoft Excel y luego se exportaron al programa estadístico Infostat® donde se realizó un análisis de varianza a través de las pruebas de comparación de medias LSD Fisher y correlación de variables con path análisis entre el crecimiento y el contenido de biomasa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CRECIMIENTO

Tabla 8. Valores promedio de variables de crecimiento a los 35 días después de la siembra.

| Tratamientos | Altura total (cm) | Diámetro basal (mm) | Longitud de raíz (cm) | N° de hojas |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| Testigo | 4,61 a | 1,32 a | 6,56 ab | 2,36 a |
| Kekkilä® +Micosat® | 6,11 b | 1,67 ab | 7,36 c | 3,92 b |
| Lombrihumus+Kuntan+Micosat® | 6,86 c | 1,81 b | 6,5 a | 5,0 df |
| Kekkilä®+ Lidavital® | 7,26 c | 1,81 b | 7,73 cde | 4,29 c |
| Compost + Kuntan + Micosat® | 7,38 c | 1,69 a b | 7,17abc | 4,67 d |
| Lombrihumus +Micosat® | 8,06 d | 1,68 a b | 7,75 cde | 5,15 e |
| Compost + Kuntan + Lidavital® | 8,42 de | 1,71 b | 8,36 e | 5,33 ef |
| Compost + Lidavital® | 8,45 de | 1,91 b | 7,38 cd | 5,31 ef |
| Lombrihumus+Kuntan+Lidavital® | 8,75 e | 1,74 b | 8,05 de | 5,6 f |
| Compost + Micosat® | 8,92 e | 1,84 b | 7,19 bc | 5,65 f |
| Lombrihumus + Lidavital® | 8,94 e | 2,58 c | 8,25 e | 5,1 f |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Altura total

La altura de las plántulas, en cinco de los once tratamientos registraron un mejor crecimiento ($p \leq 0,05$); en particular en los tratamientos donde se utilizó como sustrato: Compost y Lombrihumus con y sin Kuntan, es importante indicar que ambos sustratos registraron los mejores contenidos de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), siendo el más alto el compost (Ver tabla 1 y 2), cabe destacar que tres de los cinco mejores tratamientos antes mencionados contienen este sustrato con ambos bioactivadores, todos ellos superan en más 82,0 % al Testigo que junto al sustrato Kekkilä® registraron los menores valores NPK. No obstante, al comparar la altura total de las plántulas en este estudio con lo estimado por Sequeira y Valle (2004), es menor en un 73,4 %.

Diámetro basal

En relación al diámetro basal de las plántulas, el Lombrihumus +Lidavital® fue el tratamiento que permitió un mejor crecimiento ($p \leq 0,05$), superando al Testigo en más del 95,0 % y en más del 5,0 % a los resultados encontrados por Sequeira y Valle (2004). Cabe mencionar que este tratamiento fue también

uno de los mejores en lo referido a la altura total de las plántulas y el segundo con mejor contenido de NPK, sumado a esto el papel fundamental que jugaron los bioactivadores al permitir una mejor asimilación de estos nutrientes, la combinación de ambos (sustrato y bioactivadores) resultó ser notario su efecto en el crecimiento de todas las variables evaluadas.

Longitud de Raíz

En lo referido a la longitud radicular de las plántulas, el mejor crecimiento se registró en los tratamientos Compost+Kuntan+Lidavital® y Lombrihumus+Lidavital® ($p \leq 0,05$), ambos, antes destacados por sus propiedades químicas disponibles (NPK), las cuales tienden a ser más aprovechadas por las plántulas cuando se usan bioactivadores; estos tratamientos superaron al Testigo en un 27,4 y 25,7 % respectivamente; y también fueron superior a los valores estimados por Puerta et al. (2012) en 2,31 y 2,27 veces.

Número de hojas

En cuanto a la cantidad de hojas promedio por plántulas, fueron siete los tratamientos con los mejores valores y sin diferencias significativas entre ellos ($p \leq 0,05$). Lombrihumus y Compost con y sin Kuntan con cada uno de los bioactivadores presentaron los mayores promedios, superando en más de 1,24 veces más al Testigo. Sin embargo, los valores estimados por Sequeira y Valle (2004) superaron en más del 80,4 %; aunque de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 2011)(FAO) (2011), las plántulas emitieron la cantidad de hojas ideales para el trasplante que es de 4-6 hojas.

ESTIMACIÓN DE BIOMASA

Tabla 9. Peso seco por componente y peso total por tratamiento

| Tratamientos | Peso seco Hojas (g) | Peso seco Tallo (g) | Peso seco Raíz (g) | Peso plántula (g) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Testigo | 0,004 a | 0,005 a | 0,016 ab | 0,025 a |
| Compost +Kuntan +Micosat | 0,012b | 0,009 b | 0,019 bc | 0,04 b |
| Lombrihumus+Kuntan +Micosat | 0,01 b | 0,008 b | 0,012 a | 0,029 a |
| Kekkilä + Micosat | 0,017c | 0,01b | 0,022 cde | 0,048 bc |
| Compost + Kuntan +Lidavital | 0,022d | 0, 013 cd | 0,034 f | 0,069 ef |
| Lombrihumus +Micosat | 0.027 e | 0,012 c | 0,017 bc | 0,057 cd |
| Lombrihumus +Lidavital | 0,027e | 0,015 de | 0,017 bc | 0,059 de |
| Lombrihumus+Kuntan+Lidavital | 0,031 ef | 0,017 e | 0,020 bcd | 0,067 ef |
| Compost +Lidavital | 0,031 ef | 0,014 cd | 0,025 de | 0,069 ef |
| Kekkilä +Lidavital | 0,031f | 0,014cd | 0,026 e | 0,071 f |
| Compost +Micosat | 0,033 f | 0,015 cde | 0,021 bcd | 0,068 ef |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En contenido de biomasa, siete tratamientos presentaron los mayores valores (g MS) los cuales no difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$). Es preciso señalar, que a pesar que el tratamiento Kekkilä®+Lidavital® registro el mejor promedio de los siete, siguen siendo el Compost y Lombrihumus los sustratos con los mejores resultados tanto en el crecimiento y para este caso en la fitomasa de las plántulas, ambos con tres y tres de los mejores tratamientos respectivamente con ambos bioactivadores. Todos ellos superan en 1,6 veces más al Testigo; estos resultados al compararlos con los de Puerta et al. (2012) y con los de Sequeira y Valle (2004) son 1,9 y 10,3 veces menor respectivamente; en este último, es importante mencionar que el contenido de nitrógeno fue superior en 1,92 veces más al lombrihumus del presente estudio.

CORRELACIÓN DE VARIABLES

Tabla 10. Correlación entre variables de crecimiento y biomasa
 Contenido de biomasa (g MS plántula -1) vs Variables de crecimiento

| Tto | Altura total (cm) | | Diámetro basal (mm) | | Largo de la raíz (cm) | | N° de hojas | |
|-----|-------------------|----------|---------------------|----------|-----------------------|----------|-------------|----------|
| | r | p | r | p | r | p | r | p |
| CKL | 0,76 | 5,70E-10 | 0,39 | 0,01 | 0,21 | 0,14 | 0,59 | 8,90E-06 |
| CKM | 0,05 | 0,74 | 0,34 | 0,02 | 0,08 | 0,06 | -0,16 | 0,29 |
| CL | 0,81 | 4,00E-12 | 0,60 | 7,10E-06 | 0,62 | 2,80E-06 | 0,74 | 2,40E-09 |
| CM | 0,75 | 6,50E-10 | 0,54 | 6,80E-05 | 0,49 | 4,60E-04 | 0,61 | 5,00E-06 |
| KL | 0,53 | 1,30E-04 | 0,34 | 0,02 | 0,04 | 0,81 | 0,15 | 0,31 |
| KM | 0,67 | 1,70E-07 | 0,44 | 1,80E-03 | 0,36 | 0,01 | 0,47 | 7,60E-04 |
| LKL | 0,76 | 3,90E-10 | 0,49 | 4,80E-04 | 0,52 | 1,30E-04 | 0,70 | 2,90E-08 |
| LKM | 0,36 | 0,01 | 0,43 | 2,40E-03 | 0,12 | 0,40 | 0,05 | 0,75 |
| LL | 0,40 | 4,90E-03 | 0,02 | 0,89 | 0,17 | 0,26 | 0,16 | 0,27 |
| LM | 0,37 | 0,01 | 0,33 | 0,02 | 0,28 | 0,06 | 0,35 | 0,02 |
| T | -0,10 | 0,52 | -0,18 | 0,23 | 0,25 | 0,11 | -0,06 | 0,72 |

Correlación de variables de crecimiento y contenido de biomasa

Al relacionar el contenido de biomasa (g MS -1) con las variables de crecimiento, se determinó que la altura total en cinco tratamientos está fuertemente correlacionada de forma positiva con el contenido de biomasa, es decir entre mayor fue el crecimiento de plántulas mayor fue también el contenido de biomasa; en particular en los tratamiento donde se utilizó como sustrato el Compost, el cual registró el mayor contenido de NPK (Ver tabla 2), tales elementos por los indicadores de crecimiento y fitomasa obtenidos, permite inferir que tuvieron una mejor asimilación por las plántulas al utilizarse ambos tipos de bioactivadores y en especial el Lidavital®, en la correlación de todas las variables de crecimientos con la biomasa.

ESTIMACIÓN DE SOBREVIVENCIA POR TRATAMIENTO.

Tabla 11. Porcentaje de sobrevivencia de las plántulas a los 35 días después de la siembra.

| Tratamientos | Porcentaje | Tratamientos | Porcentaje |
|--------------|------------|--------------|------------|
| CKM | 100,0 c | LM | 100,0 %c |
| CKL | 100,0c | LL | 99,1 % c |
| LKM | 95,3 bc | KM | 96,4 bc |
| LKL | 75,1% c | KL | 79,3% ab |
| CM | 100,0 %c | T | 73,9% a |
| CL | 99,4 %c | X | 92,6% |

Letras distintas indican diferencias significativas ($\leq 0,05$).

En lo relacionado a la sobrevivencia de las plántulas, se comprobó diferencia significativa entre tratamientos Compost+ Kuntan + Micosat®, Compost+ Kuntan + Lidavital®, Compost+ Micosat® y Lombrihumus + Micosat®, presentaron 100% de sobrevivencia de las plántulas, en tanto que Lombrihumus +Kuntan+ Lidavital®, Kekkilä®+Lidavital® y el Testigo presentaron los valores más bajos ($p \leq 0,05$); además, los tratamientos, Lombrihumus +Kuntan+ Micosat®, Compost +Lidavital®, Lombrihumus + Lidavital® y Kekkilä®+ Micosat®, presentaron porcentajes que no fueron estadísticamente diferentes del primer grupo.

ESTIMACIÓN DE COSTO DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTOS

Tabla 12. Costo de producción de plántulas por tratamiento con sobrevivencia con el 100 %. y el valor real

| Tratamiento | Costo C\$ por plántula según densidad poblacional | |
|------------------------------|---|-----------------------|
| | Original (Sin mortalidad) | Real (Con mortalidad) |
| Compost+Kuntan+Micosat | 3,87 | 5,05 |
| Compos+Kuntan+Lidavital | 3,87 | 4,71 |
| Lombrihumus+Kuntan+Micosat | 3,87 | 5,52 |
| Lombrihumus+Kuntan+Lidavital | 3,87 | 5,05 |
| Compost+Micosat | 3,44 | 5,59 |
| Compost+Lidavital | 3,44 | 5,73 |
| Lombrihumus+Micosat | 3,44 | 5,25 |
| Lombrihumus+Lidavital | 3,44 | 5,06 |
| Kekkilä +Micosat | 3,44 | 4,33 |
| Kekkilä +Lidavital | 3,44 | 3,64 |
| Testigo | 3,44 | 6,68 |
| X | 3,60 | 5,14 |

Estimación de costo de producción por tratamiento de plántulas

Para el análisis del costo de producción de las plántulas, se crearon dos escenarios, uno donde se estimó el costo asumiendo el 100,0 % de sobrevivencia de las plántulas y el otro con el valor real de plántulas vivas.

En ambos escenarios se observa que el costo de producción de plántulas varió en relación a la cantidad neta de plántulas producidas. Para el caso donde se asume un 100% de sobrevivencia (sin mortalidad), el incremento del costo respecto al promedio general correspondió al 7,5 % en los tratamientos (4) donde se incluyó en el sustrato material inerte (kuntan), no obstante, su inclusión no influyó de forma positiva en el crecimiento de las plántulas, al contrario de los bioactivadores (Lidavital® y Micosat®), su incorporación al sustrato no representó un aumento en el costo de producción y favoreció al crecimiento de las plántulas.

Al considerar el porcentaje de sobrevivencia real, se observó que en siete de los once tratamientos presentaron un costo similar al promedio general y fueron tres los tratamientos que presentaron costos de producción con un porcentaje menor al promedio general equivalente al 41,0 18,0 y 9,0 % respectivamente. A pesar de no incluir ni material inerte, ni bioactivadores al testigo el costo de producción de las plántulas fue el mayor superando en más del 29,0 % al promedio general, debido a que la sobrevivencia de las plántulas fue la menor, por tanto, al aumentar la sobrevivencia disminuye el costo de producción.

CONCLUSIONES

- Al utilizar sustratos+bioactivadores en el establecimiento de semilleros, se obtiene una mejora significativa en el crecimiento de las plántulas en lo referido a: altura total, diámetro basal, longitud raíz y número de hojas.
- Compost y Lombrihumus fueron los sustratos que por sus propiedades químicas referido a NPK, permitieron que las plántulas registraran un mejor crecimiento y biomasa, no obstante, es importante destacar el valioso papel de los bioactivadores los cuales permitieron una mejor asimilación y aprovechamiento de estos nutrientes.
- Existe una correlación positiva entre el contenido de biomasa y la altura total de las plántulas es decir que a mayor altura total mayor será el contenido biomasa de las plántulas.
- En ocho tratamientos se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia mayor que el promedio (92,6 %), lo que indica que la combinación de sustratos+bioactivadores favorece a la sobrevivencia de las plántulas.
- La utilización de sustratos y la inclusión de bioactivadores además de favorecer el crecimiento y sobrevivencia de las plántulas, no representó en este estudio un incremento en el costo producción en relación al Testigo que fue un 29,0 % mayor.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de las Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV Rivas): Rector Dr. Fray Carlos Irías y Vicerrector Académico Lic. Douglas Marín por aprobar el financiamiento en el presente estudio.

Al M Sc Francisco Chavarría y a los ingenieros Elieser Salazar, Ricardo Campos, Marlon Figueroa, Erik Gutiérrez y Martín Salvatierra, por su colaboración en la formulación y levantamiento de datos del presente estudio.

REFERENCIAS

- Agrometodos. (s.f.). Un enraizante natural capaz de aumentar la tasa de micorrización de productos comerciales basados en micorrizas arbusculares. Recuperado de: <https://www.agrometodos.com/corriz%C2%B7am-un-enraizante-natural-capaz-de-aumentar-la-tasa-de-micorrizacion-de-productos-comerciales-basados-en-micorrizas-arbusculares/>
- Barrantes, R. (2002). Investigación un camino al conocimiento: un enfoque cualitativo y cuantitativo. 6ta Reimpresión de la 1ra edición. Recuperado de: [file:///C:/Downloads/Libro_Investigacion_camino_conocimiento_Barrantes%20\(4\).pdf](file:///C:/Downloads/Libro_Investigacion_camino_conocimiento_Barrantes%20(4).pdf)
- Bell, T. D.; Osoria, D; Montero, G; Molina, L.B. (2017). Efecto de hongos micorrízicos arbusculares sobre pimiento (*Capsicum annum L.*) en la producción de plántulas en Campo Antena, Santiago de Cuba. Ciencia en su PC. (4) 53-67. Recuperado de:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353794003>
- Botta, A y Tort, V. (2015). Seminario de integración: El Chile en el mundo. [Trabajo final de la carrera Técnico Superior en Gestión Gastronómica, Instituto Superior N°4044 "SOL"]. Recuperado de: <https://xdoc.mx/documents/el-chile-en-el-mundo-5c10199cb8b0b>
- C.S.S. (Centro Colture Sperimentali) (2016). Micosat Ranidet: Agricoltura convenzionale. Recuperado de:https://www.micosat.it/wp-content/uploads/2016/12/49_SC_TC_MICOSAT-F-RADINET-CONV_07-04-2016.pdf
- Cardoza, C. y Roque, J. (2019). Caracterización socioeconómica y fitosanitaria de sistemas de producción de chiltoma (*Capsicum annum L.*) en Tisma, Masaya 2019. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria: Facultad de Agronomía. Recuperado de:<tnf01c268c.pdf> (una.edu.ni)
- CENIFLORES (Centro de Innovación de la Floricultura Colombiana). 2013. Propuesta de mejora del manejo logístico y tecnológico de sustratos con cascarilla de arroz, usados en los cultivos de clavel. Pontificia: Universidad

- Javeriana. Bogotá, Colombia. 179 p.
- Ezziyiani, M; Requena, M; Pérez, Consuelo; Candela, M. (2005). Efecto del sustrato y la temperatura en el control biológico de *Phytophthora capsici* en pimiento (*Capsicum annuum* L.). Anales de Biología (27) 119-126. Recuperado de: <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/28061/27171>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). (2011). Manual Técnico: Producción artesanal de semillas de Hortalizas para la huerta familiar. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i2029s/i2029s.pdf>.
- Gaviola, J.C. (2020). Producción de semillas Hortícolas-1^{er} edición. Recuperado de: libesu3465_inta_asaho_web_semillas_v1.pdf
- Google Earth Pro. (2019). Mapa de Nicaragua (Rivas, Rivas) Recuperado de: https://earth.google.com/web/@11.43266816,-85.8230239,-67614.67041996a,72116.81634326d,35y,-0h,0t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419
- González, A; Almaraz, J.J; Ferrera, R; Rodríguez, M.P; Taboada, O.R; Trinidad, A; Alarcón, A. y Arteaga, R.I. (2017). Caracterización y selección de rizo bacterias promotoras de crecimiento en plántulas de chile poblano (*Capsicum annuum* L.). Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 33(3). 463-474. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v33n3/0188-4999-rica-33-03-463.pdf>
- Guevara, R.G; Pons, J.L.; Torres I; González M.M. (2018). Manual práctico para el cultivo del chile. Recuperado de: [https://books.google.com.ni/books?i.+Manual+pr%C3%A1ctico+para+el+cultivo+del+chile.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiBl-bMw-H2AhWHQjABHcksBEcQ6wF6BAgGEAE#v=onepage&q=Guevara%2C%20R.G%3B%20Pons%2C%20J.L.%3B%20Torres%20I%3B%20Gonz%C3%A1lez%20M.M.%20\(2018\).%20Manual%20pr%C3%A1ctico%20para%20el%20cultivo%20del%20chile.&f=false](https://books.google.com.ni/books?i.+Manual+pr%C3%A1ctico+para+el+cultivo+del+chile.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiBl-bMw-H2AhWHQjABHcksBEcQ6wF6BAgGEAE#v=onepage&q=Guevara%2C%20R.G%3B%20Pons%2C%20J.L.%3B%20Torres%20I%3B%20Gonz%C3%A1lez%20M.M.%20(2018).%20Manual%20pr%C3%A1ctico%20para%20el%20cultivo%20del%20chile.&f=false)
- Guanche, A. 2015. Información técnica: Las lombrices y la Agricultura. Recuperado de: https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_562_lombrices%20y%20la%20agricultura2.pdf
- Hernández, E. J.; Hernández, I.; Almaraz, J.J.; López, A.; Torres, M; Morales, F.J. (2018). Caracterización in vitro de rizo bacterias y su antagonismo con hongos causantes del "damping off" en chile. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas .9 (3). 525-537. Recuperado de: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/335/1081>
- Hernández, M. (2012). Búsqueda y caracterización de microorganismos benéficos a plantas de chile poblano (*Capsicum annuum* L.). Tesis de Grado. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Recuperado de: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3368>
- INIDE (Instituto Nacional de Información y Desarrollo), MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). (2012). Informe Final: Resultados del IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO, 2011) Recuperado de: <https://www.inide.gob.ni/docs/Cenagro/INFIVCENAGRO/IVCENAGROINFORME/assets/common/downloads/Informe%20Final%20IV%20CENAGRO.pdf>

- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). (2018). Manual del protagonista: cultivo de hortalizas. Recuperado de: [Hortalizas_3X2OH2y.pdf](#) (tecnacional.edu.ni)
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2016. Manual de Lombrihumus. Programa Regional de Investigación e Innovación Por cadenas de Valor Agrícola. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B4169e/B4169e.pdf>
- Gikam (S.F.). Información Técnica de bioactivadores. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_material_didactico_nro_05.pdf
- KEKKILÄ GARDEN (S.F.). Ficha Técnica: KEKKILÄ DSM 2 W. Recuperado de : <http://www.plastiagro.com.py/productos/sustratos/sustrato3.pdf>
- KEKKILÄ PROFESIONAL (6 de junio del 2022). Productos: sustratos. Recuperado de: <https://www.kekkilaprofessional.com/es/productos/plantas-sustratos-y-de-vivero/flow/>
- Konijnenburg, A .2007. Agricultura Orgánica: El compost. Recuperado de : https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_material_didactico_nro_05.pdf
- LAQUIÑA (Laboratorios Químicos S.A.). 2020. Informe de análisis de muestras de Sustratos: Lombrihumus, Compost, Kuntan, y Suelo. [Archivo PDF]. 3 p
- Laguna, T; Pavón, J. F y Altamirano, K.N. (2004). Guía MIP en el cultivo de la chiltoma: Manejo Integrado de Plagas: 1er Edición. Recuperado de: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10L181.pdf>
- LIDA (Laboratorios Industriales de Desarrollo Agronómico). (2010). Lidavital: Bioactivador radicular. (Consultado el 30 de octubre del 2019). Recuperado de: <https://www.cespedesagro.es/images/pdfs/lidavital.pdf>
- López, J; Méndez, A; Pliego, L; Aragón, E y Robles, M.L. (2013). Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile 'onza' (*Capsicum annuum* L.) en invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. (6): 1139-1150. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v4nspe6/v4spe6a6.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (S.F). Manual para cálculos de costos de producción. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B4164e/B4164e.pdf>
- Mireles, E.; Moctezuma, N. L.; Castro, S; Salazar, R; Lucio, H.L.; Pérez, C. (2015). Pre acondicionamiento en la germinación de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*) de Tamaulipas. Acta agrícola y pecuaria. (3):96-106 Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6201352>
- Munch, L y Ángeles, E. (1990). Métodos y técnicas de investigación. México. Editorial Trillas. Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/0061884020905df2322c4>
- Orellana, F; Escobar J; Morales, A; Méndez, I; Cruz, R; Castellón, M. (2014) Guía Técnica: Cultivo de Chile Dulce. Recuperado de: <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/201412011299.pdf>

- Pedroza, H. (1993) . Fundamentos de experimentación agrícola. Recuperado de:<https://www.um.es/documents/378246/2964900/Normas+APA+Sexta+Edici%C3%B3n.pdf/27f8511d-95b6-4096-8d3e-f8492f61c6dc>
- Preciado, P; Lara, A; Segura, M.A.; Rueda, E.O.; Orozco, J.A.; Yescas, P; Montemayor, J. A. (2007). Amonio y fosfato en el crecimiento de plántulas de chile jalapeño. *Terra Latinoamericana* (26): 37- 42. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v26n1/v26n1a5.pdf>
- Puerta, C.E.; Russián, T; Ruíz, C.A. (2012). Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (2). 298-306 Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688395>
- Pymural. (2011). Plántulas de invernadero. Serie: Producción orgánica de hortalizas de clima templado. Recuperado de:<https://www.metrocert.com/files/plantulas%20de%20invernadero.pdf>
- Quintero, M; González C; Guzmán J. 2011. Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/235999721_Sustratos_para_cultivos_horticolos_y_flores_de_corte.
- Revelés, M; Huchín, S; Velázquez, R; Trejo, R; Ruíz, J. (2010). Producción de plántulas de chile en invernadero. Recuperado de:<http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/prcChileInv.pdf>
- Reyes, A; Quiñones, E.E.; Rincón, G; López. L. (2016). Micorrización en *Capsicum annuum* L. para promoción de crecimiento y bio protección contra *Phytophthora capsici* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7. (4). 857-870. Recuperado de:<http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n4/2007-0934-remexca-7-04-00857.pdf>
- Rivera, G.(2007). Conceptos Introdutorios a la Fitopatología. Recuperado de: shorturl.at/lvNOV
- Sánchez, M y Trapero, A (s.f.). I curso de gestión de viveros forestales etiología y control de enfermedades de plántulas: Etiología y control de enfermedades de plántulas en viveros forestales andaluces. Recuperado de:http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/5_ETIOLOGIA_Y_CONTROL_DE_ENFERMEDADES_DE_PLANTULAS.PDF
- Santabárbara, J.; López, R.; Aranda, E.R; Lobo, E. y Aragüés, G.M. (2015) Calculo del tamaño de la muestra e estudios biomédicos. Recuperado de:<https://books.google.com.ni/books?id=L1IQDQAAQBAJ&pg=PA28&dq=formula+para+estimar+el+tama%C3%B1o+de+la+muestra+ajustada&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiE-deNuaX2AhXQSTABHW5wDLgQ6AF6B-AgGEAI#v=onepage&q=formula%20para%20estimar%20el%20tama%C3%B1o%20de%20la%20muestra%20ajustada&f=false>
- Sequeira, G y Valle, A. (2004). Evaluación de diferentes porcentajes de

lombrihumus y suelo, como sustrato en la producción de posturas de chiltoma (*Capsicum annum L.*). (Tesis de Grado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Recuperado de: <https://repositorio.una.edu.ni/780/1/tnf01s480.pdf>

Shany, M y Castellón, S. (2005). Manual Agro técnico para el Cultivo Hortícola Intensivo en Nicaragua. Recuperado de: <http://www.sidalc.net/repdoc/A5289e/A5289e.pdf>

Telenchana, J (2018). "Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annum L.*)" (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20%20Ingenier%3%ada%20Agron%3%b3mica%20-CD%20557.pdf>

