

INTRODUCCION

La horticultura es una actividad productiva que está íntimamente ligada al desarrollo agrícola y rural puesto que el carácter intensivo del cultivo de las plantas hortícolas son fuente de ocupación de mano de obra, contribuye a la alimentación de familias de bajos recursos y ayuda a mantener buenos niveles nutricionales

Los sustratos más comúnmente usados para este objeto son: la tierra de hoja y mezcla comercial importada basada en turba. Sin embargo, los vi veristas manifiestan las necesidades de contar con sustratos más homogéneos y con materiales de más segura disponibilidad según (Alvarado, 2002).

No todas las hortalizas pueden sembrarse en forma directa, sino que hay otros que necesariamente requieren pasar por una etapa de almacigado, esto implica definir procesos apropiados que consideran elementos esenciales tales como el sustrato y las semillas, para poder lograr plántulas o platines de buen vigor que garanticen el buen crecimiento y desarrollo de la planta.

Este proceso es una etapa fundamental para el éxito de las cosechas de hortalizas de siembra indirecta, considerando que a nivel de Tarija se dispone de recursos naturales, entre ellos la tierra vegetal, con aparentes características físicas y químicas, que pueden ser una gran alternativa para preparar los sustratos combinados con restos de cosechas en diferentes proporciones o dosis

En los últimos años se ha conocido un espectacular desarrollo en las técnicas de cultivo de planta en macetas y contenedores. El medio de cultivo ha ido evolucionando desde los primeros sustratos basados en suelos minerales hasta las actuales mezclas. Con proporción mayoritaria de componentes orgánicos tipo turba corteza de pino y similares. Como veremos estos nuevos sustratos proporcionan resultados superiores basados en tierra. Siempre que se conozcan y comprenda sus necesidades (Ansorena 1994).

Paralelamente a la evaluación de las técnicas y medios de cultivos. Sea experimentado una importante aplicación del campo de aplicaciones de los sustratos: para plantas ornamentales y arbustivas. Jardinería campos deportivos etc. Con el consiguiente aumento de la demanda se ha producido en un clima de creciente sensibilidad hacia el agotamiento de los recursos no renovables y las consecuencias del deterioro medioambiental.

En la actualidad se puede observar que la agricultura día a día adquiere mayor importancia como factor principal para la supervivencia de la humanidad en constante aumento. Es por esta razón que las instituciones encargadas de la producción de alimentos y el desarrollo del sector agropecuario, tanto en nuestro medio como a nivel mundial, conscientes de los elevados niveles de contaminación química, están

Retomando a las prácticas de la agricultura orgánica para la elaboración de insumos orgánicos. (Rodríguez 2004).

Además de su utilidad directa, el abono implica una solución estratégica y ambientalmente aceptable a la problemática planteada por las grandes concentraciones urbanas (sus residuos sólidos orgánicos domésticos) y la producción agrícolas, forestales y ganaderas, cuyos residuos orgánicos deben ser tratados. El abono orgánico es una tecnología alternativa a otras que no siempre son respetuosas de los recursos naturales y el medio ambiente y que además tiene un costo elevado. (Rodríguez 2004).

Dentro la diversidad de hortalizas se encuentra los de tallo, hojas y bulbos como el Apio, acelga, espinaca, ajo, cebolla, tomate, pimentón, etc, que por su importancia son cultivados en casi todas las regiones aptas para estos cultivos.

El cultivo de hortalizas a nivel mundial, se ha hecho indispensable porque constituye una de las fuentes alimenticias primarias dentro la dieta familiar, la diversidad de cultivo de hortalizas ha permitido mitigar en parte la falta de alimentos.

En Tarija, aunque las hortalizas tradicionalmente son cultivadas en la zona del Valle como estos cultivos son muy apreciados especialmente el apio, coliflor, espinacas,

brócolis que se han constituido en un alimento indispensable a nivel familiar y comercial.

Los alimentos son imprescindibles para la vida; su obtención, producción y como son conocidos desde la antigüedad por el hombre, que ha ido a lo largo de su existencia aplicando técnicas adecuadas, dada su necesidad de tener reservas de ellos para la época de escasez. Debido a ésta necesidad, aprendió a producir alimentos mediante técnicas sencillas, como cultivar comparando su economía y rentabilidad para el sustento de su familia.

JUSTIFICACIÓN

Los trabajos de investigación en el campo agronómico están orientados a dar respuestas a las problemáticas que presenta el agricultor, dar alternativas prácticas, que sea de fácil aplicación, a la vez tenga muchas ventajas al utilizarla, sobre todo a mejorar la calidad de vida y también el incremento de sus ingresos por la producción agropecuaria.

Este tipo de investigación es conveniente efectuarla en razón a que se debe identificar sustratos potenciales para la producción de plantines hortalizas de buena calidad para que puedan ser trasplantadas al lugar definitivo de producción.

Además, pretende ser una fuente de información divulgativa para los productores y empresas productoras relacionadas en el campo, en especial para los agricultores, profesionales Agrónomos, estudiantes y otros que buscan un medio de cultivo alternativo.

El uso de sustratos, como fuente alternativa de nutrientes, permite reducir la aplicación de fertilizantes químicos que provocan daños en el suelo como la acidificación y salinización; al mismo tiempo disminuye la deposición de residuos orgánicos.

La presente investigación mostrara las alternativas de utilización de tres diferentes tipos de sustratos y determinara cuales tienen mejor respuesta para la producción del cultivo de hortalizas (coliflor y la espinaca).

Esa situación demanda que los profesionales, técnicos y responsables de la producción agrícola amplíen sus conocimientos relacionados con la producción, evaluación y uso de

los abonos orgánicos, de modo que con su trabajo se pueda lograr equilibrio en el sistema **"suelo- planta"**, que posibilite mejorar el medio y lograr producciones más ecológicas y mayores beneficios económicos y sociales para el país.

En la actualidad, la tendencia a la utilización indiscriminada de fertilizantes químicos y demás labores agrícolas practicadas en los campos para incrementar las cosechas, han afectado en gran medida a la comunidad microbiana, perturbándose la cadena de conversión de energía y nutrientes en su hábitat, por esta razón y para conseguir un suelo lo más “rico” posible, se debe combatir esas malas prácticas, siendo prioritario corregir la fertilidad del suelo para lo que se considera adecuado el empleo de sustratos orgánico, ya que es un método sencillo considerado una biotecnología de bajo costo que permite descomponer la materia orgánica dentro del ciclo natural sin mayores complicaciones en el proceso, más bien revaloriza el residuo convirtiéndolo en un abono orgánico, rico en nutrientes como una alternativa para revertir el cuadro de degradación de los suelos.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El inadecuado porcentaje de elementos que conforman un sustrato orgánico para la producción de plántulas de coliflor y espinaca, ha generado una alta mortalidad de pilones teniendo como consecuencia una pérdida económica significativa para los productores.

Hoy en día urge la necesidad que se tiene para disminuir la presión sobre la tasa de degradación de los recursos naturales y aumentar la productividad, exige desarrollar e implementar nuevas tecnologías que sirvan para cumplir con este propósito. Por ello, conviene que las nuevas tecnologías que se usen deben de incluir el aspecto de sostenibilidad, ya que una agricultura sustentable es aquella que en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura. (Saldaña p. 2022.).

Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de las hortalizas coliflor y espinaca (*Brassica oleracea* L. var. Botrytis.) Y (Spinacea Oleracea), su futuro desarrollo en el almacigo?

Investigaciones realizadas en nuestro país, indican que el manejo de los sistemas de producción del sector agrícola, son insostenibles y que se observan problemas indeseables como la erosión y pérdida de la calidad del suelo. Por lo cual, los productores enfrentan un doble reto:

a) Conservar los recursos naturales usados y b) Aumentar la productividad. Suchini - Ramírez, Citado por Bach. Leonid Francis, 2018).

Un sustrato debe sostener física y nutritivamente a la planta, debe tener un buen drenaje, para dejar pasar el agua con facilidad, pero conservando la capacidad de mantener húmedo. También debe contener aire, De ser posible, se debe controlar el pH. Para darle un buen soporte a la planta debe ser compacto con moderación (Clavijo, 2008).

Situación Actual del problema

Los sustratos empleados en el cantón Jipijapa son básicamente complementarios contienen propiedades que no alcanzan el nivel nutricional de la planta, los productores del cantón actualmente realizan sustratos utilizando solo tierra negra, arena, y estiércol de ganado bovino, sin realizar previamente un análisis químicos y físicos que permita evidenciar el contenido del sustrato empleado. Lo cual en base a estudios realizados anteriormente se ha podido demostrar que es posible obtener mejores resultados en el nivel nutricional utilizando sustratos de mejor calidad, conociendo su contenido con sus respectivos análisis. El debido control fitosanitario dentro de este proceso determinara el tiempo promedio que debe permanecer con las condiciones ambientales adecuadas (temperatura, humedad e iluminación). Chóez Tigua Jesús E. (2020).

Los sustratos han estado asociados con la agricultura, desde hace mucho tiempo atrás

y forman parte de la fertilización orgánica, como también cumplen un proceso de biorregulador y corrector del suelo, en alto conteniendo de ácido húmicos y fúlvicos, ya que estos son estables y no sufren descomposición o transformación debido a las estructuras fisicoquímicas de las moléculas húmicas, altamente solubles, en formula eficientes con propiedades microbianas; ya que conteniendo hormonas que estimulan el crecimiento de la planta. Chóez Tigua Jesús E. (2020).

La producción de plantines en las almacigueras que se realiza actualmente, dieron aumentos importantes en los rendimientos a corto plazo en diferentes cultivos, pero también ha generado dependencia tecnológica de pesticidas y de fertilizantes sintéticos, lo que está provocando impactos negativos sobre el ambiente como la degradación de los recursos naturales (agua, aire, suelo), la erosión genética, la contaminación ambiental, pero este avance tecnológico no ha sido capaz de solucionar el problema de la pobreza rural. Como consecuencia del empleo de prácticas de producción cada vez más intensivas en tiempo y espacio, en las últimas tres décadas ha ocasionado el deterioro de los recursos naturales; de igual manera se ha agudizado la creciente demanda de alimentos y materias primas generadas por el aumento de la población de los seres humanos en el mundo. (Castro, L.E, 2001). Por lo que se pretende evaluar la acción de diferentes sustratos orgánicos en el crecimiento de las hortalizas a nivel de almacigueras.

HIPÓTESIS

Los tres sustratos manifestaran características agronómicas de calidad en la producción de plantines de hortalizas sobresalientes.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de dos especies hortícolas coliflor y espinaca en tres diferentes sustratos en el almacigo

Objetivos Específicos

- Evaluar las características de desarrollo de coliflor y espinaca dos especies de hortalizas.
- Determinar el potencial productivo de los tres sustratos, tierra vegetal, estiércol de conejo y humus de lombriz en relación a la vigorosidad de las plántulas en condición de almacigo.
- Evaluar la interacción entre dos especies hortícolas con tres diferentes sustratos.

CAPITULO I IREVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. 1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En el desarrollo de la agricultura es necesario lograr estabilidad en el ciclo biológico "**clima - suelo - planta**" para obtener los máximos beneficios de los recursos de que se dispone y proteger y conservar el medio ambiente. Hoy en día es preocupación en todo el mundo y se están realizando acciones para lograr la producción de alimentos por medio del establecimiento y desarrollo de la agricultura sostenible, en la que la utilización de abonos orgánicos, abonos verdes y la rotación adecuada de las cosechas, constituyen la base para la sustitución de fertilizantes químicos, proporcionar al suelo los elementos que necesitan las plantas y mantener el equilibrio ecológico (Peneque, 1998).

El desarrollo de la agricultura y su correspondiente "exportación de productos" significó un desequilibrio o desbalance en el sistema "**suelo - planta**" desfavorable para el suelo, lo que contribuyó a su degradación en sus condiciones de vida y potencial productivo. Y desde entonces existió la necesidad de restituir a los suelos, al menos en parte, lo que se extrae de ellos con la producción agrícola. Como complemento y para satisfacer esas necesidades surgieron los abonos orgánicos, que por la forma de obtención y por su composición química, resultó el material ideal para mantener las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos y conservar su capacidad productiva (Russell, 1967).

El uso de materiales orgánicos como fertilizantes está ligado a la agricultura desde sus inicios. Ya en el año 900 a. de C., Homero cita en la Odisea que el padre de Ulises añadía estiércol a sus viñas; Jenofonte, en el año 400 a. de C. menciona el uso de abonos verdes y estercolados; Teofrasto s. III - IV a de C. recomendaba estercolar las tierras poco productivas y mencionaba también como los agricultores de Tesalia y Macedonia enterraban cultivos de leguminosas con el fin de enriquecer sus tierras; Columela en el s. I d. de C. en su extensa obra sobre agronomía, nos explica cómo utilizar el estiércol, los abonos verdes, la técnica del compostaje, etc.

Sin embargo, la fertilización como técnica, debe estar enfocada a mantener o aumentar la fertilidad del suelo agrícola, englobando este concepto, no sólo la capacidad del suelo para aportar nutrientes minerales esenciales a la planta sino, también la capacidad del mismo para mantener un nivel de producción alto, pero sustentable en el tiempo, sin perder por ello su diversidad biótica ni su complejidad estructural y todo ello dentro de un equilibrio dinámico (Bellapart Vilá, 1988).

1.2.EL RECURSO SUELO BASE DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Un sistema agrícola sustentable debe combinar tecnología, política y actividades dirigidas a la integración de principios socioeconómicos con preocupación ambiental, para mantener los incrementos en la producción, reducir los niveles de riesgos en el cultivo, proteger el potencial de recursos naturales, ser económicamente viable y ser socialmente aceptable (Santana et al, 1999).

1.3. ORIGEN Y CONSTITUYENTES DE LA MATERIA ORGÁNICA

a) Su origen y forma de obtención.

Los abonos orgánicos tienen su origen en residuos vegetales y animales, los que en su forma más simple pueden ser residuos de cosecha que quedan en los campos y se incorporan de forma espontánea o con las labores de cultivo y residuos de animales que quedan en el campo al permanecer los animales en pastizales. Por lo general los abonos orgánicos de origen animal se conocen como estiércol y los de origen vegetal se les llama "compost" en inglés (Paneque,1998).

La materia orgánica de los suelos de cultivo representa en sí misma, un sistema complejo integrado por diversos componentes. Su dinamismo está determinado por la incorporación al suelo de restos de origen vegetal, animal y microbiano y la transformación y evolución de éstos, mediada por la interacción de múltiples procesos.

Si al hablar de materia orgánica, hacemos referencia a la totalidad de los compuestos de origen orgánico que se superponen al suelo mineral - medios naturales - o se incorporan a él - medios cultivados; con el término humus designamos a la fracción humificada, que

incluye los productos de descomposición avanzada de los residuos orgánicos, transformados por vía biológica, otros productos procedentes de procesos físico - químicos y los sintetizados por los microorganismos. Un concepto más restringido al anterior sería el de sustancias húmicas, que abarca componentes más concretos, como los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, himatomelánicos y huminas; haciendo un nuevo apartado para una serie de sustancias, también de naturaleza orgánica, pero consideradas no humíficas (Bello 1996).

1.4. OTROS ABONOS ORGÁNICOS

a). Humus de lombriz

Se produce por la descomposición de residuos orgánicos por lombrices especializadas que tienen la facultad de producir humus de alta calidad.

Humus, materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo y procede de restos vegetales y animales muertos. Al inicio de la descomposición, parte del carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno se disipan rápidamente en forma de agua, dióxido de carbono, metano y amoníaco, pero los demás componentes se descomponen lentamente y permanecen en forma de humus.

La composición química del humus varía porque depende de la acción de organismos vivos del suelo, como bacterias, protozoos, hongos y ciertos tipos de escarabajos, pero casi siempre contiene cantidades variables de proteínas y ciertos ácidos urónicos combinados con ligninas y sus derivados. El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora. Los productos finales de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco (Humus de lombriz.mht).

Al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. La cantidad de humus afecta también a las propiedades físicas del suelo tan importantes como su estructura, color, textura y capacidad de retención

de la humedad. El desarrollo ideal de los cultivos, por ejemplo, depende en gran medida del contenido en humus del suelo. En las zonas de cultivo, el humus se agota por la

sucesión de cosechas, y el equilibrio orgánico se restaura añadiendo humus al suelo en forma de compost o estiércol (Humus de lombriz. mht).

Se llama HUMUS a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos. En consecuencia, se encuentra químicamente estabilizada como coloide; el que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Esto puede ocurrir en forma natural a través de los años o en un lapso de horas, tiempo que demora la lombriz en "digerir" lo que come.

El HUMUS se obtiene luego de un proceso, cercano a un año, en que la lombriz recicla a través de su tracto intestinal la materia orgánica, comida y defecada, por otras lombrices. Hay que resaltar que un alto porcentaje de los componentes químicos del humus son proporcionados, no por el proceso digestivo de las lombrices, sino por la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el periodo de reposo que éste tiene dentro del lecho. Por ejemplo, el 50 % del total de los ácidos húmicos que contiene el humus, son proporcionados durante el proceso digestivo y el 50 % restante durante el período de reposo o maduración (Humus de lombriz. Mht).

1.5. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DEL HUMUS DE LOMBRIZ SON

Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.

- Alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.

- Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del HUMUS de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.

1.6. APLICACIONES DEL HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

A continuación, señalaremos claramente las formas de aplicación más evidentes del producto en los distintos subsectores de la producción vegetal.

FRUTALES: Se justifica iniciar la utilización de producto en propagación de plantas a nivel de almácigo, con el fin de lograr plántulas homogéneas de buena calidad.

- En lo que se refiere a reproducción global al por estacas, el **HUMUS** de LOMBRIZ sirve de sustrato de enraizamiento, debido a su acción estimulante sobre la diferenciación celular conducente a tejido radicular.
- Por otra parte, la baja plasticidad y cohesión del material, evita la destrucción de raicillas al momento de repique a bolsas.
- Para evitar pérdida de plantas al momento del trasplante, se recomienda usar **HUMUS**, ya que éste, debido a sus características, amortigua los efectos negativos del cambio del medio, contribuyendo a restablecer la fisiología normal de las plantas.
- Posteriormente, se le utiliza al momento de la plantación del frutal en mezcla con el suelo mineral, evitando en primer término el efecto depresivo que se produce post - plantación, y la mejora obtenida en las condiciones físico - químicas del

volumen de suelo en que se desarrollará en su primera etapa, le asegurará una más rápida adaptación y mayor tasa de crecimiento.

- En huertos establecidos se recomienda usar el producto en dosis de mantención junto con el fertilizante, con lo cual se logra tamponar los efectos negativos indirectos que se puedan producir durante la solubilización de estos productos químicos y aumentar la eficiencia de recuperación de estos nutrientes por parte del frutal.
- Bajo condiciones de cultivo donde el agua es factor limitante y se utilice sistemas de riego tecnificado de goteo, se recomienda incorporar **HUMUS** en el área de mojado, para aumentar la eficiencia de recuperación del agua por parte del cultivo.
- En aquellos casos en que se realicen aplicaciones de fertilizante líquido utilizando estos sistemas de riego, el producto actuará aumentando la eficiencia de recuperación de los nutrientes aplicados.

ORNAMENTALES: Aquí la utilización del producto cobra singular importancia, ya que en todo lo que se refiere a reproducción por semillas y reproducción asexual, las ventajas son claras; estas se resumen a continuación:

- El uso de **HUMUS** como sustrato de germinación permite la obtención de plántulas de características fenotípicas en menor período de producción.
- El uso como sustrato de enraizamiento de trozos vegetativos (esquejes), permite la diferenciación celular más rápidamente, además disminuye el daño de raíces y raicillas al momento de la extracción, con lo cual se consigue un menor costo unitario de producción.
- La baja densidad del producto, es un factor importante de considerar en lo que se refiere a propagación de plantas por acodo aéreo, lo que hace posible su utilización con muy buenas posibilidades.
- En cultivo de plantas florales de temporada se recomienda usar el producto en contenedores pequeños (jiffy - post), ya que de esta forma se ha obtenido.

- plantas de buena calidad, con inducción floral anticipada, que le permiten salir antes a mercado.
- El uso de **HUMUS** aplicado en hoyo de plantación, ha entregado muy buenos resultados, ya que evita la pérdida de características post-plantación.

HORTALIZAS: Dentro de este campo, las ventajas comparativas del uso de **HUMUS**, se hacen evidentes como se detallará a continuación:

- Su uso como sustrato en almácigos, permite evitar las pérdidas de plantas, causadas por fenómenos de resistencia mecánica (goteo), comunes en los sustratos corrientemente utilizados para este fin. Por otra parte, la acción fitohormonal del **HUMUS**, acelera la formación de tejido radicular de las plántulas, efecto que asociado a las características físicas del producto, contribuyen a evitar las pérdidas por deshidratación al momento del trasplante.
- La propagación de plantas en pequeños contenedores con **HUMUS** de **LOMBRIZ** (speedling), ha mostrado excelentes resultados. Motivo suficiente para recomendar su utilización.
- En casos puntuales se recomienda el uso del producto en hoyo de plantación para aquellas hortalizas como Endibia, en la cual se utiliza esta práctica de manejo.
- También existe la posibilidad de aplicar el **HUMUS** incorporado al suelo en conjunción con el último rastrojé.

En producción comercial de plantas florales para venta de "flor acortada", se recomienda su uso junto con el fertilizante sólido, o su aplicación directa al suelo cerca de la salida del gotero fertilizados, con el fin de aumentar la eficiencia de recuperación de los nutrientes aportados por parte de las plantas, (Humus de lombriz. Mht).

- Facilita la rápida asimilación de nutrientes.
- La incorporación de humus desempeña un trascendental papel en la fertilidad y condiciones físico-químicas del suelo.
- Facilita la disponibilidad de los macros y micros nutrientes indispensables para la vida de las plantas.
- restaura la actividad biológica del suelo, siendo un gran elemento corrector-mejorador del sustrato superficial.
- Mejora la estructura del suelo.
- El suelo en el cual se desarrollan las raíces y del cual extraen el agua y los elementos nutritivos que necesita la planta además de servirle de sostén, es la parte superficial de la corteza terrestre, es un sistema complejo y heterogéneo mezcla de materiales sólidos, líquidos, gaseosos y una parte orgánica.
- Por sus características físicas mantiene humedad constante por más tiempo, su pH. neutro.
- Únicos fertilizantes con flora microbiana.

1.7. CONCEPTO DE MATERIA ORGANICA DEL SUELO

La fuente original, de lo que entendemos como materia orgánica en el suelo, serán los restos de plantas y animales, en diferentes estados de descomposición, así como la biomasa microbiana.

Estos restos tan dispares, que la bioquímica define como "polímeros de compuestos orgánicos" y que podemos denominar "materia orgánica fresca" bajo la acción de factores edáficos, climáticos y biológicos, serán sometidos a un constante proceso de transformación (Ansorena 1994).

Dentro de una hipotética secuencialidad, estos restos serían en una primera etapa, degradados y des polimerizados por vía biológica hasta los componentes elementales de

sus constituyentes básicos: proteínas, hidratos de carbono, ácidos orgánicos complejos, etc., es decir, se produce una "simplificación" de su estructura a compuestos más "sencillos" y en general solubles. Parte de estos compuestos sufren, por acción microbiana, un proceso de mineralización, pasando a formas inorgánicas, bien solubles (PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , etc.) o bien gaseosas (CO_2 y NH_4^+). Algunos de estos compuestos, como ya veremos, pueden ser "reorganizados" en un proceso inverso del que rige la mineralización, produciéndose una inmovilización temporal de nutrientes fundamentalmente nitrógeno en la biomasa microbiana, pero reincorporándose más adelante a los compuestos húmicos, quedando sujetos a la típica dinámica de éste dentro del suelo (Ansorena 1994).

La fracción de la materia orgánica que no se mineraliza en esta primera etapa, a través del proceso que denominaremos humificación, es sometida a complejas reacciones bioquímicas y químicas, de resíntesis y polimerización, que darán lugar a nuevos productos -macromoléculas más o menos poli condensadas, que reciben el nombre de sustancias húmicas y que presentan características y propiedades diversas.

En general y simplificando, distinguiremos entre la mineralización primaria, que afecta a la materia orgánica "fresca" que todavía no está totalmente incorporada al suelo y la mineralización secundaria de los compuestos húmicos, en general más lenta, debido a su complejidad y a que los enlaces que contraen con los componentes minerales arcillas y óxidos fundamentalmente retardan la mineralización (Ansorena 1994).

1.7.1. Características físicas y químicas

Las características de los abonos orgánicos están regidas por su contenido de materia orgánica, la naturaleza de los materiales que participaron en su formación y del proceso de fermentación y descomposición a que fueron sometidos los residuos orgánicos.

1.8. LOS INDICADORES DE CALIDAD DE UN ABONO ORGÁNICO ESTÁN DADOS POR

a) Su contenido y calidad de humus

El humus procedente de la descomposición de los residuos orgánicos con baja relación C/N y bajos contenidos de lignina son más sueltos y friables y su flora microbiana es más favorable para las condiciones físicas y biológicas de los suelos donde se apliquen, que cuando el abono orgánico se obtiene con residuos vegetales ricos en lignina con relación C/N muy alta (Paneque Pérez, 1998).

Un abono orgánico debe tener 50 % ó más de materia orgánica en base seca. Por debajo de 50 % de materia orgánica se considera de mala calidad (Paneque Pérez, 1998).

b) Su contenido de nutrientes

Paneque (1998) Indica que los abonos orgánicos deben tener un contenido de nutrientes N, P, K, Ca, Mg equilibrado, de modo que al ser utilizados mejoren la fertilidad de los suelos y beneficien el estado nutricional de las plantas. Además, los abonos orgánicos no deben tener sustancias que acidifiquen o alcalinicen los suelos y que puedan afectar el desarrollo normal de los cultivos.

c) Su contenido de humedad

El contenido de humedad es el elemento que más limita la utilización de los abonos orgánicos por el costo que significa el transporte y el manejo de grandes cantidades de agua en el abono orgánico.

Por lo general los abonos orgánicos tienen entre 60 y 80 % de humedad dependiendo del proceso de obtención y por la naturaleza de los residuos orgánicos que contienen, que siempre tienen tendencia a retener el agua. Sin embargo, todo el que produce y maneja abonos orgánicos debe procurar que en el momento de utilizarlos éstos tengan aproximadamente 60 % de humedad o menos (Paneque Pérez, 1998).

Los abonos orgánicos muy húmedos, además de aumentar los costos de transporte son difíciles de manejar, aplicar y distribuir adecuadamente.

d) Su relación C/N.

La relación C/N es una de las características más importantes de un abono orgánico. De su valor depende:

- Su velocidad de descomposición cuando se aplica a los suelos.
- La fijación y mineralización de nitrógeno del suelo y la posibilidad de la competencia entre los microorganismos del suelo y las plantas por ese elemento.
- El aprovechamiento del C de la materia orgánica y su conversión en humus en el suelo.
- Sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

De la velocidad de descomposición de los abonos orgánicos depende el tiempo que debe esperarse después de su aplicación para sembrar o plantar el cultivo que se vaya a beneficiar con esas aplicaciones.

Siempre que se aplique abono orgánico a los suelos se favorece la actividad microbiana porque la materia orgánica, es fuente de energía para los microorganismos. Para que estos se reproduzcan, desarrollen y crezcan deben tomar del medio: N, P, K y otros nutrientes. Si esos nutrientes no se encuentran en el abono orgánico, los microorganismos los toman del suelo y entonces puede establecerse competencia entre la actividad microbiana y el desarrollo de las plantas con las que conviven. Ninfa Colque Huanca (2016).

Muchos autores han reportado (Thompson, 1952; Russell, 1959; Gros, 1966 y otros), que la mayor competencia entre microorganismos y plantas se produce por el nitrógeno.

Se conoce que los suelos que se mantienen con cultivos, normalmente su actividad microbiana es estable y su relación C/N es aproximadamente 12:1.

En esas condiciones las adiciones de los residuos de las cosechas aportan materia orgánica al suelo y se mantiene el equilibrio de la actividad microbiana y la mineralización del nitrógeno se estabilizan en los límites normales (Paneque y col. 1990).

Cuando se añade abono orgánico al suelo ese equilibrio se rompe porque la materia orgánica es fuente de energía para los microorganismos y su reproducción aumenta. Como la relación **C/N** de los microorganismos es aproximadamente de 6:1 (baja) y la del abono orgánico es más alta; los microorganismos necesitan N para formar sus cuerpos y si el abono orgánico no la tiene, tomarán nitrato y amonio del suelo, produciéndose inmovilización del N, se establece competencia entre los microorganismos y las plantas cultivadas. En esas condiciones las plantaciones sufren afectaciones (Paneque y col. 1990).

Para evitar esa competencia el productor debe conocer la relación **C/N** de los abonos orgánicos que utiliza para determinar el tiempo que debe esperar, después que los aplica, para sembrar o plantar los cultivos.

1.9. EVALUACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

Para evaluar los abonos orgánicos es necesario hacer el análisis químico que los caractericen. Las determinaciones más importantes son:

Humedad, materia seca, pH, carbonatos libres, materia orgánica y la determinación de elementos totales: N, P₂O₅, K₂O, Ca y Mg y calcular la relación **C/N**.

Para realizar estos análisis pueden utilizarse los métodos analíticos de la A. O. A. C (1950) o las técnicas descritas en el manual de técnicas analíticas del laboratorio de Agroquímica del INCA.

La calidad de los abonos orgánicos depende de muchos factores que están muy relacionados con el origen y naturaleza de los residuos que se utilicen en su composición, el proceso de fermentación utilizado y de los productos químicos que se utilicen para enriquecerlos.

Por esa razón la calidad de un mismo abono orgánico puede variar de un lugar a otro, pero existen indicadores que son básicos para su evaluación sea cual fuera su origen o procedencia (Paneque y col. 1990).

a). Contenido de materia orgánica

El uso de materiales orgánicos como fertilizantes ha estado unido a la actividad agrícola desde sus orígenes, y su empleo está relacionado directamente, desde una perspectiva histórica, con el mantenimiento de la productividad de los suelos de cultivo.

Esta función de la materia orgánica era y es aún evidente en los sistemas agrícolas tradicionales; en ellos, los pequeños agricultores mantenían la fertilidad de sus tierras para obtener sus cosechas cerrando ciclos de energía, y nutrientes. Todo ello, se realizaba mediante técnicas agronómicas básicas, como la rotación de cultivos, la incorporación de los rastrojos; reciclando restos orgánicos mediante el compostaje para transformarlos en compost; integrando la cría de los animales dentro de sus fincas, aprovechando la vegetación natural mediante su armonización en sistemas agro silbo - pastorales, creando así, unos sistemas de gestión que permiten la autorregulación del agro sistema, dentro de un equilibrio dinámico y perdurable (Bello 1996).

El contenido de materia orgánica es la base de todo abono orgánico. Su contenido debe ser de 50 % o más, expresado en base seca.

b). Contenido de nutrientes minerales

Aunque el aporte de nutriente minerales no es el aspecto más importante en los abonos orgánicos para definir su calidad, su contenido tiene gran valor económico y práctico, especialmente cuando se establecen los sistemas de agricultura sostenible.

En el abono orgánico es deseable que su contenido de N, P₂O₅ y K₂O sea equilibrado y lo más alto posible, de modo que cuando se aplique una dosis dada, los nutrientes minerales que aporte sean suficientes para el desarrollo de cualquier cultivo, sin

necesidad de hacer correcciones con la aplicación de fertilizantes químicos (Bello 1996).

c). Tamaño y estructura de los residuos.

Numerosos materiales pierden rápidamente su estructura física cuando ingresan al proceso de compostaje (por ej.: excretas), otros no obstante son muy resistentes a los cambios, tal es el caso de materiales leñosos y fibras vegetales en general. (Sztern, Pravia, 1999).

Cuando se presenta una situación de este tipo, se debe mezclar restos de residuos de pequeño diámetro con otros de diferente estabilidad estructural, de forma tal que aumente la superficie de contacto. Una opción sería la mezcla de estos restos con excretas en proporciones tales que aseguremos una buena relación C/N de entrada. Ante el caso de no disponer de excretas se debe recurrir al procesamiento del mismo, para lograr un tamaño adecuado y un proceso rápido. (Sztern, Pravia, 1999).

Con un diámetro medio máximo de partículas de 20 mm. del material a descomponer resulta un incremento significativo de la biodisponibilidad y del tiempo de compostaje cuando se compara con partículas mayores a 80 mm, por lo que el tamaño indicado de 20 mm. a 10 mm. Es aconsejable. (Sztern, Pravia, 1999).

1.10. LA MATERIA ORGANICA Y SU INTERÉS AGRONOMICO

La fertilidad global de un suelo agrícola ha estado relacionada tradicionalmente con su contenido en materia orgánica; sin embargo, en las últimas décadas, su función fue relegada y su uso poco menos que apartado a tierras "marginales" de agricultura de subsistencia.

Actualmente, debido a la problemática generada por la intensificación del uso del suelo, vuelve a reconocérsele a la materia orgánica la función que le corresponde en el mantenimiento de la sustentabilidad productiva, funcional y ambiental del agrosistema.

En este sentido, la evolución de la misma señala de una intensa actividad microbiana y unas buenas condiciones ambientales y edáficas representa una enorme importancia

Agronómica derivada de la intervención de la materia orgánica en todos los procesos ligados con la dinámica del suelo, con el desarrollo vegetal y con la vida macro y microbiana que sustenta. (Cánovas Fernández, 1993).

1.11. MANTENIMIENTO DE LA MATERIA ORGANICA EN LOS AGROSISTEMAS

Si, como hemos visto, la materia orgánica está íntimamente ligada a la conservación y el mantenimiento de la productividad y la funcionalidad de los suelos agrícolas, el siguiente paso será determinar la forma de mantener unos niveles adecuados de la misma en el suelo.

Hablamos de "niveles adecuados" y esto es muy importante. Son muchos los factores que influyen y que determinan las cantidades de materia orgánica que están en equilibrio con las características del agrosistema. Estas ideas, impulsaron a, afirmar que los niveles de materia orgánica del suelo y sus eventuales variaciones, pueden ser considerados como indicadores de la interacción entre el sistema de cultivo empleado y el medio en que se practica (Cánovas Fernández, 1993).

Por lo tanto fijar "a priori" un umbral absoluto de materia orgánica no es la solución ideal ni racional. El comportamiento y las características de los suelos, las condiciones climáticas y ambientales, las posibles rotaciones de cultivos en las que los aportes excedentarios de unos puedan compensar el déficit de otros, la facilidad para conseguir estiércol y otros aportes orgánicos, la posibilidad de mantener sistemas mixtos, unido a una serie de técnicas de manejo del suelo más racionales y compatibles con los condicionantes ambientales y socioeconómicos, permitirán alcanzar la sustentabilidad local de los distintos agrosistema.

1.12. ALGUNAS MEDIDAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Cada kilogramo de humus, puede retener varias veces su peso en agua, lo que hace disminuir la escorrentía. Además, la infiltración en las tierras ricas en materia orgánica

es mayor, debido a que, con sus coloides, facilitan la formación de agregados, cementando las partículas de menor tamaño del suelo. Indirectamente, también sitúa al suelo en mejores condiciones para defenderse de la erosión, ya que, al haber más humedad disponible para las plantas, la vegetación estará más desarrollada no hay mejor freno para el agua que una vegetación tupida (J. Restrepo, 1999).

En el aspecto nutricional, como ya sea comentado, el aporte de materia orgánica en equilibrio dinámico con las características agronómicas, climáticas y edáficas del agrosistema, junto con un aporte mineral dirigido a complementar carencias y desequilibrios, permitirá mantener contenidos adecuados de la misma, en calidad y cantidad, para los requerimientos de los cultivos, de los organismos edáficos y en general para el funcionamiento sustentable de los suelos agrícolas (J. Labrador, M. 1994).

1.13. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE UN SUELO BIOLÓGICAMENTE ACTIVO PARA LA DINÁMICA DEL CICLO ORGANICO

En el suelo, se asienta una rica y variada comunidad de seres vivos que desempeñan un papel de incuestionable importancia no sólo, como hemos podido apreciar, dentro del ciclo orgánico sino también sobre la dinámica general del agrosistema. Esto hace que la actividad de los organismos edáficos aparezca directamente influenciada por las distintas propiedades del suelo, que dependa de la variabilidad de las condiciones del mismo y que sea el producto a su vez, de las modificaciones naturales de su entorno más próximo la comunidad refleja el hábitat, (J. Labrador, M. 1994).

En el caso de los nutrientes, éstos pasan a lo largo del tiempo, por los distintos compartimentos que integran el sistema, siguiendo un ciclo natural - ciclo biogeoquímico - que los dirige desde su absorción por las raíces, o su inmovilización durante un cierto período en la biomasa microbiana, hasta su vuelta de nuevo al suelo.

Esta dinámica, puede contemplarse a mayor escala con múltiples ciclos que afectarían a cada uno de los distintos elementos, condicionándose e interrelacionándose unos con otros y en los que los microorganismos actuarían, entre otras cosas, intercambiando elementos entre las partes bióticas y abióticas del sistema, asegurando un retorno de anhídrido carbónico a la atmósfera y evitando la acumulación indefinida de los restos orgánicos, (Cipriano García G, 2014).

Si todos los ciclos de los elementos son directa o indirectamente indispensables, el ciclo del carbono es el más importante cuantitativamente, desempeñando los organismos vivos un papel principal dentro del mismo.

Los organismos fotótrofos fijan carbono procedente del CO₂ atmosférico, que pasa a formar parte de los tejidos vegetales y de los microorganismos en forma de C - orgánico.

Los organismos organotrófos, utilizan estos compuestos orgánicos como alimento, y sus restos y residuos al ser mineralizados, liberan CO₂ con lo que se cierra el ciclo. Al mismo tiempo, la biodegradación de los compuestos orgánicos proporciona energía, cuyo almacenamiento y liberación, deben ser regulados adecuadamente para que pueda ser aprovechada de forma efectiva en el crecimiento de los organismos (Cipriano García G, 2014).

Dentro del ciclo, las rocas carbonatadas y los sedimentos, aun constituyendo la reserva más importante de carbono, tienen un "turnover" - retorno - tan lento que prácticamente resulta poco significativo para nuestra temporalidad - no a escala planetaria-.

De otra parte, la mayor cantidad del carbono del suelo la encontramos en la fracción húmica, y aquí también - en el proceso de humificación que más adelante veremos - las acciones de los microorganismos son múltiples descomponiendo, transformando y re sintetizando sustancias.

El pH ha sido considerado como un indicativo de la evolución del proceso de compostaje. El pH desciende al principio del proceso para subir posteriormente, conforme lo hace la temperatura, estabilizándose durante la fase de maduración.

1.13.1. Relación carbono/nitrógeno

Por lo general un compost se considera maduro cuando la relación carbono/nitrógeno es menor de 20 o lo más cercano a 15.

1.13.2. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico aumenta a lo largo del proceso de compostaje, encontrándose este parámetro estrechamente ligado con la relación C/N. Al final del proceso la capacidad de intercambio catiónico se estabiliza considerándose un compost maduro cuando el valor es superior a 60 meq./100gr de suelo (Hernández 2008).

1.13.3. Efectos de la materia orgánica en los Suelos y Cosechas

La presencia de materia orgánica en los suelos, influye de gran manera en sus propiedades fisicoquímicas.

Desde el punto de vista agronómico, se ha considerado a los sustratos orgánicos como productos capaces de restituir al suelo su materia orgánica.

En estudios llevados a cabo, se ha demostrado que los sustratos orgánicos poseen efectos a corto y largo plazo en la producción de cosechas. Los mecanismos exactos que provocan estos beneficios son aún desconocidos, pero parecen estar ligados a los efectos no muy bien conocidos del material conocido como humus.

Los sustratos orgánicos tienen efectos directos en el suelo sobre su macro estructura, influye sobre el volumen de los poros, dando como resultado una mejora en la distribución de humedad e intercambio de gases. Aumenta su capacidad de retención hídrica, debido a la capacidad que tienen las sustancias húmicas de retener agua. El compost también incrementa la retención de nutrientes en el suelo debido a las propiedades de intercambio iónico de la materia orgánica, (Hernández 2008).

La adición de abonos orgánicos al suelo, favorece a la coexistencia en el mismo de diversas especies de microorganismos benéficos. El aporte de compost aumenta de

forma espectacular la micro flora del mismo.

La población microbiana del suelo es un factor muy importante para su fertilidad, ya que son responsables de la eficacia de los ciclos biológicos de los elementos tales como el carbono, nitrógeno etc.

Desde el punto de vista nutricional, el compost posee efectos directos, suministrando elementos presentes en él y de forma indirecta, favoreciendo el intercambio iónico de los mismos en el suelo (Hernández 2008).

1.14. QUÉ ES UN SUSTRATO?

Un sustrato es todo aquel material sólido o soporte físico diferente al suelo, que puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, introducido en un recipiente, tierra o un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite y facilita el anclaje del sistema radicular de las plantas, su desempeño y soporte. Además, genera las condiciones adecuadas para que las raíces puedan realizar correctamente el suministro de nutrientes por absorción, Burés (1997),

1.14.1. PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS DE CULTIVO

La elección y uso correcto de un sustrato es clave para la producción de plantas de alta calidad. Existen muchos componentes con diversas características que según combines dan resultados diferentes. Estas son las propiedades de los sustratos de cultivo que deberías analizar antes de realizar la compra: Abad et al. (2004)

a). Propiedades físicas.

a) Porosidad. b) Densidad. c) Estructura. d) Granulometría.

b). Propiedades químicas.

1. Químicas.
2. Fisicoquímicas.
3. Bioquímicas.

c). Propiedades biológicas.

Las propiedades biológicas de un sustrato se pueden resumir en:

1. Velocidad de descomposición.
2. Efectos de los productos de descomposición.
3. Actividad reguladora del crecimiento.

1.15. CARACTERÍSTICAS DE UN SUSTRATO PARA EL CULTIVO DE PLANTAS?

El medio de cultivo ideal depende de ciertos factores como, por ejemplo: - *El material vegetal (semillas, plantas, estacas, etc.)*. - *Especie vegetal*. - *Condiciones climáticas*. - *Sistemas y programas de riego*. - *Fertilización*. - *Aspectos económicos*. Para conseguir resultados satisfactorios, ya sea durante la etapa de germinación, enraizamiento y, en el crecimiento de las plantas, es necesario que el medio de cultivo cuente con las siguientes características, (Rosalino A. López M., 2007).

a) Propiedades físicas del sustrato

- Alta capacidad de retención de agua y de fácil disponibilidad.
- Suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas.
- Baja densidad aparente.
- Balanceada porosidad.
- Estructura estable.

b) Propiedades químicas de un sustrato

- Baja capacidad de intercambio catiónico.

- Capacidad adecuada de nivel de nutrientes asimilables.

- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón / buffer.
- Baja velocidad de descomposición

c) Otras propiedades de los sustratos

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos, patógenos y sustancias Fito tóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil y rápido de mezclar / incorporar.
- Asequible para su desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

Una vez que tenemos claro cuáles son las características que debe reunir un sustrato ideal, vamos a centrarnos ahora en los tipos de sustrato para plantas que puedes encontrar, (Labrador M. Universidad de Extremadura).

1.15.1. TIPOS DE SUSTRATOS PARA PLANTAS

Los sustratos con buenas propiedades físicas y químicas deben proveer excelente presencia de agua, humedad, aire y nutrientes a excepción de objetos extraños o sustancias que alteren sus propiedades. Las propiedades físicas son las más importantes, debido a que una vez establecido algún procedimiento o cultivo, difícilmente se puede modificar a diferencia de los químicos, (Bures, 2002 y Pastor, (1999) citados por (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021), agrupan a las características de los sustratos en Físicas Químicas y Biológicas, en el primer caso se

encuentran la densidad real aparente, porosidad y aireación, y retención de agua, permeabilidad porosidad, granulometría y estabilidad estructural, Mientras que en las químicas se encuentra la capacidad de intercambio catiónico, pH, contenido de nutrientes, relación carbono nitrógeno y capacidad tapón.

En tanto las características biológicas, se rigen en base a la presencia de la materia orgánica, estado y velocidad de descomposición.

Existen diferentes criterios para **clasificar a los distintos tipos de sustratos**. Vamos a conocer los básicos:

a). Según sus propiedades:

Sustratos químicamente inertes: Actúan como soporte de la planta, no forman parte ni intervienen en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes,(arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca), etc.

- **Sustratos químicamente activos:** Actúan de soporte de la planta, pero, también cumplen la función de ser depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, (turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias entre estas dos clasificaciones están dadas por la **capacidad de intercambio catiónico** o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Los sustratos se clasifican en dos niveles que son:

b). Según el origen de los materiales: Integrado por sustratos naturales Sustratos minerales (Zeolita, arena, perlita, lana de roca, escorias industriales. Y otros).

1.15.2. MATERIALES ORGÁNICOS

- **De origen natural:** sujetos a descomposición biológica, conformados por (turbas, mantillo, fibras, vegetales, corteza de árboles, pajilla de arroz, residuos de podas, lodos, residuos urbanos y otros), (López et al., 2015), citado por, (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021).

- **De síntesis:** son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, Poliestireno expandido, etc.).
- **Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas:** estos materiales pasan por procesos de compostaje (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

1.15.3. MATERIALES INORGÁNICOS O MINERALES

- **De origen natural:** obtenidos a partir de rocas o minerales de origen diverso. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- **Transformados o tratados:** por medio de tratamientos físicos complejos aplicado a rocas o minerales, se modifican las características originarias de dichos materiales (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- **Residuos y subproductos industriales:** algunos ejemplos: escorias de horno alto, estériles del carbón, etc. (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021),

1.15.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE ALGUNOS SUSTRATOS

Sustratos naturales

1. Agua

Es común su empleo como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato.

2. **Gravas**

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1,500-1,800 kg/m³. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse. Existen algunas gravas sintéticas, como la herculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras.

3. **Arena**

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0.5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores.

4. **Tierra volcánica**

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La C.I.C. es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su

estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo, (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021),

5. Turbas

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica.

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3.5 y 8.5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros. ([Infoagro](#) 07/06/2017 7 min de lectura. etc.

6. Corteza de pino

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. Las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0,8 mm. es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La CIC es de 55 meq/100 g.

7. Fibra de coco.

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6.3-6.5) y una densidad aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee.

Sustratos artificiales

1. Lana de roca

Es un material obtenido a partir de la fundición industrial a más de 1600 °C de una mezcla de rocas basálticas, calcáreas y carbón de coke. Finalmente al producto obtenido se le da una estructura fibrosa, se prensa, endurece y se corta en la forma deseada. En su composición química entran componentes como el sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. Es considerado como un sustrato inerte, con una C.I.C. casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años. Es un material con una gran porosidad y que retiene mucha agua, pero muy débilmente, lo que condiciona una disposición muy horizontal de las tablas para que el agua se distribuya uniformemente por todo el sustrato. ([Infoagro](#) 07/06/2017 7 min de lectura. etc..

2. Perlita

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1.000-1.200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su C.I.C. es prácticamente nula (1.5-2.5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7-

7.5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc., ([Infoagro](#) 07/06/2017 7 min de lectura. etc..)

3. Vermiculita

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m³, presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada C.I.C. (80-120 meq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7.2), (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021),

4. Arcilla expandida

Se obtiene tras el tratamiento de nódulos arcillosos a más de 100 °C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro, comprendido entre 2 y 10 mm. La densidad aparente es de 400 kg/m³ y posee una baja capacidad de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su C.I.C. es prácticamente nula (2-5 meq/l). Su pH está comprendido entre 5 y 7. Con relativa frecuencia se mezcla con turba, para la elaboración de sustratos.

5. Poliestireno expandido.

Es un plástico troceado en flóculos de 4-12 mm, de color blanco. Su densidad es muy baja, inferior a 50 Kg/m³. Posee poca capacidad de retención de agua y una buena posibilidad de aireación. Su pH es ligeramente superior a 6. Suele utilizarse mezclado con otros sustratos como la turba, para mejorar la capacidad de aireación.

Los sustratos son una materia sólida, diferente al suelo, que permiten el anclaje de la planta. Siendo el lugar donde se desarrollan las raíces, de donde obtienen el agua y los nutrientes, para su crecimiento y desarrollo. Habitualmente a los sustratos, se los denomina tierra para macetas, cultivo ([Infoagro](#) 07/06/2017 7 min de lectura. etc..)

Ya sabes, la **elección de un sustrato** u otro lleva implícito un análisis a corto y largo plazo. Recuerda tener presente la adaptación de los requerimientos de tu cultivo a cada uno de ellos. Y por otra parte un correcto tipo de sustrato te permitirá lograr mejores resultados en el desarrollo de las plantas y aplicar un sistema sustentable para la reutilización futura del mismo en otros cultivos.

Las propiedades más importante de los sustratos son:

Granulometría. Del tamaño de los sustratos dependen la presencia de agua y aire. Según Alvarado y Solano (2002), los sustratos con medidas de 0,25 a 2,6 mm de diámetro otorgan suficiente agua y aireación, mientras que mayores a 0.9 mm generan poros grandes alterando la retención de agua y aire. Sin embargo, si son los sustratos muy finos menores a 0,25 mm impide el ingreso de agua y aireación de forma deficiente. Porosidad. Son los espacios no ocupados por los sustratos, estos facilitan el ingreso y presencia de aire y agua que están en contacto con los sustratos, el espacio poroso al facilitar la aireación debe ser mayor al 89 % (Baixauli y Aguilar, 2002). Capacidad de retención de agua. Es el volumen de agua presente y conservado por el sustrato después de haber regado, el valor optimo debería ser de 20 a 30 % de la diferencia del volumen agregado (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021), menciona, Alvarado y Solano (Cruz et al., 2012).

Porosidad. Son los espacios no ocupados por los sustratos, estos facilitan el ingreso y presencia de aire y agua que están en contacto con los sustratos, el espacio poroso al facilitar la aireación debe ser mayor al 89 % (Baixauli y Aguilar, 2002). Es citado (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021),

Capacidad de retención de agua. Es el volumen de agua presente y conservado por el sustrato después de haber regado, el valor optimo debería ser de 20 a 30 % de la diferencia del volumen agregado (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021), cita a(Cruz et al, 2012).

Densidad aparente. Es el resultado entre la cantidad de masa seca del sustrato por el volumen aparente del sustrato. Esta propiedad es de vital importancia, debido, que

pueden ser manipulados para ser utilizados para distintos fines. Las unidades que se utilizan para su cálculo son el peso sobre el volumen y se mensura por g.cm³ (Quintero et al., 2011). Con respecto a las propiedades químicas de los sustratos se debería tener bastante cuidado, dado que una sobre saturación o instauración de agua puede generar reactividad química y de estar en completo equilibrio producirá la

libración de nutrientes benéficos para ser aprovechados (Burés, 2002). Las principales propiedades químicas de los sustratos los generan los sustratos orgánicos y tienen que ver con la capacidad de intercambio catiónico, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y relación carbono nitrógeno, la funcionalidad depende de un balance de todas estas propiedades, (J. Bautista M, y L. Mena G. 2021), cita (Quintero et al., 2011). y Burés, 2002).

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, Tipos de sustratos de cultivo (Infoagro 07/06/2017 7 min de lectura. etc.

Dentro de los sustratos orgánicos se encuentran: la turba, pinocha, resaca de río y el estiércol.

Los sustratos orgánicos, son el principal fertilizante natural (libre de compuestos químicos) que se utilizan en las huertas y cultivos orgánicos.

Lo ideal es incorporar como tarea de mantenimiento de nuestros jardines y plantas, una vez al año (otoño-invierno) realizar un aporte del sustrato más adecuado, según las necesidades de cultivo de las especies. Ya que los sustratos, como también, el suelo, se van lavando a través de los riegos, perdiendo sus nutrientes naturales y necesitan ser repuestos, para poder continuar con su correcto crecimiento y desarrollo y sobre todo, sanas y fuertes.

Cuadro N° 1 PROPIEDADES DE LAS TURBAS (FERNÁNDEZ ET AL. 1998)

Propiedades	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (gr/cm³)	0.06 – 0.1	0.3 – 0.5
Densidad real (gr/cm³)	1.35	1.65 – 1.85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 – 84
Capacidad de absorción de agua (gr/100 gr m.s.)	1.049	287
Aire (% volumen)	29	7.6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33.5	24
Agua de reserva (% volumen)	6.5	4.7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25.3	47.7
C.I.C. (meq/100 gr)	110 – 130	250 o más

1.16. CARASCTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS CULTIVARES COLIFLOR

CULTIVO DE LA COLIFLOR La coliflor es una de las hortalizas de mayor consumo. La parte comestible de esta planta es la inflorescencia sin madurar, conocida como pella o piña. Está formada por una masa compacta de ramificaciones florales, en cuya superficie aparecen las flores semiabortadas como consecuencia de una concentración de savia.

Diversos estudios concluyen que los tipos cultivados de brassica oleracea se originaron a partir de un único progenitor similar a la forma silvestre. Esta fue llevada desde las costas atlánticas hasta el mediterráneo. EXTENSION AGRARIA Bravo Murillo, 101 - Madrid-20

1.17. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE *Brassica oleracea* L. var. *botrytis*

Botánicamente, la coliflor pertenece a la familia de las crucíferas, género *Brassica*, especie oleracea y subespecie *botrytis*. La coliflor común pertenece a una división de esta subespecie que recibe el nombre de «cauliflora», dentro de la cual se pueden distinguir tres tipos de variedades:

Sus raíces son pivotantes de cerca 50 cm. De largo y raíces laterales relativamente pequeñas, es una planta anual (como el brócoli) su sistema de raíces es muy ramificado y profundo según lo reportado en los estudios de Bruner (1987), mientras que Zandstra et al (1989) menciona que las raíces penetran entre 40 y 60 cm; sin embargo la mayor parte de la raíces de mayor importancia penetran 45 y 50 cm.

Su tallos son cilíndricos, cortos y rematados terminalmente en una más voluminosa de yema florales hipertrofiadas muy apretadas uno junto a otras.

Las hojas son sésiles, enteras, poco o muy onduladas oblongas (40 a 50 cm. de largo y 20 cm. De ancho) elípticas y muy erguidas.

La flor del coliflor es una inflorescencia de color blanco o crema, la flores verdadera se forma en las axilas de las aberturas; las cabezas pueden alcanzar diámetros de 15 a 30 cm. dependiendo de las prácticas de manejo (fertilización, época de producción, densidad, etc.) las flores verdadera son de color amarillo con cuatro pétalos.

El fruto es una silicua y las semillas están constituidas de color café o gris, poseen un diámetro de 2 a 3 mm., EXTENSION AGRARIA Bravo Murillo, 101 - Madrid-20

1.17.1. ECOLOGÍA DEL CULTIVO

1.17.1.1. Clima

La coliflor es una planta de clima frio y se clasifica es dos tipos:

La snowball (temprana o anual) y la de tipo tardío o bianual; esta última requiere vernalización para emitir el vástago floral, (Niewef, 1979; Yamaguchi; 1989).

Esta hortaliza es sensible a altas temperaturas ($> 26^{\circ}$) y bajas (0° C) sobre todo cuando la parte comestible casi ha madurado. La semilla germina a temperaturas de 5° o 6° C, a 8° C emerge del suelo a los 15 días y a los 18° C en 4 o 5 días.

Por otro lado, (Courter et al 1987) menciona que la temperatura óptima del suelo para la germinación debe ser entre 21° C y 26° C, emergiendo a los 4 o 5 días. Estos mismos autores reportaron que las temperaturas para su desarrollo deben ser de 15.5° a 21.5° C durante el día, y de 12.5° a 15.5° C durante la noche; sin embargo, mediante selecciones se ha obtenido cultivares híbridos con adaptación a temperaturas más extremas.

1.17.1.2. Foto periodo

clasifican a la coliflor entre la plantas de día neutro.

1.17.1.3. Agua

Burba (1989) señala que el requerimiento de agua para este cultivo, varía entre 450 y 550 mm/ha.

1.17.1.4. Suelo

El coliflor se desarrolla bien en cualquier tipo de textura de suelo siempre y cuando tenga buen drenaje; es moderadamente sensible a la salinidad (2560 ppm) (Richard, 1954; Maas, 1984).

La U.A.J.M.S. (1985) señala que la coliflor prefiere los suelos de textura arcillo-arenosa, no obstante soporta una amplia gama de texturas, desde las ligeras hasta las pesadas. Por su parte García (1989) considera que el suelo debe contar con una buena provisión de estiércol. Así mismo para un rendimiento de 20 Tn./ha. Indican la siguiente tasa de extracción de macroelementos.

1.17.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL COLIFLOR

Reino	Vegetal
Phylum	Telemophytae
División	Traqueophytae
Subdivisiones	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Papaverales
Familia	Crucífera
Gênero	<i>Brassica oleracea</i> L. var. Botrytis

1.17.2.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE *Espinaca*

Las espinacas son plantas herbáceas anuales o perennes dioicas y con genotipos monoicos y auto alógamas, de hasta 1m de altura, lampiñas, con raíz fusiforme y blanquecina y tallos simples o poco ramificados.

Botánicamente se pueden distinguir dos subespecies.

- *Espinaca oleracea* L. ssp *glabra* Mill: Poseen las hojas anchas y semillas redondas.
- *Spinaca oleracea* L. ssp *Spinosa* Moench: Esta variedad es de hojas puntiagudas y semillas pinchosas. En general, la mayor parte de las variedades cultivadas pertenecen a esta segunda subespecie, (Knott, 1976).

El sistema de raíces de esta hortaliza, es menos profunda y vigorosa que los del Betavel y la acelga, la raíz principal puede medir de 1,8 y 3,0 cm. De ancho.

El tallo es erecto de 30 cm. A 1 m. de longitud en el que se sitúan las flores, (infoagro; Com 2000).

La planta forma en una primera etapa una roseta de hojas con un tallo muy corto. En una segunda etapa la planta emite un tallo floral de 30 - 100 cm. De altura de la axila de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos secundarios en lo que pueden desarrollarse flores. El tallo floral es recto, hueco y ramificado, (infoagro; Com. 2000).

Hojas caulíferas, más o menos alternas y pecioladas de forma y consistencia muy variable, en función de la variedad. Color verde oscuro. Pecíolo cóncavo y a menudo rojo en su base, con longitud variable, que va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas de más reciente formación y va desapareciendo en las que se sitúan en la parte más alta del tallo (Info. Agro. Com. 2000).

Las flores masculinas agrupadas en número de 6 - 12 en las espigas terminales o axilares presentan color verde y están formada por un perianto con 4 - 5 pétalos y 4 estambres. Las flores femeninas se reúnen en glomérulos axilares y están formadas por un perianto Bi - o tetradentado, con ovarios uniovulares, estilo único y estigma dividido en 3 - 5 segmentos (Infoagro, 2000).

El fruto es parecido a un pequeño saco o receptáculo que contiene una sola semilla; esta última no es tan uniforme en cuanto a forma, tamaño color reportándose que es de color café claro y puede ser lisa o espinosa **Fructifica en aquenios** puntiagudos y según las variedades, lisos o espinosos.

Las semillas tienen una capacidad germinativa de 4 años y en 1 g se pueden contar unas 115 semillas.

1.17.2.2. Caracteres morfológicos de la Espinaca

Es una planta anual. Su raíz es pivotante, poco ramificada y desarrollo superficial. Las hojas se forman en principio en roseta. Son pecioladas de limbo triangular u ovalado, de márgenes enteros o sinuosos y con un aspecto blando rizado, liso o abollado.

Las variedades más transformadas por el hombre tienen un mejor sabor, mantienen el color después de la cocción y tienen un mayor espesor de hojas.

En la actualidad se han conseguido líneas masculinas y femeninas que pueden dar origen a nuevas variedades por hibridación. Debido a esta diferencia sexual, las plantas tienen aspectos morfológicos y fenológicos distintos.

Las plantas femeninas son las que poseen una roseta más desarrollada y además son más tardías en la emisión del tallo floral, por lo que resultan más interesantes desde el punto de vista hortelano.

1.17.2.3. Caracteres fisiológicos de la Espinaca

La primera fase del cultivo de espinacas se caracteriza por un desarrollo de las hojas y la formación de la roseta. La duración de esta fase se encuentra muy influenciada por los factores climáticos.

Es una planta de día largo, aunque la temperatura puede alterar la respuesta de la planta al fotoperiodo, debido a que se trata de una planta vernalizante facultativa.

Si se someten las plantas a bajas temperaturas (4,5 - 10 °C) y a foto periodo de invierno, se produce un desarrollo más temprano de los tallos florales que si se somete a temperaturas más altas.

Si se someten las espinacas a bajas temperaturas y a fotoperiodo largo de 15 horas durante un mes, y posteriormente se suben las temperaturas se produce una respuesta a la subida a flor tanto más acentuada cuanto más elevadas son las temperaturas, con un óptimo entre 16 y 21 °C.

Se trata de un cultivo de climas frescos, cuyo cero vegetativo está cifrado en 5 °C. Algunas variedades especialmente resistentes pueden llegar hasta los -7 °C. En general no tolera el calor en exceso. La temperatura óptima de desarrollo es 15-18 °C. Los mejores suelos para su cultivo, serán suelos de consistencia media, profundos y ricos. Además, es un cultivo resistente a la salinidad.

1.17.2.4. Ciclo biológico o agronómico de la Espinaca

El cultivo de espinacas se puede clasificar en dos grandes grupos, según la adaptación que presentan a los distintos ciclos de cultivo:

- Variedades de otoño-invierno: La época para efectuar las siembras separa conseguir recolectar en estos meses es a finales de verano, agosto-septiembre.

- Variedades de primavera-verano: Si se pretende obtener la producción en estas fechas, la siembra se deberá llevar a cabo a finales de invierno.

Se trata de un cultivo de climas frescos, cuyo cero vegetativo está cifrado en 5 °C. Algunas variedades especialmente resistentes pueden llegar hasta los -7 °C. En general no tolera el calor en exceso. La temperatura óptima de desarrollo es 15-18 °C. Los mejores suelos para su cultivo, serán suelos de consistencia media, profundos y ricos. Además es un cultivo resistente a la salinidad.

Un aspecto importante es que, si se proporciona iluminación suplementaria en condiciones de día corto hasta conseguir doce horas de luz, se aumenta la cantidad de hojas recolectadas antes de la subida a flor.

De todos modos, hay que tener en cuenta que la respuesta a todos estos factores depende claramente del cultivar con el que se esté trabajando.

1.18. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPINACA

Reino	Vegetal
Phylum	Telemophytae
División	Traqueophytae
Subdivisiones	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Sub Clase	Archiclamidea
Serie	Corolianos
Orden	Centropermales
Familia	Chenopodeaceas
Género	<i>Spinascea</i> .
Espécie	Oleracea

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización

La presente investigación se realizó en el vivero del “Programa Semilla de papa dependiente de la Universidad Juan Misael Saracho” el que se encuentra en la ciudad de Tarija, provincia Cercado, ubicado a $21^{\circ}33'$ de latitud Sur y $64^{\circ}48'$ de longitud Oeste, a una altura de 1859 m.s.n.m. Zona El Tejar.



MAPA DE UBICACION



Elaborado por: Gabinete de SIG Fac. - C. Agr. y For.

2.1.2. CARACTERISTICAS GENERALES

Políticamente el campus universitario pertenece a la jurisdicción de la provincia Cercado del Departamento de Tarija Limita al Norte, con la Avenida al Sud con el rio Guadalquivir, al Oeste con la calle España y al Este con la quebrada del monte.

2.1.2.1. ECOLOGIA

Según el mapa ecológico de Bolivia

2.1.2.2. FACTORES CLIMATICOS

En el Municipio de Cercado se presentan varios tipos climáticos (Mapa N° 3), determinados por la orografía, altitud sobre el nivel del mar principalmente. En general, el verano se caracteriza principalmente por una temperatura y humedad relativa alta y masas de aire inestables, produciéndose precipitaciones aisladas de alta intensidad y corta duración. Por otro lado, el invierno se caracteriza por temperaturas y humedad relativa generalmente bajas y la ausencia de precipitaciones. El invierno también está asociado a la llegada de frentes fríos provenientes del sur, llamados "surazos", que traen consigo masas de aire frío, dando lugar a veces a precipitaciones de muy baja intensidad, (ZONISIG 2000).

Temperatura

Las temperaturas predominantes del área municipal se presentan en un mapa de Isotermas anuales, la temperatura media anual se encuentra entre los 17 a 19,0 °C. En el cuadro 4, se indica la temperatura media mensual y anual para algunas de las estaciones ubicadas dentro del área de estudio como: la estación de AASANA, EL Tejar, San Andrés y San Jacinto y en el cuadro 5 se presentan la temperaturas máximas y mínimas extremas registradas en esas estaciones.

Promedio de temperaturas anual y mensual (°C)

Mes Zona	Ene	Feb	Ma r.	Ab r.	Ma y.	Jun	Jul.	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic.	Medi a Anua l
El Tejar	21,0	20,4	20,2	18,5	15,7	13,7	13,5	15,2	17,0	19,4	20,2	20,9	18,0

FUENTE ZONISIG, (2000).

Precipitación

La época de lluvias empieza en los meses de noviembre y diciembre y concluye en los meses de febrero y marzo, mientras que la época seca se produce normalmente entre los meses de mayo a septiembre, existiendo algunos años excepcionales que pueden adelantarse o atrasarse a lo sumo en un mes. De acuerdo a los datos de las estaciones emplazadas en el territorio municipal, las precipitaciones ocurridas en un año normal sobrepasan los 1000 mm. Sin embargo, el comportamiento de la precipitación va experimentando una variabilidad gradual en algunas áreas del municipio, existen zonas donde la precipitación anual llega solamente a los 494 mm y en otras zonas llega hasta los 1079 mm anuales.

Mes Estación	Ene.	Feb	Mar	Abr	May	Jun.	Jul.	Ag o.	Sep.	Oct.	Nov	Dic.	(X) Anual
El Tejar	136,0	112,0	93,6	22,7	3,6	1,0	0,9	2,6	6,9	36,0	75,6	126,9	617,8

FUENTE ZONISIG ZONISIG, (2000).

Heladas

Considerando como días con heladas a aquellos donde la temperatura mínima diaria es menor a 0°C, en el área del municipio este fenómeno climático se presenta regularmente. Según los datos de la estación de San Andrés, Sella Quebradas, El Tejar,

las heladas se presentan a partir de mayo a septiembre con un promedio de 16 días, 15 días 24 días respectivamente.

Granizadas

Este fenómeno se presenta con frecuencia en el territorio del Municipio de Cercado con diferentes intensidades, ocasionando graves daños a la producción agrícola de las zonas afectadas, siendo este un problema que hasta la fecha no se ha podido solucionar.

Vientos

En el área de estudio, normalmente los vientos más fuertes se presentan en los meses de septiembre a octubre y generalmente las precipitaciones generalmente llegan precedidas por fuertes vientos.

En general, los vientos son relativamente moderados, de acuerdo a los datos registrados la velocidad media anual es de 4,8 – 5,8 km/hora, con una dirección Sur – Sur Este; mientras que en la época de mayor incidencia las velocidades oscilan desde 8,4 a 8,6 km/hora (septiembre - octubre), en la época de menor incidencia la velocidad media es de 1,7 a 4,3 km/hora (abril - junio), la velocidad máxima registrada es de 8,6 km/hora en el mes de octubre.

2.1.2.3. HIDROLOGIA

Cuencas hidrográficas

Subcuenca Guadalquivir

Ubicándose al oeste del municipio de Cercado, formada principalmente por el río Guadalquivir y sus afluentes como los ríos Caupicancha, Taucoma, Calderas, Jarcas, Caldera Grande, Sella y las quebrada de El Monte y San Pedro, esta subcuenca se extiende fisiográficamente por paisajes constituidos por serranías altas a llanura fluvio lacustre, con un relieve inclinado a fuertemente inclinado, clima frío semiárido a templado semiárido, siendo el uso actual de la tierra agrosilvopastoril en matorrales con cultivos anuales, caprinos, ovinos, vacunos y extracción de leña, con una cobertura vegetal caracterizada por matorral xeromorfo deciduo por sequía montano

2.1.4. FACTORES BIOTICOS

2.1.4.1. VEGETACION

2.1.4.2. VEGETACION NATURAL

El análisis de la vegetación natural del Municipio de Cercado, se desarrolla desde el punto de vista de su tipología, fisionomía, aspectos climáticos, altitudinales y fisiográficos, a partir del mapa de unidades de vegetación del Proyecto ZONISG (2000), adecuándolo al Municipio según las categorías de la leyenda de la FAO/UNESCO (Adaptada, 1.973) con adecuaciones a las condiciones biofísicas del territorio nacional, consecuentemente se han diferenciado 18 unidades representadas en el mapa de vegetación y su respectiva leyenda espacial del uso de la tierra y conservación de la biodiversidad.

Tabla N° 1 Principales especies de vegetación nativa

NOMBRE COMUN	NOBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Alpataco	<i>Prosopis alpataco</i>	Leguminosa
Churqui	<i>Acacia caven</i>	Leguminosa
Chañar	<i>Geofraea decorticans</i>	Leguminosa
Churqui blanco	<i>Prosopis nigra</i>	Leguminosa
Jarca	<i>Acasia visco</i>	Leguminosa
Tusca	<i>Acasia aromo</i>	Leguminosa
Algarrobo blanco	<i>Prosopis alba</i>	Leguminosa
Molle	<i>Schinus molle</i>	Anacardácea
Atmisque	<i>Atmisquea amarginata</i>	Carpandacea
Sisico	<i>Licium centroides</i>	Solanácea
Chilca	<i>Caccharis sp</i>	Asteraceae
Churqui amarillo	<i>Prosopis feroz</i>	Leguminosa
Pasto estrella	<i>Cloris sp</i>	Poaceae
Cola de zorro	<i>Aristida adscencionis L.</i>	Poaceae
Suncho	<i>Viguiera tucumanensis</i>	Asteraceae
Pasto pampeño	<i>Paspalum notatum fluegge</i>	Poaceae
Gramma	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae
Hierba flor amarilla rastrera	<i>Pictis sessilflora</i>	Asteraceae
Saitilla	<i>Bidens sp.</i>	Asteraceae
Comadrita	<i>Zinnia peruviana</i>	Asteraceae
Moco moco	<i>Gomphrena sp.</i>	Amaranthaceae

FUENTE ELABORACION PROPIA (2022).

2.1.4.3. ESPECIES CULTIVADAS

Se encuentra constituida por especies arbóreas y arbustivas escasas y dispersas, en su mayoría xerofíticas y corren el riesgo de desaparecer por la tala y el pastoreo indiscriminado, consecuentemente no ofrece ninguna clase de protección al suelo.

Entre las especies nativas de la zona tenemos las que se muestran en la Tabla nº 1

Tabla 2 Principales especies cultivadas

NOMBRE CUMUN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Maíz	<i>Zea Maíz</i>	Gramíneas
Trigo	<i>Triticum Aestibum</i>	Gramíneas
Cebada	<i>Ordium vulgares</i>	Gramíneas
Papa	<i>Solanum Tuberosum</i>	Solanáceas
Arveja	<i>Pisum Sativum</i>	Leguminosa
Maní	<i>Arachis Hipogea</i>	Leguminosa
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	Leguminosa
Zapallo	<i>Cucúrbita máxima</i>	Cucurbitáceas
Coime	<i>Amarantus caudatus</i>	Amaranthaceaea

FUENTE ELABORACION PROPIA (2022).

Fauna

Entre la fauna representativa del municipio de Cercados e tiene la presencia de las aves entre ellas se tiene la perdiz *Tinamotis pentlandii*, huayco *Rhynchotus maculicollis*, el condór *Vultur gryphus*, torcaza *Zenaida auriculata*, picaflor común *Chlorostilbon aureiventris*, Martín pescador chico *Chloroceryle americana*.

Entre los mamíferos se tiene al zorro *Cerdocyon thous*, comadreja *Mustela sp.*, viscacha *Lagidium viscacia*, liebre *Lepus europaeus*, y otras.

Uso actual de la tierra

Se entiende como uso actual a las actividades del hombre en un área del terreno que están directamente relacionadas con esta área (Gils et al 1.991), de otra parte, expresa las múltiples relaciones complejas y estructurales entre sociedad y naturaleza, particularmente arraigadas en un determinado espacio geográfico que permite establecer los usos predominantes de los recursos naturales renovables, los sistemas de producción desarrollados y otros factores que influyen y encaminan hacia ciertos patrones de uso y sistemas de producción.

2.1.5. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA REGIÓN

Según los datos proporcionados por la estación meteorología de la U.A.J.M.S. la temperatura media anual del tejar es de 17 °C, y una precipitación promedio anual de 606,1 mm., la humedad relativa del 60 % con periodos de lluvias.

2.2. INFRAESTRUCTURA

2.2.1. Descripción de la Cámara Antiáfidos

Tiene las siguientes características:

Es modelo “TIPO BOVEDA”, con una orientación Este- Oeste consta de un basamento periférico de 90 cm. Es de hormigón que soporta los marcos de hierro con un diámetro de 3 m de sección semicircular (parabólico) con cubierta total de malla antiafidos, con una superficie total de 10 m x 20 m (200 m²).

Está dividida en dos compartimientos una sala de acepción donde se realiza la limpieza del personal utilizado antes del ingreso al área de cultivo. Y el otro compartimiento es donde se encuentran las camas o cajones de madera para realizar los diferentes cultivos bajo invernadero. Cuenta con dos juegos de puertas para evitar la entrada de insectos al ingresar el personal.

El piso es de concreto con un pasillo central de 1 m. tiene una ligera inclinación hacia los extremos laterales en el cual existe un canal de drenaje con una pendiente

que al partir del eje transversal se dirige a los dos extremos, desaguado por medio de sifones en registro que mantiene un nivel de agua constante para evitar la entrada de insectos y pequeños roedores.

El área de cultivo se cuenta con 20 camas (cajones de maderas) de 4 m. x 1 m., con una superficie útil de 80 m. con pasillos laterales de 50 centímetros para realizar las diferentes operaciones del cultivo.

En cuanto al riego consta con dos grifos instalados en la parte frontal del interior del invernadero y para la extensión de riego con mangueras dotadas con boquillas con aspersion.

2.2.2. MATERIALES DE INVERNADERO

- Sustrato, tierra vegetal, estiércol de conejo y humus de lombriz
- Malla milimétrica
- Malla soporte
- Camas de tuberización
- Venesta
- Cámara fotográfica
- Planillas de registro
- Letreros
- Flexo metro

2.2.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Pala
- Carretilla
- Zaranda grande y pequeña
- Mochila pulverizador (20lt).

- Mascara
- Regadera.
- Manguera
- Balanza

2.2.4. SUSTRATOS A UTILIZAR

Los sustratos que utilizaron fueron humus de lombriz, estiércol de conejo y tierra vegetal, y el cual se forma a partir de la descomposición de restos de vegetales y animales, que se han acumulado con el transcurso del tiempo, originando una capa de materia orgánica de excelentes propiedades, y el que estiércol de conejo que se encuentra compuesto por las deyecciones de los conejos y sus camas de materiales de restos de vegetales y su orina; Finalmente el humus de lombriz, que es el resultado del proceso digestivo de la lombriz roja californiana deyecciones.

Se homogenizará y luego se uniformizará la tierra vegetal en las platabandas o cajas, se la humedecerá a capacidad de campo y se le dará una nivelada para tener una cama de siembra adecuada, para la germinación de las semillas.

2.2.5. Material vegetal

Semilla:

- Coliflor
- Espinaca

2.3. METODOLOGÍA

2.3.1 Diseño Experimental

En el experimento se utilizó el diseño bloques al azar con arreglo factorial de (2 X 3) con seis tratamientos y tres repeticiones con un total de dieciocho unidades experimentales.

2.3.1.1 Factores

Factor A: Sustratos

S1 = Estiércol de conejo

S2 = Humus de lombriz

S3 = Tierra vegetal

Factor B: Hortalizas

H1 = Coliflor

H2 = Espinaca

2.3.1.2 Tratamientos

T1 (H1S1) = Coliflor + estiércol de conejo

T2 (H2S1) = Espinaca + estiércol de conejo

T3 (H1S2) = Coliflor + Humus de lombriz

T4 (H2S2) = Espinaca + Humus de lombriz

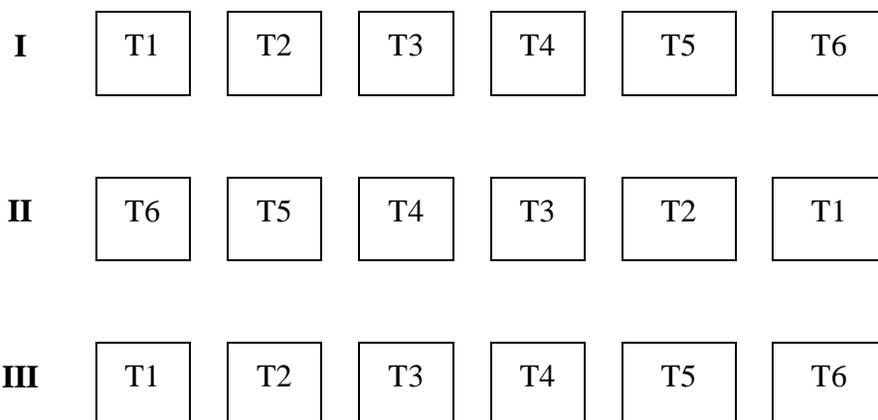
T5 (H1S3) = Coliflor + Tierra vegetal

T6 (H2S3) = Espinaca + Tierra vegetal

2.3.1.3 Unidades experimentales

El ensayo cuenta con un total de 18 unidades experimentales, cada bloque compuesto por una cama (cajones de madera) de 4 m x 1 m, con una superficie útil de 12 m², cada unida experimental tiene un área de 1 m².

DISEÑO DE CAMPO



2.4. LABORES CULTURALES

2.4.1. Siembra

Una vez que se nivele el suelo en las platabandas, se realizó la demarcación las unidades experimentales, se procederá a la siembra manual de la semilla de coliflor y de espinaca, a una densidad de siembra de 20 gramos por metro cuadrado o contenedor.

2.4.2. Riegos

Los riegos serán de forma continua hasta la germinación, para evitar la pudrición de la semilla, después se realizaran los riegos según el requerimiento de los cultivares.

2.4.3. Prácticas agronómicas que se realizaron en el cultivo en la Cámara Antiafidos

Las prácticas agronómicas realizadas en la producción de plántones de las hortalizas objeto de estudio en la cámara antiafidos para este trabajo de investigación, fueron las siguientes.

2.4.4. Preparación de los cojones o platabandas

En primer lugar se puso una capa de grava, la cual va destinada para un buen drenaje del agua, posteriormente se pasó a colocar una malla milimétrica sobre la grava, esto para que no haya percolación de los restos vegetales o materia orgánica del sustrato, y finalmente se pasó a colocar el sustrato, el cual consta de 70 % de tierra vegetal, y un 30 % de gravilla menudita, esto para que ayude a una buena porosidad del suelo.

Las platabandas son de un tamaño de 1.4 m, por 4m de longitud, las cuales son de madera de cedro para tener una mayor firmeza, y así no tener el temor de que se puedan degenerar estas en poco tiempo, ya sea por el agua que se empleara, o por la presión del sustrato que se va a utilizar.

2.4.5. Siembra

En la siembra, primeramente se preparó el sustrato, que consistió en el ablandamiento de la tierra y en el humedecimiento de la misma, así para tener una mejor manejo del sustrato para seguir con la siembra.

Con la ayuda de una surcador se procedió a hacer los surcos en el sustrato para luego ahí depositar la semilla de coliflor y espinaca de acuerdo al diseño experimental con una determinada densidad. Una vez que se terminó de depositar las semillas en los surcos ya establecidos, se cubrió con tierra los mismos para su posterior y necesario riego.

2.4.6. Riego (humedad del suelo)

Los riegos en un principio fueron frecuentes, de tal manera que se lo realizaba cada 6 días, hasta la germinación brotación de las semillas, una vez que ya hayan germinado las plantas, los riegos se fueron realizando de acuerdo, y requerimiento de las plantas, dependiendo de la etapa en que se encuentran las plantas y también del tiempo. Los riegos que se realizaron para este cultivo, se utilizó el sistema por aspersión, teniendo como equipo para esta labor una manguera con su rosa de aspersión.

Deshierbes

El deshierbe se realizó manualmente y se lo hizo las veces que fue necesario, durante los meses que duro el trabajo de investigación, esto con la finalidad de evitar la competencia de por los nutrientes, radiación solas y la aireación de los cultivares con las malezas.

2.4.7. Control fitosanitario

El control fitosanitario que se realizó fueron de manera preventiva, ya que se empezó a desinfectar el sustrato primero antes de que la semilla sea depositada en el mencionado; Posterior a la siembra, en el desarrollo de las plantas se detectó la presencia de hongos en las hojas de las plantones y tallos, el cual fue detectado con tiempo, y se pudo controlar esta enfermedad, la cual es llamada como el tizón temprano, que es provocada por el hongo llamado *Alternaría solani* que empieza por las hojas dejando como resultado una mancha de color café, la cual parte del centro de la hoja y posteriormente se cubre toda la hoja matando a este órgano tan importante de la planta, esta enfermedad se pudo controlar aplicando un fungicida de nombre “Ridomil”, con una dosis que indica el producto.

2.4.8. Control de calidad

Se realizó una prueba para detectar la presencia o ausencia de virus en plantones de del coliflor y espinaca. Ya que estos disminuyen los rendimientos y reducen el valor comercial al producirse plantones deformes, débiles. Es una prueba muy importante en un programa de producción de plantones de calidad.

2.5. Variables de respuesta

2.5.1. Variables de respuesta para comportamiento agronómico

- **% de germinación.** El % de germinación de los dos cultivos hortícolas se realizó en las camas colocando las 100 semillas de cada hortaliza, con tres repeticiones. La evaluación se realizó cada 12 horas registrando el número total de semillas germinadas.

- **Altura de planta en centímetros.** Se procedió a medir en todo el ciclo del cultivo, se midió la altura comprendida desde el cuello o nudo vital hasta la hoja más elevada de la planta, con la ayuda de una regla metálica, en horas de la mañana, esta variable se registró en los dos cultivos.
- **Longitud de la raíz en centímetros.** Se procedió a medir en todo el ciclo del cultivo, se midió la altura comprendida desde el cuello de la raíz hasta la cofia, con la ayuda de una regla metálica, en horas de la mañana, esta variable se registró en los dos cultivos.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANALISIS ESTADISTICO E INTERPRETACION DE LOS DATOS DE EXPERIMENTOS CONDUCTIDOS CON DISEÑOS DE BLOQUES AZAR CON ARREGLO FACTORIAL

En un ensayo comparativo de comportamiento rendimiento en 2 especies hortícolas conducido en bloques al azar, las producciones obtenidas, en altura de plantas, fueron las siguientes.

3.1.1 Altura de la planta a los 15 días después de la germinación

Cuadro N° 2 Altura de la planta a los 15 días

TRAT.	REPLICAS			Σ	X
	I	II	III		
T1 (H1S1)	2,65	2,25	1,90	6,80	2,27
T2 (H2S1)	3,35	3,65	3,15	10,15	3,38
T3 (H1S2)	3,80	3,50	3,65	10,95	3,65
T4 (H2S2)	4,85	4,60	4,30	13,75	4,58
T5 (H1S3)	3,75	4,10	4,19	12,04	4,01
T6 (H2S3)	5,10	4,75	4,65	14,50	4,83
Σ	23,50	22,85	21,84	68,19	
X	6,71	6,53	6,24		

Con estos datos se ha procedido a realiza el siguiente análisis de varianza para la variable altura de planta medida para evaluar el efecto de los sustratos en almácigo sobre el desarrollo de las plantines de Espinaca y Coliflor.

El procedimiento de análisis estadístico ha sido en base a lo recomendado por **Steel y Torrie (1997)**.

Cuadro N° 3: Grados de Libertad

Grados de Libertad	gl	gl
Bloques	(r-1)	2
Sustratos (A)	(a-1)	2
Hortalizas (B)	(b-1)	1
Interacción AxB	(a-1)(b-1)	2
Error Experimental	(t-1)*(r-1)	10
Total	(n-1)	17

Cuadro N° 4: Análisis de Varianza para alturas de planta (cm)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft		Prueba de F
					5%	1%	
Total	17	13,64					
Tratamientos	5	12,82	2,56	43,35	3,33	5,64	**
Repeticiones	2	0,23	0,12	1,97	4,10	7,56	ns
Sustratos (S)	2	8,63	4,32	72,99	4,10	7,56	**
Esopecies Hortalizas (H)	1	4,12	4,12	69,63	4,96	10,00	**
Interacción SxH	2	0,07	0,03	0,57	4,10	7,56	---
Error Experimental	10	0,59	0,06				---

ns: No significativa

** : Altamente Significativa

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques o repeticiones.

Para los Sustratos estudiados, existen diferencias altamente significativas entre los promedios.

Las Hortalizas también presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre sus promedios.

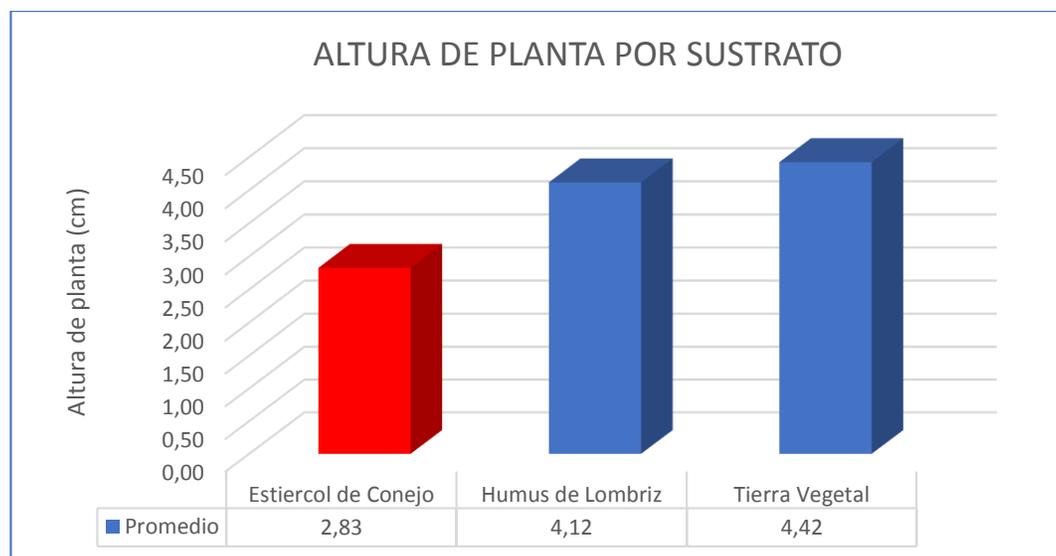
No existen diferencias estadísticamente significativas para la Interacción entre Sustratos y Hortalizas.

Luego con este resultado se ha procedido a realizar la prueba de significación estadística de Tuckey.

Cuadro N° 5: Prueba de Tuckey para los Sustratos (Factor A)

Sustratos	Promedio	Tuckey
Estiércol de Conejo	2,83	b
Humus de Lombriz	4,12	a
Tierra Vegetal	4,42	a

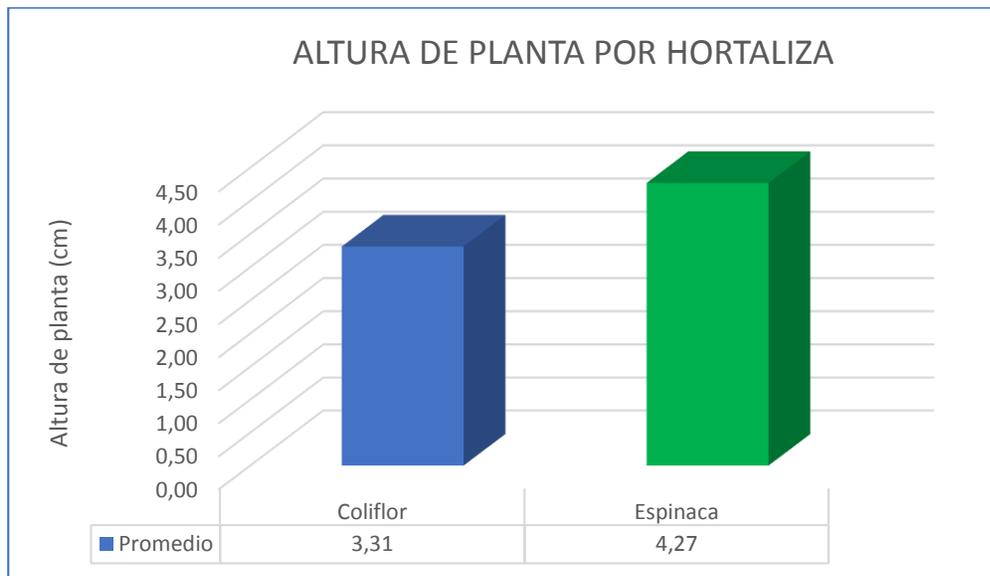
Grafica N° 1



Las mayores alturas de las plantas, se presentan en los Sustratos de Humus de Lombriz y Tierra Vegetal con 4,12 y 4,42 cm ambos promedios no presentan diferencias estadísticas, pero con una diferencia estadística con respecto al promedio registrado por efecto del Estiércol de conejo.

Cuadro N° 6: Prueba de tuckey para hortalizas:

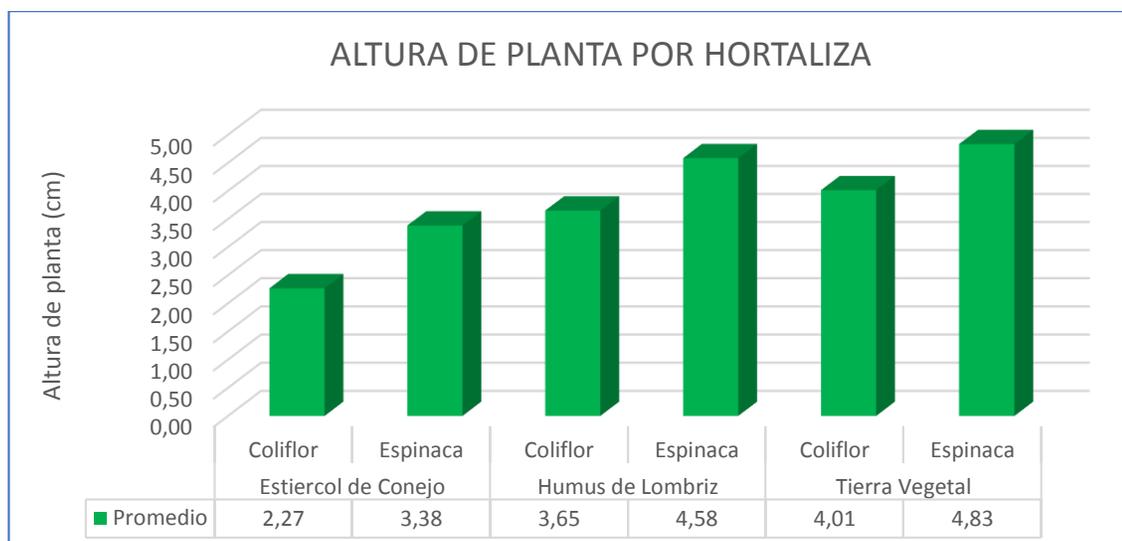
Hortalizas	Promedio	Tuckey
Coliflor	3,31	b
Espinaca	4,27	a

Grafica N° 2

La hortaliza que ha alcanzado mayor altura en almácigo es la espinaca con 4,27 cm de altura de planta, promedio superior estadísticamente al promedio alcanzado por las plantas de coliflor donde se registró 3,31 cm de promedio.

Cuadro N° 7: Análisis de la Interacción de los factores Hortalizas x Sustrato

Sustratos	Hortalizas	Promedio	Tuckey
Estiércol de Conejo	Coliflor	2,27	a
	Espinaca	3,38	a
Humus de Lombriz	Coliflor	3,65	a
	Espinaca	4,58	a
Tierra Vegetal	Coliflor	4,01	a
	Espinaca	4,83	a

Grafica N° 3

El resultado muestra que ambas hortalizas tienen un similar comportamiento por efecto de cada sustrato utilizado; debido a ello no ha existido una interacción que permita diferenciar un comportamiento de las plántulas por efecto de un sustrato.

3.1.2 Longitud de las Raíces a los 15 días

En cuanto a este parámetro se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro N° 8: Longitud de Raíces (Cm)

TRAT.	REPLICAS			Σ	X
	I	II	III		
T1 (H1S1)	3,40	3,50	3,70	10,60	3,53
T2 (H2S1)	2,90	2,80	2,90	8,60	2,87
T3 (H1S2)	3,70	3,70	3,60	11,00	3,67
T4 (H2S2)	3,50	3,70	3,40	10,60	3,53
T5 (H1S3)	4,32	4,40	4,50	13,22	4,41
T6 (H2S3)	4,50	4,50	4,30	13,30	4,43
Σ	22,32	22,60	22,40	67,32	
X	6,38	6,46	6,40		

Fuente: (Elaboración propia)

Como se puede observar en el cuadro N° 8, el tratamiento que presenta mayor longitud de raíces en plantas es el T6 (H2S3), constituido por la Hortaliza: Espinaca y sustrato: tierra vegetal, este presentó una media de 4.43 centímetros, seguido del tratamiento T5 (H1S3), constituido por la variedad: coliflor y tierra vegetal este presentó una media de 4.41 centímetros y de igual manera el tratamiento T3 (H1S2) constituido por la Hortaliza Coliflor y el sustrato Humus de lombriz con una media de 3.67 centímetros.

Con estos datos se ha procedido a realizar el siguiente análisis de varianza para la variable altura de la raíz, para evaluar el efecto de los sustratos en almácigo sobre el desarrollo de las plantines de Espinaca y Coliflor.

Cuadro N° 9: Tabla De Doble Entrada Variedad/Sustrato

FACTORES	H1	H2	TOTAL	MEDIA
S1	10,60	8,60	19,20	3,20
S2	11,00	10,60	21,60	3,60
S3	13,22	13,30	26,52	4,42
TOTAL	34,82	32,50	67,32	
MEDIA	3,87	3,61		

Fuente: (Elaboración propia)

De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación se observa en la tabla que la Hortaliza coliflor fue la que obtuvo un mayor longitud de raíces y con el sustrato 3 se obtuvo la mayor longitud de las raíces.

Cuadro N° 10: Análisis de Varianza para la variable longitud de raíces en plantas

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft		Prueba de F
					5%	1%	
Total	17	5,486					
Tratamientos	5	5,336	1,067	74,804	3,330	5,640	**
Repeticiones	2	0,007	0,003	0,243	4,100	7,560	ns
Sustratos (S)	2	4,642	2,321	162,673	4,100	7,560	**
Esopecies Hortalizas (H)	1	0,299	0,299	20,960	4,960	10,000	**
Interacción SxH	2	0,395	0,198	13,857	4,100	7,560	**
Error Experimental	10	0,143	0,014				---

Fuente: (Elaboración propia)

ns: No significativa

** : Altamente Significativa

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques o repeticiones.

Para los Sustratos estudiados, existen diferencias altamente significativas entre los promedios.

Las Hortalizas también presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre sus promedios.

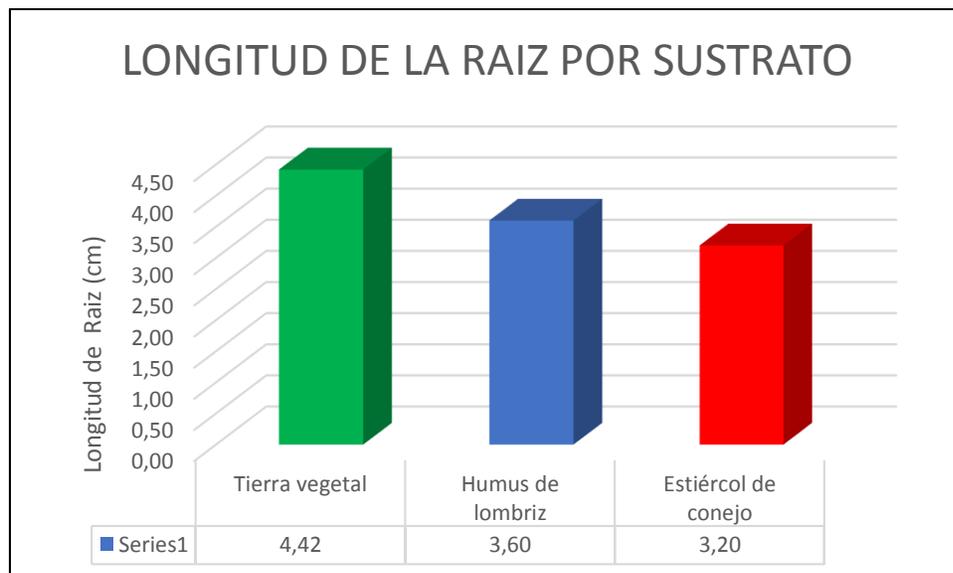
Existen diferencias altamente significativas para la Interacción entre Sustratos y Hortalizas.

Luego con este resultado se ha procedido a realizar la prueba de significación estadística de Tuckey.

Cuadro N° 11: Prueba de Tuckey para los Sustratos (Factor A)

SUSTRATOS	PROMEDIO	TUCKEY
Tierra vegetal	4,42	a
Humus de lombriz	3,60	b
Estiércol de conejo	3,20	c

Grafica N° 4

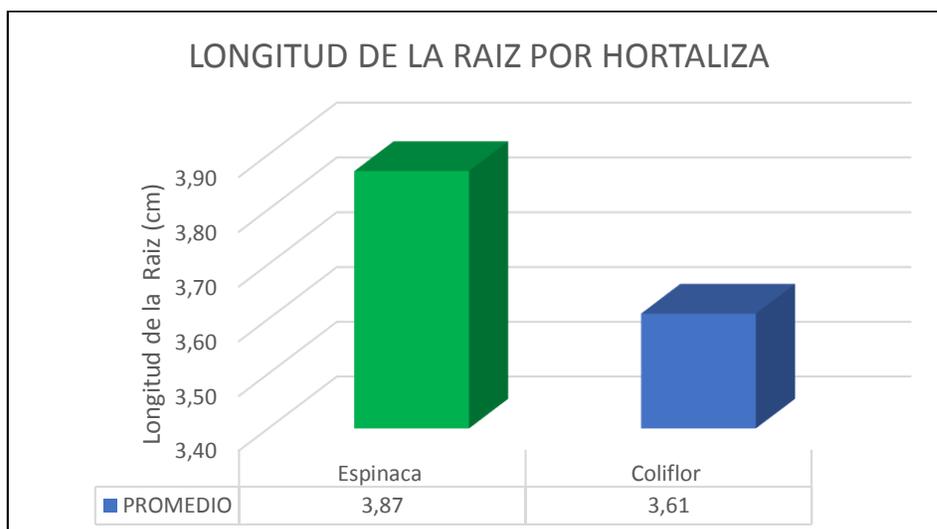


Las mayor altura de las raíces, se presentan en los Sustratos de y Tierra Vegetal con 4.42 cm. Estadísticamente diferente al resto de los sustratos, el Humus de Lombriz con una altura de raíz de 3.6 cm. Estadísticamente diferente y finalmente el sustrato Estiércol de conejo, que difieren estadísticamente..

Cuadro N° 12: Prueba de tuckey para hortalizas:

HORTALIZAS	PROMEDIO	TUCKEY
Espinaca	3,87	a
Coliflor	3,61	b

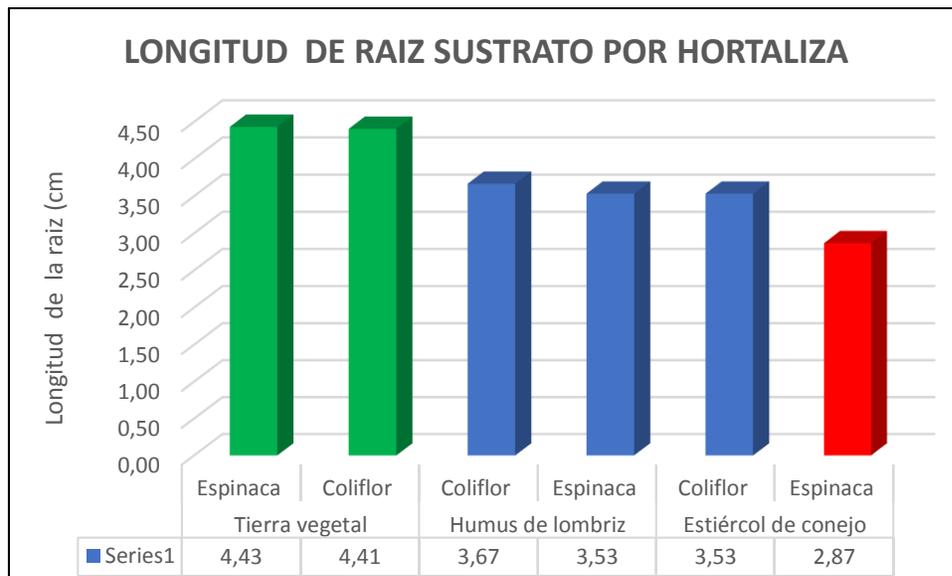
Grafica N° 5



Las hortalizas difieren estadísticamente, la que ha alcanzado mayor altura de raíz en almácigo es la espinaca con 3.87 cm de altura, promedio superior estadísticamente diferente al promedio alcanzado por las plantas de coliflor donde se registró 3.61 cm de promedio de altura de raíces.

Cuadro N° 13: Análisis de la Interacción de los factores Hortalizas x Sustrato

SUSTRATOS	HORTALIZAS	PROMEDIO	TUCKEY
Tierra vegetal	Espinaca	4,43	a
	Coliflor	4,41	a
Humus de lombriz	Coliflor	3,67	b
	Espinaca	3,53	b
Estiércol de conejo	Coliflor	3,53	b
	Espinaca	2,87	c

Grafica N° 6

El resultado muestra que las hortalizas con sustrato vegetal no difieren estadísticamente, pero si son diferentes al resto de los tratamientos, las hortalizas con humus de lombriz y el coliflor con estiércol de conejo tienen un similar comportamiento por efecto de cada sustrato utilizado; se puede observar que las hortalizas presentan una interacción en las alturas de las raíces por efecto del sustrato por efecto de un sustrato.

3.1.3 Porcentaje de germinación en campo

En cuanto a este parámetro se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro N° 14: Porcentaje de germinación

TRAT.	REPLICAS			Σ	X
	I	II	III		
T1 (H1S1)	95,00	94,00	96,00	285,00	95,00
T2 (H2S1)	96,00	97,00	95,00	288,00	96,00
T3 (H1S2)	95,00	95,00	95,00	285,00	95,00
T4 (H2S2)	97,00	98,00	96,00	291,00	97,00
T5 (H1S3)	98,00	97,00	99,00	294,00	98,00
T6 (H2S3)	97,00	98,00	96,00	291,00	97,00
Σ	578,00	579,00	577,00	1734,00	
X	165,14	165,43	164,86		

Fuente: (Elaboración propia)

Como se puede observar en el cuadro N° 14, el tratamiento que presenta mayor porcentaje de germinación es el T5 (H1S3), constituido por la Hortaliza: coliflor y sustrato: tierra vegetal, este presentó una media de 98%, seguido del tratamiento T6 (H2S3) constituido por la variedad: coliflor y tierra vegetal y T4 (H2S2), constituido por la variedad: espinaca y humus de lombriz, presentando una media de 97% y de igual manera el tratamiento T2 (H2S1) constituido por la Hortaliza Espinaca y el sustrato estiércol de conejo con un porcentaje de 95.

Con estos datos se ha procedido a realizar el siguiente análisis de varianza para la variable altura de la raíz, para evaluar el efecto de los sustratos en almácigo sobre el desarrollo de las plantines de Espinaca y Coliflor.

Cuadro N° 15: Tabla De Doble Entrada Variedad/Sustrato

FACTORES	H1	H2	TOTAL	MEDIA
S1	285,00	288,00	573,00	95,50
S2	285,00	291,00	576,00	96,00
S3	294,00	291,00	585,00	97,50
TOTAL	864,00	870,00	1734,00	
MEDIA	96,00	96,67		

Fuente: (Elaboración propia)

De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación se observa en la tabla que la Hortaliza 2 espinaca fue la que obtuvo un mayor porcentaje de germinación y con el sustrato 3 Tierra vegetal se obtuvo la mayor porcentaje de germinación.

Cuadro N° 16: Análisis de Varianza para la variable germinación

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft		Prueba de F
					(5%)	(1%)	
Total	17	0,000	---	---	---	---	---
Tratamientos	5	22,000	4,400	4,552	4,100	7,560	*
Repeticiones	2	0,333	0,167	0,172	4,100	7,560	ns
Sustratos (S)	2	13,000	6,500	6,724	4,100	7,560	*
Esopecies Hortalizas (H)	1	2,000	2,000	2,069	4,960	10,000	ns
Interacción SxH	2	7,000	3,500	3,621	4,100	7,560	ns
Error Experimental	10	9,667	0,967	---	---	---	---

Fuente: (Elaboración propia)

ns: No significativa

** : Altamente Significativa

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques o repeticiones.

Las Hortalizas también no presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre sus promedios.

Para los Sustratos estudiados, existen diferencias significativas entre los promedios.

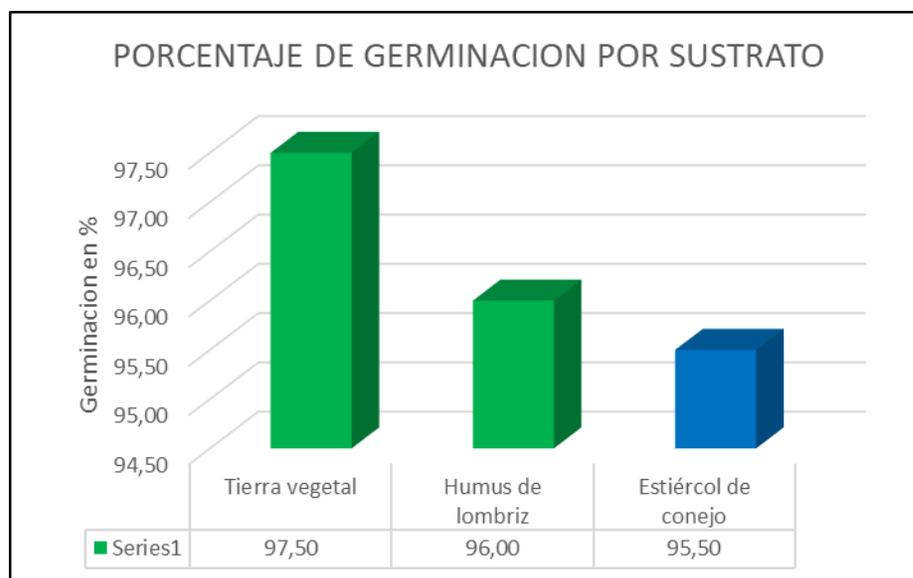
No Existen diferencias altamente significativas para la Interacción entre Sustratos y Hortalizas.

Luego con este resultado se ha procedido a realizar la prueba de significación estadística de Tuckey.

Cuadro N° 17: Prueba de Tuckey para los Sustratos (Factor A)

SUSTRATOS	PROMEDIO	TUCKEY
Tierra vegetal	97,50	a
Humus de lombriz	96,00	ab
Estiércol de conejo	95,50	b

Grafica N° 7



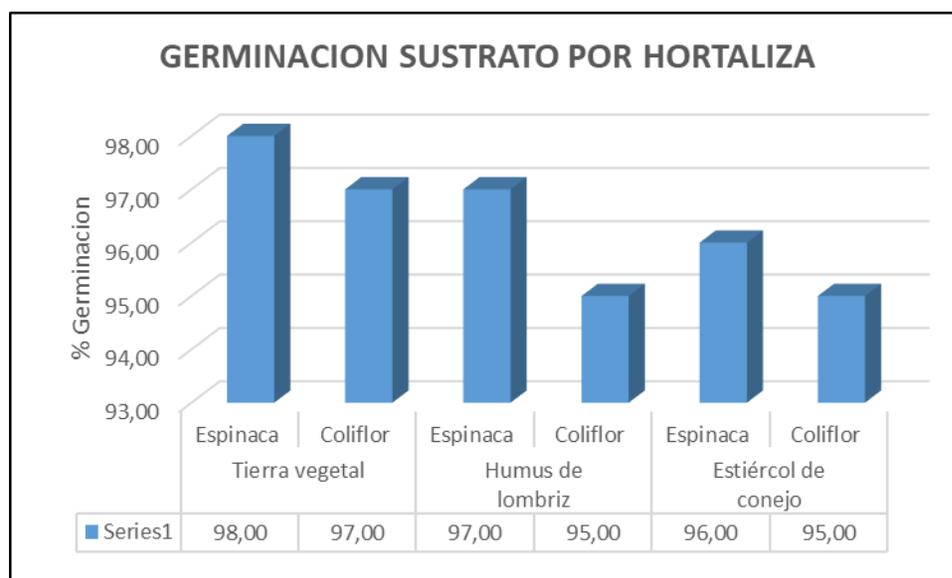
Los mayores porcentajes de germinación, se presentan en los Sustratos de Tierra Vegetal con 97.5% y Humus de Lombriz con un 96.0%, los cuales no difieren

estadísticamente. El sustrato con estiércol de conejo presenta el menor porcentaje con 95.5%, estadísticamente diferente al primer sustrato, pero no difiere estadísticamente del segundo sustrato.

Cuadro N° 18: Análisis de la Interacción de los factores Hortalizas x Sustrato

SUSTRATOS	HORTALIZAS	PROMEDIO	TUCKEY
Tierra vegetal	Espinaca	98,00	a
	Coliflor	97,00	a
Humus de lombriz	Espinaca	97,00	a
	Coliflor	95,00	a
Estiércol de conejo	Espinaca	96,00	a
	Coliflor	95,00	a

Grafica N° 8

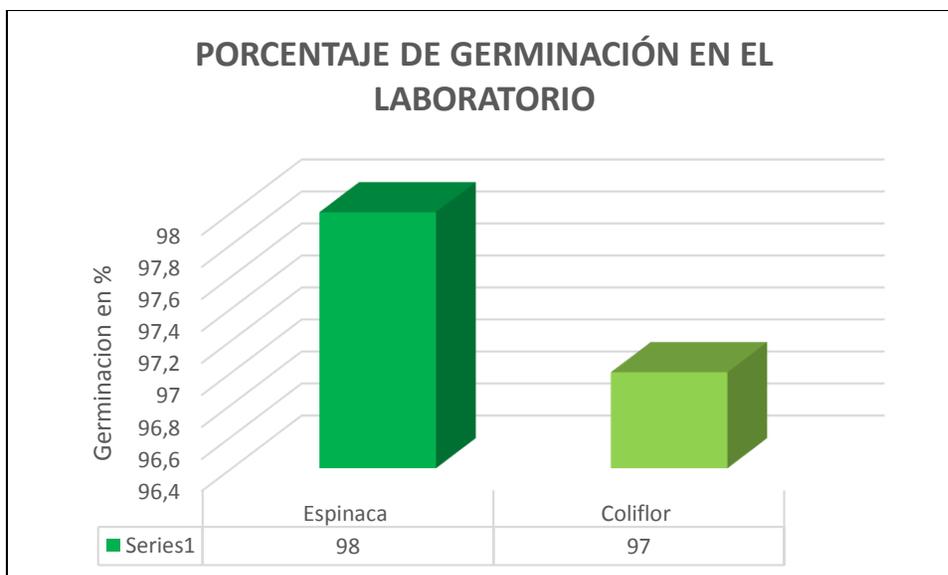


El resultado muestra que en la germinación no se presentan diferencias entre los tratamientos o la interacción hortalizas con sustrato, no difieren estadísticamente entre todos los tratamientos.

3.1.4 Porcentaje de germinación en el Laboratorio

El porcentaje de germinación se efectuó con el objeto de determinar el potencial máximo de germinación de las semillas; para comparar la calidad de diversas muestras y estimar un valor de campo. Para tal efecto, se contaron 100 semillas colocadas sobre un papel filtro humedecido con agua en una caja petri. Se mantuvieron las semillas húmedas hasta cuando germinaron.

Grafica N° 9



Los resultados obtenidos demostraron que, las semillas reportaron un alto porcentaje de germinación con 97,00% en coliflor y 98,00% en espinaca, valores que confieren una aceptable confiabilidad en la viabilidad de las semillas, lo que asegura el crecimiento y desarrollo de suficientes plántulas para el normal desarrollo posterior de la investigación.

2.4.5. DISCUSION

Se evidencio un elevado porcentaje de emergencia en las almacigueras entre un 90% - 100% de los cultivares en el estudio, similares a los obtenidos en la prueba de germinación en menor porcentaje con el sustrato estiércol de conejo un 90 %, utilizando, esto se debió fundamentalmente a dos factores como son la buena calidad de la semilla y a la elevada humedad residual del suelo a permitido una buena germinación a este comportamiento MONAÑO TOKOKARI. (1995).

Coincidiendo con lo señalado por Ansorena (1994) quien manifiesta que la Tierra vegetal de bosque posee características fisicoquímicas favorables para la germinación y crecimiento de plantas por presentar densidades de 0,30 g/cm³, espacio poroso de hasta 82 %, disponibilidad de agua en un 17 % y buena proporción de materia orgánica que fluctúa en 63 %.

Similar atribución le concede el Instituto Nacional Tecnológico de Nicaragua [INATEC] (2016), al otorgarle excelentes atribuciones al sustrato Tierra Vegetal al ser usado como sustrato para germinación de semillas, debido que posee características de ser liviano, esponjoso y con excelente retención de humedad. En un estudio realizado por Ferreira y Oliveira (2017) donde utilizaron vermiculita hidratada a fin de determinar el tiempo de germinación de *Phytelephas macrocarpa* obtuvieron como resultado una germinación en

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se establecen las siguientes conclusiones:

- El sustrato tierra vegetal fue el que produjo mejores resultados, al ser la mejor mezcla de sus proporciones por cuanto las plántulas que se desarrollaron en él, respondieron mejor en su crecimiento y sistema radicular.
- El sustrato de tierra vegetal obtuvo el mayor crecimiento de las plantas en altura en cm a los 15 días con 4,27 cm en la espinaca y 3.31 cm. para el coliflor como se muestra en la gráfica (N° 2).
- Los crecimientos de las raíces se obtuvieron con las plántulas de mayor longitud del sistemas radicular con un promedio de 4,42 cm. En el sustrato de tierra vegetal, por lo que es el complemento orgánico más adecuado que permite obtener las mejores características de las plántulas de coliflor y la espinaca.
- En la investigación de evaluación de la interacción entre las dos especies hortícolas coliflor y espinaca con tres diferentes sustratos, tierra vegetal, estiércol de conejo y humus de lombriz se pudo demostrar que los dos cultivares hortícolas respondieron adecuadamente a las características nutricionales balanceadas que presentan los sustratos Tierra Vegetal, seguido del sustrato Humus de lombriz Roja Californiana mostrando plántulas con mayor altura a los 15 días (4,83 cm.), y mayor longitud del sistema radicular (4,43 cm.) con un desarrollo bueno, de los cultivares estudiados.
- En cuanto a la germinación, se obtuvo los mejores resultados en el sustrato de tierra vegetal con un promedio de 97.5% y entre las hortalizas un 96.67% de germinación en la espinaca y 96% de germinación en coliflor

4.2. RECOMENDACIONES

- Para obtener plántulas de coliflor y espinaca con mayor crecimiento en altura, y sistema radicular más desarrollado, con raíces de mejor volumen y longitud, utilizar el sustrato orgánico tierra vegetal fue el tratamiento que mejores resultados reportó en la mayoría de variables analizadas, siendo el sustrato orgánico más adecuado que determinó la obtención de mejores características de las plántulas de coliflor y espinaca, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo.
- Efectuar ensayos de obtención de plántulas de coliflor y espinaca con la utilización de sustratos enriquecidos con macro y micro elementos, que permitan incrementar el desarrollo inicial de las nuevas plántulas, así como experimentar con otros sustratos de enraizamiento, combinados con fertilización química y foliar y/o abono orgánica, con el fin de dotar de nuevas alternativas para el productor de esta hortaliza de importancia en la región serranía ecuatoriana.
- Se recomienda el uso de estiércol para acelerar el proceso de descomposición de los residuos vegetales, debido al alto contenido de proteínas y a la alta carga de microorganismos que presenta el estiércol, obteniéndose como resultado final un sustrato rico en elementos minerales disponibles con una carga microbiana y enzimática alta.
- Los pH contenidos en los sustratos estudiados en la presente investigación presentan contenidos de pH de 6.20 para el humus de lombriz roja californiana, pH de 6,00. Del sustrato tierra vegetal (ácidos), Donde la acides del sustrato determina las reacciones químicas y la solubilidad de los nutrientes consiguiendo que estos puedan ser absorbidos sin problemas por las raíces, en cambio los pH 8,80 (alcalino), presentan problemas a la hora de absorber los

nutrientes del sustrato estiércol de conejo, por lo que se recomienda considerar el pH a la hora de fórmulas los sustratos.

- Es recomendable especificar, que un sustrato adecuado, exprese o considere fundamentalmente los siguientes parámetros: elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, alta capacidad de intercambio catiónico, pH levemente ácido, elevada aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad, baja salinidad, baja velocidad de descomposición, reproductividad, disponibilidad, bajo costo y fácil manejo. Todo ello con la finalidad de asegurar el desarrollo del sistema radicular y obtener plantas de mejor calidad, aptas para el trasplante y por consiguiente de mayor desarrollo en terreno definitivo.