



Artículo

## Caracterización de propiedades físico químico de sustratos en base a la turba (*Oxychloe andina*)

### Characterization of physical chemical properties of sustrates based on turbine (*Oxychloe andina*)

*Grover German Miranda Balboa; Roberto Miranda Casas*

**RESUMEN:**

La presente investigación caracterizó las propiedades Físico Químico de cuatro formulaciones de sustratos en base a la Turba de transición identificada como *Oxychloe andina Phill*. Se utilizó como indicador de absorción a la hortaliza espinaca (*Espinaca oleracea* L.) referente al porcentaje de emergencia en fundas de bandeja semillero dentro de un ambiente protegido y para la finalización fenológica a las características de la raíz en contenedores más grandes, con los mismos sustratos base dentro de un Invernadero. Identificadas las materias primas se evaluaron las proporciones de: 50:25:25 de turba, tierra negra y estiércol de llama (Testigo, T0); 50:25:25 de turba, tierra negra y ceniza de cascarilla de arroz (Mezcla, T1); 50:25:25 de turba, tierra de lugar y tierra negra (Mezcla, T2) y 50:25:25 de turba, tierra de lugar y vermicompost (Mezcla, T3). La granulometría influyo en particular a la turba para determinar la influencia en la caracterización de la densidad real al compararla con las evaluaciones de manera solitaria y de manera de mezcla de formulación de sustrato. Referente a la densidad aparente, la porosidad y retención de agua a cuarenta ocho horas presentaron características independientes, tanto en solitario como en mezcla. El agua utilizada fue de grado de restitución de uso moderada y de requerimiento normal. Además, la distribución de los cationes y de los aniones fueron aceptables. Se obtuvo las siguientes respuestas: en las mezclas T2 y T3 se mostró mejor absorción (CIC). Ambas mezclas presentaron mejor calidad de enraizamiento. La mezcla T0 presento mayor cantidad de plantines útiles debido a características físicas, la mezcla T2 y la mezcla T3 presentaron mejor calidad en contenedores, la mezcla T1 fue la que no presento buena adaptabilidad en ambos contenedores.

**PALABRAS CLAVE:**

Turba, absorción, funda de bandeja semillero, ambiente protegido

**ABSTRACT:**

The present research characterized the Physical Chemical properties of four substrate formulations based on the transition peat identified as *Oxychloe andina Phill*. The spinach vegetable (*Espinaca oleracea* L.) was used as an indicator of absorption, referring to the percentage of emergence in seed tray covers within a protected environment and for the phenological completion of root characteristics in larger containers, with the same base substrates inside a greenhouse. Once the raw materials were identified, the proportions of: 50:25:25 of peat, black earth and llama manure (Witness, T0) were evaluated; 50:25:25 of peat, black earth and rice husk ash (Mixture, T1); 50:25:25 of peat, land of place and black earth (Mixture, T2) and 50:25:25 of peat, land of place and vermicompost (Mixture, T3). The granulometry influenced in particular the peat to determine the influence on the characterization of the real density when compared with the evaluations in a solitary manner and in a manner of mixing the substrate formulation. Regarding the apparent density, the porosity and water retention at forty eight hours presented independent characteristics, both alone and as a mixture. The water used was of moderate restitution grade and of normal requirement. In addition, the distribution of cations and anions was acceptable. The following responses were obtained: in the mixtures T2 and T3, better absorption (CIC) was shown. Both mixtures presented better quality of rooting. The T0 mixture showed a higher quantity of useful seedlings due to physical characteristics, the T2 mixture and the T3 mixture presented better quality in containers, the T1 mixture was the one that did not show good adaptability in both containers.

**KEYWORDS:**

Peat, absorption, seed tray cover, protected environment.

**AUTORES:**

**Grover German Miranda Balboa:** Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. balboagro5@gmail.com

**Roberto Miranda Casas:** Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

Recibido: 18/03/2021. Aprobado: 26/08/2021.



## INTRODUCCIÓN

En la producción hortícola generalmente solo se considera la calidad de la semilla, de agua y si está a la intemperie o en un invernadero. Pero también es necesario considerar el tipo de suelo o de sustratos que se utilizaron para mejorar la calidad y cantidad.

La presente investigación aborda cuatro formulaciones de sustrato, con la caracterización de un descompuesto de forma incompleta llamada turba y de otras materias primas naturales como cenizas de cascarilla de arroz, vermicompost, estiércol de llama, tierra negra y la tierra del lugar. El sustrato de la turba es un gran avance en lo que se relaciona a los suelos hortícolas al ser un producto natural, sus propiedades varían de forma más o menos acentuadas según el lugar de origen y su sistema de producción.

Los plantines primeramente fueron evaluados dentro de un ambiente protegido en fundas de bandejas semillero, para luego acentuar el plantin en un lugar definitivo como son las camas de Invernadero, minimizando el estrés en el trasplante del plantin al generar sistemas de raíces en un menor tiempo posible.

Cabe mencionar la tendencia actual hacia la sustitución del cultivo tradicional del suelo por los sustratos, por el reducido volumen del medio de cultivo disponible en fundas de bandeja semillero, es favorable a la producción de plantines de alta calidad en los factores edafológicos contribuyendo en el desarrollo de la producción hortícola orgánica.

En las hortalizas se han presentado un índice de absorción de N,P y K por toneladas muy similares, obteniendo un sustrato ideal como sistema de aproximación que permitió definir el sustrato de alta calidad, es evidente que se llegó a un sustrato de esas características mediante una combinación de proporciones para producción de plantines de contenedores.

## MATERIALES Y METODOS

Los materiales de: laboratorio fueron papel filtro, pH metro, conductímetro, agua destilada y una probeta graduada de 10 ml. Los de campo fueron:

bandejas semilleros de color negro de plástico con alveolos de color negro de 0.55 cm x 0.30 cm, un calibrador (vernier), cuaderno de campo, cámara fotográfica, botellas descartables, bolsas de plástico, un cernidor (rejilla de 0.1 mm x 0.1 mm) y un ambiente protegido de dimensiones de 4.45 m x 11 m de forma semicilíndrica con capacidad de para 192 fundas de bandeja semillero. Los de Gabinete fueron: material de escritorio y hojas de evaluación y finalmente los de insumo fueron: semilla híbrida espinaca (*Espinaca oleracea L.*), con un 99 % de germinación. La turba, estiércol de llama y tierra negra de la comunidad de Toloko Chuquiaguillo, ceniza de cascarilla de arroz de la sección municipal de Caranavi provincia de Caranavi, el vermicompost y la tierra de lugar de la urbanización de Parcopata de el Alto Cuarta Sesión, todas las materias primas del departamento de La Paz.

En la metodología se seleccionó un diseño experimental completamente al azar con un factor de indicador fue la hortaliza de espinaca en kg/ue, en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones y en el análisis de laboratorio; las características de la densidad aparente, densidad relativa y análisis textural de tipo de suelo fueron evaluadas en la UMSA de la facultad de Agronomía, las características químicas de nitrógeno total, carbono total, humedad, materia seca. Además de los respectivos nutrientes y de las características fisicoquímicas fueron evaluadas en el Instituto de Tecnología Nuclear IBTEN.

La proporción de las mezclas; la investigación de los porcentajes de las mezclas fue determinada de acuerdo a diferentes pruebas en bandejas semillero dentro del Ambiente Protegido.

La diferenciación de los pesos; utilizando botellas descartables de plástico y papel filtro para destilar evaluando la pérdida de peso en gramos y la cantidad de centímetros cúbicos recuperados partiendo de la relación de 100 g/100 ml, durante dos días para la estadística de tres repeticiones, considerando que la fracción de riego de los plantines fue de una vez por día dentro del almacigo Hortícola.

La medida para los sustratos; se utilizó un envase de pinturas látex de veinte litros, para luego mezclarlos en cartones forados de agro film con una

jarra de un litro, luego llenarlo en las bandejas semillero, previa repartición de las semillas, compactarlo, tapándolo y regándolo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las propiedades físicas de las materias primas, como la densidad relativa presentaron (Tabla 1), valores menores a 1,5 g/ml, debido a que se consideró a la densidad relativa entre el peso del material y su volumen correspondiente, incluyendo aquellos poros cerrados (Burés, 1997), es decir que

el material no debe ser modificado para no alterar sus propiedades al momento de hacer dicha determinación (no se lo ha triturado). Respecto a los valores de suelos fueron menores a 2,65 g/ml debido a la remoción. Además de la retención de agua a las 48, utilizando un cernidor de 1 mm, la mayor retención lo presentó el estiércol de llama > tierra negra > ceniza de cascarrilla de arroz > vermicompost > turba > tierra de lugar; debido a las características físicas de cada materia prima antes de mezclarlas.

Tabla 1. Densidad real DR, Densidad aparente DAP, Porosidad total y Capacidad de retención de agua de materias primas para la elaboración de sustratos hortícolas.

Materia Prima	DR (g/ml)	DAP (g/ml)	Porosidad (%)	Capacidad de retención de agua a 48 horas (g)
Turba	0.83	0.28	66.39	33.30
Ceniza de cascarrilla de arroz	0.83	0.25	69.99	51.70
Estiércol de llama	1.25	0.37	70.40	83.30
Vermicompost	1.25	0.56	55.20	38.30
Tierra negra	1.25	0.58	53.60	6.67
Tierra de lugar	2.68	1.33	50.28	33.30

Las propiedades químicas de las materias primas (Tabla 2), determinación a la acidez del sustrato, fueron ácidos: la turba y la tierra negra y

fueron alcalinos: ceniza de cascarrilla de arroz, estiércol de llama, vermicompost y tierra de lugar.

Tabla 2. pH y CE de las materias primas.

Materia Prima	pH en H2O	CE mS/cm en H2O
Turba	4.68	1.61
Ceniza de cascarrilla de arroz	6.57	0.46
Estiércol de llama	7.20	2.40
Vermicompost	7.38	2.30
Tierra negra	4.73	0.46
Tierra de lugar	7.74	0.02

Según Pennigsfeld y Kurzmann (1983). La turba identificada (ver, tabla 3), fue de transición con un pH/KCl de 4,02.

Tabla 3. Análisis Químico de Abonos (Humedad, Materia seca, Nitrógeno, Carbono y relación C/N).

Abono	Humedad (%)	Materia seca (%)	pH en KCl 1:10	N (%)	C (%)	C/N
Turba	6.50	93.40	4.02	1.75	8.25	4.71
Ceniza de cascarrilla de arroz	2.38	97.62	-	1.32	8.68	6.57
Estiércol de llama	7.98	92.02	-	1.94	8.06	4,15
Vermicompost	22.14	77.86	-	0.87	9.13	10.49

El análisis textural determino, que la tierra negra y tierra del lugar presentaron una textura franco arenoso (ver, Tabla 4).

Tabla 4. Análisis textural de tierra de lugar y tierra negra.

Tierra	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura (USDA)
Negra	48.80	47.20	4.00	Franco arenoso
de Lugar	60.80	29.20	10.00	Franco arenoso

La caracterización fisicoquímica de las mezclas de los sustratos hortícolas de la retención de agua a las 48 horas de las cuatro mezclas, determino que son diferentes.

Comparando el testigo T<sub>0</sub> y la mezcla T<sub>1</sub> (porque solo variaron para la mezcla T<sub>0</sub> en estiércol y para la mezcla T<sub>1</sub> en ceniza de cascarrilla de arroz), existió un decremento entre el estiércol y la ceniza de cascarrilla de arroz. Así mismo comparando la mezcla T<sub>2</sub> y la mezcla T<sub>3</sub> (porque sólo variaron para la mezcla T<sub>2</sub> en tierra negra y la mezcla T<sub>3</sub> en vermicompost), presento un incremento entre la tierra negra y el vermicompost.

La granulometría a un milímetro. Además, de mantener la homogeneidad y evitar que los rangos de partículas sean muy dispares, el problema guardo relación con la afinidad de la fase sólida del sustrato por el agua de hecho se puede constatar que la rehumectación de los productos utilizados fue moderadamente larga y la desecación en exceso fue al quinto día para todos los sustratos, con mínima tendencia a la compactación favoreciendo la turba como material fibroso contribuyendo a la retención de agua manteniendo la estructura, evitando un sustrato demaciado hidrófobo (materia que no absorbe agua con facilidad).

Tabla 5. Densidad real (DR), Densidad aparente (DAP), Porosidad total (P%) y Capacidad de retención de agua de las cuatro mezclas para la elaboración de sustratos hortícolas.

Mezcla	DR (g/ml)	DAP (g/ml)	P (%)	Capacidad de retención de agua 48 hr. (g)
T <sub>0</sub>	0.83	0.31	62.78	36.7
T <sub>1</sub>	0.83	0.34	31.57	48.3
T <sub>2</sub>	0.83	0.57	31.57	48.3
T <sub>3</sub>	0.83	0.62	25.57	65.0

La densidad aparente varió en un rango de 0,31 g/ml y 0,62 g/ml, la densidad relativa presento homogeneidad para todos los sustratos con un valor de 0,833 g/ml, la porosidad entre 25,97 % y 62,39 % y por último la retención de agua entre 35,0 % y 65,0 %. Respecto a la densidad relativa se obtuvo valores inferiores mencionados por Zapata et al (2005), la retención de agua presento rangos entre 35,0% y 65,0%.

Frente al testigo que indico mayor porosidad el orden decreciente de porosidad es: La mezcla T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, la mezcla T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> presentan una porosidad escasa, frente a la mezcla T<sub>1</sub> y el testigo T<sub>0</sub> que presento una porosidad satisfactoria.

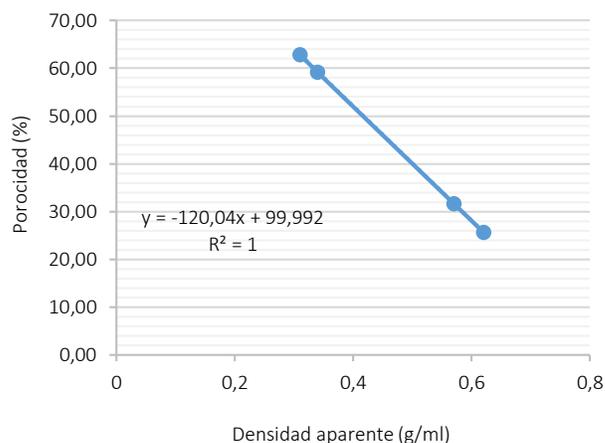


Figura 1. Gráfica de la correlación entre la densidad aparente (DAP) y la porosidad (P%), con una densidad real de 0,833 g/ml.

La correlación entre la densidad aparente (DAP.) y la porosidad (P%) (Figura 1), presentaron la misma densidad real (0,833 g/ml), es decir a menor densidad aparente mayor porosidad, comparando las cuatro mezclas el orden decreciente fue T0>T1>T2>T3.

En el análisis de las propiedades químicas del medio fue importante debido a su interacción con los fertilizantes y su efecto con el desarrollo de las plantas (Tabla la 6 y 7), determinado por el pH y la conductividad eléctrica para a selección de los sustratos, fueron propiedades que afectaron la rizófora, donde se establecen las raíces de los plantas. En almácigos de hortalizas, los plantines son muy sensibles a alteraciones de pH y de la conductividad eléctrica, debido a su succulencia y lento desarrollo inicial, indicando un intervalo de pH

óptimo entre 5.3 y 6.5 para la producción de plantas hortícolas en almácigo y nocivos los valores de conductividad eléctrica superiores a 3,5 mS/cm. La espinaca es levemente tolerante (pH= 6.8 a 6.0) a la acidez del suelo y muy tolerante (CE= 12 mS/cm). Asi mismo, la mezcla T<sub>3</sub> y la mezcla T<sub>0</sub> presentaron un límite permisible de pH y todas las mezclas presentaron una CE inferior al límite de tolerancia permisible.

En la elección de las materias primas no se considera prioritario el contenido nutricional por dos razones fundamentales: la primera es que es sencillo corregir cualquier deficiencia nutricional mediante ajustes en la fertilización. La segunda es la tendencia actual a utilizar sustratos nutricionales inertes, para controlar todo el aporte nutritivo que recibe la planta, según (Guzmán, 2003).

Tabla 6. Concentración de nutrientes (Na, K, Ca y Mg), CE, pH, CIC y PSI.de las cuatro mezclas.

Mezcla	S/A (g/ml)	Na (meq/100gS)	K (meq/100gS)	Ca (meq/100gS)	Mg (meq/100gS)
T <sub>0</sub>	1.01	0.21	1.60	0.42	0.52
T <sub>1</sub>	1.00	0.06	0.30	0.20	0.20
T <sub>2</sub>	1.24	0.20	0.21	0.85	0.49
T <sub>3</sub>	1.15	0.31	0.57	1.52	0.78

Mezcla	CE (mS/cm)	pH	CIC	PSI
T <sub>0</sub>	2.82	6.07	2.74	7.52
T <sub>1</sub>	0.99	5.20	0.75	7.72
T <sub>2</sub>	3.36	7.03	1.75	11.30
T <sub>3</sub>	1.83	6.48	3.18	9.78

Fuente: Información IBTEN. Cd (código), S/A (Relación suelo/agua).

El aporte descendiente de cationes en la mezcla T<sub>0</sub>: N>K>Ca>P>Na>Mg y de aniones: Cl>SO<sub>4</sub>>HCO<sub>3</sub>, indicaron la distribucion de absorción de nutrientes disponibles para la hortaliza y una cantidad de fertilizante básico de N-P-K (1.95:0.27:1,60) del testigo (T<sub>0</sub>).

El aporte descendiente de cationes en la mezcla T<sub>1</sub> : N>K>Mg>Ca>P>Na y de aniones:SO<sub>4</sub>>Cl>HCO<sub>3</sub> indicaron la distribucion de absorción de nutrientes disponibles para la hortaliza y una cantidad de fertilizante básico aplicado de N-P-K (1.59:0.18:0.30) de la mezcla T<sub>1</sub>.

Tabla 7. Concentración de nutrientes (CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> y Cl), C/N, C, N, P y K. de las cuatro mezclas.

Mezcla	CO3 (meq/100gS)	HCO3 (meq/100gS)	SO4 (meq/100gS)	Cl (meq/100gS)
T0	0	0,551	1,142	1,142
T1	0	0,194	0,489	0,207
T2	0	0,304	1,214	0,389
T3	0	0,551	1,142	1,442

Mezcla	C/N (%)	C (%)	N (%)	P (meq/100gS)	K (meq/100gS)
T0	4,128	8,05	1,95	0,267	1,603
T1	5,289	8,41	1,59	0,184	0,299
T2	9,309	9,03	0,97	0,382	0,205
T3	1,442	9,18	0,82	0,243	0,568

Fuente: Información IBTEN. Cd (código), S/A (Relación suelo/agua)

El aporte descendiente de cationes en la mezcla T<sub>2</sub>:Ca>N>Mg>P>K>Na y de aniones:SO<sub>4</sub>>Cl>HCO<sub>3</sub>, indicaron la distribución de absorción de nutrientes disponibles para la hortaliza y una cantidad de fertilizante básico aplicado de una cantidad de fertilizante básico aplicado de N-P-K (0.82:0.38:0.21) de la mezcla T<sub>2</sub>. El aporte descendiente de cationes en la mezcla T<sub>3</sub>: Ca>N>Mg>K>Na>P y de aniones:Cl>SO<sub>4</sub>>HCO<sub>3</sub> indicaron la distribución de absorción de nutrientes disponibles para la hortaliza y una cantidad de fertilizante básico aplicado de una cantidad de fertilizante básico aplicado de N-P-K (0,97-0,24-0,57) de la mezcla T<sub>3</sub>.

De acuerdo a la distribución de los nutrientes de las mezclas (Tabla 8), la mejor distribución se encuentra en la mezcla T<sub>2</sub> comparada con el testigo T<sub>0</sub>, además se encontró que la mezcla T<sub>1</sub> entre N y K se tiene diferentes cantidades siendo con el testigo T<sub>0</sub>, los de mayor aporte, pero varía en los otros para el testigo T<sub>0</sub>, son Ca, P, Na y Mg, diferente que la de la mezcla T<sub>1</sub>, que fueron Mg, Ca, P, y Na. La mezcla T<sub>2</sub>, respecto a la mezcla T<sub>3</sub> las cantidades varían entre Ca, N, y Mg respecto a la posición de la cantidad para la mezcla T<sub>2</sub> es primero P, K y Na, diferente a la mezcla T<sub>3</sub> que fue K, Na y P, de acuerdo a la distribución decreciente de cantidades.

Tabla 8. Comparaciones de resultados de las relaciones Catiónicas de las cuatro mezclas.

Mezcla	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Mg/Ca	(Ca+Mg)/K
T <sub>0</sub>	0.8005	0.2593	0.3239	1.2492	0.583
T <sub>1</sub>	0.9843	0.6519	0.6623	1.0159	1.314
T <sub>2</sub>	1.7248	4.154	2.4008	0.5798	6.562
T <sub>3</sub>	1.9599	2.682	1.3688	0.5103	4.051

La mezcla T<sub>3</sub> tuvo mayor aporte de iones (ver, tabla 9), comparada con la del testigo, pero la mezcla T<sub>2</sub> aportó mayor cantidad de iones que la mezcla T<sub>1</sub>, los resultados indicaron que el CIC de las mezclas de formulaciones están dentro del margen de calificación admisible para cultivo de las plantas.

Tabla 9. Capacidad de intercambio catiónico de las cuatro mezclas.

Mezcla	CIC (meq/100g)	Nivel
T <sub>0</sub>	0,44	Muy bajo
T <sub>1</sub>	0,75	Muy bajo
T <sub>2</sub>	1,75	Muy bajo
T <sub>3</sub>	3,18	Muy bajo

Las formulaciones de mezclas estuvieron calificadas entre satisfactorio y apropiado (ver, tabla 10), para la planta, indicando el nivel de CE (dSm-1) según la calificación (Bunt, 1998).

Tabla 10. Resultados de interpretación de los niveles de la salinidad, determinada en el extracto de saturación del sustrato (conductividad eléctrica, en dSm-1 de las cuatro mezclas.

Mezcla	CE (mS/cm)	Calificación
T <sub>0</sub>	2.82	Satisfactorio mayoría de las plantas
T <sub>1</sub>	0.99	Apropiado mayoría de las plantas
T <sub>2</sub>	1.83	Apropiado mayoría de las plantas
T <sub>3</sub>	3.36	Satisfactorio mayoría de las plantas

Relacionando la CE, PSI y pH según el tipo de suelo (Chilon, 1996), se evaluaron las formulaciones de mezclas para suelo hortícola, determinando que los nuevos medios de cultivo estuvieron dentro de un suelo normal.

Tabla 11. Comparación de resultados de PSI, CE, pH y tipo de suelo de acuerdo a la concentración de sales. De las cuatro mezclas.

Mezcla	CE (mS/cm)	PSI	pH	Tipo de suelo
T <sub>0</sub>	2.82	7.52	6.07	Normal
T <sub>1</sub>	0.99	7.72	5.20	Normal
T <sub>2</sub>	3.36	11.30	7.03	Normal
T <sub>3</sub>	1.83	9.78	6.48	Normal

Los aportes de los cuatro sustratos en base turba de transición (Tabla 12), que fueron de aporte de absorción para la hortaliza, según García y Ciampitti, 2007, se distribuyó adecuadamente la relación NPK.

Tabla 12. Resumen comparativo de CE, pH, CIC, PSI, N, P y K de las cuatro mezclas en base a la turba identificada.

Mezcla	CE (mS/cm)	pH	CIC	PSI	N	P	K
T <sub>0</sub>	2.82	6.07	0.441	7.518	1.95	0.267	1.603
T <sub>1</sub>	0.99	5.20	0.749	7.717	1.59	0.184	0.299
T <sub>2</sub>	3.36	7.03	1.749	11.30	0.97	0.382	0.205
T <sub>3</sub>	1.83	6.48	3.181	9.781	0.82	0.243	0.568

La distribución N P K y de los nutrientes de cationes y aniones fueron las siguientes: mezcla T<sub>0</sub> 1.95:0.27:1.60, los cationes N > K > Ca > P > Na > Mg y aniones Cl > SO<sub>4</sub> > HCO<sub>3</sub>; mezcla T<sub>1</sub> 1.59:0.18:0.30, los cationes N > K > Mg > Ca > P > Na y aniones SO<sub>4</sub> > Cl > HCO<sub>3</sub>; mezcla T<sub>2</sub> 0:82:0.38:0.21, cationes Ca > Na > Mg > P > K > Na y los aniones SO<sub>4</sub> > Cl > HCO<sub>3</sub> y

finalmente la mezcla T<sub>3</sub> 0:97:0.24:0.57, los cationes Ca > N > Mg > K > Na > P y los aniones Cl > SO<sub>4</sub> > HCO<sub>3</sub>. Los días a la emergencia fueron a partir del quinto día (Figura 2), empesaron a germinar las semillas hasta el décimo día. El testigo T<sub>0</sub>(142) obtuvo mayor cantidad de plantines, seguido de la mezcla T<sub>2</sub>(137) y la mezcla T<sub>3</sub>(133), terminando con la mezcla T<sub>1</sub>(125).

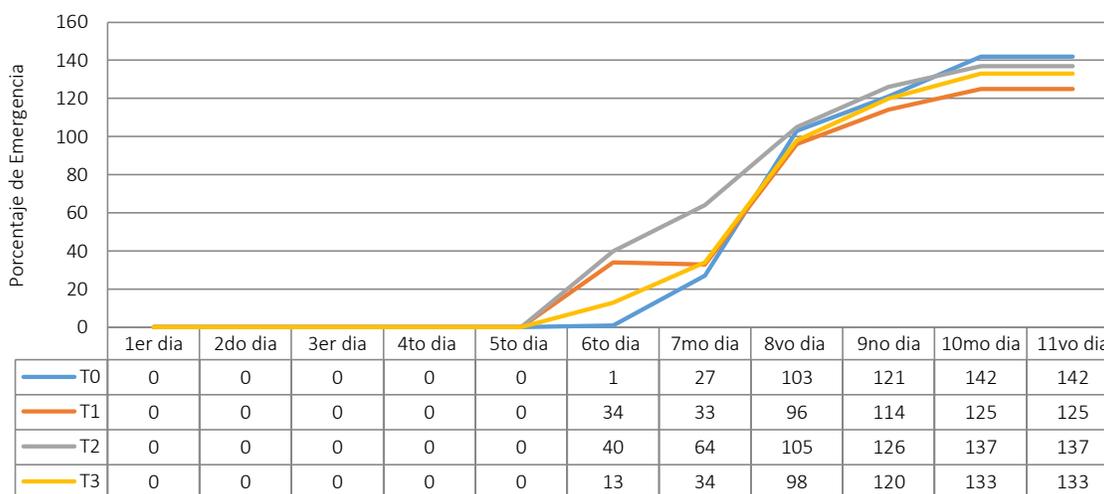


Figura. 2. Evolución comparada del porcentaje de emergencia en los cuatro sustratos

Con una semilla hibrida de 91% de germinación se observó con una prueba de Duncan que la mezcla T<sub>0</sub> (89%) y la mezcla T<sub>2</sub> (85.75 %) no existieron diferencias significativas para ambas mezclas, de la misma manera la mezcla T<sub>1</sub> (78.50 %) y la mezcla T<sub>3</sub> (83.5 %) no existieron diferencias significativas. No obstante el AMVA con un CV de 7.41 % (excelente), nos dice que estas diferencias no son significativas. Conforme se incrementa la temperatura ocurre también un aumento de la

intensidad de las reacciones metabólicas, por lo que el consumo de oxígeno en el embrión es mayor, esto debido a que al elevarse la temperatura del medio se disminuye el oxígeno disponible en solución y se dificulta aún más al intercambio gaseoso respecto por la semilla. Por tanto la relación de que a mayor temperatura se disminuye la cantidad de oxígeno dentro del almacigo, influyo en la retención de agua que podría influir de una u otra forma porque cada alveolo responde independientemente a otro

alveolo, siendo fundamental el tipo de riego o posiblemente sea debido a la ventilación en el almacigo, cuando a una temperatura muy elevada el almacigo solo necesita ventilación. Las variables agronómicas de: peso, altura y diámetro del cuello y longitud de la raíz del plantin en bandeja semillero

dentro del ambiente protegido. Además del cuello, longitud de la raíz en contenedores (bolsas forestales) en Invernadero (Tabla 13). Fueron evaluadas de acuerdo al tipo de diseño experimental (Miranda, 2013).

Tabla 13. Resumen comparativo de las variables agronómicas de las cuatro mezclas en base a la turba identificada.

	Emergencia (%)	Peso de bandeja	Altura de bandeja	
AMVA	NS	S	NS	
Media	T0=78.5 b	T0=0.4505 b	T0=5.175 b	
	T1=83.5 a,b	T1=0.47 b	T1=5.65 a,b	
	T2=85.75 a,b	T2=0.6505 a	T2=6.25 a	
	T3=89.0 a	T3=0.68675 a	T3=6.375 a	
CV	excelente (7.41)	muy bueno (14.32)	muy bueno (10.85)	

AMVA= Análisis de varianza, CV=Coefficiente de variación, S= Significativo y NS= No Significativo.

	Diámetro del cuello en la semillera	Diámetro de cuello en la bolsa forestal	Longitud de la raíz en semillera	Longitud de la raíz en bolsa forestal
AMVA	S	NS	NS	S
Media	T0=0,091 a	T0=0,32 a	T0=5,48 a	T0=23,815 a
	T1=0,07975 a,b	T1=0,2075 a	T1=4,96 a	T1=18,698 b
	T2=0,0745 b	T2=0,2 a	T2=4,735 a	T2=16,215 b,c
	T3=0,0695 b	T3=0,175 a	T3=3,905 a	T3=14,468 c
CV	muy bueno (10,77)	bueno (17,96)	regular (21,02)	muy bueno (13,99)

La determinación de la tasa de riego (cantidad de agua aplicada en cada riego), con el método de Blancy Criddle, por ser el más cercano a un ambiente de invernadero y con una frecuencia de riego (cada cuanto tiempo regar), el valor de 1,3 (una vez por día) según Alarcón, 2006. Respecto a la relación de densidad aparente de un suelo franco arenoso variaron por la remoción en los trabajos de

sustratos. Además de porcentaje de Arena, Limo, Arcilla, humedad, frecuencia de riego, tasa de riego, contenido volumétrico de agua de suelo a PMP, lamina de riego y evapora transpiración (Tabla 14 y tabla 15). El sistema de riego que se utilizó fue de tipo manual mediante manguera con acoplamiento de una boquilla tipo ducha (Miranda, 2013).

Tabla 14. Porcentaje de Arena(A), Limo(L) y Arcilla(Y) , Humedad a CC y PMP (mediante Fracciones de Suelo, clasificación del suelo método USDA ,1991),tierra de lugar y tierra negra y frecuencia de riego (Zn/Etc), y Tasa de riego.(Tr=Etc),f=0,4, Pr=0,5, Tmed=23,94°C y P(0,295).

Suelo	Arena (A %)	Limo (L %)	Arcilla (Y %)	USDA	Contenido volumétrico de agua del suelo a CC	DAP(g/ml)
TL (Tierra de Lugar)	60.80	29.20	10.00	Franco Arenoso	2.73	1.33
TN (Tierra Negra)	48.00	47.20	4.00	Franco Arenoso	2.73	0.58

Tabla 15. Contenido volumétrico del agua del suelo a PMP, lamina neta de riego, Evapora transpiración máxima del cultivo (mm/día) y frecuencia de riego.

Suelo	Contenido volumétrico de agua del suelo a PMP	Lamina Neta de Riego	Eto (Evapora transpiración máxima del cultivo (mm/día) = Tr (Tasa de riego)	Frecuencia de Riego (días)
TL (Tierra de Lugar)	0,07	52,92	7,002	7
TN (Tierra Negra)	0,20	21,94	7,,002	3

El RAS del agua (Tabla 16), es de grado de restricción de uso moderada y que el requerimiento del agua es normal.

Tabla 16. Análisis Físico Químico del agua de riego.

Na (meq/100gS)	K (meq/100gS)	Ca (meq/100gS)	Mg (meq/100gS)	pH	
0.4	0.036	0.6	0.6	7.09	
CE (dS/m)	RAS	CO <sub>3</sub> (meq/100gS)	HCO <sub>3</sub> (meq/100gS)	SO <sub>4</sub> (meq/100gS)	Cl (meq/100gS)
0.2	0.5	0	0.8	0.8	0.5

Fuente: Información IBTEN. Cd (código), S/A (Relación suelo/agua).

La distribución decreciente de los cationes fueron: Ca= Mg >Na>K, de los aniones fueron: HCO<sub>3</sub>= SO<sub>4</sub> >Cl, los aportes del agua de riego para las formulaciones de sustratos fueron aceptables y tomados en cuenta para la absorción de la hortaliza.

## CONCLUSIONES

Se identificó al tipo de planta descompuesta de forma incompleta como la turba de transición *Oxychloe andina Phill*, con un grado de humedad H-5, de característica algo descompuesta color del agua entre los dedos al apretarlo fuertemente turbia (pardo negro), la parte de la papilla de turba que pasa entre los dedos es de un tercio, el resto en la mano presenta forma con fuerte forma a papilla y estructura de las plantas todavía claramente reconocible.

La prueba de Duncan indicó que la mezcla T<sub>0</sub> (89 %) y la mezcla T<sub>2</sub> (85.75 %) no existió diferencia significativa. Pero el AMVA con un CV de 7.41 % (excelente), determinó que las diferencias no son significativas.

La longitud de las raíces en bandeja semillero a una profundidad de 3.74 cm, la prueba de Duncan indicó que la mezcla T<sub>0</sub> (3.9 cm), la mezcla T<sub>1</sub> (5.48 cm), la mezcla T<sub>2</sub> (4.73 cm) y la mezcla T<sub>3</sub> (4.96 cm); no existieron diferencias significativas. Pero para contenedores a una profundidad de 17 cm la prueba de Duncan indicó mezcla T<sub>0</sub> (14.469 cm), la mezcla T<sub>2</sub> (16.45 cm) y la mezcla T<sub>3</sub> (18.69 cm) no existieron diferencias significativas, la mezcla T<sub>1</sub> (23.815 cm), actuó aisladamente el AMVA con un CV de 13.99 % (muy bueno), indicó que existe diferencia significativa.

La granulometría determinó las características particulares de los sustratos naturales de forma solitaria influenciando en particular a la densidad relativa por que no se trituro es decir se incluyó los poros cerrados distribuyendo simplemente el tamaño de la partícula a un milímetro. Fueron de: 0.83 g/ml (Turba y Vermicompost), 1.25 g/ml (Estiércol de Llama, Vermicompost y Tierra negra) y 2.67 g/ml (Tierra de lugar).

Las características de la densidad aparente fueron independientes; 0.28 g/ml (Turba), 0.25 g/ml (Ceniza de cascarilla de arroz), 0.37 g/ml (Estiércol de llama), 0.56 g/ml (Vermicompost), 0.58 g/ml (Tierra de negra) y 1.33 g/ml (Tierra de lugar).

El sistema de riego que se utilizó fue manual mediante manguera con acoplamiento de boquilla tipo ducha, con estimaciones prácticas a la hora de riego del cambio de color de oscuro (húmedo) a color claro (seco). El RAS del agua fue de grado de restricción moderada y de requerimiento normal. Los aportes del agua de riego para las formulaciones de sustrato fueron aceptables con la distribución de los cationes de: 0.6 meq/l (Ca y MgO), 0.4 meq/l (Na) y 0.036 meq/l (K) y de los aniones de: 0.8 meq/l (HCO<sub>3</sub>) y SO<sub>4</sub>, 0.5 (Cl) y 0.0 (CO<sub>3</sub>).

Las formulaciones de las mezclas fueron calificadas entre satisfactorio mezcla T<sub>3</sub> (3.36 mS/cm) y T<sub>0</sub> (2.82 mS/cm) y apropiado mezcla T<sub>1</sub> (0.99 mS/cm) y T<sub>2</sub> (1.83 mS/cm). Referente a los tipos de suelos fueron de tipo normal.

Relacionando Ca/Mg la mezcla T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> son las únicas que tienen un aporte moderado de calcio, las mezclas T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> tuvieron mayor aporte de K. En la relación Ca/K la mezcla T<sub>2</sub> tuvo los límites

permisibles. Pero al relacionar Mg/K la mezcla T<sub>2</sub> tuvo los límites permisibles. Y finalmente relacionando (Ca+Mg)/K las mezclas T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> tuvieron los límites permisibles.

## BIBLIOGRAFIA

- Alarcón, L.A. 2006. Nutrición y riego en los viveros. Dpto. Ciencia y Tecnología Agraria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos Universidad Politécnica de Cartagena, p 54-55.
- Burés, S. 1997. "Sustratos" Madrid, España E. Agro técnica. S. s.l. 342 p.
- Bunt, A. C. 1998. Media and Mixes for Container-Grown Plants. 2da ed. Unwin Hyman Ltd., London. 309 p.
- Chilon, E. 1996. "Manual de edafología". Ediciones C. I. D. A. T. La Paz, Bolivia. p 33-103.
- García, O. F. y Ciampitti, A. I. 2007. Absorción y Extracción de Macronutrientes y Nutrientes secundarios. II. Hortalizas, Frutas y Forrajes. IPNI Cono Sur. Sur Av. Santa Fe 910, Acassuso, Buenos Aires, Argentina. 4 p.
- Guzmán, M. L. 2003. Manual de lombricultura. Textos Gutierrez.
- Miranda. B.G.G. 2013. Evaluación de sustratos en base a turba en ambiente protegido para producción de almacigo horticultura en invernadero, en el municipio de el alto. Tesis de grado. Universidad mayor de San Andrés. Facultad de agronomía.
- Pennigsfeld, F y Kurzmann, P. 1983. Cultivos hidroponicos y en turba. Ediciones Mundi-Prensa Castello. Madrid, 2da Edición. 343 p.
- Zapata, N.; Guerrero, F. y Polo, A. 2005. Evaluación de corteza de pino y residuos urbanos como componentes de sustratos de cultivo. Agricultura Técnica 65: p 378-387.