

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

EFECTO DE USO DEL AGUA DESTILADA DE MAR CON ENERGÍA
SOLAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOBRE
EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.)
EN CONDICIONES DE INVERNADERO

TESIS

PRESENTADA POR:

M.Sc. LUIS CESAR MÉNDEZ AVALOS

Para optar el Grado Académico de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

TACNA - PERÚ

2021

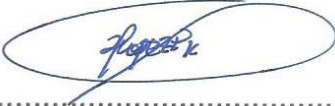
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN


Escuela de Posgrado


DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES


**EFFECTO DE USO DEL AGUA DESTILADA DE MAR CON ENERGÍA SOLAR
Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOBRE EL CULTIVO
DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.) EN CONDICIONES
DE INVERNADERO**

Tesis sustentada y aprobada el 19 de octubre del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : 
.....
Dr. Luis Asunción López Puycan

SECRETARIO : 
.....
Dr. Carlos Francisco Tito Vargas

MIEMBRO : 
.....
Dr. Efren Eugenio Chaparro Montoya

ASESOR : 
.....
Dr. Efren Eugenio Chaparro Montoya

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento sincero al Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya, mi asesor de tesis y amigo, quien me brindó el asesoramiento necesario para encaminar el desarrollo de la investigación plasmado en la presente tesis.

Por el interés, motivación, apoyo y crítica, necesarios para la realización de esta tesis, un especial agradecimiento a los Doctores Luis Asunción López Puycan y Carlos Francisco Tito Vargas por este privilegio.

DEDICATORIA

A mi madre Juanita y mi padre Vianor que está en el cielo, por la semilla de superación que han sembrado en mí.

A mi esposa Charito y mis hijos Lucía, Fernando y Talía por su apoyo emocional y estímulo.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
RESUMO	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.1.1. Antecedentes del problema.....	4
1.1.2. Problemática de la investigación	5
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.1. Problema general	6
1.2.2. Problemas específicos.....	6
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	6
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	7
1.5. OBJETIVOS.....	7
1.5.1. Objetivo General.....	7
1.5.2. Objetivo Específicos	7
1.6. HIPÓTESIS.....	8
1.6.1. Hipótesis general.....	8
1.6.2. Hipótesis específicas	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	9
2.2. BASES TEÓRICAS	13

2.2.1. Agua destilada de mar con energía solar	13
2.2.2. Compost	16
2.2.3. Crecimiento de la espinaca	17
2.2.4. Cenizas de espinaca	17
2.2.5. Aceptabilidad	18
2.2.6. Invernadero	18
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	18
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	24
3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	24
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	25
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	26
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	27
CAPÍTULO IV: MARCO FILOSÓFICO	29
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	31
5.1. OBTENCIÓN DE AGUA DESTILADA DE MAR CON UN DESTILADOR SOLAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE UN PROCESO BIOLÓGICO.....	31
5.2. EFECTO DE USO DEL AGUA DESTILADA DE MAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOBRE EL TAMAÑO DE HOJA DE LA ESPINACA (<i>Spinacia oleracea</i> L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO	36
5.3. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZA Y ACEPTABILIDAD DE LAS ESPINACAS (<i>Spinacia oleracea</i> L.) CULTIVADAS	41
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	45

6.1. OBTENCIÓN DE AGUA DESTILADA DE MAR CON UN DESTILADOR SOLAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE UN PROCESO BIOLÓGICO	45
6.1.1. Destilador solar.....	45
6.1.2. Destilación solar de agua de mar	45
6.1.3. pH y conductividad eléctrica del agua destilada de mar	46
6.1.4. Compost de residuos orgánicos mediante un proceso biológico.....	46
6.2. EFECTO DE USO DEL AGUA DESTILADA DE MAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOBRE EL TAMAÑO DE HOJA DE LA ESPINACA (<i>Spinacia oleracea</i> L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO	47
6.3. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZA Y ACEPTABILIDAD DE LAS ESPINACAS (<i>Spinacia oleracea</i> L.) CULTIVADAS	48
6.4. INVERNADERO	49
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales elementos de agua de mar	15
Tabla 2. Tratamiento y repeticiones para el desarrollo del experimento del efecto del uso de agua destilada de mar sobre el crecimiento de espinaca.....	24
Tabla 3. Operacionalización de variables.	25
Tabla 4. Análisis de varianza del pH de agua de mar y agua destilada de mar con energía solar.....	33
Tabla 5. Prueba del rango múltiple de Tukey (P=0,05): pH del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar.....	33
Tabla 6. Análisis de varianza de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar.	34
Tabla 7. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar.	34
Tabla 8. Análisis de varianza de la altura de las hojas de espinacas regadas con agua destilada de mar y compost (%).	36
Tabla 9. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efecto del número de riego con agua destilada de mar sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca.....	37
Tabla 10. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efecto del compost sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca.....	37
Tabla 11. Prueba del rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efectos simples del riego por semana y compost sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca.....	38
Tabla 12. Análisis de varianza del diámetro de las hojas de espinacas regadas con agua destilada de mar y compost (%).	39

Tabla 13. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efecto del número de riego con agua destilada de mar sobre el diámetro de la hoja (cm) de la espinaca.	39
Tabla 14. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efecto del compost (%) sobre el diámetro de la hoja (cm) de espinaca.	40
Tabla 15. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efectos simples del riego por semana con agua destilada de mar y compost sobre el diámetro de la hoja (cm) de espinaca.	41
Tabla 16. Análisis de varianza del contenido de cenizas en las espinacas regadas con agua destilada de mar.	42
Tabla 17. Análisis de varianza de la aceptabilidad de espinacas regadas con agua destilada de mar.	43
Tabla 18. Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Aceptabilidad de espinacas regadas con agua destilada de mar.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un destilador solar tipo caja de una sola vertiente.	14
Figura 2. Spinacia oleracea L.....	22
Figura 3. Destilador solar tipo caja de una sola vertiente.....	31
Figura 4. Hora del día (h) vs volumen de agua destilada de mar acumulado (ml).	32
Figura 5. Proceso de compostaje, tiempo (días) vs pH.....	35
Figura 6. Promedio del contenido de cenizas en las muestras de espinacas regadas con agua destilada de mar.	42
Figura 7: Preparación de compost orgánico.....	64
Figura 8: Agua de mar para la destilación.....	64
Figura 9: Agua de mar para el desalinizador.....	65
Figura 10: Desarrollo de la espinaca a los 10 días de ser regadas con agua destilada de mar.....	65
Figura 11: Desarrollo de la espinaca a los 20 días de	66
Figura 12: Desarrollo de la espinaca a los 45 días de ser regadas con agua destilada de mar.....	66
Figura 13: desarrollo de la espinaca a los 50 días de ser regadas con agua destilada de mar.....	67
Figura 14: Desarrollo de la espinaca a los dos meses de ser regadas con agua destilada de mar.....	67
Figura 15: 0% de compost brotó a los 7 días, 25% de compost brotó a los 10 días y 50% de compost brotó a los 15 días.....	68
Figura 16: 45 días desde la siembra directa, están de igual tamaño, solo hasta ahí se puede aprovechar para consumir la espinaca sin compost.	68
Figura 17: A los 60 días, el que tiene compost al 25% tuvo mayor aceptabilidad, el que tuvo 0% de compost está amarillo y el que tuvo 50% de compost está pequeño todavía.	69
Figura 18: Preparación de muestras de espinacas.	69

Figura 19: Balanza analítica utilizada para la determinación de cenizas de espinacas.....	70
Figura 20: Mufla para la determinación de cenizas en las muestras de espinaca.....	70
Figura 21: Evaluación sensorial de las espinacas: Aceptabilidad A.....	71
Figura 22: Evaluación sensorial de las espinacas: Aceptabilidad B.....	71
Figura 23: Evaluación sensorial de las espinacas: Aceptabilidad C.....	72

RESUMEN

La investigación tuvo por **objetivo** evaluar el efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero. En la **metodología** se utilizó un experimento factorial con dos factores, factor A= Agua destilada de mar (con dos niveles 2 y 4 riegos a la semana) y factor B= Compost (con tres niveles al 0, 25 y 50 %) con tres repeticiones. El cultivo de espinaca se realizó a siembra directa, se añadió 300 ml por macetero y se analizó con el análisis de varianza complementado con la prueba de Tukey ($p=0,05$). Los **resultados** mostraron un rendimiento de agua destilada de mar con energía solar de 126,37 ml/h, el cual tuvo un pH de 6,738 y conductividad eléctrica de 60,984 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la altura y diámetro máximo de la espinaca fue de 14,667 y 11,667 cm respectivamente; el mejor tratamiento fue con cuatro riegos y 25 % de compost obteniéndose espinacas de buena aceptabilidad con 8,00 puntos en promedio con el calificativo de me gusta mucho. El presente estudio llegó a la **conclusión** que el uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos influyó ($p=0,05$) sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.

Palabras clave: Mar, agua destilada, compost, espinaca y aceptabilidad.

ABSTRACT

The **objective** of the research was to evaluate the effect of using distilled sea water with solar energy and compost of organic residues on the cultivation of spinach (*Spinacia oleracea* L.) in greenhouse conditions. The **methodology** used a factorial experiment with two factors, factor A = distilled sea water (with two levels 2 and 4 irrigations a week) and factor B = Compost (with three levels at 0, 25 and 50%) with three repetitions. The spinach cultivation was carried out by direct sowing, 300 ml per pot was added and it was analyzed with the analysis of variance complemented with the Tukey test ($p = 0.05$). The **results** showed a yield of distilled sea water with solar energy of 126.37 ml / h, which had a pH of 6.738 and electrical conductivity of 60.984 $\mu\text{S} / \text{cm}$, the height and maximum diameter of the spinach was 14.667 and 11.667 cm respectively; the best treatment was with four irrigations and 25% compost, obtaining spinach of good acceptability with 8.00 points on average with the qualification of I like it very much. The present study **concluded** that the use of distilled sea water with solar energy and compost of organic residues influenced ($p = 0.05$) on the cultivation of spinach (*Spinacia oleracea* L.) under greenhouse conditions.

Keywords: Sea, distilled water, compost, spinach, and acceptability.

RESUMO

O **objetivo** da pesquisa foi avaliar o efeito do uso de água do mar destilada com energia solar e composto de resíduos orgânicos no cultivo de espinafre (*Spinacia oleracea* L.) em casa de vegetação. A **metodologia** utilizou um experimento fatorial com dois fatores, fator A = água do mar destilada (com dois níveis 2 e 4 irrigações por semana) e fator B = Composto (com três níveis a 0, 25 e 50%) com três repetições. O cultivo do espinafre foi realizado por semeadura direta, foram adicionados 300 ml por vaso e analisados com a análise de variância complementada com o teste de Tukey ($p = 0,05$). Os **resultados** mostraram um rendimento de água do mar destilada com energia solar de 126,37 ml / h, que apresentou pH de 6,738 e condutividade elétrica de 60,984 $\mu\text{S} / \text{cm}$, a altura e o diâmetro máximo do espinafre foi de 14,667 e 11,667 cm respectivamente; o melhor tratamento foi com quatro irrigações e 25% de composto, obtendo espinafre de boa aceitabilidade com 8,00 pontos em média com a qualificação de gosto muito. O presente estudo **concluiu** que o uso de água do mar destilada com energia solar e composto de resíduos orgânicos influenciou ($p = 0,05$) no cultivo do espinafre (*Spinacia oleracea* L.) em casa de vegetação.

Palavras-chave: Mar, água destilada, composto, espinafre e aceitabilidade.

INTRODUCCIÓN

Cada vez va aumentando la población en el mundo y esto obliga al ámbito agrícola a buscar nuevas alternativas a través de la tecnología, para aumentar el rendimiento de productos agrícolas y satisfacer las necesidades de consumo de la población.

La producción de hortalizas se debe sobre todo al agregado en el rendimiento de siembra por unidad, sin embargo, hay un bajo equilibrio en tener mayor cantidad de tierras cultivadas.

Las hortalizas que más se consumen en el Perú son: la papa, el tomate, la lechuga, espinaca, betarraga, poro, nabo, entre otros. En el mercado el comercio y venta de estos productos tienen mayor demanda y son los más adquiridos por los consumidores.

Por otro lado, el hombre en su afán de generar riquezas viene contaminando el agua, el aire, el suelo, y otros. De todos los recursos mencionados anteriormente, el agua es el recurso primordial para el crecimiento de las plantas, el cual viene disminuyendo su calidad para el cultivo de las hortalizas y de los frutos.

Si bien es cierto, son numerosos los ríos, lagos, agua del subsuelo que se vienen contaminando por efecto de la minería, empresas agroindustriales, empresas pesqueras, aguas residuales domésticas, insecticidas y fertilizantes que se usan en exceso para producir alimentos en la zona agrícola entre otros. El agua contaminada no permite que las plantas crezcan normalmente.

Sin embargo, la investigación del análisis de agua para riego agrícola reportó que en algunos casos las muestras sobrepasaban el promedio para la producción agrícola en la cantidad fecales, bacterias totales, alimentos disueltos,

en sulfato cloruro y en la corriente eléctrica (Saravia et al., 2011). Sin embargo, en la mayoría de aguas son consideradas con alta salinidad y con poco sodio lo que limita ser utilizada en la agricultura, pero sí es aceptable en cultivos que toleran la salinidad y tenga un buen drenaje. Estas aguas también se pueden utilizar con un sistema de riego que constantemente humedezca las raíces de la planta; es decir, al aplicar este sistema de riego, existiría un restringido manipuleo del cultivo con un control de productos tolerantes a las sales.

Considerando que, para estudiar la calidad del suelo es importante su pH, se encontró que un 95 % de los suelos son básicos, superior a 8,0. Se desconoce su origen, debido a que el agua tiene un pH entre 6,5 a 7,5; esto puede darse por tener el suelo una composición primaria. Este valor se considera importante porque por encima del pH7, los macro y micronutrientes en su mayoría son menores, esto indica un rendimiento bajo de los cultivos (Saravia et al., 2011).

Se observó que la salinidad limita el desarrollo de la planta y disminuye el rendimiento agrícola, a causa de la escasez de agua, toxicidad por iones que ocasionan un desbalance nutrimental (Cepeda et al., 2014).

Sin embargo, resultados entre 220 a 1750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ representan ser adecuados en el agua para el sector agrícola, contando de antemano con un eficiente drenaje, caso contrario se presentarán problemas de salinidad donde los cultivos susceptibles pueden ser afectados de manera drástica, en cambio, estas aguas pueden ser utilizadas en plantas que sean más tolerantes a las sales (Medina et al., 2016).

Nuestro planeta tierra está cubierto con más del 70 % de agua y casi su totalidad está representada por agua de mar; por ello, hay diversos tipos para desalinizar, la única diferencia es el impacto ambiental, energía que se consume y calidad del producto (Dévora et al., 2012). Asimismo según Claudio (2018) los equipos activados con energía solar que destilan agua de mar, es una solución amigable con el ambiente para obtener agua disponible de buena calidad.

La osmosis inversa es otra alternativa para tratar el agua de mar, el uso de esta agua tratada magnificó la productividad en la zona agrícola, siendo favorable su uso en la agricultura. Se halló una posibilidad para la condición de instalación de una planta por osmosis inversa de 100 m³/día (Dévora et al., 2016).

La falta de verduras en la dieta diaria de los pobladores cerca al mar produce problemas de salud porque no es fácil producir hortalizas en lugares donde no hay agua apta para los cultivos, en especial la espinaca, por tal motivo, se buscó una alternativa que permita solucionar este problema. El trabajo investigado tuvo por objetivo evaluar el efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.

En el marco teórico se desarrollan temas relacionados al uso del agua destilada de mar y compost sobre el cultivo de espinaca; en el marco metodológico se indica cómo se realizó la investigación. Los resultados y discusión reportan los hallazgos de acuerdo a cada objetivo específico comparándolo con resultados de otros autores; finalmente se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones a los que se llegó en el presente estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. Antecedentes del problema

Los alimentos contienen carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales, el ser humano lo ingiere para satisfacer sus necesidades de consumo, estos vienen siendo contaminados por el tipo de agua que se utiliza, por el uso excesivo de fertilizantes químicos, por los plaguicidas, otros.

El agua es esencial para la vida, el ser humano lo usa en diversos procesos productivos y de consumo contaminándolo principalmente a través de las industrias como la minera, pesquera, agroindustria, otros.

Las plantas en su desarrollo utilizan agua, muchas fuentes de agua contienen metales pesados u otros contaminantes que las plantas absorben, los animales lo consumen y al final de la cadena alimenticia se encuentra el hombre.

Dentro de las plantas que producen frutos o son comestibles tenemos a la vid, la pera, el higo, etc. y las hortalizas como la lechuga, el cilantro, la espinaca, la papa, etc., todos ellos contribuyen aportando proteínas, minerales, vitaminas, lípidos y carbohidratos en la ingesta diaria del hombre.

Los alimentos que se cultivan en el campo contienen diferentes nutrientes, así las hortalizas contienen elevado contenido de vitaminas y minerales, la espinaca presenta elevada concentración de minerales, vitamina A y C (Rocha y Fernández, 2016).

La radiación solar es un fuerte elemento de energía que sirve para transformarla y aprovecharla en cualquier lugar de nuestro planeta. La energía solar a nivel internacional es utilizada para cocimientos, en la destilación, secado, etc.

En la destilación de líquidos se utilizan leña, gas y petróleo. Productos que al quemarlos generan contaminación del aire. Otra tecnología usada para desalinizar el agua de mar es la osmosis inversa la cual necesita de energía para el funcionamiento de los equipos, esta energía normalmente proviene de la quema de petróleo en un motor.

Por tal motivo, se realizó una investigación donde se evaluó el efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.

1.1.2. Problemática de la investigación

Teniendo en cuenta que la población se viene incrementando, el agua se viene contaminando y la falta de verduras en la dieta diaria de los pobladores cerca al mar produce problemas de salud porque no es fácil producir hortalizas en lugares donde no hay agua apta para los cultivos, en especial la espinaca, por tal motivo, se buscó una alternativa que permita solucionar este problema.

Del mismo modo, los resultados encontrados en la investigación permitieron comparar cual porcentaje de compost de residuos orgánicos y la cantidad de agua destilada de mar con energía solar es el más adecuado para el cultivo de la espinaca.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuánto de agua destilada de mar se puede obtener en un destilador solar y de compost de residuos orgánicos mediante un proceso biológico?

¿Cuál es el efecto de uso del agua destilada de mar y compost de residuos orgánicos sobre el tamaño de hoja de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero?

¿Cuál es el contenido de ceniza y aceptabilidad de las espinacas (*Spinacia oleracea* L.) cultivadas?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Justificación

Desde el punto de vista técnico ambiental, el efecto de uso del agua destilada de mar obtenido con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinacas, promueve la sustitución del uso del agua dulce proveniente de ríos por el agua destilada de mar y el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Desde el punto de vista socioeconómico, el uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos es una alternativa eco amigable con el ambiente, así mismo disminuye sus costos de producción.

Importancia

El trabajo de investigación es importante porque evalúa el efecto del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos para el crecimiento de la espinaca, obteniendo un cultivo que satisficará las necesidades alimentarias de los seres humanos en lugares cercanos al mar donde exista poca agua dulce; el agua de mar, es un recurso importante y abundante que no se aprovecha para el cultivo de hortalizas por el contenido de sal y otros componentes.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

No existieron limitaciones para realizar la investigación.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.

1.5.2. Objetivo Específicos

- Obtener agua destilada de mar mediante un destilador solar y compost de residuos orgánicos mediante un proceso biológico.
- Evaluar el efecto de uso del agua destilada de mar y compost de residuos orgánicos sobre el tamaño de hoja de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.
- Evaluar el contenido de ceniza y la aceptabilidad de las espinacas (*Spinacia oleracea* L.) cultivadas.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

El uso de agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos influye sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.

1.6.2. Hipótesis específicas

Hipótesis Nula

H₀: No existe efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.

Hipótesis Alternativa

H₁: Existe efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Según Chaparro (2018) en su trabajo titulado “Comparación de dos destiladores solares para la obtención de agua destilada de mar en Tacna, 2017” construyó un destilador tipo caja: largo= 60 cm, ancho= 30 cm y altura= 15 cm pH del agua de mar de 7,8033 y conductividad eléctrica de 47 566,667 $\mu\text{S}/\text{cm}$; y durante un día soleado obtuvo 351,67 ml de agua destilada de mar con energía solar durante 8 h con un pH de 6,9733 y conductividad eléctrica de 91,9667 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Chaparro, 2018).

En un estudio experimental se destilaron con un equipo solar agua de mar de Fouka-Argelia de 10 a 14:00 h en el día 06/07/2010, se observó que iba aumentando el rendimiento en intervalo de tiempo para altas temperaturas que alcanzaron los 70 a 107 °C y como resultado se obtuvo rendimientos promedios de agua destilada de mar de 4 L/m²/día y con pH entre 5 a 6 (Hanane et al., 2012).

Desalinizaron el agua empleando un destilador tubular, esto lo realizaron en el Estado de Zulia-Venezuela y se obtuvo como resultado de la investigación 0,246 L/día al destilar agua sintética con 30 000 mg/L de cloruros (Yabroudi et al., 2011). Según Chinappi et al. (2007) destilaron agua obteniendo entre 111,90 a 368,65 L/año sobre todo para el tiempo de lluvias y sequías.

En la investigación titulado “Desalinización de agua de mar mediante el uso de energía solar” preparó su proceso de destilación de agua de mar de 9:30 a 14:30 h, con 500 ml de agua de mar, teniendo durante el procedimiento una conductividad eléctrica de 60 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, obteniéndose como resultado de 160

a 368 ml de agua destilada con una dureza total de 10 a 19 mg/L de CaCO₃ y con una conductividad eléctrica de 15,08 a 21,75 µS/cm (Ruiz, 2013).

En el análisis al agua para consumo humano realizado en el distrito de Huanuara, departamento de Tacna, en su trabajo ellos reportaron los siguientes componentes: pH 6,86; conductividad eléctrica 1 283 µS/cm; dureza total 306 mg/L; cloruros 165 mg/L; sulfatos 296 mg/L; 21 mg/L (Mamani y Chambilla, 2009).

El pH elevado tiene un efecto negativo sobre las raíces destruyéndolas, disminuye también la asimilación de fosfatos, hierro, cinc, cobre y manganeso (Heredia, 1999). De Almeida y Gisbert (2006) en su artículo denominado variación en la calidad del agua de riego en un huerto de cítricos indica que la acidez real del agua osciló entre 7,75 a 8,70 y según Ayers y Westcot (1985) los valores considerados normales se encuentran entre 6,5 a 8,4.

De acuerdo a Barbaro et al. (2018) la acidez real del suelo y agua que se encuentren entre 5,5 a 6,8 para cultivos ornamentales son los más adecuados para la disponibilidad de nutrientes.

Los cultivos se adaptan a diferentes pH del suelo, en el caso de la espinaca el pH para su cultivo se encuentra entre 6,0 a 8,0 (Cerna, 2011). La fertilización adecuada para hortalizas se da si la conductividad eléctrica es baja (Barbaro et al., 2018), según Baccaro et al. (2006) indicaron las sales en el agua se miden como conductividad eléctrica; Ayers y Westcot (1985) indican que si la conductividad eléctrica es mayor a 3,0 dS/m afecta el desarrollo de cultivos.

En el reglamento de calidad del agua para consumo humano, establece límites máximos permisibles de pH entre 6,5 a 8,5 y conductividad eléctrica de 1 500 µS/cm como máximo (DIGESA, 2011).

En la investigación titulada “Efecto de cuatro biofertilizantes en la producción de estolones y frutos de fresa”, reportaron que la composta ocupó el primer lugar con 62 frutos, luego el bokashi y fertilizante líquido orgánico (FLO) con 43 frutos, con la lombricomposta se obtuvo 22 frutos y en el último lugar la muestra patrón con 8 frutos/ planta, en las demás características no se diferenciaron (Molina, 2014).

En la investigación titulada “Análisis del crecimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo el efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno” indicaron que la variable masa seca total de la espinaca cultivada no presentó diferencias entre las pruebas, pero la fertilización con urea fue la mejor (Hoyos et al., 2009).

En el trabajo sobre el efecto del nivel de salinidad del agua de riego en el crecimiento del cultivo de espinaca en suelo arenoso determinó su crecimiento de 20 cm. Las mejores cosechas se obtuvieron en época de frío (otoño e invierno) siendo sus temperaturas óptimas de desarrollo entre 13 a 18°C (Melgarejo, 2018).

En la investigación sobre la evaluación de dosis de caldo de humus de lombriz bajo dos sustratos (sólido y líquido) para la producción de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en ambiente protegido muestra que los promedios de altura de la espinaca para los efectos de sustrato son diferentes en todos los casos formados dos grupos. Es así que la mayor altura de planta se registra para el sustrato sólido (16,29 cm), con respecto a la altura de planta registrada para el sustrato líquido (6,86 cm). Esto explica la posibilidad de una mayor absorción de nutrientes en el sustrato sólido (Blanco, 2019).

En la investigación sobre respuesta de la espinaca (*Spinacea oleracea*) a la fertilización foliar complementaria con tres biofermentos, muestra que el largo de la hoja tuvo 17,14 cm en promedio. A pesar que estos antecedentes no tienen las características de esta investigación, probablemente estas diferencias se

deben al porcentaje de compost que influye sobre la altura de la hoja de espinaca (Guapás, 2013).

El efecto de tres niveles de AOLA (abono orgánico líquido aeróbico) en el desarrollo de espinaca en una carpa solar del Centro Experimental Cota Cota, los resultados reportaron una longitud promedio de la hoja de las tres cosechas realizadas para el T2 (dosis de AOLA al 20 %) con 19 cm, el cual fue el más alto, el ancho de la hoja fue mayor con 15,67 cm para el T2, en la tercera cosecha, en la altura de la planta el T2 obtuvo el más alto promedio en la tercera cosecha con 30,33 cm. El peso de biomasa/planta, el mayor promedio fue del T2 con 56 g en la primera cosecha. En conclusión, la adición del 20 % de AOLA fue más eficiente y que mayor respuesta favorable tuvo en la espinaca (Carrasco et al., 2018).

En la publicación de tablas peruanas de composición de alimentos, de Reyes et al., (2009) reporta que el contenido de cenizas de espinacas es de 1,7 g de 100 g, por otro lado, Alayo y Montoya (2012) al analizar la hoja de espinaca que fueron cultivadas en las localidades de Santa Rosa y Pedregal reportaron que contenía cenizas entre 1,65 a 1,75 g.

Según Otiniano (2019) determinó que al mezclar pasta de tarwi (7,9 %), espinaca (2,0 %) y harina de trigo (36,1 %) en la elaboración de galletas se obtuvo la mayor aceptación, así mismo Solis (2017) reportó que la muestra de galleta donde se le adicionó trozos de espinaca obtuvo la mayor aceptación sensorial.

Las características sensoriales como el color, olor y textura de los alimentos influyen en la aceptabilidad del consumidor y se encuentra por encima de la calidad nutritiva (Liria, 2007).

Los cultivos que se desarrollan en invernaderos son más asequibles para su producción durante todo el año, permitiendo controlar plagas, mejora del

rendimiento, mayor eficiencia en el riego, se obtienen productos con buenas características de tamaño, forma, índice de madurez adecuado, mejores características sensoriales y de excelente presentación (Jaramillo et al., 2007).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Agua destilada de mar con energía solar

a. Energía solar

Las reacciones nucleares de fusión producen la energía solar que llega a la tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre (Satin, 2000).

Gran parte de la energía solares se queda en el filtro llamado ozono, las plantas y la superficie terrestre también absorbe una parte de la energía del sol. Entre la superficie terrestre y la atmósfera se efectúan intercambios de energía por diferentes procesos tales como la evaporación, la radiación, la conducción y la convección (Reyna et al., 2013).

El sol es una fuente de energía natural, limpia e inagotable. En la actualidad la energía es muy importante para el desarrollo de un pueblo, cada vez su producción y uso son más eficientes (Balcázar, 2008).

En esta época de contaminación del aire la energía proveniente del sol se usa para producir calor como las cocinas solares, hornos solares y energía eléctrica, este último a través de paneles fotovoltaicos (Huezo y Moran, 2012).

El destilador solar es un equipo que concentra la energía en un punto y lo distribuye uniformemente en un depósito donde contiene un líquido a destilar (Torchia et al., 2010).

Los equipos activados con energía solar que destilan agua tienen un depósito con agua salada pintado de color negro cubierto por un vidrio inclinado

que permite el ingreso de la energía solar para que actúe como efecto invernadero, donde el vapor de agua llega a la temperatura de punto de rocío condensándose, obteniéndose agua destilada (Claudio, 2018).

En la figura 1 se presenta un esquema de un destilador solar tipo caja de una sola vertiente.

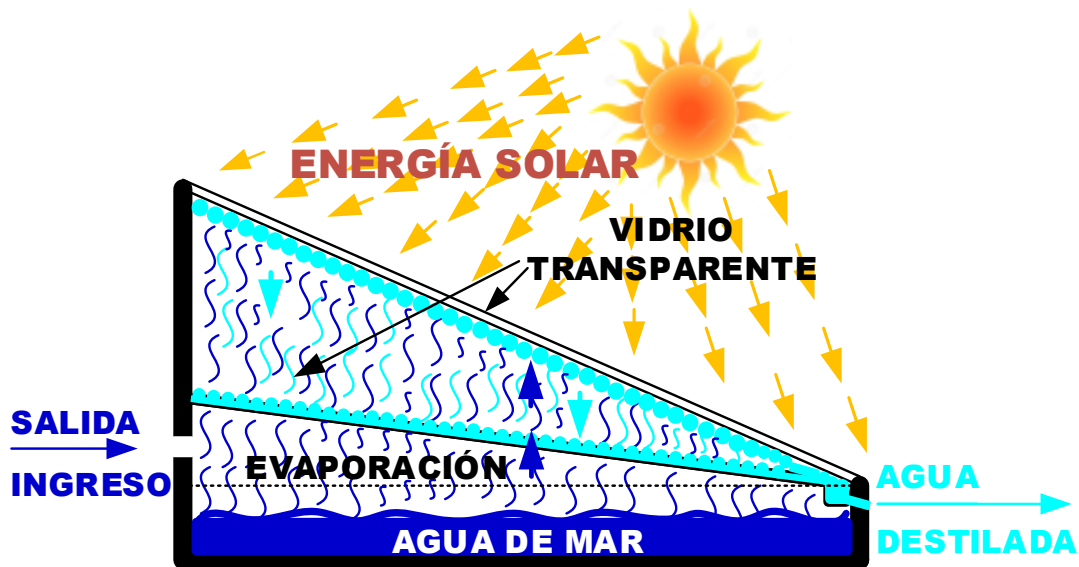


Figura 1. Esquema de un destilador solar tipo caja de una sola vertiente.

b. Agua de mar

El agua del mar contiene un 96,5 % de agua y 3,5 % sales disueltas; contiene cloro, sodio, carbono, azufre, calcio, potasio, magnesio, otros. El cloruro de sodio es el más abundante con un 80 % (Cifuentes et al., 1997).

El agua de mar es ligeramente alcalina tiene pH de 7,5 a 8,4 y varía de acuerdo a la temperatura; si se incrementa la temperatura entonces el pH disminuye; también varía por la concentración de sales, otros (Cifuentes et al., 1997).

En la Tabla 1 se muestra los principales elementos del agua del mar

Tabla 1

Principales elementos de agua de mar

Elemento	Concentración en gramos por litro
Cloro	19,0
Sodio	11,0
Magnesio	1,3
Azufre	1,0
Calcio	0,5
Potasio	0,4

Fuente: (Cifuentes et al., 1997).

c. Agua destilada

La dureza del agua se da por la presencia de sales de calcio y magnesio, existe la presencia de otras sustancias como hierro, sílice, manganeso, cloruros, sulfatos, sodio y otros materiales en suspensión (Valdivia et al., 2010).

El agua destilada es solo H₂O, de acuerdo a Rodríguez et al. (2013) mencionan que la conductividad eléctrica mide los iones presentes en el agua, como lo minerales o la concentración de cenizas.

c.1. Análisis fisicoquímico del agua destilada

El análisis fisicoquímico del agua destilada permite conocer su calidad, sin embargo, en el agua pueden existir impurezas las cuales se clasifican en:

- Iónicas disueltas (inorgánicos)
- No iónicas insolubles (orgánicos, microorganismos, pirógenos, partículas)
- Gaseosas

(Valdivia et al., 2010).

2.2.2. Compost

Luego de un proceso fermentativo de residuos orgánicos se obtiene un abono orgánico denominado compost, donde actuaron numerosos microorganismos como bacterias, hongos y lombrices los cuales descompusieron los compuestos orgánicos haciéndolos más asimilables sus nutrientes (Foncodes, 2014).

Según Molina (2014) en una tina de plástico de 50 cm de alto y 100 cm de diámetro se añadió residuos orgánicos de cocina, paja, hojarasca, suelo y estiércol de caballo, calculándose que tenga una relación de 30 de carbono por 1 de nitrógeno.

El compost ayuda a minimizar las diferencias de pH del suelo. El pH corresponde al grado de acidez o alcalinidad del suelo. El agua pura que contiene estos iones en cantidades iguales es una solución neutral. Una solución es ácida cuando su pH es menor a 7 y básica si es mayor a 7. En condiciones de clima templado y húmedo como el nuestro, nuestros suelos tienen una tendencia natural a la acidificación. Además, la lluvia ácida y el uso de fertilizantes químicos pueden aumentar el problema. En general, la mayoría de las plantas prefieren un suelo relativamente neutro, porque en condiciones demasiado ácidas o demasiado básicas, la asimilación de elementos minerales por parte de la planta es difícil (Michaud, 2007).

La composición de los compuestos orgánicos hace variar el pH en una fermentación para obtener compost, el cual podría estar entre 4,5 a 8,5. Al inicio el pH baja por la producción de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. La carga microbiana vive de acuerdo al pH, su mayor actividad se da entre 6 a 7,5. Los hongos se desarrollan mejor entre 5,8 a 7,2 (Román et al. 2013).

La escala de pH mide la acidez o alcalinidad, y va de 1 (muy ácido) a 14 (altamente alcalino). El agua pura tiene un pH de 7 y se describe como neutral. El pH del suelo depende de la geología y el clima: las rocas ácidas, como el granito o la arenisca, y las altas precipitaciones resultan en suelos ácidos; la piedra caliza rica en calcio y las bajas precipitaciones conducen a suelos alcalinos. Un pH del suelo de 6 a 7 es ideal para la mayoría de las plantas, pero hay algunas especies que crecen mejor en suelos ácidos o alcalinos. Pocas plantas prosperan en suelos con un pH de menos de 4 o más de 8. Un pH aproximadamente neutro es perfecto para el compostaje de bacterias, pero son felices en condiciones alcalinas, hasta pH 8,5 (Thompson, 2007).

2.2.3. Crecimiento de la espinaca

En el mundo se cultiva espinaca, en zonas tropicales durante todo el año, en algunas zonas durante la primavera y verano, o bajo invernadero durante otoño e invierno. La espinaca es muy económica, el aporte en la dieta alimentaria es muy importante, su ingesta previene muchas enfermedades (Jiménez et al., 2010).

Según el índice, en el cultivo de la espinaca tuvo un crecimiento continuo, a los 49 días tuvo su desarrollo ideal con la adición 150 % de nitrato de amonio, y disminuyó con dosis del 50 %. Teniendo una relación directamente proporcional entre dosis de nitrógeno y crecimiento (Hoyos et al., 2009).

2.2.4. Cenizas de espinaca

Durante el cultivo de espinaca, el tiempo influye de manera exponencial en la acumulación de masa seca y fresca de hojas y raíz, al igual que el área foliar (Hoyos et al., 2009).

Las cenizas representan el contenido total de minerales dentro de un alimento, en los vegetales varía su concentración (Peralta et al., 2001).

2.2.5. Aceptabilidad

Una de las maneras más rápida de evaluar si un producto está apto para consumo humano es la evaluación sensorial.

La aceptabilidad es una encuesta que se debe de realizar con preguntas específicas, sencillas y claras para los que evalúan alimentos (Masi y Atalah, 2008).

En un estudio se evaluó la calidad de fruta y su aceptabilidad de diferentes cultivares de frutilla, a los consumidores se les indicó que probarán las muestras y reportarán con números la aceptabilidad global y aceptabilidad del sabor mediante una escala hedónica estructurada de 9 puntos con los extremos mínimos nada y máximo mucho (Lado et al., 2012).

2.2.6. Invernadero

Se clasifican en relación al control de los factores meteorológicos en: climatizados (control automatizado de temperatura, humedad relativa, ventilación y luz), semiclimatizados (tienen cierto grado de automatización de la temperatura, humedad y luz) y no climatizados que son los más viables económicamente para el pequeño y mediano productor con vistas a la producción comercial de hortalizas para el mercado nacional, no poseen ningún tipo de equipo que emplee energía transformada y su utilización está condicionada a la aplicación de factores físicos de la propia naturaleza del ambiente (Jaramillo et al., 2007).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Agua de mar

El mar bordea la costa, es un líquido salado de tamaño menor al océano (Turabián y Pérez, 2015). El agua de mar contiene diversos componentes que provienen de la erosión química de las rocas terrestres, de los volcanes que durante una precipitación de lluvias, granizos o nieve son trasladados de microcuencas, subcuencas y cuencas a través del río principal que desemboca

en el mar. Otros materiales provienen del interior de la tierra, la mayoría liberados al océano en los manantiales hidrotermales (Castro y Huber, 2007).

Agua destilada

El agua destilada es obtenida por destilación solar, el cual se ha eliminado sus impurezas disminuyendo su conductividad eléctrica (Chaparro, 2018).

Abono orgánico

El abono orgánico es todo aquello que contiene productos naturales, como residuos orgánicos utilizables, estiércol de vacuno, compost, humus y residuos de cultivos. Los abonos orgánicos contribuyen a la fertilidad del suelo (Román, 2013).

Aceptabilidad

Es una evaluación de aceptar o rechazar un producto de acuerdo a sus características organolépticas (ISO, 2008).

Análisis sensorial

El análisis sensorial, es una evaluación científica de un producto realizado por personas con los cinco sentidos (gusto, vista, olfato, oído y tacto) se complementa con análisis estadístico e interpretación de las respuestas a los productos (Stone y Sidel, 1993).

El análisis sensorial es una evaluación con los sentidos de las propiedades o atributos de un producto (Reglero, 2011).

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria que permite evaluar productos con los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Watts et al., 1992).

Cenizas

Las cenizas es lo que queda luego de un proceso de quemado en mufla u oxidación completa del compuesto orgánico (Peralta, 2001).

Compostaje

El compostaje es un proceso de fermentación aeróbica de productos orgánicos que se descomponen biológicamente (Michaud, 2007).

Compost

El compost es el producto del proceso de compostaje. Es un compuesto estable, comparable al humus en la naturaleza (Michaud, 2007).

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato, es la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica siendo directamente proporcional su incremento (Barbaro et al., 2018).

Destilación

Es un proceso que pasa por una vaporización y condensación con la finalidad de separar una fracción diferente a la inicial, depende de su finalidad (Ocon y Tojo, 1982). Por otro lado, Noble y Terry (2004) afirman que la destilación es una separación de equilibrio limitado que utiliza el calor como un agente separador de energía. Se aplica cuando dos o más líquidos relativamente volátiles, que se vaporizan a diferentes temperaturas, necesitan ser separados o fraccionados en flujos de productos casi puros. La destilación separa los componentes de una mezcla líquida en función de sus diferentes puntos de ebullición.

Destilación solar

Se realiza mediante un equipo activado con energía solar, es un proceso donde los componentes más volátiles pasan al estado de vapor y luego son recuperados en forma líquida mediante una condensación (Zizzias et al., 2010).

Descomposición biológica

La descomposición biológica es el trabajo de un conjunto de organismos vivos (microorganismos, lombrices de tierra, etc.) que participan en la degradación del producto orgánica (Michaud, 2007).

Energía solar

Es la energía que se produce en el sol por fusión y llega a la tierra como radiación solar (Rodríguez, 2009).

Energía radiante

La luz visible es un tipo de radiación electromagnética o energía electromagnética (Silberberg, 2010).

Espinaca

Pertenece a la familia *Chenopodiaceae*, de nombre científico *Spinacia oleracea* L. es una planta de raíz pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial, que forma en primer lugar una roseta de hojas pecioladas (alcanza los 15 a 25 cm), con un limbo que puede ser más o menos sagitado, triangular-ovalado, o triangular acuminado, de márgenes enteros o sinuosos y de aspecto blando, rizado, liso o abollado (Maroto, 1983).

En la Figura 2 se observa la espinaca cuyo nombre científico es el de *Spinacia oleracea* L.



Figura 2. *Spinacia oleracea* L.

Invernadero

Es un lugar cerrado, de estructura adecuada, cubierta por materiales transparentes, donde se puede controlar el microclima para producir plantas en condiciones óptimas (Jaramillo et al., 2007).

pH

El pH es una medida de la acidez que va desde ácido hasta básico y en el intermedio de valores el neutro (Barbaro et al., 2018).

pH de agua de mar

El pH del agua de mar está sobre $\text{pH} = 7,4 - 8,4$, lo que hace que se considere ligeramente básico (Reyna et al., 2013).

Pruebas hedónicas

Miden el agrado o desagrado de un alimento por parte de la población. Se usan escalas categorizadas desde “me disgusta muchísimo” hasta “me gusta muchísimo” (Watts et al., 1992).

Salinidad de agua de mar

Es la concentración total de componentes que se encuentran en el agua de mar, este contiene en promedio 35 gramos de sales disueltas/kg de agua de mar (Cifuentes et al., 1997).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación utilizado es explicativo. Se usó un diseño experimental factorial con dos factores: factor A= Agua destilada de mar (con dos niveles 2 y 4 riegos a la semana) y factor B= Compost (con tres niveles al 0, 25 y 50 %) con tres repeticiones. En la Tabla 2 se muestra los tratamientos y repeticiones para el desarrollo del experimento.

Tabla 2

Tratamiento y repeticiones para el desarrollo del experimento del efecto del uso de agua destilada de mar sobre el crecimiento de espinaca.

Variables		Repeticiones		
Agua destilada de mar (Riegos por semana)	Compost de residuos orgánicos %	R1	R2	R3
2	0			
2	25			
2	50			
4	0			
4	25			
4	50			

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La muestra fue el agua de mar de la playa Boca del Rio de la provincia de Tacna, se considerará en total 500 L de agua destilada de mar con energía solar.

Se utilizó compost 50 kg que fueron elaborados de residuos orgánicos. Se utilizó semillas de espinaca (50 g) y se realizó la siembra directa en macetas en un invernadero.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la Tabla 3, se muestra la operacionalización de variables utilizadas en la determinación del efecto del porcentaje de compost o número de riegos por semana que se le añadió a la espinaca.

Tabla 3

Operacionalización de variables.

Variab	Dimensiones	Indicadores
1. Variables independientes		
X1= Agua destilada de mar	Cantidad	Volumen
	Características	pH
	Riego	Conductividad eléctrica Número de veces por semana
X2= Compost de residuos orgánicos	Características	Dosis pH
2. Variables dependientes		
Y1= Crecimiento de la espinaca	Tamaño	Largo de la hoja Diámetro de la hoja
Y2= Contenido de ceniza	Cantidad	Porcentaje
Y3= Aceptabilidad	Prueba sensorial	Escala hedónica

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para cada objetivo se incidió en la frecuencia de muestreo, descripción de materiales e insumos y su prueba estadística respectiva.

Obtener agua destilada de mar mediante un destilador solar

Se construyó un destilador solar de agua de mar donde se obtuvo agua destilada al cual se evaluó el volumen, pH y la conductividad eléctrica.

Obtener compost de residuos orgánicos mediante un proceso biológico

Se elaboró compost en el ambiente (condiciones aeróbicas), se utilizó un volumen de estiércol, con un volumen de residuos orgánicos, se formó un montón como una pirámide de la siguiente manera: En la parte de abajo se puso estiércol de vacuno con una altura de 10 cm y se añadió un volumen casi similar con altura de 10 cm, se añadió un poco de agua; seguidamente se puso estiércol con una altura de 10 cm, seguidamente el residuo y se añadió agua sin cloro, se siguió el mismo proceso hasta tener una altura de 80 cm, se realizó la prueba de agua con una pequeña muestra de lo preparado apretándolo con la mano donde apenas caía una gota de agua lo que indicó que la cantidad de agua fue la adecuada, posteriormente se tapó con sacos de malla rasel para que mantenga el calor. Al cabo de 1 mes se realizó el volteado con una lampa y se añadió un poco de agua sin cloro, se formó la pirámide y se tapó nuevamente y pasado los tres meses el compost tuvo la temperatura ambiental siendo más estable y culminándose su proceso fermentativo por los microorganismos (Román, Martínez y Pantoja, 2013). Se determinó el pH en todo el proceso de compostaje en una relación compost-agua de 1 a 2 agitándose por 30 min y mediante un pH metro a lectura directa.

Evaluar el efecto de riego con agua destilada de mar y compost de residuos orgánicos sobre el tamaño de la hoja de espinaca en un invernadero

La evaluación del efecto del riego de espinacas con agua destilada de mar se realizó al final (2 meses), donde se verificó su crecimiento en altura y diámetro de la espinaca mediante el uso de un vernier.

Evaluar el contenido de ceniza y la aceptabilidad de las espinacas cultivadas

La determinación del contenido de cenizas se realizó mediante la metodología de la mufla a 550 °C x 5 horas.

La prueba de aceptabilidad se realizó con un panel de 50 personas mediante una escala hedónica de me gusta muchísimo (9 puntos) a me disgusta muchísimo (1 punto).

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Obtener agua destilada de mar mediante un destilador solar

El análisis estadístico de tiempo sobre el volumen de agua destilada de mar mediante un destilador solar se realizó con el coeficiente de determinación ($p=0,01$) con el programa estadístico Sigma Plop V12.

Obtener compost de residuos orgánicos mediante un proceso biológico

Se controló el tiempo y pH analizándose con el coeficiente de determinación ($p=0,01$) con el programa estadístico Sigma Plop V12.

Evaluar el efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el tamaño de hoja de la espinaca en un invernadero

Se utilizó el análisis de varianza para comparar el crecimiento de las espinacas a diferentes porcentajes de compost y agua destilada de mar, complementados con la prueba de Tukey ($p=0,05$) mediante el programa estadístico SPSS (PASW Statistics) V 18.

Evaluar el contenido de ceniza y la aceptabilidad de las espinacas cultivadas

Se utilizó la prueba estadística de análisis de varianza a las tres muestras de espinaca en el contenido de cenizas y la prueba de Tukey ($p=0,05$) con el programa estadístico SPSS (PASW Statistics) V 25. La prueba de aceptabilidad se realizó con un análisis de varianza y prueba de Tukey ($p=0,05$) con el programa estadístico Infostat.

CAPÍTULO IV

MARCO FILOSÓFICO

El hombre es un complejo de energía que es parte de la tierra. El ambiente que es un lugar lleno de energía el cual se canaliza a través de diversos seres vivos o sin vida como los parámetros meteorológicos, todo esto conduce a que la ciencia es racional, por tanto el saber ambiental es una construcción de habilidades y destrezas del ser humano que trata de predecir, atrapar el tiempo y proyectarse hacia un mundo equilibrado con una tendencia a lograr ciudades inteligentes en armonía con el ambiente, esa es una epistemología ambiental que conduce al saber diario de la realidad que rodea hombre-naturaleza, un saber racional de acuerdo a la modernidad con un pensamiento global y conocimiento multidisciplinario (Leff, 2006).

En fin, el futuro es ahora y no mañana, el camino es largo, extenso y cerca, la actitud es pequeña y grande, el pensar es sublime que alimenta día a día de lo cercano y lejano, las crisis ambientales son inmensas y reducidas, pero el homo sapiens es quien dirige lo cercano o lejano de la realidad que rodea a cada hombre, existen varios senderos abiertos en la filosofía que se relacionan con las ciencias naturales y sociales (Bugallo, 2007). Por consiguiente, es primordial utilizar, aplicar una educación ambiental física que conlleve a la mejora de lugares en desequilibrio ambiental, eso requiere del compromiso y responsabilidad diaria de cada actor como parte del ecosistema global (Coutiño, 2011).

Para Popper, el método crítico es el método de ensayo y error: "El método de proponer oraciones racionales que serán demostradas mediante una crítica severa, si estaba equivocado o tenía la razón [1974 a, 68]. Puesto que no hay inducción, la ciencia empieza con problemas: "Nunca

argumentamos de los hechos a las teorías, sino por medio de refutación o falsación [1974 a, 68]. El método de eliminación por ensayo y error, contribuye a la certeza de mejora continua empírica, lo cual contribuye a mejorar el conocimiento fáctico de lo real (Redman, 1994).

Según Popper la inducción es un mito que ofrece el método de “conjeturas” y “refutaciones”. De acuerdo con Popper toda afirmación es realizada por investigadores científicos como aporte a la ciencia del conocimiento. El propósito de dichas afirmaciones es sustentar un problema, cosa que no se puede realizar con una inducción. Una vez demostrada la hipótesis con rigor científico (experimentos con múltiples repeticiones validados estadísticamente a niveles de confianza de $p=0,05$, $0,01$, $0,001$) se dice que esa conjetura ha sido corroborada. Para Popper, “comprobado” solo quiere decir que la hipótesis ha sido demostrada sobreviviendo a intentos de falsación. Sin embargo, según Rosario (2010) menciona que las teorías jamás se verifican, no se pueden determinar de una vez y por todas si son verdaderas, solo se pueden falsar.

En tal sentido, se considera que la posición filosófica y epistemológica, asumida en el presente estudio es la popperiana que ofrece el método de “conjeturas” y “refutaciones”, para determinar el efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. OBTENCIÓN DE AGUA DESTILADA DE MAR CON UN DESTILADOR SOLAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE UN PROCESO BIOLÓGICO

Destilador solar

En la figura 3 se presenta el destilador solar tipo caja de una sola vertiente, las dimensiones fueron: Largo 95 cm, ancho de 60 cm y una altura de 46 cm.



Figura 3. Destilador solar tipo caja de una sola vertiente.

Destilación solar de agua de mar

En la Figura 4 se representa la hora del día (h) vs volumen de agua destilada de mar acumulado (ml) del proceso de destilación solar el cual fue de 1390 ml/11 h (126,37 ml/h). El análisis estadístico permitió determinar el

coeficiente de determinación para el proceso de destilación solar de agua de mar y obtener agua destilada, el cual fue de $R^2=0,9978$; para el coeficiente ajustado fue $R^2_{ajustado}=0,9970$ y, por lo tanto, se eligió el modelo matemático que más se ajustó por la ecuación polinomial cúbica:

$$Y \text{ (volumen de agua destilada, ml)} = 3869,9799 - 1179,8163X + 110,0308X^2 - 2,9002X^3$$

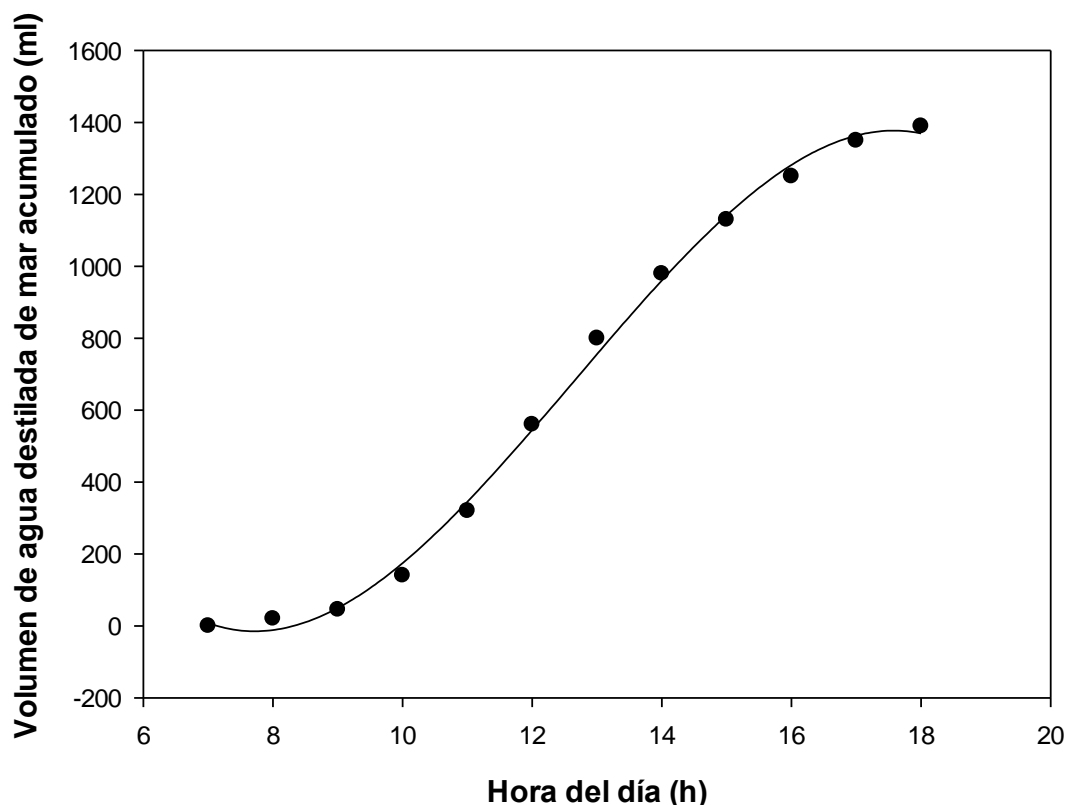


Figura 4. Hora del día (h) vs volumen de agua destilada de mar acumulado (ml).

La Tabla 4 reporta el análisis de varianza del pH de agua de mar y agua destilada de mar con energía solar indica que existe una elevada diferencia significativa ($p=0,01$) entre los tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 0,322 %.

Tabla 4

Análisis de varianza del pH de agua de mar y agua destilada de mar con energía solar.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	2,559	1	2,959	5380,655	0,0001
Error	0,004	8	0,001		
Total	2,964	9			

CV=0,322 %

En la Tabla 5 se presenta la prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): pH del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar, la cual reporta que el pH del agua de mar fue en promedio 7,826 y se diferenció con respecto al agua destilada de mar con energía solar el cual fue de 6,738.

Tabla 5

Prueba del rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): pH del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar.

N°	Tratamiento	Promedio (pH)	Significancia
1	Agua de mar	7,826	a
2	Agua destilada de mar con energía solar	6,738	b

La Tabla 6 se reporta el análisis de varianza de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar la cual indica que existe una elevada diferencia significativa ($p=0,01$) entre los tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 0,326 %.

Tabla 6

Análisis de varianza de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	5621407696,021	1	5621407696,021	936612,464	0,0001
Error	48014,802	8	6001,850		
Total	5621455710,822	9			

CV=0,326 %

La Tabla 7 muestra la prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar, la cual reporta que la conductividad eléctrica del agua de mar tuvo un promedio de 47 480,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y se diferenció con respecto al agua destilada de mar con energía solar el cual tuvo un promedio de 60,984 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabla 7

Prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua de mar y agua destilada de mar con energía solar.

N°	Tratamiento	Promedio ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Significancia
1	Agua de mar	47 480,000	a
2	Agua destilada de mar con energía solar	60,984	b

Compost de residuos orgánicos mediante un proceso biológico

El compost se inició con 8,15 luego en el proceso de fermentación aeróbica disminuyó a 6,3 y al final tuvo un pH de 7,6. La Figura 5 presenta el proceso de compostaje, tiempo (días) vs pH, la mezcla se realizó con un volumen de residuos orgánicos secos y un volumen de estiércol de res seco, se añadió agua al inicio y luego a los 40 días y tuvo un tiempo de elaboración del compost de 90 días. El análisis estadístico permitió determinar el coeficiente de determinación durante el proceso de compostaje, el cual fue de $R^2=0,8621$; para el coeficiente ajustado fue $R^2_{ajustado}=0,7932$ y, por lo tanto, se eligió el modelo matemático que más se ajustó por la ecuación polinomial cúbica:

$$Y_{\text{(proceso de compostaje, pH)}} = 8,4330 - 0,0803X + 0,0009X^2 - 0,00000144X^3$$

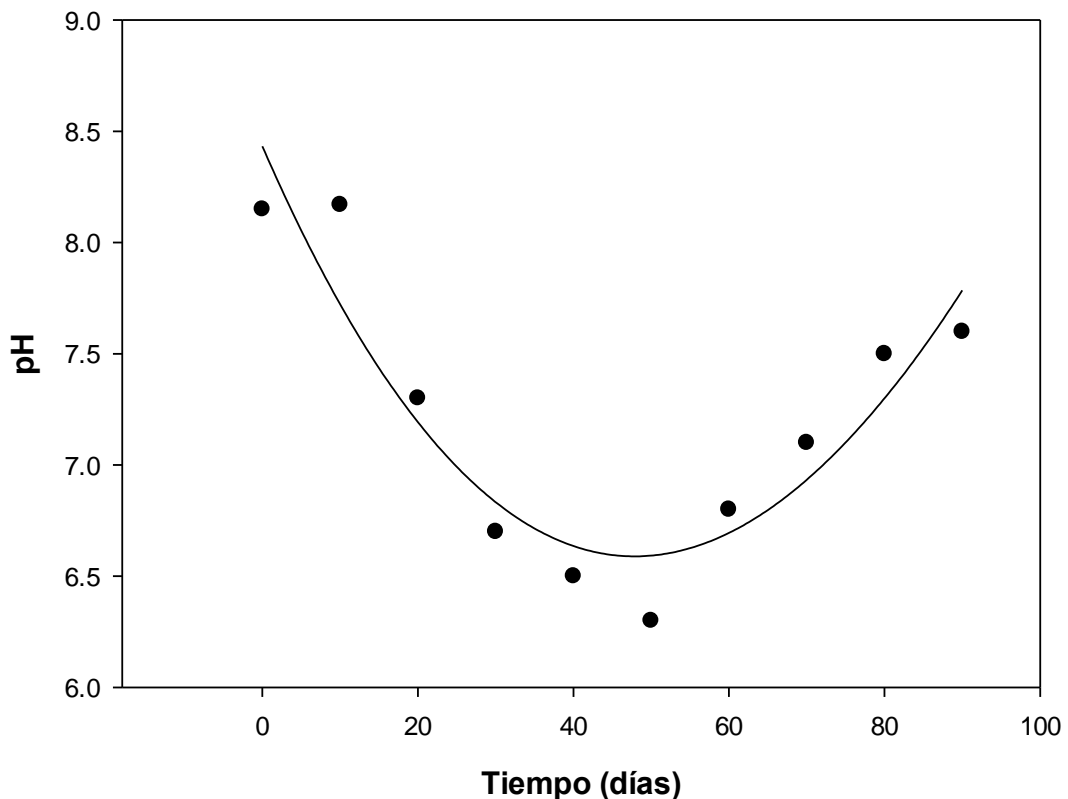


Figura 5. Proceso de compostaje, tiempo (días) vs pH.

5.2. EFECTO DE USO DEL AGUA DESTILADA DE MAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOBRE EL TAMAÑO DE HOJA DE LA ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

La siembra se realizó de manera directa en maceteros que contenían compost (%) y se añadió 300 ml de agua destilada de mar con energía solar por macetero de acuerdo al diseño experimental y 10 semillas por depósito.

Altura de hoja de la espinaca a los dos meses

La Tabla 8 reporta el análisis de varianza de la altura de las hojas de espinaca regadas con agua destilada de mar durante dos meses, lo cual indica que el riego por semana influyó ($p=0,05$) sobre la altura de la hoja de espinaca, y el compost y la interacción riego por semana-compost tuvo una elevada diferencia significativa ($p=0,01$) sobre la altura de la hoja de espinaca con un coeficiente de variabilidad de 5,679 %.

Tabla 8

Análisis de varianza de la altura de las hojas de espinacas regadas con agua destilada de mar y compost (%).

FV	SC	gl	CM	F	P-valor
Riego X semana	2,722	1	2,722	8,167	0,0144
Compost (%)	344,333	2	172,167	516,500	0,0001
Riego X semana-compost	5,444	2	2,722	8,167	0,0058
Error	4,000	12	0,333		
Total	356,500	17			

CV=5,679 %

La Tabla 9 presenta la prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Efecto del número de riego con agua destilada de mar sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca, la cual reporta que el riego por cuatro veces con agua destilada de mar sobre la espinaca tuvo un promedio de altura de hoja de 10,556 cm y se diferenció con respecto al riego con dos veces que tuvo un promedio de altura de hoja de 9,778 cm.

Tabla 9

Prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Efecto del número de riego con agua destilada de mar sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca.

N°	Riego por semana con agua destilada de mar	Promedio (cm)	Significancia
1	4 veces	10,556	a
2	2 veces	9,778	b

La prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Efecto del compost sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca (Tabla 10) reporta que al 25 % de compost la espinaca tuvo una altura máxima de 13,667 cm y no se diferenció con respecto al 0 % de compost que fue de 12,833 cm pero sí con respecto al 50 % de compost que tuvo un promedio de altura de hoja de 4,00 cm.

Tabla 10

Prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Efecto del compost sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca.

N°	Compost	Promedio (cm)	Significancia
1	Al 25 % de compost	13,667	a
2	0 % de compost	12,833	a
3	Al 50 % de compost	4,000	b

La prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Efectos simples del riego por semana y compost sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca (tabla 11) reporta que con cuatro riegos y 25 % de compost tuvo la máxima altura de la hoja de espinaca con 14,667 cm y no se diferenció con respecto al tratamiento con cuatro riegos y 0 % de compost que tuvo 13,333 cm pero sí se diferenciaron con respecto a los demás, y el último lugar lo ocupó el tratamiento con cuatro riegos y 50 % de compost que fue de 3,667 cm.

Tabla 11

Prueba del rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Efectos simples del riego por semana y compost sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca.

N°	Compost	Promedio (cm)	Significancia
1	4 riegos y 25 % de compost	14,667	a
2	4 riegos y 0 % de compost	13,333	a b
3	2 riegos y 25 % de compost	12,667	b
4	2 riegos y 0 % de compost	12,333	b
5	2 riegos y 50 % de compost	4,333	c
6	4 riegos y 50 % de compost	3,667	c

Diámetro de hoja de la espinaca a los dos meses

La Tabla 12 reporta el análisis de varianza del diámetro de las hojas de espinaca regadas con agua destilada de mar durante dos meses la cual indica que el riego por semana influyó ($p=0,05$) sobre el diámetro de la hoja de espinaca, el compost una elevada diferencia significativa ($p=0,01$) sobre el diámetro de la hoja de espinaca, mientras que la interacción riego por semana-compost no tuvo influencia sobre el diámetro de la espinaca con un coeficiente de variabilidad de 8,163 %.

Tabla 12

Análisis de varianza del diámetro de las hojas de espinacas regadas con agua destilada de mar y compost (%).

FV	SC	gl	CM	F	P-valor
Riego X semana	2,722	1	2,722	6,125	0,0292
Compost (%)	273,000	2	136,500	307,125	0,0001
Riego X semana-compost	1,444	2	0,722	1,625	0,2374
Error	5,333	12	0,444		
Total	282,500	17			

CV=8,163 %

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efecto del número de riego con agua destilada de mar sobre el diámetro de la hoja (cm) de la espinaca (Tabla 13) reporta que el riego por cuatro veces tuvo el máximo diámetro de la espinaca con 8,556 cm en promedio y se diferenció con respecto a los dos riegos por semana el cual fue de 7,778 cm de diámetro de la espinaca en promedio.

Tabla 13

Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efecto del número de riego con agua destilada de mar sobre el diámetro de la hoja (cm) de la espinaca.

N°	Riego por semana con agua destilada de mar	Promedio (cm)	Significancia
1	4 veces	8,556	a
2	2 veces	7,778	b

La prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efecto del compost (%) sobre el diámetro de la hoja (cm) de espinaca reporta que el compost al 25 % en un macetero obtuvo el máximo diámetro en promedio de la espinaca (Tabla 14)

con 11,167 cm y no se diferenci6 con respecto al 0 % de compost que tuvo 10,667 cm, pero s3 con respecto al 50 % de compost que tuvo el m3nimo di6metro de hoja de espinaca de 2,667 cm.

Tabla 14

Prueba de rango m3ltiple de Tukey (P=0,05): Efecto del compost (%) sobre el di6metro de la hoja (cm) de espinaca.

N°	Compost	Promedio (cm)	Significancia
1	Al 25 % de compost	11,167	a
2	0 % de compost	10,667	a
3	Al 50 % de compost	2,667	b

La prueba de rango m3ltiple de Tukey (P=0,05): Efectos simples del riego por semana con agua destilada de mar y compost sobre el di6metro de la hoja (cm) de espinaca (Tabla 15) reporta que con cuatro riegos por semana y 25 % de compost en maceteros se logr6 obtener el m6ximo di6metro de la espinaca con 11,667 cm y no se diferenci6 con respecto a cuatro riegos y 0 % de compost (11,333 cm), dos riegos y 25 % de compost (10,667 cm), y dos riegos y 0 % de compost (10,000 cm), pero s3 con respecto a dos riegos y 50 % de compost y cuatro riegos y 50 % de compost que tuvieron el mismo di6metro de espinaca (2,667 cm).

Tabla 15

Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Efectos simples del riego por semana con agua destilada de mar y compost sobre el diámetro de la hoja (cm) de espinaca.

N°	Compost	Promedio (cm)	Significancia
1	4 riegos y 25 % de compost	11,667	a
2	4 riegos y 0 % de compost	11,333	a
3	2 riegos y 25 % de compost	10,667	a
4	2 riegos y 0 % de compost	10,000	a
5	2 riegos y 50 % de compost	2,667	b
6	4 riegos y 50 % de compost	2,667	b

5.3. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZA Y ACEPTABILIDAD DE LAS ESPINACAS (*Spinacia oleracea* L.) CULTIVADAS

Cenizas de las espinacas regadas con agua destilada de mar

La Tabla 16 muestra el análisis de varianza del contenido de cenizas en las espinacas regadas con agua destilada de mar, la cual reporta que el riego por semana, el compost (%) y la interacción riego por semana-compost no influyeron significativamente sobre el contenido de cenizas en las espinacas ($p=0,05$) y con un coeficiente de variabilidad de 0,439 %.

Tabla 16

Análisis de varianza del contenido de cenizas en las espinacas regadas con agua destilada de mar.

FV	SC	gl	CM	F	P-valor
Riego X semana	0,001	1	0,001	3,781	0,2153
Compost (%)	0,00034	2	0,00017	1,093	0,0757
Riego X semana-compost	0,00037	2	0,00019	1,200	0,3349
Error	0,002	12	0,00016		
Total	0,117	17			

CV=0,439 %

La Figura 6 reporta el promedio del contenido de cenizas en las muestras de espinaca regadas con agua destilada de mar, el máximo contenido lo obtuvo el tratamiento T2 (riego de dos semanas con 25 % de compost) con 2,853 % y el tratamiento T6 (riego cuatro veces por semana y 50 % de compost) con 2,828 %.

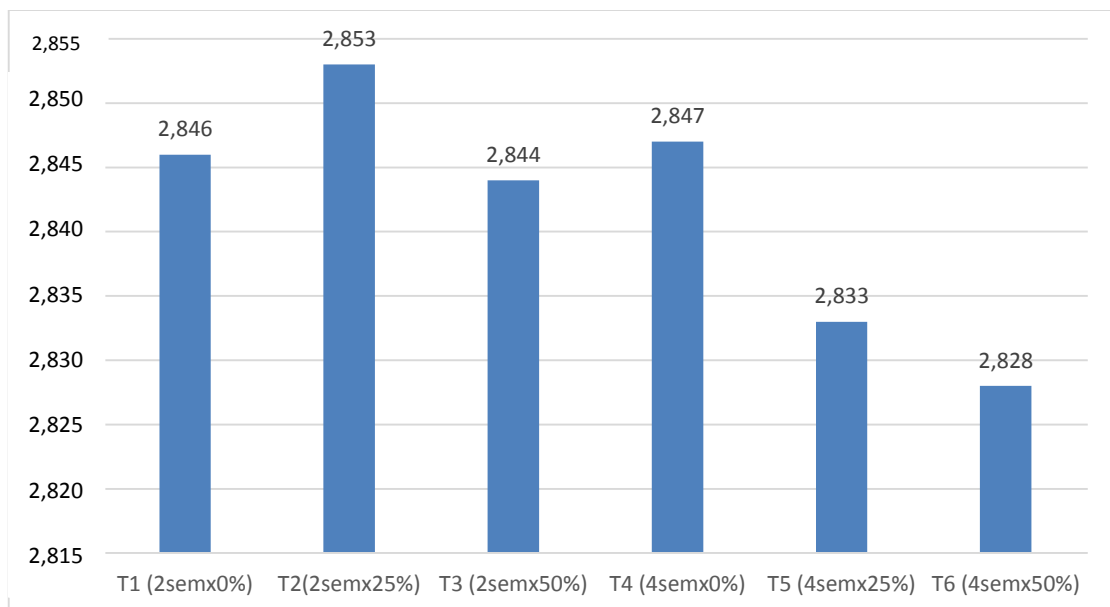


Figura 6. Promedio del contenido de cenizas en las muestras de espinacas regadas con agua destilada de mar.

Aceptabilidad de las espinacas

La Tabla 17 muestra el análisis de varianza de la aceptabilidad de espinacas regadas con agua destilada de mar, la cual indica que entre las muestras hubo una elevada diferencia significativa ($p=0,01$) con un coeficiente de variabilidad de 8,760 %.

Tabla 17

Análisis de varianza de la aceptabilidad de espinacas regadas con agua destilada de mar.

FV	SC	gl	CM	F	P-valor
Muestras	788,080	5	157,645	612,029	0,0001
Jueces	11,853	49	0,242	0,939	0,5916
Error	63,107	245	0,258		
Total	863,187	299			

CV=8,760 %

En la Tabla 18 se presenta la prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Aceptabilidad de espinacas regadas con agua destilada de mar reporta que la muestra 5 (4 riegos+25 % de compost) obtuvo el máximo puntaje con 8,00 puntos en promedio calificado como “me gusta mucho” y no se diferenció con respecto a la muestra M2 (2 riegos+25 % de compost, 7,760 puntos) pero sí con respecto a las demás muestras de espinaca, y la muestra 3 (2 riegos+50 % de compost) obtuvo el mínimo puntaje con 3,760 puntos en promedio calificado como “me disgusta levemente”.

Tabla 18

Prueba de rango múltiple de Tukey (P=0,05): Aceptabilidad de espinacas regadas con agua destilada de mar.

N°	Muestras	Promedio de puntaje	Significancia
1	Muestra 5 (4 riegos+25 % de compost)	8,000	a
2	Muestra 2 (2 riegos+25 % de compost)	7,760	a
3	Muestra 4 (4 riegos+0 % de compost)	5,760	b
4	Muestra 1 (2 riegos+0 % de compost)	5,320	c
5	Muestra 6 (4 riegos+50 % de compost)	4,160	d
6	Muestra 3 (2 riegos+50 % de compost)	3,760	e

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1. OBTENCIÓN DE AGUA DESTILADA DE MAR CON UN DESTILADOR SOLAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE UN PROCESO BIOLÓGICO

6.1.1. Destilador solar

El destilador solar tipo caja de una sola vertiente (figura 3) tuvo dimensiones de largo 95 cm, ancho de 60 cm y una altura de 46 cm y las dimensiones fueron superiores al reportado por Chaparro (2018) quien construyó un destilador tipo caja con 60 cm de largo, 30 cm de ancho y 15 cm de alto.

6.1.2. Destilación solar de agua de mar

La hora del día (h) vs volumen de agua destilada de mar acumulado (ml) del proceso de destilación solar (figura 4) indica un máximo de 1 390 ml/11 h (126,37 ml/h), resultado superior a lo reportado por Chaparro (2018) quien obtuvo en un destilador tipo caja 351,17 ml de agua destilada de mar durante 8 h, del mismo modo por Yabroudi et al. (2011) quienes desalinizaron el agua empleando un destilador tubular reportando 0,246 L/día al destilar agua sintética con 30 000 mg/L de cloruros, el resultado de la presente investigación es inferior a lo reportado por Hanane et al. (2012) quienes desalinizaron el agua de mar de Fouka-Argelia de 10 a 14:00 h obteniendo rendimientos promedios de agua destilada de mar de 4 L/m²/día. Así mismo, a pesar de tener otras características los destiladores solares, Chinappi et al. (2007) obtuvieron una producción media de 111,90 y 368,65 L/año sobre todo para el tiempo de lluvias y sequías, respectivamente y Ruiz (2013) preparó su proceso de destilación de agua de mar de 9:30 a 14:30 h, con 500 ml de agua de mar obtuvo de 160 a 368 ml de agua destilada.

6.1.3. pH y conductividad eléctrica del agua destilada de mar

El pH del agua de mar fue en promedio 7,826 y se diferenció con respecto al agua destilada de mar con energía solar el cual fue de 6,738, pero son similares a lo indicado por Chaparro (2018) quien reportó en el agua de mar de Tacna (playa Boca del Rio) un pH de 7,8033 y en el agua destilada de mar pH de 6,973. Así mismo Hanane et al. (2012) obtuvieron agua destilada de mar con un promedio de 6 a 6,5 de pH. La diferencia de estos valores del pH probablemente se deba a la temperatura, salinidad o profundidad de donde se ha obtenido el agua de mar.

Respecto a la calidad de agua para riego, De Almeida y Gisbert (2006) indican que la calidad de agua de riego en un huerto de cítricos su pH varía de 7,75 a 8,70 y según Ayers y Westcot (1985) considera que la calidad de agua para riego debe tener un pH de 6,5 a 8,4. Teniendo en cuenta que el agua destilada de mar obtenida para el riego de la espinaca, cuyo pH es 6,738, se considera como agua de buena calidad para el cultivo.

La conductividad eléctrica del agua de mar tuvo un promedio de 47 480,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y se diferenció con respecto al agua destilada de mar con energía solar el cual tuvo un promedio de 60,984 $\mu\text{S}/\text{cm}$, resultado similar a lo indicado por Chaparro (2018) quien reportó en el agua de mar 47 566,667 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pero el agua destilada de mar 91,9667 $\mu\text{S}/\text{cm}$ el cual fue superior a lo encontrado en la presente investigación, estas diferencias de la conductividad eléctrica del agua destilada de mar se deben probablemente a la altura del destilador y a la temperatura interna. También Ruiz (2013), reportó haber obtenido agua destilada de mar con una conductividad eléctrica de 15,08 a 21,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$, esta gran diferencia se debe probablemente a la concentración de iones.

6.1.4. Compost de residuos orgánicos mediante un proceso biológico

El compost se inició con 8,15 de pH, luego en el proceso de fermentación aeróbica disminuyó a 6,3 probablemente por la producción de dióxido de carbono

que se transformó en ácido carbónico y otros ácidos y al final tuvo un pH de 7,6. El proceso de compostaje tuvo un tiempo de elaboración de 90 días. Barbaro et al. (2018), indican que el pH del medio de cultivo controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles (Solubles o insolubles) para su absorción. En tal sentido Cerna (2011), afirma que el pH óptimo del suelo para el cultivo de la espinaca corresponde aproximadamente al promedio de los valores límites dados 6,0-8,0. Se puede observar que no existen diferencias significativas con las investigaciones de Michaud (2007), quien reporta que en general, la mayoría de las plantas prefieren un suelo relativamente neutro, porque en condiciones demasiado ácidas o demasiado básicas, la asimilación de elementos minerales por parte de la planta es difícil, mientras que Román et al. (2013) indican que el rango ideal del pH es de 5,8 a 7,2 y Thompson (2007) afirma que el pH del suelo de 6 a 7 es ideal para la mayoría de las plantas.

6.2. EFECTO DE USO DEL AGUA DESTILADA DE MAR Y COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS SOBRE EL TAMAÑO DE HOJA DE LA ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

La Tabla 9 presenta la prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Efecto del número de riego con agua destilada de mar sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca, la cual reporta que el riego con cuatro veces con agua destilada de mar sobre la espinaca tuvo un promedio de altura de hoja de 10,556 cm y se diferenció con respecto al riego con dos veces que tuvo un promedio de altura de hoja de 9,778 cm. Por otro lado Melgarejo (2018), en su trabajo sobre el efecto del nivel de salinidad del agua de riego en el crecimiento del cultivo de espinaca en suelo arenoso determinó que el tamaño de la planta es aproximadamente de 0,2 m. Sin embargo, a pesar de no existir trabajos similares, se puede observar que por el bajo nivel de salinidad existe una notable diferencia en la altura de las hojas probablemente por la diferencia de riego que se hizo en esta investigación.

La prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0,05$): Efecto del compost sobre la altura de la hoja (cm) de espinaca (Tabla 10) reporta que al 25 % de compost la espinaca tuvo una altura máxima de 13,667 cm y no se diferenció con respecto al 0 % de compost que fue de 12,833 cm pero sí con respecto al 50 % de compost que tuvo un promedio de altura de hoja de 4,00 cm. Sin embargo, Blanco (2019) en su investigación sobre la evaluación de dosis de caldo de humus de lombriz bajo dos sustratos (sólido y líquido) para la producción de espinaca muestra que los promedios de altura de la espinaca para los efectos de sustrato son diferentes en todos los casos formados dos grupos. Es así que la mayor altura de planta se registra para el sustrato sólido (16,29 cm), con respecto a la altura de planta registrada para el sustrato líquido (6,86 cm). Por otro lado Guapás (2013) en su investigación sobre respuesta de la espinaca a la fertilización foliar complementaria con tres biofermentos, muestra que el largo de la hoja fue en promedio 17,14 cm con un coeficiente de variación de 2,85 %, el cual es excelente en este tipo de investigación dando confiabilidad en los resultados. A pesar que estos antecedentes no tienen las características de esta investigación, probablemente estas diferencias se deben al porcentaje de compost que influye sobre la altura de la hoja de espinaca.

6.3. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZA Y ACEPTABILIDAD DE LAS ESPINACAS (*Spinacia oleracea* L.) CULTIVADAS

La Figura 6 reporta el promedio del contenido de cenizas en las muestras de espinaca regadas con agua destilada de mar, el máximo contenido de ceniza lo obtuvo el tratamiento T2 (riego de dos veces por semana con 25 % de compost) con 2,853 % y el tratamiento T6 (riego cuatro veces por semana y 50 % de compost) con 2,828 %, mientras que en la publicación de tablas peruanas de composición de alimentos, de Reyes et al. (2009) reporta que el contenido de cenizas de espinacas es de 1,7 g de 100 g, por otro lado Alayo y Montoya (2012) en su trabajo de investigación al analizar la espinaca reportaron que el contenido de cenizas estuvo entre 1,75 a 1,65 % respectivamente. Las cenizas de los alimentos son minerales que quedan después que la materia orgánica se ha incinerado totalmente. Estas diferencias del contenido de cenizas se deben

probablemente por los altos niveles de cloro y sodio que contiene el agua de mar y de la cual se obtuvo el agua destilada con la que se hizo el riego de las espinacas en esta investigación, mientras que en los antecedentes se hizo con agua dulce de riego.

La Tabla 17 muestra el análisis de varianza de la aceptabilidad de espinacas regadas con agua destilada de mar, la cual indica que entre las muestras hubo una elevada diferencia significativa ($p=0,01$) con un coeficiente de variabilidad de 8,760 %. Lo cual significa que el producto es aceptado por un individuo o una población determinada, en función de sus propiedades organolépticas, esta es una de las maneras más rápidas de evaluar si un producto es apto para el consumo humano. Así también lo demuestran Otiniano (2019) en su investigación donde mezcla harina de trigo, pasta de tarwi y pasta de espinaca en la elaboración de galletas reportó que el tratamiento con mayor aceptabilidad fue el M3, cuya formulación en pasta de tarwi (7,9 %), pasta de espinaca (2 %) y harina de trigo (36,1 %), de igual manera Solis (2017) en su trabajo de aceptabilidad de una galleta elaborada a partir de la mezcla de harina de trigo integral, harina de soya y espinaca en tres formas distintas de presentación (cruda, harina y extracto), en Mazatenango Suchitepéquez", donde la galleta con mayor aceptabilidad fue la muestra 354 la cual contiene trozos de espinaca en la formulación. Según Liria (2007) indica que la aceptación o rechazo de la calidad de un alimento está relacionado con la percepción subjetiva del consumidor, es decir aspectos ligados a la preferencia del color, sabor, textura, consistencia, presentación, etc. del producto. Por esto es importante que al introducir un alimento al mercado o cambiar algún aspecto del mismo realizar pruebas sensoriales al grupo al cual va dirigido el alimento.

6.4. INVERNADERO

Jaramillo et al. (2007) clasifica los invernaderos en climatizados, semiclimatizados y no climatizados. Los invernaderos no climatizados no poseen ningún tipo de equipo que emplee energía transformada y su utilización está condicionada a la aplicación de factores físicos de la propia naturaleza del

ambiente, así mismo indica que dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, similares en forma y tamaño, con madurez uniforme, más sabrosos y con excelente presentación, características que estimulan sensiblemente el consumo.

En ese sentido, el invernadero que se usó en esta investigación fue un invernadero no climatizado y estuvo acondicionada para un control de lluvias, vientos, heladas y la protección contra algunas plagas como la mosca de la remolacha, pulgones y gusanos grises que son las que afectan a los cultivos de la espinaca.

CONCLUSIONES

1. El uso de agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos influyó ($p=0,05$) sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de invernadero.
2. Se obtuvo agua destilada de mar con un destilador tipo caja de una vertiente en un promedio de 1 390 ml/11 h (126,37 ml/h) con un pH de 6,738; una conductividad eléctrica de 60,984 $\mu\text{S/cm}$ y el compost de residuos orgánicos se obtuvo en un tiempo de 90 días.
3. A mayor número de riegos con agua destilada de mar con energía solar mejora el crecimiento de la espinaca en su diámetro y largo; y el mejor porcentaje de compost fue al 25 %.
4. El agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos no influyó sobre el contenido de cenizas en las espinacas cultivadas; el mejor tratamiento en la prueba de aceptabilidad fue con cuatro riegos y 25 % de compost con 8 puntos en promedio calificado como “me gusta mucho”, en una escala hedónica de 1 (“me disgusta extremadamente”) a 9 puntos (“me gusta extremadamente”).

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios del uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos para el cultivo de hortalizas.
2. Realizar el análisis foliar de la espinaca cultivada con agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos para tener un mejor alcance de los resultados de la absorción de nutrientes.
3. Realizar trabajos de investigación donde se le añada electrolitos al agua destilada de mar con energía solar y se obtenga agua apta para el consumo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayo, M. K. y Montoya, E. (2013). *Determinación de los fitoconstituyentes y nutrientes de las hojas de Spinacia oleracea L. "espinaca", provenientes de las localidades de Santa Rosa y Pedregal de la Provincia de Trujillo, noviembre 2012*. Tesis para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional de Trujillo.
- Ayers, R. S. and Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture*. Fao irrigation and drainage 29 Rev. 1. Roma-Italia.
- Baccaro, K., Degorgue, M., Lucca, M., Picone, L., Zamuner, E., Andreoli, Y. (2006). *Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar del Plata RIA*. Revista de Investigaciones Agropecuarias, vol. 35, núm. 3, diciembre, 2006, pp. 95-110 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Buenos Aires, Argentina.
- Balcázar, Y. E. (2008). *Desarrollo de un prototipo de destilador solar para obtener bioetanol a partir vino de mango (Mangifera indica L.)*. Recuperado de <http://www.edpcollege.info/ebooks-pdf/T2547.pdf>
- Barbaro, L. A., Karlanian M. A. y Mata D. A. (2018). *Importancia del pH y Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. Recuperado de <https://infoagronomo.net/importancia-del-ph-y-conductividad-electrica/>
- Blanco, J. B. (2019). *Evaluación de dosis de caldo de humus de lombriz bajo dos sustratos (sólido y líquido) para la producción de espinaca (Spinacea oleracea L.) en ambiente protegido*. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia.

- Bugallo, A. I. (2007). *Vínculos significativos entre filosofía ambiental y ciencias*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/13603/1/1157-6672-1-PB.pdf>
- Carrasco, K. E., Chilon, E., Mena, C. (2018). *Efecto de tres niveles de abono orgánico líquido aeróbico en la producción de espinaca (Spinacea oleracea L.) en el centro experimental COTA COTA*. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz, vol.5, nº1, pág. 79-88, Junio 2018. ISSN: 2518-6868. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5n1/v5n1_a10.pdf
- Castro, P. y Huber M. E. (2007). *Biología marina*. Sexta edición. McGraw –Hill. España.
- Cepeda, A., Valdez L., Castillo A., Ruiz N., Robledo V., Mendoza R. (2014). *Respuestas de lechuga a la conductividad eléctrica con riesgo superficial y subirrigación*. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4837163>
- Cerna, L. A. (2011). *Manual de olericultura*. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ciencias Agrarias. Publicación del Fondo Editorial UPAO. Trujillo. Perú.
- Cifuentes, J. L., Torres M. y Frías M. (1997). *El océano y sus recursos II. Las ciencias del mar: oceanografía geológica y oceanografía química*. México.
- Chaparro, E. E. (2018). *Comparación de dos destiladores solares para la obtención de agua destilada de mar en Tacna, 2017*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Alas Peruanas. Perú.

- Chinappi, I., Jerez, A. y Rosales, J. (2007). *Destilador de agua solar: alternativa para potabilizar agua en zonas rurales y determinación de costos*. Academia Vol. VI (11): Pág. 70-76. Trujillo-Perú.
- Claudio, O. G. (2018). *Desalinización de agua para aplicaciones de potabilización mediante el desarrollo de tecnología solar sustentable*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Optomecatrónica. Centro de investigaciones en óptica A.C. (CIO). Aguascalientes, AGS. México.
- Coutiño, J. (2011). *La educación ambiental como una filosofía de vida*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194121566016>
- De Almeida A. y Gisbert J. M. (2006). *Variación en la calidad del agua de riego en un huerto de cítricos*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.10, n.1, p.64–69. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000100010>
- Dévora, G. E., Gonzáles. R. y Ponce F. N. (2012). *Técnicas para desalinizar agua de mar y su desarrollo en México*. Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/53633/47694>
- Dévora, G. E., López M. E., Fimbres G. A., Álvarez J., Astorga S. (2016). *Desalación por ósmosis inversa y su aprovechamiento en agricultura en el valle del Yaqui, Sonora, México*. Recuperado de <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1254/1201>
- Digesa. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

- Foncodes. (2014). Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus
Recuperado de <https://pdf4pro.com/view/www-paccperu-org-pe-bd6f9.html>
- Guapás, M. B. (2013). *Respuesta de la espinaca (Spinacea oleracea) a la fertilización foliar complementaria con tres biofermentos. Puenbo, Pichincha*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Central del Ecuador.
- Hanane, A., Adel, D., Brahim, A., Fatma, A., Djilali, T. and Zahia, T. (2012). *An Experimental Study of a Solar Still: Application on the seawater desalination of Fouka*. Procedia Engineering 33. Pág.475 – 484. Tipaza, Algéria.
- Heredia, E. (1999). *La salinidad en los árboles frutales: Nueva propuesta de clasificación de suelos y aguas en función de su salinidad*. Castelldefels – Barcelona: Fruticultura Profesional. ISSN 1131-5660, Nº 107. P.19-30.
- Hoyos, V., Rodriguez, M., Cardenas, J. y Balaguera, H. (2009). *Análisis del crecimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.) bajo el efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno*. Recuperado de <http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/vol3/vol.3.%20no.2/spinach%20effect%20doses%20nitrogen.pdf>
- Huezo, F. R. y Morán, J. I. (2012). *Diseño, construcción y validación de un destilador solar para uso en los laboratorios de la planta piloto de la escuela de Ingeniería Química*. Tesis para optar al título de Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador.
- Iso 5492 (Iso 2008). *Análisis sensorial. Vocabulario*. Recuperado de

<https://es.scribd.com/document/234407935/NTP-ISO-5492-2008-Analisis-Sensorial-Vocabulario>

- Jaramillo N.J., Rodríguez V.P., Guzmán A. M., Zapata M. y Rengifo M. T. (2007). *Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Manual técnico. Gobernación de Antioquia, Mana, Corpoica, Centro de Investigación La Selva.
- Jimenez, J., Arias, L., Espinosa, L., Fuentes, L., Garzon, C., Gil, R., Niño, N. y Rodriguez, M. (2010). *El cultivo de la espinaca (Spinacia oleracea L.) y su manejo fitosanitario en Colombia*. Recuperado de https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf_el_cultivo_de_la_espinaca_spinacia_oleracea_l._y_su_manejo.pdf
- Lado, J., Vicente, E., Manzoni, A., Ghelfi, B. y Ares G. (2012). *Evaluación de calidad de fruta y aceptabilidad de diferentes cultivares de frutilla*. Recuperado de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482012000100007
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes*. Recuperado de <http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libreria/299.pdf>
- Liria, M. R. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Lima. Perú.
- Mamani, E. y Chambilla V. (2009). *Análisis fisicoquímico y biológico del agua para consumo humano en el distrito de Huanuara*. Revista Ciencia y Desarrollo UNJBG Vol. 11. Tacna- Perú.

- Maroto, J. V. (1983). *Horticultura herbácea especial*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España.
- Masi, C. y Atalah, E. (2008). *Análisis de la aceptabilidad, consumo y aporte nutricional del programa alimentario del adulto mayor*. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v136n4/art01.pdf>
- Medina, V. E, Mancilla V. O, Larios M, Guevara G. R, Olguín L. J, Barreto G. O. (2016). *Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco, Jalisco*. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000600007
- Melgarejo, C. (2018). *Efecto del nivel de salinidad del agua de riego en el crecimiento del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.) en suelo arenoso*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú.
- Michaud, L. (2007). *Tout sur le compost le connaitre, le faire, l'acheter et l'utiliser*. Éditions MultiMondes. Printed in Canada.
- Molina, C. R. (2014). *Efecto de cuatro biofertilizantes en la producción de estolones y frutos de fresa (Fragaria vesca L.)*. Recuperado de https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_molina_nieto.pdf
- Noble, R. D. y Terry P. A. (2004). *Principles of chemical separations with environmental applications*. Cambridge university press. EE.UU.
- Ocon, J. y Tojo G. (1982). *Problemas de ingeniería química*. Tomo I. Editorial Aguilar. Madrid-España.

- Otiniano, L. M. (2019). *Determinación del porcentaje de harina de trigo (*Triticum aestivum*), pasta de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y pasta de espinaca (*Spinacea oleracea*) en la aceptabilidad general de galletas*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Peralta, F., Maldonado E. J. y Centeno M. I. (2001). *Manual de prácticas de los laboratorios de alimentos*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Redman, D. A. (1994). *La teoría de la ciencia: de karl Popper auge y caída de la ingeniería social*. Recuperado de http://fce.unal.edu.co/media/files/cuadernos/23/v14n23_redman_1995.pdf
- Reglero, G. (2011). *Ciencia y tecnología de alimentos*. Universidad Autónoma de Madrid (UAM). España.
- Reyes, M., Gómez-Sánchez I., Espinoza Barrientos Cecilia, Bravo Rebatta Fernando y Ganoza Morón Lizette. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Instituto Nacional de Salud. Perú.
- Reyna, J. A., Devis A., Cantera J. R., Cárdenas A., Cabrales E., Lozano J. A., Montealegre J. E., Ramírez A., Rojas, O. y Pardo Z. (2013). *El océano maravilla terrestre*. Primera Edición. Editorial Comisión Colombiana del Océano. Bogotá-Colombia.
- Rodríguez, H. (2009). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12.pdf>
- Rodríguez-Mambuca, R. J., Rodríguez-López, J., Perdomo-Morales, A. (2013). *La calidad del agua destilada en la determinación de cenizas*

conductimétricas en azúcares crudos. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/2231/Resumenes/Resumen_223128548005_1.pdf

Rocha, J. P. y Fernandez C. (2016). *Evaluación agronómica de dos variedades de Espinaca (Spinacea olerácea L.) con dos abonos orgánicos en carpa solar en Chicani - La Paz.* Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S0102-03042016000100005&script=sci_arttext

Román, P., Martínez, M. M. y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Rosario, P. M. (2010). *La filosofía de Karl Popper: Introducción.* Recuperado de http://pmrb.net/books/texts/karl_popper.pdf

Ruiz, J. M. (2013). *Desalinización del agua de mar mediante el uso de energía solar.* Recuperado de <https://studylib.es/doc/7548721/universidad-veracruzana>

Saravia, M. I., Cisneros A. R., Aceves J, Durán G. M., Castro L. J. (2011). *Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del Valle de San Luis Potosí, México.* Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000200002

Satin Morton. (2000). *La irradiación de los alimentos,* Editorial. Acribia, S.A. Zaragoza-España.

Silberberg, Martin S. (2010). *Principles of general chemistry.* Second Edition. McGraw-Hill. New York. United States.

- Solis, J. A. (2017). *Evaluación de la aceptabilidad de una galleta elaborada a partir de la mezcla de harina de trigo integral, harina de soya y espinaca en tres formas distintas de presentación (cruda, harina y extracto), en Mazatenango Suchitepéquez*. Trabajo de graduación en Ingeniería de Alimentos. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Stone, H. y Sidel, J. L. (1993). *Sensory Evaluation practices*. (2004). Third Edition. Recuperado de <https://www.docsity.com/pt/stone-sidel-sensory-evaluation-practices/4796044/>
- Thompson, K. (2007). *Compost*. DK Publishing. New York.
- Torchia, J. C., Porta M. A. y Cervantes, J. G. (2010). *Análisis de energía en estado permanente de un destilador solar simple*. RIIT Vol. XI. Núm.1. Pág. 25-34, issn1405-7743 FI-UNAM.
- Turabián, J. L. y Pérez B. (2015). *Libreta de viaje del médico de familia: El mar*. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/albacete/v8n1/libreta.pdf>
- Valdivia-Medina, R. Y., Pedro-Valdes, S. y Laurel-Gómez, M. (2010). *Agua para uso en laboratorios*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2230/223017807002.pdf>
- Watts, B. M.; Ylimaki, G. L.; Jeffery L. E. y Elías, L. G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá, Internacional Development Research Centre. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/360475901/metodos-sensoriales-basicos-para-la-evaluacion-de-alimentos-1-pdf>
- Yabroudi, S. C., Cardenas, C., Aldana, L., Nuñez, J. y Herrera, L. (2011). *Desalinización de agua empleando un destilador tubular*. Revista Interciencia. Vol. 36 N° 10.

Zizzias, J., Fasulo A., Venier F., Marchesi J., Odicino L. (2010). *Evaluación detallada de un destilador solar colector acumulador*. Avances en Energías Renovables y Medio ambiente Vol 14. 63-69. ISSN 0329-5184.

ANEXOS

ANEXO 1

FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



Figura 7. Preparación de compost orgánico.



Figura 8. Agua de mar para la destilación.



Figura 9. Agua de mar para el desalinizador.



Figura 10. Desarrollo de la espinaca a los 10 días de ser regadas con agua destilada de mar.



Figura 11. Desarrollo de la espinaca a los 20 días de ser regadas con agua destilada de mar.



Figura 12. Desarrollo de la espinaca a los 45 días de ser regadas con agua destilada de mar.



Figura 13. Desarrollo de la espinaca a los 50 días de ser regadas con agua destilada de mar.



Figura 14. Desarrollo de la espinaca a los dos meses de ser regadas con agua destilada de mar.

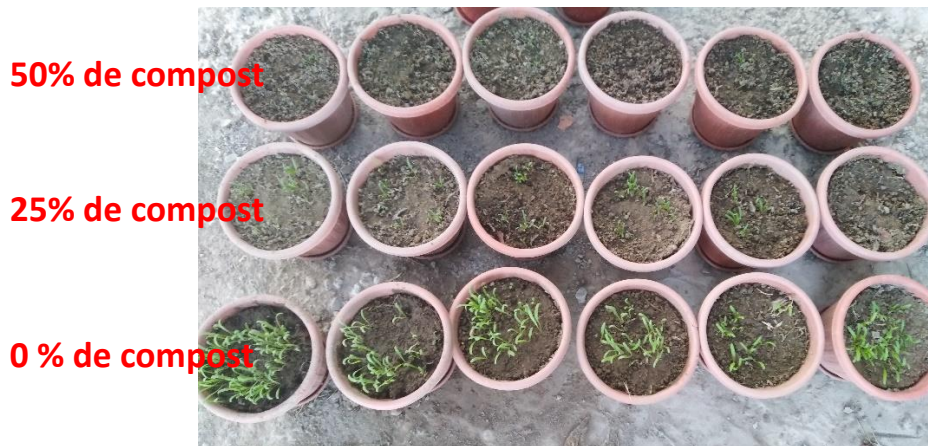


Figura 15. 0% de compost brotó a los 7 días, 25% de compost brotó a los 10 días y 50% de compost brotó a los 15 días.

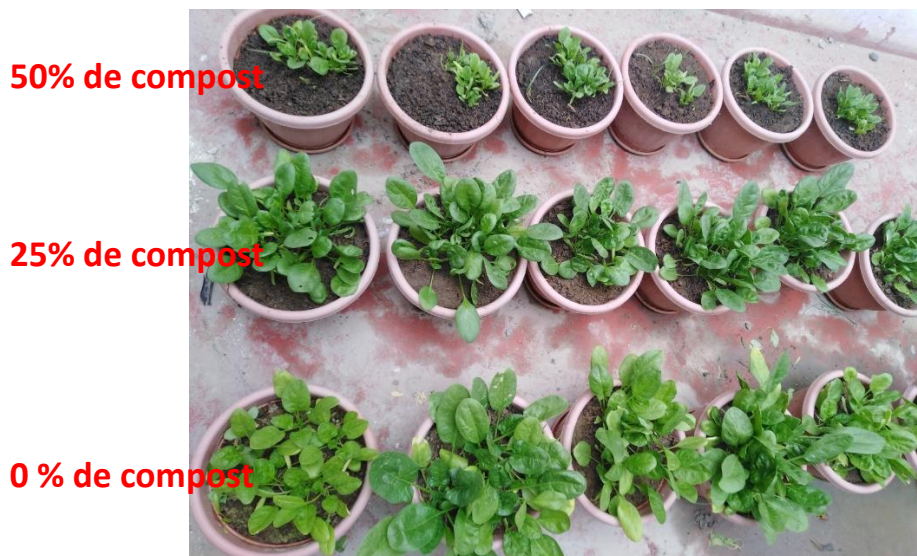


Figura 16. 45 días desde la siembra directa, están de igual tamaño, solo hasta ahí se puede aprovechar para consumir la espinaca sin compost.



Figura 17. A los 60 días, el que tiene compost al 25% tuvo mayor aceptabilidad, el que tuvo 0% de compost está amarillo y el que tuvo 50% de compost está pequeño todavía.



Figura 18. Preparación de muestras de espinacas.



Figura 19. Balanza analítica utilizada para la determinación de cenizas de espinacas.



Figura 20. Mufla para la determinación de cenizas en las muestras de espinaca.



Figura 21. Evaluación sensorial de las espinacas:
Aceptabilidad A.

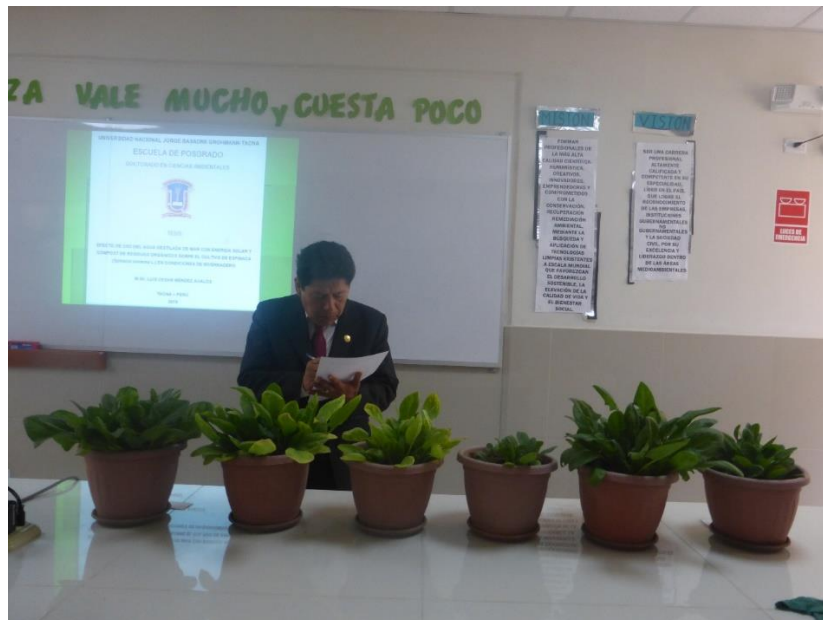


Figura 22. Evaluación sensorial de las espinacas:
Aceptabilidad B.



Figura 23. Evaluación sensorial de las espinacas:
Aceptabilidad C.

ANEXO 2

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL CULTIVO DE ESPINACA CON AGUA DESTILADA DE MAR

Nombre del Juez:..... Fecha:.....

Clasifique las muestras de espinaca según la escala hedónica que se presenta, escribiendo en el casillero correspondiente la apreciación que corresponda a su nivel de agrado o desagrado de las muestras.

FICHA DE CALIFICACIÓN

Atributos	Muestras de espinaca					
	863	508	755	285	318	972
Aspecto general						
Color						
Olor						
Aceptabilidad						

ESCALA HEDÓNICA DE CALIFICACIÓN

CARACTERÍSTICA

PUNTAJE

Me gusta extremadamente	9
Me gusta mucho	8
Me gusta moderadamente	7
Me gusta levemente	6
No me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta levemente	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

COMENTARIOS

.....

Gracias.