



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
CIIDIR-MICHOACÁN

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ABONO TIPO BOCASHI SOBRE EL
DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAHUATE
(*Arachis hypogaea* L.) EN JIQUILPAN, MICHOACÁN.**

Tesis que para obtener el grado de:

Maestra en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable

PRESENTA:

Socorro Aguilar Soto

Directores de tesis:

Dr. José Luis Montañez Soto

Dr. Guillermo Herrera Arreola

Jiquilpan, Michoacán, a octubre del 2022



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

Ciudad de México, 18 de agosto del 2022

El Colegio de Profesores de Posgrado de CIIDIR IPN UNIDAD MICHOACÁN en su Sesión

(Unidad Académica)

Ordinaria No. 393 celebrada el día 18 del mes agosto de 2022 conoció la solicitud presentada por el (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Aguilar	Apellido Materno:	Soto	Nombre (s):	Socorro
-------------------	---------	-------------------	------	-------------	---------

Número de registro: B 2 0 0 5 6 2

del Programa Académico de Posgrado: Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable

Referente al registro de su tema de tesis; acordando lo siguiente:

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:

Evaluación del efecto del abono tipo BOCASHI sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de cacahuete (*Arachis hypogaea L.*) en Jiquilpan, Michoacán

Objetivo general del trabajo de tesis:

Evaluar el efecto de diferentes dosificaciones de abono tipo BOCASHI sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de cacahuete (*Arachis hypogaea L.*) en condiciones de campo en Jiquilpan Michoacán

2.- Se designa como Directores de Tesis a los profesores:

Director: Dr. José Luis Montañez Soto 2° Director: Dr. Guillermo Herrera Arreola
No aplica:

3.- El Trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:

CIIDIR-IPN UNIDAD MICHOACÁN

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente, hasta la aprobación de la versión completa de la tesis por parte de la Comisión Revisora correspondiente

Director(a) de Tesis

Dr. José Luis Montañez Soto

Aspirante

Socorro Aguilar Soto

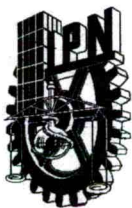
2° Director de Tesis (en su caso)

Dr. Guillermo Herrera Arreola

Presidente del Colegio

Dra. María Valentina Angoa Pérez





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14
REP 2017

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Jiquilpan, Mich., siendo las 12:00 horas del día 30 del mes de septiembre del año 2022, se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Posgrado del CIIDIR-IPN-Unidad Michoacán, para examinar la tesis titulada:

Evaluación del efecto del abono tipo bocashi sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de cacahuate (<i>Arachis hypogaea</i> L.) en Jiquilpan, Michoacán.				del (la) alumno (a):	
Apellido Paterno:	Aguilar	Apellido Materno:	Soto	Nombre (s):	Socorro

Número de registro:

B	2	0	0	5	6	2
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante del Programa Académico de Posgrado:

Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene 38 % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo SI NO SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.

JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN: *(Por ejemplo, el % de similitud se localiza en metodologías adecuadamente referidas a fuente original)*

El análisis de similitud Turnitin del manuscrito arrojó un 38% de similitud general, lo cual no se considera un plagio, ya que todo lo mencionado en el mismo se encuentra debidamente referenciado. Por otro lado, es importante mencionar que la mayor similitud detectada se encuentra ubicada en la parte metodológica, lo cual es muy común en la mayoría de los documentos y ya que esta metodología se encuentra debidamente referenciada, esto no constituye un plagio.

****Es responsabilidad del alumno como autor de la tesis la verificación antiplagio, y del Director o Directores de tesis el análisis del % de similitud para establecer el riesgo o la existencia de un posible plagio.**

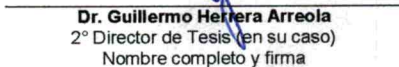
Finalmente y posterior a la lectura, revisión individual así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** **SUSPENDER** **NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD** o **MAYOR** en virtud de los motivos siguientes: La investigación realizada constituye un trabajo original que cumple con los requisitos necesarios que establece el Departamento de Posgrado del IPN, para que pueda considerarse como una tesis de Maestría en Ciencias. Además, se aportan resultados que servirán de base para futuras investigaciones en el área de estudio.

COMISIÓN REVISORA DE TESIS


Dr. José Luis Montañez Soto
Director de Tesis
Nombre completo y firma


Dra. María Valentina Angoa Pérez
Nombre completo y firma

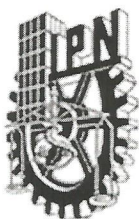

Dra. Martha Alicia Velázquez Machuca
Nombre completo y firma


Dr. Guillermo Herrera Arreola
2° Director de Tesis (en su caso)
Nombre completo y firma


Dra. Ma. Del Rocío Ramírez Jiménez
Nombre completo y firma


Dra. María Valentina Angoa Pérez
Nombre completo y firma
PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE OBRA PARA DIFUSIÓN

En la Ciudad de México el día 03 del mes de octubre del año 2022, la que suscribe **SOCORRO AGUILAR SOTO** alumna del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRÍCOLA SUSTENTABLE**, con número de registro B200562 adscrita al **CIIDIR-IPN-UNIDAD MICHOACÁN**, manifiesta que es la autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **DR. JOSÉ LUIS MONTAÑEZ SOTO** y **DR. GUILLERMO HERRERA ARREOLA**, cede los derechos del trabajo titulado **EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ABONO TIPO BOCASHI SOBRE EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAHUATE (*Arachis hypogaea* L.) EN JIQUILPAN, MICHOACÁN.**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, graficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o directores del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones jmontanez@ipn.mx, gharreola@ipn.mx, socorroaguilarsoto0@gmail.com. Si el permiso se torga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.

Socorro Aguilar

Socorro Aguilar Soto

Nombre completo y firma autógrafa de la
estudiante

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por no dejarme sola, por siempre mantenerse firme a mi lado, por darme la oportunidad de conocer y disfrutar sus maravillas, por guiarme y permitirme formar como profesionalista y por hacer de mi un mejor ser cada día.

Al Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN. Michoacán), me brindaron la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Programa de Becas de Estímulo de Formación de Investigadores (BEIFI), por el apoyo económico otorgado durante la realización de mis estudios de Maestría.

De forma especial agradezco a mis directores de tesis, el Dr. José Luis Montañez Soto, por su tiempo, dedicación y excelentes aportes para el desarrollo y conclusión de este trabajo; así como por mantenerse interesado en mi bienestar en todo momento y al Dr. Guillermo Herrera Arreola, por brindarme su apoyo incondicional en todos los aspectos desde mi formación de ingeniería, sin duda alguna una de las personas más importantes para el inicio y culminación de este gran proyecto.

A los miembros de mi comité tutorial, a la Dra. María Valentina Angoa Pérez, Dra. Martha Alicia Velázquez Machuca y Dra. María del Rocío Ramírez Jiménez por sus consejos y aportes durante todas las etapas para la mejora del trabajo.

A los profesores del CIIDIR -Unidad Michoacán, por compartirme sus conocimientos durante los semestres cursados para mi preparación de posgrado.

Al personal del CIIDIR-Unidad Michoacán, por su apoyo en diversas actividades realizadas en el Centro, especialmente al personal del campo experimental.

A las personas que conforman mi pequeño círculo afectivo, a aquellos que de manera directa o indirecta estuvieron apoyándome no tengo más que agradecer por cada una de sus aportaciones.

DEDICATORIA

Especialmente dedico este logro a mi ángel Ana Alicia Aguilar Soto (†), puesto que me hubiera encantado compartir cada uno de mis logros contigo. Sin embargo, sé que desde donde estas eres la más feliz por mí. Solo decirte que no hay un solo día en el que no piense en ti y que daría cualquier cosa por volver el tiempo atrás.

A mis padres, María Elia Soto Rodríguez y José Sacramento Aguilar Ponce que bendito Dios tengo la dicha de conservar, por darme su apoyo incondicional desde siempre. A ustedes les dedico este logro, puesto que son mi mayor motivación y fortaleza. Mi más grande deseo es que ambos hubieran tenido la oportunidad de vivir lo que ustedes me han permitido a mí. Mis bendiciones por siempre.

De igual manera dedico este triunfo a mis hermanos y sobrinos. Para que con ello sirva de motivación que los impulse a lograr sus sueños y metas. Sepan que, los sueños se cumplen.

Todo es posible cuando lo deseas con toda el alma y confías en Dios.

A Orlando Rafael Martínez Escárzaga, mi compañero por más de siete años, dedico mi esfuerzo a ti, en agradecimiento a tu apoyo y paciencia, como símbolo de que siempre buscaré un mejor porvenir para nuestro bienestar en común.

La mejor inversión a largo plazo es hacer lo mejor que puedas cada día.

CONTENIDO

Capítulo	Página
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	4
1.1.1 Generalidades del cultivo de cacahuete.....	4
1.1.2 Taxonomía.....	4
1.1.3 Descripción botánica	4
1.1.4 Etapas fenológicas	5
1.1.5 Requerimientos edafoclimáticos.....	5
1.1.6 Variedades	6
1.1.7 Plagas y enfermedades.....	6
1.1.8 Importancia y producción de cacahuete	8
1.1.9 Agricultura convencional	9
1.1.10 Agricultura Orgánica.....	9
1.1.11 Manejo de residuos orgánicos	9
1.1.12 Abonos orgánicos	10
1.1.13 Abono orgánico tipo bocashi.....	10
1.1.14 Efecto del bocashi en diversos cultivos.....	12
1.1.15 Uso de bocashi en cacahuete	13

1.2 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 General.....	16
1.3.2 Específicos.....	16
2. MATERIALES Y MÉTODOS	17
2.1 Lugar de estudio	17
2.2 Tratamientos en estudio.....	17
2.3 Elaboración del bocashi.....	18
2.4 Diseño experimental	18
2.5 Material genético	19
2.6 Manejo agronómico del cacahuete	19
2.6.1 Labores culturales del suelo	19
2.6.2 Siembra.....	22
2.6.3 Control de malezas	23
2.6.4 Riego.....	25
2.6.5 Manejo de enfermedades	26
2.6.6 Control de plagas	30
2.6.7 Cosecha.....	32
2.6.8 Toma de datos de las variables	33
2.7 Análisis estadísticos.....	34
3. RESULTADOS	41
3.1 Diagnóstico de fertilidad del suelo	41
3.2 Informe de resultados del bocashi.	44
3.3 Diagnóstico de fertilidad del suelo después de cosecha	45
3.4 Evaluación de las variables.....	50

3.4.1 Germinación y floración.....	50
3.5 Análisis de Varianza (ANOVA).....	51
3.5.1 Germinación	51
3.5.2 Floración.....	55
3.5.3 Altura.....	59
3.5.4 Grosor	63
3.5.5 Vainas por planta.....	67
3.5.6 Peso de vainas.....	71
3.5.7 Semillas por planta	75
4. DISCUSIÓN.....	79
4.1 Análisis de suelo.....	79
4.1.1 Propiedades físicas del suelo	79
4.1.2 Propiedades químicas del suelo.....	80
4.1.3 Fertilidad del suelo	81
4.2 Análisis del bocashi.....	81
4.2.1 Propiedades químicas del bocashi	82
4.2.2 Humedad y fertilidad del bocashi.....	82
4.2.3 Efecto del bocashi en las propiedades fisicoquímicas del suelo	83
4.2.4 Evaluación del bocashi en el cultivo	84
4.3 Evaluación de las variables.....	84
4.3.1 Germinación	84
4.3.2 Floración.....	85
4.3.3 Altura de la planta y grosor del tallo	86
4.3.4 Vainas por planta.....	87
4.3.5 Peso de vainas por planta y número de semillas por planta	87

5. CONCLUSIONES	89
6. RECOMENDACIONES	92
7. LITERATURA CITADA.....	94
8. ANEXOS	107
Anexo 1. Determinaciones, métodos, unidades y resultados para el análisis del bocashi..	107
Anexo 2. Efecto del abono orgánico tipo bocashi sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.....	108
Anexo 3. Costo de elaboración de 480 Kg de bocashi.	109
Anexo 4. Costos que implica el llevar a cabo el manejo agronómico del cultivo sin considerar la fertilización.	110
Anexo 5. Relación costo-beneficio de la producción de cacahuete en una hectárea con bocashi para cada uno de los tratamientos.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Clasificación taxonómica del cacahuate (<i>Arachis hypogaea</i> L.).....	4
2	Etapas fenológicas.....	5
3	Principales plagas y enfermedades del cacahuate.....	7
4	Aportes de los materiales utilizados para elaborar bocashi.....	11
5	Valores óptimos para la funcionalidad del abono.....	12
6	Fechas del control de malezas.....	23
7	Fechas de aplicación de productos orgánicos (prevención de enfermedades).....	29
8	Propiedades físicas del suelo.....	41
9	pH del suelo y necesidades de yeso, cal y lavado	42
10	Fertilidad del suelo.....	43
11	Cationes intercambiables (porcentaje de saturación de bases).....	44
12	Relación entre cationes.....	44
13	Propiedades físicas de suelo postcosecha.....	46
14	pH del suelo y necesidades de yeso, cal y lavado postcosecha.....	47
15	Fertilidad del suelo postcosecha.....	48
16	Cationes intercambiables (porcentaje de saturación de bases) postcosecha.....	49
17	Relación entre cationes postcosecha.....	50
18	ANOVA para el número de semillas germinadas.....	51
19	Medias para el número de semillas germinadas.....	51
20	Pruebas de múltiples rangos para el número de semillas germinadas	52
21	Diferencia significativa entre las medias.....	52
22	Verificación de Varianza - Semillas germinadas (prueba de Hartley).....	53
23	ANOVA para el número de flores.....	55
24	Medias para el número de flores.....	55
25	Pruebas de múltiples rangos para el número de flores.....	56
26	Diferencia significativa entre las medias.....	56
27	Verificación de Varianza- Número de flores (prueba de Hartley).....	57
28	ANOVA para la altura de la planta	59

29	Medias para la altura de la planta	59
30	Pruebas de múltiples rangos para la altura de la planta	60
31	Diferencia significativa entre las medias	60
32	Verificación de Varianza - Altura de la planta (prueba de Hartley).....	61
33	ANOVA para el grosor del tallo	63
34	Medias para el grosor del tallo	63
35	Pruebas de múltiples rangos para el grosor del tallo.....	64
36	Diferencia significativa entre las medias.....	64
37	Verificación de varianza - Grosor del tallo (prueba de Hartley).....	65
38	ANOVA para vainas por planta.....	67
39	Medias para vainas por planta.....	67
40	Pruebas de múltiples rangos para vainas por planta	68
41	Diferencia significativa entre las medias.....	68
42	Verificación de Varianza - Vainas por planta (prueba de Hartley).....	69
43	ANOVA para el peso de vainas por planta.....	71
44	Medias para el peso de vainas por planta.....	71
45	Pruebas de múltiples rangos para el peso de vainas por planta.....	72
46	Diferencia significativa entre las medias.....	72
47	Verificación de varianza - Peso de vainas por planta (prueba Hartley).....	73
48	ANOVA para las semillas por planta.....	75
49	Medias para las semillas por planta.....	75
50	Pruebas de múltiples rangos para semillas por planta.....	76
51	Diferencia significativa entre las medias.....	76
52	Verificación de varianza - Semillas por planta (prueba de Hartley).....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localización geográfica del campo experimental del CIIDIR-IPN Michoacán.....	17
2	Proceso de elaboración del bocashi.....	18
3	Material genético.....	19
4	Muestreo de suelo.....	20
5	Preparación del terreno.....	21
6	Incorporación del bocashi.....	22
7	Siembra.....	23
8	Malezas.....	24
9	Eliminación de malezas.....	25
10	Sistema de riego.....	26
11	Cepas de <i>Trichoderma</i>	27
12	Aplicación de los productos preventivos de enfermedades.....	28
13	Cepa de <i>Basillus subtilis</i>	29
14	Mancha foliar temprana.....	30
15	Insecticida botánico (Progranic gamma).....	31
16	Insecticida Lannate 90.....	32
17	Cosecha.....	33
18	ANOVA - Semillas germinadas.....	54
19	ANOVA - Número de flores.....	58
20	ANOVA - Altura de la planta.....	62
21	ANOVA - Grosor del tallo.....	66
22	ANOVA - Vainas por planta	70
23	ANOVA - Peso de vainas por planta	74
24	ANOVA - Semillas por planta.....	78

RESUMEN

El estudio se estableció en el campo experimental del CIIDIR-IPN. Unidad Michoacán, durante el periodo de abril-diciembre del 2021, con la finalidad de conocer el efecto de diferentes dosificaciones de bocashi sobre el desarrollo y el rendimiento del cultivo de cacahuate (*Arachis hypogaea* L). Se prepararon 480 Kg de abono tipo bocashi, integrado por paja, suelo, estiércol vacuno, carbón, cal, melaza, levadura y agua, posteriormente se incorporó al terreno en las diferentes dosificaciones 0, 3, 5 y 8 Kg/m² fungiendo como los tratamientos establecidos. Para la evaluación se utilizó el diseño estadístico de bloques incompletos balanceados, con 4 tratamientos y 39 réplicas. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. La diferencia entre los tratamientos se determinó mediante la aplicación de la prueba de rango múltiple de Tukey para $p \leq 0,05$ y una prueba de comparaciones múltiples Sidak, así como los supuestos de homocedasticidad y normalidad. Para dicho análisis se emplearon los programas estadísticos GraphPad Prism 8.0.1 y Statgraphics Centurión 18. De acuerdo con los resultados, con la aplicación del T3 (5 Kg/m²) se obtuvieron las mejores respuestas para la mayoría de las variables (floración, altura, grosor y peso de vainas por planta). Por otro lado, la dosis del T4 (3 Kg/m²) fue la que permitió la mejor respuesta para las variables de germinación, vainas por planta y semillas por planta. La aplicación de T3 y T4 permiten el óptimo desarrollo del cultivo ya que producen un efecto positivo en las diferentes etapas fenológicas. No obstante, al analizar los resultados para los rendimientos con cada uno de los tratamientos y al considerar la relación costo-beneficio se determinó al T4 como el mejor tratamiento para el cultivo en cuestión ya que la diferencia productiva entre el T3 y T4 no es significativa. Los resultados obtenidos son de fundamental importancia para el uso del bocashi en el cultivo de cacahuate bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio de Jiquilpan, por lo que se propone implementar este cultivo para el mejoramiento agronómico, socioeconómico y ambiental de la región.

Palabras clave: *bocashi, cacahuate, desarrollo, nutrición orgánica.*

ABSTRACT

The study was established in the experimental field of the CIIDIR-IPN. Unidad Michoacán, during the period of April-December of 2021, in order to know the effect of different dosages of bocashi on the development and yield of the peanut crop (*Arachis hypogaea* L). Prepared 480 Kg of bocashi fertilizer, consisting of straw, soil, cattle manure, coal, lime, molasses, yeast and water, and incorporated into the ground in different dosages 0, 3, 5 and 8 Kg/m² and incorporated into the ground in different dosages 0, 3, 5 and 8 Kg/m² serving as established treatments. For the evaluation, the statistical design was used incomplete balanced blocks, with 4 treatments and 39 replicates. An analysis of variance (ANOVA) of a pathway was performed. The difference between treatments was determined by applying the Tukey multiple range test for $p \leq 0.05$ and a multiple Sidak's comparison test, as well as the assumptions of homoscedasticity and normality. The statistical programs GraphPad Prism 8.0.1. According to the results, with the application of T3 (5 Kg/m²) obtained the best responses for most variables (flowering, height, thickness and weight of pods per plant). On the other hand, the dose of T4 (3 Kg/m²) allowed the best response for germination variables, pods per plant and seeds per plant. The application of T3 and T4 allows the optimal development of the crop as they produce a positive effect on the different phenological stages. However, when analyzing the results for the yields with each of the treatments and considering the cost-benefit ratio, T4 was determined as the best treatment for the crop in question since the productive difference between T3 and T4 is not significant. The results obtained are of fundamental importance for the use of bocashi in the cultivation of peanuts under the soil and climatic conditions of the municipality of Jiquilpan, so it is proposed to implement this crop for agronomic improvement, socio-economic and environmental conditions in the region.

Keywords: *bocashi, peanut, development, organic nutrition.*

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) pertenece a la familia de las oleaginosas y es uno de los cultivos de grano mayormente cultivados a nivel mundial no solo por su importancia económica, sino por su valor nutrimental y la relevancia que tiene para la elaboración de gran variedad de productos que forman parte de la alimentación en la mayoría de los países alrededor del mundo (Carneiro *et al.*, 2019; Zahran y Tawfeuk, 2019).

La tendencia mundial en la producción de cacahuete se ha conservado constante en los últimos años, con lo que se ha logrado obtener una producción de 46 millones de ton anuales cultivadas en aproximadamente 25 millones de has. Lo anterior demuestra la importancia de esta leguminosa y el potencial que posee para su producción a nivel mundial (Zhuang, 2019).

En México, el 80% de la producción de cacahuete se practica principalmente bajo condiciones de temporal en alrededor de 56 mil has en los siguientes estados: Guanajuato, Guerrero, Chiapas, Chihuahua, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Sinaloa. El rendimiento promedio es de 1.7 ton/ha con lo que se obtuvo un aporte de aproximadamente 1138 millones de pesos para el país. Al considerar, la producción nacional en los diferentes sistemas de agricultura, en el año 2018-2019 se produjeron 80 mil 823 ton de cacahuete, esta producción la lideró el estado de Chihuahua, seguido de Chiapas, Sinaloa, Puebla y San Luis Potosí (SIAP, 2022).

De acuerdo con datos reportados por el titular de SEDRUA (Rubén Medina Niño), en el estado de Michoacán este cultivo se produce en 14 municipios; la totalidad de producción es de 1500 ton anuales en promedio. Los municipios que sobresalen son: Ecuandureo, Zamora, Huetamo, Nocupétaro, La Huacana, Coahuayana, Arteaga, Carácuaro, Turicato, Tacámbaro, Tiquicheo y Múgica de acuerdo con datos reportados por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (Quadratín, 2020).

En las últimas décadas, el crecimiento demográfico ha propiciado un incremento en la demanda global de alimentos, por lo que se ha buscado potencializar el desarrollo agrícola asegurando eficiencia y productividad mediante la aplicación de tecnología, esto sin considerar que algunas prácticas como la aplicación de agroquímicos (fertilizantes) además de producir más de la mitad

de los alimentos del mundo, ocasionan el agotamiento, deterioro y desequilibrio de los recursos naturales (suelo cultivable, agua, entre otros) que a su vez comprometen el bienestar de los ecosistemas y por tanto, constituye un motivo de alarma para la humanidad (Srivastav, 2020).

Ante las crisis ambientales generadas por el sistema de agricultura convencional (escasez de recursos, degradación de ecosistemas, pérdida de biodiversidad y contribución al cambio climático), se han buscado nuevos enfoques para dar solución a estas problemáticas con la intención de brindar alimentos sanos y seguros para las futuras generaciones, de manera que se disponga de sistemas resilientes y sostenibles a lo largo del tiempo (El Bilali *et al.*, 2019; Lu *et al.*, 2019). Es por esto que, algunas prácticas de agricultura orgánica se han implementado con la finalidad de mantener el equilibrio de los ecosistemas, la salud tanto de productores, como de los consumidores finales al adquirir alimentos saludables y libres de químicos. Además, de buscar la rentabilidad de las producciones a corto, mediano y largo plazo (Frías, 2019; Leyva *et al.*, 2021).

En este sentido, en el presente trabajo de investigación se propone reemplazar el uso de fertilizantes químicos por diferentes dosificaciones de fertilización orgánica (bocashi) en el cultivo de cacahuete; esta fertilización provee los elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos de manera equilibrada (Huang *et al.*, 2019). De manera general, el sistema de agricultura mediante la incorporación de desechos orgánicos representa hoy día una solución para el mejoramiento edáfico, los efectos que este sistema ofrece abarcan el mejoramiento físico, químico y biológico del suelo. Según lo anterior, por medio de la aplicación de productos orgánicos se llevará a la planta a un óptimo desarrollo mediante el suministro de los nutrientes esenciales (Ramos *et al.*, 2019).

Se ha comprobado que la aplicación de enmiendas orgánicas ayuda a eficientizar el reciclaje de los minerales presentes en el suelo, con lo que se mejora su fertilidad. Ante esto, se deduce que la incorporación de compostas orgánicas se posiciona como potencial para el desarrollo de una agricultura ayudando a los cultivos a tener una respuesta dinámica y favorable en su desarrollo (Liu *et al.*, 2019; Wang, 2020).

El llevar a cabo la producción de diversos cultivos mediante el uso de los abonos orgánicos ha tenido gran relevancia a nivel mundial, ya que ofrece grandes beneficios al incrementar el contenido mineral y por lo tanto la nutrición vegetal. De esta manera, se mejora el crecimiento

de las plantas y el rendimiento de las semillas cosechadas sin contar el efecto en la reducción de la contaminación del medio ambiente al mantener saludables los recursos naturales (Chew *et al.*, 2019).

En este sentido, se destaca el uso del bocashi puesto que mejora propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo al incrementar la cantidad y diversidad de microorganismos. Dicho lo anterior, este abono mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, aumenta la capacidad de retención de agua, genera un suministro equilibrado tanto de macro como de micronutrientes. Asimismo, el sistema de producción mediante enmiendas orgánicas permite aprovechar al máximo los recursos disponibles en diversos ambientes preservándolos y buscando la rentabilidad de los productores al gestionar una producción sana y sostenible del cultivo en cuestión (Bianco *et al.*, 2019; Mendívil *et al.*, 2019; Sequeira, 2019).

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Generalidades del cultivo de cacahuete

El cacahuete (*Arachis hypogaea* L.), es una leguminosa autóctona de América del Sur que se ha cultivado por más de nueve mil años alrededor del mundo. A diferencia de otras leguminosas, el fruto de este cultivo se desarrolla bajo tierra. Es de ahí que deriva la especificidad del nombre dado por el botánico Carl Linnaeus. Este cultivo se utiliza en diferentes industrias como lo son: la alimentaria, agrícola, ganadera y farmacéutica. El fruto contiene antioxidantes, grasas, proteínas, carbohidratos, fibra cruda, vitaminas y minerales. Según lo anterior, este cultivo tiene gran relevancia para la alimentación y la nutrición humana de los países en vías de desarrollo (Leal *et al.*, 2017; Montero, 2020; Ramos *et al.*, 2020; Bozarovich *et al.*, 2021).

1.1.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica del cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cacahuete (*Arachis hypogaea* L.).

<i>Reino</i>	<i>Plantae</i>
<i>Clase</i>	Magnoliopsida
<i>Subclase</i>	Dicotyledoneae
<i>Orden</i>	Fabales
<i>Familia</i>	Fabaceae
<i>Genero</i>	<i>Arachis</i> L.
<i>Especie</i>	<i>Arachis Hypogaea</i> L.

Fuente: Global Biodiversity Information Facility (2022).

1.1.3 Descripción botánica

Es una planta cespitosa autógama anual que tiene dos subespecies: *hypogaea* y *fastigata*. Según la variedad que se pretenda producir los brotes laterales pueden ser erectos o rastreros y el tallo principal puede llegar a medir los 70 cm de longitud. Las hojas están formadas por 4 segmentos ovales, sésiles, compuestos a pares y provistas de un largo pecíolo. Posee raíz pivotante que se desarrolla hasta los 120 cm de profundidad. El período de floración del cacahuete inicia

alrededor de los 30 días después de la siembra y suele prolongarse hasta los 60 días, las flores en su mayoría son amarillas y hermafroditas con alrededor de un 98% de autopolinización. En lo que al fruto concierne, este es de color café amarillento y se encuentra bajo la superficie a unos 10 cm de profundidad, alcanza una longitud de hasta 7 cm y puede poseer de 1 a 4 semillas, el color de su cutícula puede ser blanco, rosa, rojo e incluso negro (Ruiz, 2013; Ramos *et al.*, 2019).

1.1.4 Etapas fenológicas

Las etapas de crecimiento para el cacahuete están basadas en eventos vegetativos (V) y reproductivos (R) visualmente observables (Tabla 2).

Tabla 2. Etapas fenológicas.

<i>Etapa</i>	<i>Descripción</i>
V	El último nódulo debe tener su hoja tetrafoliada suficientemente extendida.
R1	Floración inicial
R2	Clavija inicial
R3	Vaina inicial
R4	Vaina completa
R5	Semilla inicial
R6	Semilla completa
R7	Madurez inicial
R8	Madurez a cosecha
R9	Vaina madura

Fuente: Boote (1982).

1.1.5 Requerimientos edafoclimáticos

Normalmente se cultiva en suelos livianos, de textura francos-arenosos, profundos, con buen drenaje y libre de sales. Las lluvias existentes durante las primeras etapas vegetativas del cultivo, suelen ser oportunas y benéficas para un mejor desarrollo. Sin embargo, cuando comienza el llenado del fruto lo más recomendable es que las lluvias no sean abundantes ya que puedan representar un problema (Lenk, 2019). Esta planta necesita de 10 a 13 h luz día, lo cual mejora

el contenido de aceite en el grano. De acuerdo a lo anterior, es necesario tener sobre supervisión la presencia de malezas que provoquen sombra al cultivo (Magdalena, 2016). La temperatura adecuada para el desarrollo se encuentra entre 25 y 30 °C (Velazco, 2020).

Este cultivo, tiene la capacidad de obtener el nitrógeno mediante simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Estas bacterias generalmente hacen simbiosis con la mayoría de las leguminosas (alfalfa, trébol, cacahuate entre otras). Esta simbiosis permite la asimilación de otros nutrientes. Sin embargo, es necesaria la carga de nutrientes presentes en el suelo. Por lo que se requiere de la incorporación de abonos orgánicos para facilitar la nutrición de la planta (Mora *et al.*, 2019).

1.1.6 Variedades

Las variedades de cacahuate se dividen en tres grupos principales, valencia (crecimiento erecto, vainas conformadas por tres o cuatro semillas y de 90 a 110 días de ciclo vegetativo); española (crecimiento erecto, con más de dos semillas por vaina y periodo vegetativo de 90 a 110 días) y virginia (crecimiento rastrero o semierecto, vainas con dos o tres semillas, de 120 a 150 días) (Ramos, 2019).

1.1.7 Plagas y enfermedades

El cacahuate es atacado por diversas plagas y enfermedades que generan daños desde la defoliación hasta la pérdida de los frutos. Estas pueden aparecer en cualquier momento del ciclo del cultivo y puedan ocasionar diversas afectaciones (pudriciones de raíz y tallo, defoliamiento marchitamientos, manchas foliares, virosis) causando pérdidas productivas importantes (de hasta 80%) según la susceptibilidad de la variedad. A continuación, se presentan las plagas y enfermedades de mayor importancia para este cultivo (Tabla 3).

Tabla 3. Principales plagas y enfermedades del cacahuete.

<i>Plagas</i>		
<i>Nombre común</i>	<i>Género</i>	<i>Afectación</i>
<i>Gallina ciega</i>	<i>Phyllophaga spp</i>	R
<i>Barrenador del tallo</i>	<i>Peridroma saucia spp</i>	T
<i>Gusano cortador</i>	<i>Agrotis ípsilon spp</i>	F
<i>Gusano de alambre</i>	<i>Melanotus spp</i>	F
<i>Gusano alfilerillo</i>	<i>Diabrotica spp</i>	F
<i>Araña roja</i>	<i>Tetranychus spp</i>	F
<i>Trips</i>	<i>Frankliniella spp</i>	F
<i>Enfermedades</i>		
<i>Mancha foliar temprana</i>	<i>Cercospora spp</i>	F
<i>Mancha foliar tardía</i>	<i>Cercospora spp</i>	F
<i>Roya</i>	<i>Puccinia spp</i>	F
<i>Mal del talluelo, Damping off)</i>	<i>Fusarium sp.; Pythium sp.; Rhizoctonia sp.;</i> <i>Verticillium sp.; Rhizopus sp.; Aspergillus sp.</i>	T
<i>Sarna</i>	<i>Sphaceloma arachidis sp.</i>	F
<i>Sclerotium</i>	<i>Sclerotium rolfsii sp.</i>	R
<i>Sclerotinia</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum sp.</i>	R
<i>Aflatoxicosis</i>	<i>Aspergillus flavus sp. y A. parasiticus sp.</i>	G

F= Follaje, G= Grano, R= Raíz, T= Tallo.

Fuente: (Garrido *et al.*, 2011).

Para solucionar el problema de plagas y enfermedades algunos autores han reportado el efecto que tiene el uso de microorganismos presentes en el suelo (hongos y bacterias), así como el efecto que generan algunas plantas con propiedades biocidas. Por ejemplo: el control biológico de plagas y enfermedades se puede llevar a cabo mediante microorganismos que actúan contra los patógenos de los cultivos, esto se da mediante mico parasitismo, la producción de enzimas líticas y la inducción de defensa de las plantas (Illa, 2020; Mazrou *et al.*, 2020).

En este sentido, Poveda *et al.* (2019), y Carrillo *et al* (2020)., mencionan que *Trichoderma* es un género de hongos que tiene la capacidad de establecer un dialogo molecular con la raíz de

las plantas induciendo algunos mecanismos de defensa que ayudan a generar resistencia a los cultivos, por lo que, frecuentemente es uno de los géneros mayormente utilizado como agentes de biocontrol en la agricultura.

Por otro lado, según Caulier (2019) y Hashem *et al.* (2019), el género *Bacillus* tiene una alta capacidad de producción de metabolitos secundarios, hormonas, enzimas degradadoras y antioxidantes que inducen a la planta a la resistencia y que promueven la antibiosis al producir principalmente péptidos antimicrobianos que inhiben las enfermedades causadas por patógenos. *Bacillus* además, mejora la solubilización de minerales, induce la expresión de genes de respuesta al estrés y promueven el crecimiento de las plantas.

Mindiola (2019), resalta el potencial que tienen algunas plantas con efectos biocidas, ya que se caracterizan por la presencia de determinados compuestos químicos (metabolitos secundarios) que forman parte de las estrategias defensivas de las plantas y que les permite adaptarse a su ambiente. Estos compuestos generalmente estimulan procesos vitales de los cultivos para su fortalecimiento y protección ante los ataques de distintas plagas, (ácaros, nematodos, bacterias, virus, hongos e insectos). Especies de plantas como ajo (*Allium sativum*), ají (*Capsicum frutescens*) y canela (*Cinnamomum verum*) son el ingrediente principal para la elaboración de insecticidas comerciales (Hji, s.f.; Monteon *et al.*, 2020).

1.1.8 Importancia y producción de cacahuete

La importancia de este cultivo radica en que el fruto se destina para la producción de diversos productos: dulces, aceites, cremas, salsas, bocadillos entre otros. Es por lo anterior que se reconoce su valor histórico, cultural, socioeconómico, alimentario y genético para sumarse a la rica y vasta mesa mexicana (Nascimento *et al.*, 2020; Toomer, 2020).

Esta leguminosa ocupa el 4to lugar de granos mayormente cultivados. En el mundo, se producen aproximadamente 45 millones de ton/año. China, la India y Estados Unidos se destacan como los principales productores al producir 17.5, 6.5 y 3.3 millones de ton respectivamente (Zahran y Tawfeuk, 2019).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el año 2021, recalcó la importancia que tiene un buen manejo agronómico para que este cultivo se destaque y sea rentable en México. Actividades que van desde la identificación del terreno hasta

un manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE). Ya que, en México se cultivan 56 mil 780 ha de cacahuete con una producción de alrededor de 1.7 ton/ha; la producción se destina principalmente para la industria alimenticia.

La producción de este cultivo en Michoacán se dio principalmente en Huetamo, La Huacana, Pátzcuaro, Coahuayana y Arteaga, reportando una producción de 1362 ton en 740 has aproximadamente y que lo posicionan en el noveno lugar a nivel nacional (SIAP, 2019). En los últimos 5 años se dio un aumento del precio del cacahuete en Michoacán en más del 80 %, como consecuencia de este aumento se obtuvieron ingresos que en suma alcanzaron casi los 30 millones 570 mil pesos para los productores (SEDRUA, 2020).

1.1.9 Agricultura convencional

La revolución verde trajo consigo la especialización de los cultivos mediante el uso de la energía externa y el implemento de la tecnología. De esta manera surge la agricultura convencional, sistema que se basa principalmente en el uso intensivo de agroquímicos y maquinaria agrícola. Por otro lado, se ha documentado que este modelo de producción se considera precursor del deterioro ambiental y recursos naturales (Rosati *et al.*, 2021). Este tipo de agricultura emplea de manera desmedida el uso de fertilizantes minerales sin considerar que la mayoría de los nutrientes que estos aportan se pierden provocando pérdida de la fertilidad y la microbiota edáfica, así como la contaminación del ambiente y de los cuerpos de agua (Reyes *et al.*, 2018).

1.1.10 Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica ofrece una alternativa al sistema de agricultura convencional, buscando principalmente la conservación de los recursos naturales promoviendo el equilibrio y la salud de los ecosistemas mediante procesos ecológicos procurando la conservación biológica, mientras que ofrece una producción sana de los cultivos, es decir la generación de alimentos libres de agroquímicos de manera que se preserve la salud de las futuras generaciones. La agricultura orgánica armoniza aspectos tradicionales, innovadores y científicos de tal manera que mejora la calidad de vida de aquellos que comparten un espacio (Gómez *et al.*, 2012; Frías *et al.*, 2019; Leyva *et al.*, 2021).

1.1.11 Manejo de residuos orgánicos

Los residuos orgánicos se originan naturalmente como consecuencia de las funciones fisiológicas o de la explotación antrópica de los recursos bióticos, se generan a partir de las

producciones agrícolas, la extracción de las plantas cuando la cosecha sólo tiene en cuenta los frutos; frutos que sufren daños y no se pueden comercializar. Teniendo en cuenta que estos residuos son orgánicos, las alternativas más usadas para su aprovechamiento son el reciclaje mediante compostaje al transformar la materia en compuestos más estables en un proceso controlado, ya sea en condiciones aeróbicas o anaeróbicas (Neri *et al.*, 2017; Rodas *et al.*, 2019).

1.1.12 Abonos orgánicos

En la actualidad, los abonos orgánicos se implementan como una alternativa a los fertilizantes químicos. Estos abonos además de tener la capacidad de nutrir e incrementar los rendimientos de los cultivos gracias a los nutrientes que pueden aportar, ayudan a mejorar las características fisicoquímicas del suelo y de manera general a mejorar la funcionalidad de los agroecosistemas. Las fuentes orgánicas ricas en nutrientes se encuentran principalmente en la materia orgánica (abonos verdes) en los diferentes estiércoles vacunos, equinos, caprinos, ovinos, porcinos entre otros (Thomas *et al.*, 2019; Hammad *et al.*, 2021). Los abonos orgánicos son fuente de múltiples aminoácidos, hormonas, ácidos (especialmente húmicos y fúlvicos) y enzimas que generalmente influyen directamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando la permeabilidad, porosidad, aireación, capacidad de intercambio catiónico, incremento de la fertilidad y de la actividad biológica (Arango, 2017).

1.1.13 Abono orgánico tipo bocashi

La descripción del abono orgánico tipo bocashi que a continuación se presenta es la expuesta por Hensel y Restrepo en su manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra en el año 2009.

El bocashi es una palabra de origen japonés que significa “materia orgánica fermentada”. Este tipo de abono, se elabora mediante la incorporación de residuos orgánicos regionales de preferencia y se lleva a cabo mediante un proceso de semi-descomposición aeróbica de los residuos durante 21 días en el que intervienen microorganismos descomponedores. Cuando se elabora de la manera adecuada se obtiene un material estable, capaz de fertilizar a las plantas y a su vez nutrir el suelo.

La preparación de este abono consiste en apilar los materiales sólidos en capas humedeciéndolos al incorporarlos, hasta obtener una pirámide que no rebase los 150 cm de altura y un ancho de 250 cm. Para que se obtenga un abono de calidad, es necesario que durante los primeros ocho

días de la fermentación se dé un volteo tanto en la mañana como en la tarde, de preferencia antes de las 8:00 am y 4:00 pm, al cumplirse los 8 días con un volteo diario será suficiente.

El proceso consta de dos etapas para que este llegue a la maduración. La primera etapa es la estabilización, la temperatura puede alcanzar los 75 °C debido al incremento de la actividad microbiana. Cuando la temperatura se logra bajar y permanecer a temperatura ambiente, se dice entonces que el abono se encuentra estable. En la segunda etapa, la degradación de los materiales es más lenta, sin embargo, es en esta donde el abono madura para luego poder utilizarlo de manera inmediata.

La principal ventaja de la elaboración del abono es que se realiza con los restos de los desechos que se tienen de las producciones anteriores y de otras actividades primarias que se llevan a cabo en las diferentes comunidades agropecuarias. Al considerar lo antes mencionado se sobreentiende que resulta de bajo costo y además reduce el riesgo de contaminación de los recursos ecosistémicos y de manera general del medio ambiente.

A continuación, en la Tabla 4, se presentan los principales aportes de los materiales utilizados para elaborar los abonos orgánicos fermentados tipo bocashi según Hensel y Restrepo (2009).

Tabla 4. Aportes de los materiales utilizados para elaborar bocashi.

<i>Material</i>	<i>Aportes</i>
<i>Estiércoles</i>	Fuente de: N, P, K, Ca, Mg, Fe etc.
<i>Carbón fragmentado</i>	Mejorador del suelo (características físicas).
<i>Residuos vegetales</i>	Fuente de nutrientes para los microorganismos.
<i>Cal</i>	Regulador del pH (acidez).
<i>Melaza</i>	Fuente primordial de energía, favorece la actividad microbiana.
<i>Levadura de panificación</i>	Fuente de inoculación microbiológica.
<i>Suelo arcilloso</i>	Homogeneidad física.
<i>Agua</i>	Descomposición de los materiales.

Fuente: Hensel y Restrepo (2009).

Existen factores que afectan la funcionalidad del bocashi y que requieren de especial cuidado para lograr un abono maduro y estable. A continuación, se presentan los rangos óptimos para cada factor (Tabla 5).

Tabla 5. Valores óptimos para la funcionalidad del abono.

<i>Factor</i>	<i>Valores óptimos</i>
<i>Temperatura</i>	50° C
<i>Humedad</i>	< 50 y 60 %
<i>Aireación</i>	6 a 10%
<i>pH</i>	6 - 7.5
<i>Relación C/N</i>	25 - 35

Fuente: Arango (2017).

1.1.14 Efecto del bocashi en diversos cultivos.

La aplicación del bocashi es extensa en diversos cultivos hortícolas, en diferentes etapas fenológicas. Marcano y Rodríguez en el año 2019, evaluaron el efecto de diferentes sustratos sobre el desarrollo de la plántula de tomate en condiciones de invernadero. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, germinación, diámetro de tallo, peso húmedo de tallo, altura de planta, longitud de raíz y peso húmedo de raíz. Los resultados de dicho estudio mostraron al T3 (35% de vermicompost + 50% de arena + 15% de bocashi) como el mejor para todas las variables.

Otro estudio en el cual se aplicó bocashi en plántula fue el de Rivera y Santana (2019), dicho trabajo consistió en conocer la influencia que tenía el bocashi sobre la plántula de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Los resultados demostraron que el bocashi es efectivo en relación con el tratamiento testigo hasta los 35 días de desarrollo para las variables que se consideraron.

Autores como Merino y Yahuara en el año 2019, utilizaron al bocashi como fertilizante en busca de una mejora en la producción tanto de cilantro (*Coriandrium sativum* L.) como de rabanito (*Raphanus sativus*). Los tratamientos fueron los siguientes T1 (bocashi 25%+suelo 75%) T2 (bocashi 50%+suelo 50%) y T3 (bocashi 0%+suelo agrícola 100%). Según los resultados, la adición del bocashi al 50% genera un incremento de 952.49 g en el peso del bulbo por metro

cuadrado de cultivo; en el caso del cultivo de cilantro, la adición de la proporción de 25% de bocashi genera un incremento de 5.8 cm a la longitud aérea de la planta.

Puchoc y Quintana (2019), evaluaron el efecto de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad de suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Los tratamientos fueron los siguientes: T1: sin abono, T2: con bocashi, T3: con fertilizante foliar nitrogenado, T4: con bocashi (50%) y fertilizante foliar nitrogenado (50%). De acuerdo a los análisis realizados, el T2 fue el más eficiente de acuerdo para las variables de longitud de raíz, hoja, altura de la planta, peso de la planta y calidad del suelo. En conclusión, el uso de bocashi (T2) mejora la calidad de suelo y desarrollo de la lechuga en contraste con la aplicación del fertilizante foliar nitrogenado.

Otro estudio en el que el uso del bocashi se destacó, fue en el de Solís *et al.* (2021), al evaluar diferentes biofertilizantes sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en este estudio los mejores resultados para altura, peso de hojas y área foliar se obtuvieron con la aplicación del bocashi y de una composta.

1.1.15 Uso de bocashi en cacahuate

En la última década se han realizado y demostrado los efectos positivos que el bocashi pueda tener sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos, esto gracias a que actúa sobre las propiedades del suelo, mejorándolas y facilitando la nutrición de los cultivos. En lo que ha cacahuate respecta existen pocos antecedentes al respecto. Sin embargo, se ha demostrado que al realizar el bocashi mediante la incorporación de residuos de cosecha puede aumentar la producción de este cultivo (Ginting, 2019). En este sentido, se pueden destacar algunos de ellos.

Una investigación realizada por Mora *et al.* (2019), en la provincia de Loja, Ecuador, con el propósito de evaluar el efecto de diferentes compuestos orgánicos (compost, bocashi, humus, gallinaza y fosfoestiercol) sobre el rendimiento de cacahuate, los resultados mostraron diferencia significativas por efecto de la fertilización orgánica para la mayoría de las variables a evaluar entre ellas el porcentaje de emergencia, días de floración, altura de planta, número de vainas por planta, granos por vaina y rendimiento en Kg/ha).

En el año 2019 Karimuna *et al.*, realizaron un trabajo de investigación en el cual evaluaron la aplicación de diferentes dosificaciones de bocashi sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo

de cacahuete y maíz en un sistema agroforestal. Estos cultivos se intercalaron con el árbol de teca en el distrito Napabalano en el oriente de Indonesia. El análisis de este estudio sugirió que este sistema puede duplicar el rendimiento de los cultivos sin interferir en el crecimiento de la teca en contraste a un sistema de agricultura convencional. Sin embargo, fue hasta el año 2020 en que estos mismos autores lograron probar el efecto que tenían diferentes tratamientos; bocashi (sin fertilizante), bocashi plus (P0), tratamiento con 3 ton/ha de bocashi (P1), tratamiento con 6 ton/ha de bocashi (P2) y tratamiento con 9 ton/ha de bocashi (P3). Los resultados fueron favorables al utilizar cualquier aplicación de bocashi como fertilizante para todas las variables (número de hojas, número de ramas, número total de vainas, contenido total de vainas, peso de 100 semillas etc.) para el cultivo de cacahuete. Dentro de los tratamientos se destacó la aplicación de bocashi en una proporción de 9 ton/ha.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El cacahuete es un cultivo de gran importancia como materia prima y como subproducto en todo el mundo. Este fruto es destinado a diferentes industrias, puesto que tiene múltiples usos, tales como: ingrediente principal de confitería, elaboración de dulces, se emplea en la industria cosmética, farmacéutica, culinaria entre otros. Lo anterior demuestra la rentabilidad que pueda tener la producción de este cultivo para la región. Por lo que, producir cacahuete con un enfoque diferente al del modelo de las prácticas agrícolas convencionales busca potenciar a la agricultura orgánica bajo la premisa de coadyuvar al mejoramiento agronómico, socioeconómico y ambiental, mediante la producción limpia con un adecuado uso de residuos agrícolas. Entre las mejores alternativas que encontramos hoy en día para sustituir los agroquímicos se identifican los abonos orgánicos. La elaboración del bocashi se lleva a cabo mediante la mezcla de diferentes materiales de origen vegetal o animal; por tanto, se entiende que mediante el uso de este abono se estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, con lo que se obtienen cosechas más sanas.

La presente investigación tiene el propósito de ejemplificar el aprovechamiento de los residuos orgánicos del municipio mediante la elaboración del bocashi para su utilización en un cultivo nuevo para la región que ayude a generar una producción sana y rentable que mejore la calidad de vida de los productores y consumidores. Por otro lado, y como se ha mencionado anteriormente, el bocashi tiene la capacidad de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. De esta manera, representa una oportunidad para los agricultores de este municipio puesto que permite garantizar la productividad a largo plazo de otros cultivos ampliando así sus áreas de oportunidad en lo que al sector agrícola respecta. Además, la preparación de este abono se presenta como una tecnología sustentable sencilla, relativamente rápida, de bajo costo, y con un producto final útil para fines de prácticas agrícolas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Evaluar el efecto de diferentes dosificaciones de abono tipo bocashi sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) en condiciones de campo en Jiquilpan Michoacán.

1.3.2 Específicos

1. Realizar el análisis fisicoquímico del suelo destinado al cultivo de cacahuate.
2. Elaborar el abono tipo bocashi y determinar sus características fisicoquímicas.
3. Establecer el cultivo del cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) y llevar a cabo su manejo agronómico en condiciones de campo.
4. Determinar la dosis óptima de bocashi para el rendimiento del cultivo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de estudio

El estudio se estableció en el campo experimental del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad-Michoacán (Figura 1) durante los meses de abril a diciembre del año 2021. La región se encuentra dentro de las coordenadas geográficas 19° 59' 57" N y 102° 42' 24" W a 1.543 msnm. La temperatura promedio anual en el sitio es de 21.1°C, y una precipitación pluvial de 746 mm (Nord, 2017).

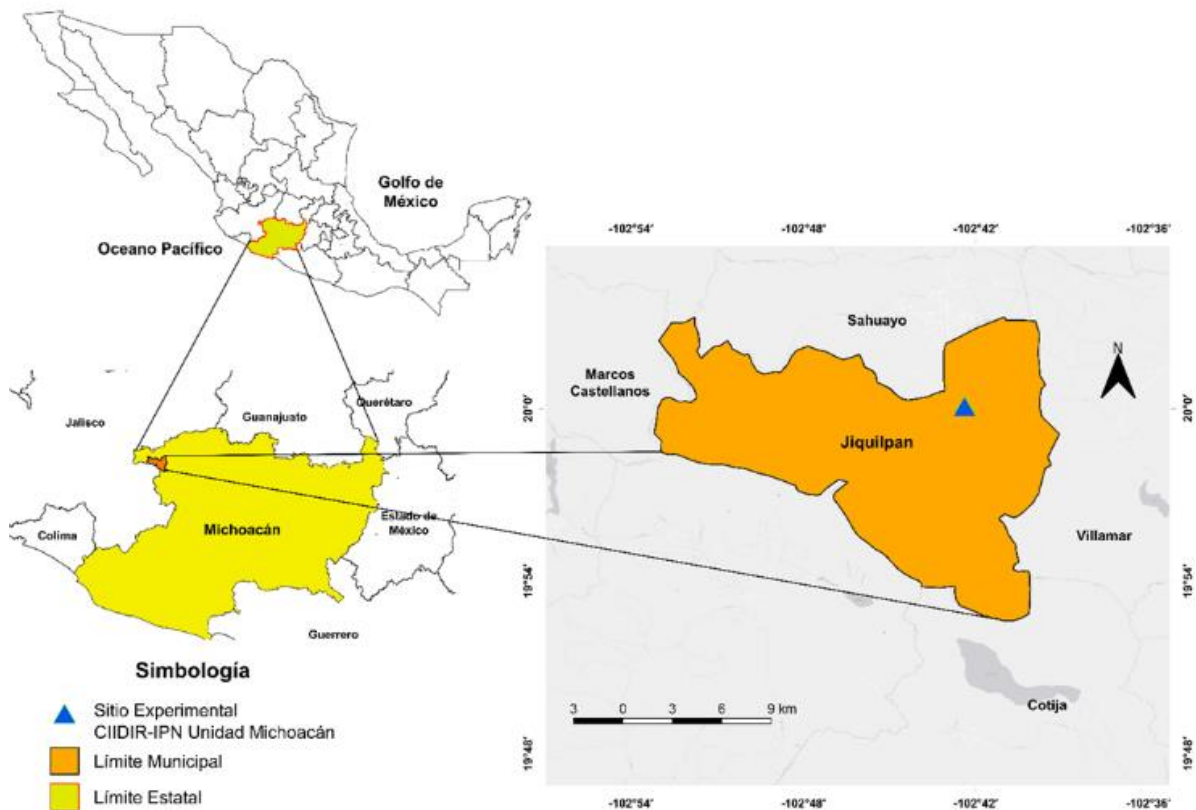


Figura 1. Localización geográfica del campo experimental del CIIDIR-IPN Michoacán.

2.2 Tratamientos en estudio

Se evaluó el efecto del bocashi a diferentes dosificaciones (0, 3, 5 y 8 Kg/m²) en 4 áreas experimentales sobre el rendimiento del cultivo de cacahuete, el área sin fertilización fungió como el testigo. En total se implementaron 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno y 13 réplicas respectivamente.

2.3 Elaboración del bocashi

La elaboración de bocashi se efectuó el día 22 de mayo del 2021, 38 días antes de la siembra (Figura 2), según la metodología expuesta por Hensel y Restrepo (2009). Esta metodología consiste en apilar los diferentes residuos sólidos, cuidando que la altura no rebase los 140 cm. Para su elaboración se utilizaron 141 Kg de paja, 141 kg de suelo agrícola de textura arcillosa, 141 Kg de estiércol de ganado vacuno, 28 Kg de carbón vegetal, 580 mL de melaza de caña, 141 g de levadura, 7 Kg de cal, y 155 L de agua para acondicionar. La melaza y levadura fueron mezcladas en 8 L de agua tibia y la mezcla se agregó a 147.65 L de agua. Una vez, homogeneizada la mezcla se utilizó entre capa y capa para dar homogeneidad a la mezcla después de la incorporación de los materiales sólidos. Cabe mencionar que el orden en que se incorporen los materiales no afecta el compuesto final, puesto que se tendrá que dar un volteo para mezclar los materiales antes de cubrirlos.

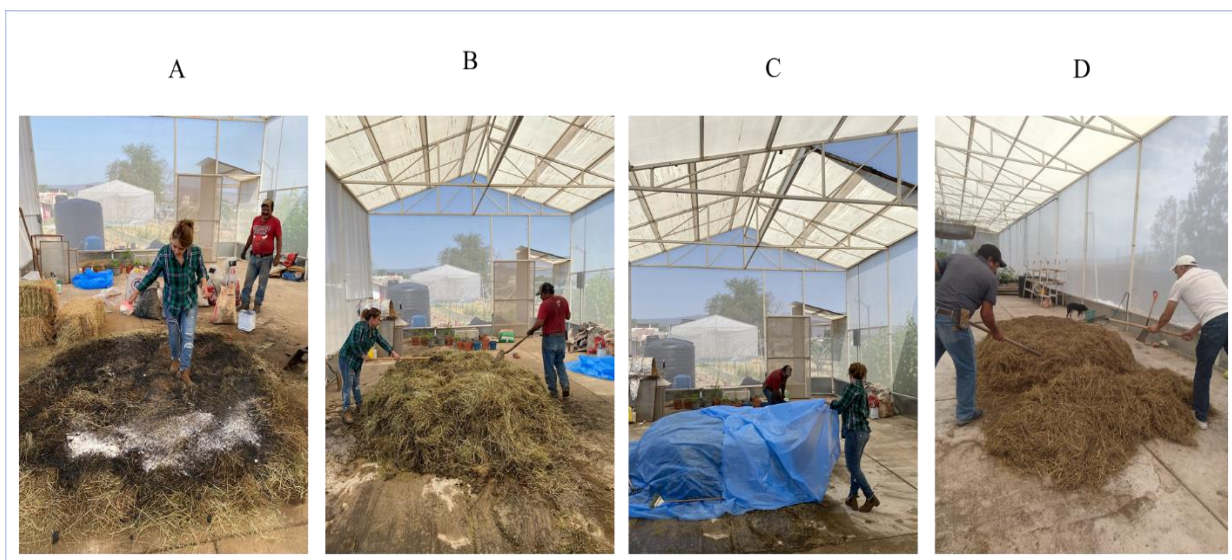


Figura 2. Proceso de elaboración del bocashi. Los incisos (A, B, C, D) muestran a grandes rasgos el proceso de elaboración del bocashi. A): Incorporación de los materiales en capas B): Volteo de la preparación. C) Recubrimiento del material. D) Volteo de la mezcla.

2.4 Diseño experimental

El estudio se estableció en un área total de 120 m², que a su vez se dividió en 4 subáreas (bloques) de 30 m² respectivamente. Para la realización de este trabajo se utilizó el diseño

estadístico de bloques incompletos balanceados al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones de 13 réplicas respectivamente. Finalmente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. La diferencia entre los tratamientos se determinó mediante la aplicación de la prueba de rango múltiple de Tukey para $p \leq 0,05$ y una prueba de comparaciones múltiples Sidak, así como los supuestos de homocedasticidad y normalidad. Para dicho análisis se emplearon los programas estadísticos GraphPad Prism versión 8.0.1 y Statgraphics Centurión 18.

2.5 Material genético

Para la realización de este proyecto de investigación, se utilizó semilla de cacahuete variedad virginia (Figura 3) cosechada con anterioridad en el mes de octubre del año 2020, en el municipio de San Juan del Río, Durango. La semilla se manipuló según las recomendaciones de Muños (2018), de manera correcta procurando tener una semilla con cutícula completa, entera y de buena calidad, para su posterior siembra.



Figura 3. Material genético. Los incisos (A y B) muestran el material genético que se utilizó.

2.6 Manejo agronómico del cacahuete

2.6.1 Labores culturales del suelo

Antes de manipular el suelo con alguna herramienta se realizó un muestreo de suelo el día 01 de mayo del 2021 según la metodología expuesta en la 4ª edición del manual de muestreo de Fertilab. Esta metodología consiste en tomar submuestras de suelo a una profundidad de 0 a 30

cm (capa arable) en la parcela experimental dos meses antes de la siembra (Figura 4). Luego se procede a realizar el cuarteo; para esto es necesario realizar una mezcla de las submuestras y extenderla de forma circular, esta se divide en cuatro partes. Se eliminan los cuadrantes opuestos y los restantes se vuelven a mezclar, el procedimiento se repite hasta obtener 1 Kg de suelo. La muestra se envió a un laboratorio agrícola externo acreditado en los Estados Unidos de Norteamérica en calidad analítica por el programa NAPT (North American Proficiency Testing), EMA (ACREDITADO SA-1359-044/21) de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2018 (ISO/IEC 17025:2017) rama de Sanidad Agropecuaria en el área de Sanidad Vegetal y en la rama Sanidad Agropecuaria en el área de Inocuidad Agrícola, que cumple con los requisitos necesarios para brindar servicios seguros y de calidad respecto a análisis de salud del suelo, nutrimentales, fitosanitarios y de residuos de plaguicidas. El análisis se realizó de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000, con la finalidad de conocer las condiciones en las que se encontraba el terreno y verificar si efectivamente era un suelo apto para el desarrollo del cultivo.



Figura 4. Muestreo de suelo. En los incisos (A y B) se observa la toma de submuestras.

Las labores culturales (barbecho, rastreo, nivelación, siembra y riegos), se efectuaron según las recomendaciones expuestas por (Mora *et al.*, 2019).

Dentro de las labores culturales que se le efectuaron al suelo; se realizó un barbecho el día 02 de mayo del 2021 (58 días antes de la siembra). Esta labor se efectuó con un tronco de caballos

y consistió en voltear el suelo en cuatro ocasiones, esto debido a que el suelo se encontraba compactado. Ese mismo día, se rastreó y niveló el terreno mediante el uso de un neumático. Las actividades antes mencionadas, tienen la finalidad de dejar un suelo mullido para facilitar la aireación del mismo, de tal manera que los clavos se entierren en el suelo fácilmente para fructificar. Además, se surcó a un distanciamiento de 60 cm entre surcos y de 20 m de longitud para realizar la siembra, las labores antes mencionadas se presentan en la Figura 5.

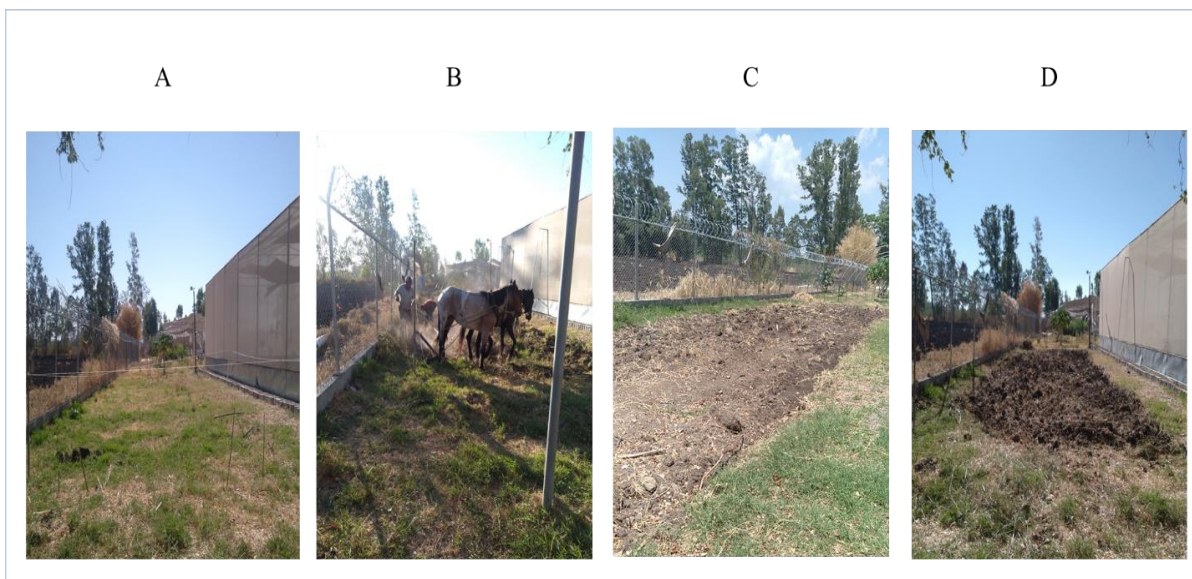


Figura 5. Preparación del terreno. En la figura se muestra con incisos las labores culturales necesarias para la preparación del terreno antes de la siembra. A): Terreno sin preparación. B): Barbecho. C): Rastra y nivelación. D): Surqueo.

Antes de realizar la incorporación del bocashi, este se mandó a analizar a la empresa antes mencionada (Fertilab), el análisis que se realizó fue el fitosanitario mediante los Métodos de ensayo para el examen de compostaje y compostaje (TMECC) expuesta por Thompson *et al.*, (2001). Posterior al envío de la muestra se realizó la incorporación del bocashi el día 14 de junio del 2021 (Figura 6), según se habían definido las dosificaciones de 0, 3, 5 y 8 Kg/m² por bloque. El día 27 de junio se efectuó otro barbecho para incorporar de mejor manera el abono y levantar los surcos.



Figura 6. Incorporación del bocashi. La figura muestra con incisos (A, B, C, D) el proceso de incorporación del bocashi. A) División de los bloques. B), Pesaje. C), Incorporación D) Barbecho.

2.6.2 Siembra

La siembra se llevó a cabo el día 29 de junio del 2021. Esta se realizó de manera lineal depositando una semilla por orificio con un distanciamiento de 40 cm entre cada uno a una profundidad de no más de 5 cm (Figura 7). La densidad de siembra fue de 486 semillas en 120 m².



Figura 7. Siembra. Los incisos (A y B), muestran el método de siembra.

2.6.3 Control de malezas

Durante el ciclo del cultivo se pudieron identificar tres malezas diferentes (Figura 8), coquillo (*Cyperus esculentus* L.), higuerrilla (*Rianus communis*) y grama (*Cynodon dactylon*). El control de las malezas se ha realizado desde la antigüedad de manera manual (Gómez, 1995). En este sentido, la eliminación de malezas antes mencionadas se llevó a cabo en tres ocasiones (Tabla 6) durante el ciclo de manera tradicional mediante la práctica de arranque manual (Figura 9), de esta manera se puede decir que se redujo el uso de agroquímicos para su eliminación.

Tabla 6. Fechas del control de malezas.

<i>Control de malezas</i>	<i>Fecha de aplicación</i>
<i>Arranque manual</i>	28 de julio del 2021
	18 de agosto del 2021
	26 de agosto del 2021

Fuente. Elaboración propia.



Figura 8. Malezas. La imagen muestra las diferentes malezas presentes en el cultivo.
A) Coquillo. B): Higuerilla. C): Grama.

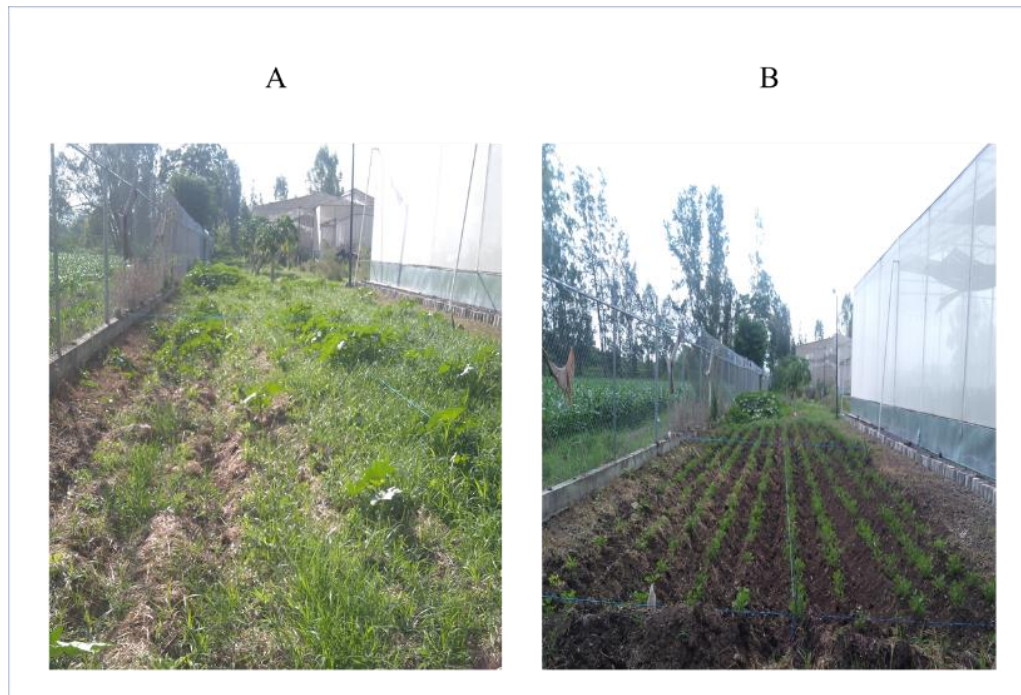


Figura 9. Eliminación de malezas. La figura muestra el antes y después de la eliminación de malezas.

2.6.4 Riego

Según datos recopilados de la página de Wheeler Sparks, en el municipio de Jiquilpan Michoacán, el periodo de lluvia inicia en el mes de mayo y termina en el mes de febrero, por lo que se puede deducir que se tienen solamente tres meses de sequía; el mes más lluvioso es el mes de julio (148 mm) y el menos lluvioso es abril (2 mm). Se consideró la fecha de siembra con la intención de aprovechar algunos meses de temporal de lluvia (julio-octubre). En el presente año en la zona que se estableció el cultivo, la lluvia comenzó el mes de julio y se prolongó hasta el mes de octubre. Sin embargo, en el mes de agosto las lluvias fueron escasas por lo que se requirió la instalación de un sistema de riego por goteo el día 13 de agosto del 2021, para dar un riego de auxilio (Figura 10).



Figura 10. Sistema de riego. En la figura se visualiza el sistema de riego instalado en el cultivo (goteo).

2.6.5 Manejo de enfermedades

A través del tiempo, los sistemas de producción de los distintos cultivos han presentado diversas enfermedades ocasionadas principalmente por microorganismos fitopatógenos presentes tanto en el suelo como en el aire y que generalmente son transportados por las semillas para futuras producciones. Ante esta problemática, se ha identificado al control biológico como una solución para las posibles enfermedades que busca el equilibrio de los ecosistemas al favorecer la relación planta rizosfera (Illa et al., 2019). Según lo expuesto anteriormente y con la finalidad de contrarrestar el efecto de diferentes microorganismos patógenos (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Cylindrocladium*, *Thielaviopsis*, *Verticillium* y *Sclerotinia sclerotiorum*) fue necesaria la aplicación de microorganismos antagonistas como preventivos (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma virens* y *Bacillus subtilis*).

Se utilizaron dos cepas de *Trichoderma* (*Th* cepa T-22, y *Tv* cepa G-41), (Figura 11). Ambas cepas de *Trichoderma* actúan en beneficio de la protección de los cultivos al inhibir el crecimiento de hongos patógenos del suelo mediante procesos de competencia natural formando una coraza alrededor de la raíz de la planta y procesos de micoparasitismo neurotrófico de hongos parásitos. Para la aplicación de *Th* se disolvieron 20.43 g en 6 L de agua y de la cepa de *Tv* se disolvieron 3.6 g en la misma cantidad de agua, ambas aplicaciones se realizaron mediante el uso de una bomba aspersora de la marca swissmex (Figura 12).

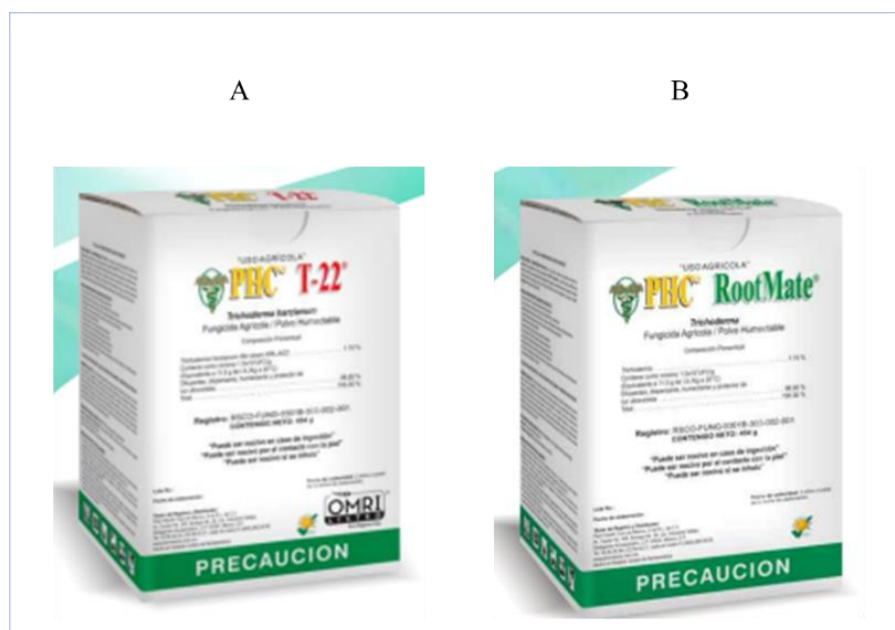


Figura 11. Cepas de *Trichoderma*. En la figura el inciso A corresponde a la cepa comercial de *Trichoderma harzianum*, el inciso B corresponde a la cepa comercial de *Trichoderma virens*.



Figura 12. Aplicación de los productos preventivos de enfermedades. Ambos incisos muestran la aplicación de los preventivos de enfermedades.

También, se aplicó la cepa QST 713 de *Bacillus subtilis* (Figura 13), esta contiene tres grupos de oligopéptidos que trabajan juntos para destruir los fitopatógenos. Su aplicación evita el desarrollo de resistencias. Se diluyeron 12 mL del producto comercial en 3.5 L de agua en la bomba aspersora que se venía utilizando anteriormente y se procedió a hacer la aplicación.



Figura 13. Cepa de *Basillus subtilis*. Producto comercial de la cepa de *Basillus subtilis*.

A continuación, se presentan las fechas de aplicación para cada producto (Tabla 7).

Tabla 7. Fechas de aplicación de productos orgánicos (prevención de enfermedades).

<i>Producto</i>	<i>Fecha</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	27/08/21
	30/09/21
<i>Trichoderma virens</i>	10/09/21
	25/09/21
<i>Basillus subtilis</i>	05/09/21
	20/09/21

La principal enfermedad fue la mancha foliar temprana causada por el hongo entomopatógeno (*Cercospora arachidicola*), se presentó en un primer momento a los 60 días después de la siembra y se identificó al observar manchas irregulares de color marrón en la parte superior de

la hoja, puede observarse una esporulación dispersa sobre la parte superior (Figura 14). El desarrollo de este patógeno es posible cuando las condiciones de humedad rebasan el 95% por más de 12 h y cuando la temperatura se encuentra por encima de los 15°C (Rathod *et al.*, 2020).

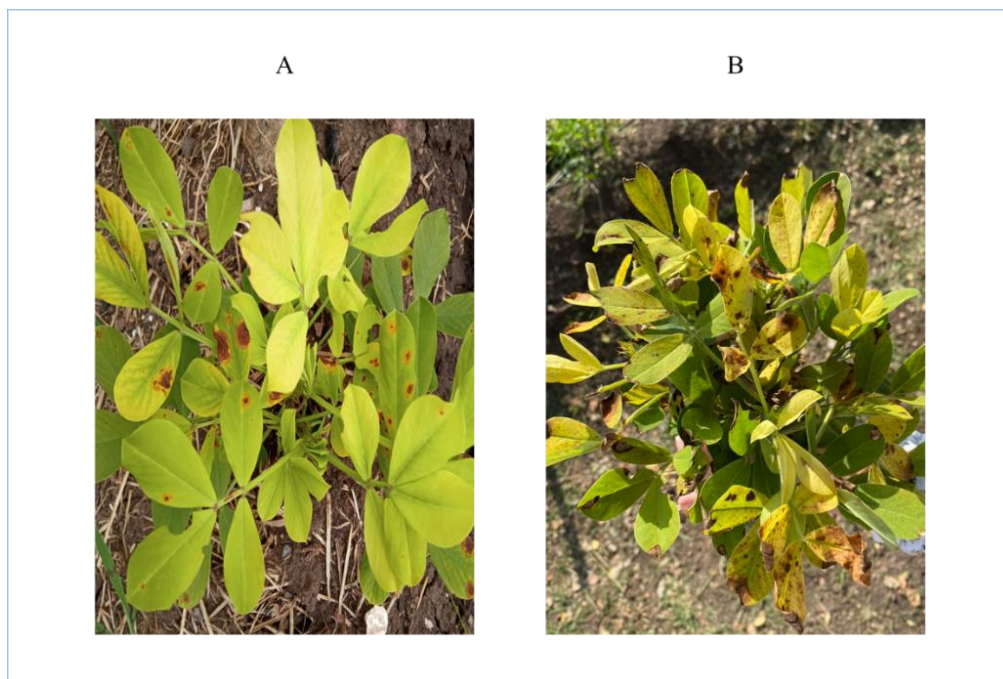


Figura 14. Mancha foliar temprana. En la figura, ambos incisos muestran el daño causado por *Cercospora arachidicola*.

Para contrarrestar el efecto de la mancha foliar temprana (*Cercospora*) fue necesaria la aplicación de un fungicida químico (DACONIL® 2787 W-75%) este contiene el ingrediente activo clorotalonil que pertenece al grupo de los cloronitrilos y actúa sobre el hongo *Cercospora arachidicola*, *Cercospora personata* y el hongo causante de la roya en cacahuete (*Puccinia arachidis*). La aplicación de este producto se realizó en una única ocasión el día 04/10/21 mediante su aspersión foliar, para esto se disolvieron 30 g de producto en 6 L de agua, y se asperjaron de la manera en que se venían aplicando los demás productos.

2.6.6 Control de plagas

Después de los 65 días de la siembra se aplicó un insecticida botánico como preventivo (proganic gamma), (Figura 15). Este producto tiene la capacidad de provocar la repelencia y

excitación del sistema nervioso de los insectos. Ante este efecto, se dificulta el vuelo de los mismos, así como la ovoposición; el efecto irritante induce a los insectos a salir de sus refugios facilitando su control. Su olor causa desorientación durante la etapa de reproducción de los insectos y obstruye la acción de feromonas sexuales, causando desorientación durante la etapa de reproducción, disminuyendo de esta forma las poblaciones insectiles (Monteon *et al.*, 2020).



Figura 15. Insecticida botánico (Progranic gamma). Insecticida botánico aplicado para la prevención de plagas.

Para su aplicación se diluyeron 18 mL en 3.4 L de agua en la bomba aspersora de 18 L de capacidad. Cabe mencionar que la aplicación de este insecticida se realizó en tres ocasiones; la 1ª el día 19/08/21, la 2ª el día 30/08/21 y la 3ª el 13/09/21.

Durante el desarrollo del cultivo se identificó como plaga solamente al gusano alfilerillo (*Diabrotica* spp.), esta identificación se realizó a los 90 días de la siembra del cultivo. Para su control se aplicó un insecticida comercial (Lannate 90) el día 05/11/21, este se compone de metomilo al 90%, es un insecticida formulado en polvo soluble para su aplicación al follaje mediante la aspersión (Figura 16).



Figura 16. Insecticida Lannate 90. Insecticida comercial con el que se eliminó al gusano alfilerillo.

Del producto antes mencionado se disolvieron 2.4 g en 3.4 L de agua, para su posterior aplicación en el cultivo.

2.6.7 Cosecha

La cosecha se realizó a los 169 días después de la siembra, el día 15 del mes de diciembre del 2021. Primero, se aflojó el suelo para retirar las plantas de interés para este trabajo. Se colectaron 39 plantas al azar por tratamiento, teniendo una totalidad de 156 plantas cosechadas. Posteriormente, se llevó a cabo el corte manual de los frutos conocido como "pepena". El total de la producción de las plantas seleccionadas para evaluar fue de 24 Kg (Figura 17). Los frutos cosechados se colocaron en arpillas de fibra de ½ Kg, previamente etiquetadas con el número de tratamiento y se llevaron a secar a una azotea durante dos días.



Figura 17. Cosecha de cacahuate (*Arachis hypogaeae* L).

2.6.8 Toma de datos de las variables

Germinación: Para la obtención del número de semillas germinadas se realizó una prueba de germinación estándar de manera visual en campo el día 13 de agosto del 2021 y el análisis de varianza (ANOVA) correspondiente. Además, se llevaron a cabo las pruebas que se habían definido para cada una de las variables. De esta manera, se pudo dilucidar el efecto del bocashi sobre esta variable en cada uno de los tratamientos.

Floración. La floración del cultivo inició el día 05 de agosto a los 35 días después de la siembra. Sin embargo, se esperó a que la totalidad de los tratamientos tuvieran un 50% de plantas en floración para hacer la evaluación. Se evaluó de manera visual en campo el día 30 de agosto del 2021, 60 días después de la siembra y se realizó el análisis de varianza (ANOVA) correspondiente en conjunto con las pruebas complementarias (Sidak, verificación de homocedasticidad y normalidad).

Altura de la planta y grosor del tallo (cm): Para la toma de la altura de la planta se utilizó una cinta métrica, los datos finales para estas variables se tomaron el día 10 de diciembre del 2021, 5 días antes de la cosecha. La altura del tallo se tomó desde la base de la planta y el grosor se midió a la altura de los 10 cm.

Peso de las vainas por planta (g): Para registrar el peso de las vainas por planta se utilizó una balanza analítica de laboratorio marca Ohaus. Esta variable se evaluó el día 18 de diciembre del 2021 en el laboratorio del CIIDIR-Unidad Michoacán.

Vainas por planta y semillas por vaina (número): Estas dos últimas variables se contabilizaron manualmente el día 19 de diciembre del 2021. Los datos se registraron en la bitácora correspondiente para su posterior análisis.

2.7 Análisis estadísticos

En el mes de diciembre luego de haber cosechado y de obtener los datos para cada variable (altura de la planta, grosor del tallo, vainas por planta, peso de las vainas, semillas por planta) se hicieron las respectivas confrontaciones. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables, la diferencia entre los tratamientos se determinó mediante la aplicación de la prueba de rango múltiple de Tukey para $p \leq 0,05$. Además, de una prueba de múltiples comparaciones (Sidak's) y la verificación de los supuestos de homocedasticidad y normalidad para cada variable (prueba de Hartley). Para dicho análisis se utilizaron los paquetes estadísticos de GraphPad Prism 8.0.1 y Statgraphics Centurión 18.

Una vez cumplidos los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se decidió realizar algunas pruebas de fertilidad del suelo postcosecha en el laboratorio del CIIDIR-Unidad Michoacán, la metodología empleada fue la descrita en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, misma que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

A continuación se describe brevemente algunas de las determinaciones realizadas y que tienen mayor relevancia para interés de este trabajo de investigación.

potencial de Hidrogeno (pH)

Esta determinación se realizó por medio del método electrométrico en una solución de agua pura. La evaluación electrométrica del pH se basa en la determinación de la actividad del ion H

mediante el uso de un electrodo cuya membrana es sensitiva al H. En el caso de los suelos el pH se mide potenciométricamente en la suspensión sobrenadante de una mezcla de relación suelo: agua 1:2.

Se pesaron 10 g de suelo en un vaso de precipitados y se agregaron 20 mL de agua destilada, se agito manualmente la mezcla de suelo y agua con una varilla de vidrio en intervalos de 5 minutos durante 30 min, luego se dejó reposar esta durante 15 min. Posterior a esto se agitó nuevamente la suspensión y se introdujo el electrodo en la suspensión para registrar el pH al momento en que la lectura se estabilizo, el equipo que se implementó pertenece a la marca de Lab-Tech, modelo Mi 180 Bench Meter.

Conductividad Eléctrica (C.E)

La medición de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación se realizó a través del método AS-18, con un conductímetro de la marca HANNA instruments, modelo HI 2300 EC/TDS/NaCl Meter.

En un primer momento se obtuvo el extracto de saturación a través del método AS-16, por succión de vacío de la pasta de saturación. Este método se aplica para la obtención del extracto de saturación de muestras de suelo. El término “extracto de saturación” se usa en este método para designar al extracto acuoso que se obtiene por filtración al vacío de una pasta de suelo saturado hecha con agua destilada. El extracto de saturación es una solución acuosa importante porque muchas propiedades del suelo como la composición de las sales solubles y la conductividad eléctrica del extracto de saturación están relacionadas con la respuesta de los cultivos a la salinidad.

Inicialmente se pesaron 100 g de suelo ya tamizado y se adicionó agua destilada hasta saturar. Esta se dejó reposar por 24 h. Al día siguiente se activó la pasta y se procedió a la extracción del líquido mediante la bomba de vacío.

Se colocó un papel filtro Whatman No. 42 en el fondo de un embudo Buchner y se ajustó un tapón de hule monohoradado al embudo Buchner. Para coleccionar el extracto de saturación colocar un tubo de ensayo en el interior de un matraz kitasato. Luego se instaló el embudo con su tapón sobre el matraz kitasato de forma que el vástago del embudo quedo alineado con la boca del tubo de ensayo que se encuentra en el interior del matraz. Mediante un tubo de plástico se

conectó el matraz Kitasato con una línea de vacío. Hasta este punto ya se había preparado la pasta de suelo saturado y se colocó en el matraz Kitasato para la extracción de la solución. Se transfirió la pasta al embudo Buchner y activo la bomba de vacío.

Textura (Bouyoucos)

En general el problema es separar los agregados y analizar sólo las partículas. En el presente método se elimina la agregación debida a materia orgánica y la floculación debida a los cationes calcio y magnesio. No se eliminan otros cementantes como carbonatos. El tiempo de lectura se escogió de 40 seg para la separación de partículas mayores de 0.05 mm (arena) y de 2 horas para partículas de diámetro mayores de 0.002 mm (limo y arena). Estos límites han sido establecidos por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos y se han usado para construir el triángulo de texturas.

Se pesaron 50 g de suelo de textura arcillosa y se pusieron en un vaso de precipitados de 250 mL. Se adicionó agua hasta cubrir la superficie con una lámina de 2 cm. Luego se agregaron 5 mL de oxalato de sodio y 5 mL de metasilicato de sodio y se dejó reposar durante 15 min. Se pasaron las muestras de los vasos de precipitado a las copas del agitador mecánico, pasando todo el material con la ayuda de una piceta. Se activaron los agitadores. Al finalizar el tiempo de agitación, se pasó el contenido a una probeta de 1000 mL o al cilindro de Bouyoucos enjuagando la copa con ayuda de una piceta. Se agregó agua destilada hasta completar un litro con el hidrómetro dentro de la suspensión en el caso de la probeta con el hidrómetro dentro de la suspensión.

Se tomaron las lecturas del hidrómetro a los 40 seg y después de 2 h de terminada la dispersión con el agitador de mano. Para hacer una lectura, se colocó el hidrómetro dentro de la probeta 20 seg antes del momento de la determinación, cuidando de alterar lo menos posible la suspensión. Después de hacer la lectura se secó y lavo el hidrómetro. Finalmente se tomó la temperatura.

Determinación de Materia Orgánica (M.O- Walkley y Black)

La determinación de materia orgánica del suelo se evalúa a través del contenido de carbono orgánico. Este método se basa en la oxidación del carbono orgánico del suelo por medio de una disolución de dicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con ácido sulfúrico concentrado. Después de un cierto tiempo de espera la mezcla se diluyó y se le

adicionó ácido fosfórico para evitar interferencias de Fe^{3+} y el dicromato de potasio residual es valorado con sulfato ferroso. Con este procedimiento se detecta entre un 70 y 84% del carbón orgánico total por lo que es necesario introducir un factor de corrección, el cual puede variar entre suelo y suelo. En los suelos de México se recomienda utilizar el factor 1.298 (1/0.77).

Se pesaron 0.5 g de suelo seco y pasado por un tamiz de 0.5 mm y colocarlo en un matraz Erlenmeyer de 500 mL. Además, se procesaron los blancos con reactivos por triplicado.

Se adicionaron 10 mL de dicromato de potasio 1 N girando el matraz cuidadosamente para que entre en contacto con todo el suelo. Luego se agregaron cuidadosamente con una bureta 20 mL de H_2SO_4 concentrado a la suspensión, se giró y agito de esa forma durante 1 min. Se dejó reposar durante 30 min y se añadieron 200 mL de agua destilada, después se adicionaron 5 ml de H_3PO_4 concentrado y de 5 a 20 gotas del indicador de difenilamina.

Finalmente se tituló con la disolución de sulfato ferroso gota a gota hasta un punto final verde claro y se realizaron los cálculos correspondientes y su respectiva interpretación.

Determinación de Cationes Intercambiables

Método para la determinación de cationes intercambiables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+) de los suelos, empleando acetato de amonio 1N, pH 7.0, como solución saturante. El método para la determinación consiste en la saturación de la superficie de intercambio con un catión índice, el ion amonio; lavado del exceso de saturante con alcohol; desplazamiento del catión índice con potasio y determinación del amonio mediante destilación. El amonio se emplea como catión índice debido a su fácil determinación, poca presencia en los suelos y porque no precipita al entrar en contacto con el suelo. La concentración normal que se usa asegura una completa saturación de la superficie de intercambio y como está amortiguada a pH 7.0, se logra mantener un cierto valor de pH. El lavado con alcohol pretende desplazar el exceso de saturante y minimizar la pérdida del amonio adsorbido.

Se pesaron 5 g de suelo secado al aire y tamizado por malla de abertura de 2 mm y se transfirió a un tubo de centrifuga de 50 mL. Se adicionaron 33 mL de solución de acetato de amonio, se tapó y se agitó en posición horizontal durante 10 min. Luego, se centrifugó hasta que el líquido sobrenadante esté claro. Esto se logra fácilmente centrifugando a 2500 rpm. Posterior a esto se

decantó el líquido en un matraz de 100 mL y repetir la extracción otras dos veces, se aforo con acetato de amonio y guardo para la posterior determinación de las bases intercambiables.

Micronutrientes

Entre las sustancias utilizadas para recuperar a los metales del suelo, destacan aquellas que emplean a compuestos orgánicos con la capacidad para formar complejos estables, tal es el caso del DTPA (ácido del dietilen-triamino-pentaacético) y del EDTA (ácido del etilen-diamino-tetraacético). Las soluciones complejantes, como el DTPA y el EDTA, tienen como finalidad el recuperar elementos metálicos que se encuentran en forma intercambiable, ligados a la materia orgánica y disolver formas precipitadas.

Reactivos

Solución de DTPA 0.005 M. Para preparar un litro, disolvieron 14.9 g de trietanolamina (TEA), 1.97 g de reactivo DTPA y 1.47 g de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en aproximadamente 300 mL de agua desionizada, se agitó hasta disolver los reactivos y llevó a un volumen de 900 mL. Se ajustó el pH a 7.3 con ácido clorhídrico 1:1. Finalmente, se completó a un volumen de un litro con agua.

Extracción

Para la extracción se colocaron 10.0 g de suelo seco y tamizado en malla de 2 mm de apertura, en un matraz Erlenmeyer de 125 mL y adicionar 20 mL de solución DTPA. Se tapó el matraz con papel parafilm o con plástico asegurándolo con una liga, se agitó horizontalmente a 120 oscilaciones por minuto durante 2 h exactamente. Después de terminar el agitado se separó la solución del suelo mediante un filtrado con papel Whatman No. 42. Finalmente, del extracto obtenido se cuantificaron a los micronutrientes por espectrofotometría; hierro, cobre, zinc, y manganeso.

Fósforo (P)

La determinación del fósforo aprovechable para suelos neutros y alcalinos se realizará a través del método AS-10, por el procedimiento de Olsen y colaboradores de acuerdo a la Norma Mexicana NOM-021- RECNAT-2000. El fósforo determinado con este procedimiento ha mostrado una estrecha relación con la respuesta de los cultivos. El fósforo es extraído del suelo con una solución de NaHCO_3 0.5 M ajustada a un pH de 8.5. En suelos neutros, calcáreos o

alcalinos, conteniendo fosfatos de calcio, este extractaste disminuye la concentración de Ca en solución a través de una precipitación del CaCO_3 , por lo tanto, la concentración de P en solución se incrementa. En suelos ácidos conteniendo fosfatos de Al y Fe tales como la variscita y estrengita, la concentración de P en solución, se incrementa conforme el pH se eleva. Este extractante evita que se presenten reacciones secundarias en suelos ácidos y calcáreos debido a que el nivel de Al, Ca y Fe se mantiene muy bajo en dicha solución.

Reactivos empleados:

Hidróxido de sodio 1M. se disolvieron 4 g de NaOH en 100 mL de agua.

Bicarbonato de sodio (NaHCO_3) 0.5 M. Se disolvieron 42 g de NaHCO_3 en aproximadamente 1 L de agua, se ajustó el pH de esta solución a 8.5 mediante la adición de solución de NaOH 1 M y se llevó a volumen con agua destilada. Se guardó la solución en un recipiente de polietileno y se ajustó el pH a 8.5.

Solución de tartrato de antimonio y potasio al 0.5%. Se pesaron 0.5 g de $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$, se transfirió a un matraz volumétrico de 100 mL, se disolvió y aforó con agua destilada.

La solución de molibdato de amonio $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$. Se obtuvo mediante la disolución de 20 g de molibdato de amonio $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ en 300 ml de agua destilada. Se agregaron lentamente bajo constante agitación y con cuidado, 450 mL de H_2SO_4 (14 N) (194.4 ml H_2SO_4 concentrado diluido a 500 mL con agua da una concentración de aproximadamente 14 N). Luego, se agregaron 100 mL de una solución al 0.5% (p/v) de tartrato de antimonio y potasio. Se diluyeron las mezclas a 1 L con agua destilada. Este frasco se dejó cubierto con papel aluminio, proteger de la luz.

Solución reductora con ácido ascórbico. Se disolvieron 0.50 g de ácido ascórbico con un poco de solución de molibdato de amonio y se aforó a 100 mL con la misma solución.

Solución patrón de fósforo (200 mg L⁻¹). Se pesaron exactamente 0.8786 g de fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4) seco al horno a 105° C, se disolvieron en agua y se aforó a 1 L. Posterior a esto, se guardó en un envase de plástico o vidrio y se procedió a conservar en refrigeración.

Solución patrón de 5 mg L⁻¹ de P. Se diluyeron 5 mL de la solución de 200 mg/L de P a 200 mL con agua destilada. Preparar fresca cada 5 días.

Se pesaron 2.5 g de suelo previamente tamizado por malla de 2 mm y colocarlos en los tubos de polietileno. Se adicionaron 50 mL de la solución extractora tapó y agitaron suspensión en agitador de acción recíproca durante 30 min. a 180 oscilaciones por min. Luego se filtraron inmediatamente a través de papel filtro Whatman No. 42. Se prepararon los blancos a partir de alícuotas de solución extractora y adicionando todos los reactivos como en las muestras. Luego se tomó una alícuota de 5 mL (o 10 mL si la concentración de P es muy baja) del filtrado y colocó en un matraz aforado de 50 mL. Se añadieron 5.0 mL de la solución reductora, se agitó y aforó.

La curva de calibración se preparó con patrones de 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0 mg/L de P. Se pipetea 0, 1, 2, 4, 6 y 10 mL de una solución de 5 mg/L de P a matraces aforados de 50 mL. Se adicionó un volumen de solución extractante de NaHCO₃ 0.5 M igual a la alícuota empleada para medir en las muestras desconocidas. Se llevó aproximadamente a 40 mL con agua y se adicionaron 5 mL de la solución reductora con ácido ascórbico, aforó. Luego se volvió a agitar. Se leyó después de 30 min pero antes de 1 h a 882 nm; se leyeron las muestras y los patrones al mismo tiempo de reacción, contando el tiempo desde que se agregó el reactivo que genera el complejo hasta el momento de la lectura. Se procedió a realizar los cálculos correspondientes. Cabe mencionar, que se mandó a analizar la muestra completa al laboratorio externo antes mencionado, ya que no se lograron hacer todas las determinaciones por problemas que nos sobrepasaban.

3. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico de fertilidad del suelo

Antes de realizar la preparación del suelo, se llevó a cabo un muestreo para su posterior análisis. A continuación, se presentan los resultados de las propiedades físicas (Tablas 7), pH del suelo y necesidades de yeso, cal y lavado (Tabla 8), fertilidad del suelo (Tabla 9), porcentaje de saturación de bases (Tabla 10), relación entre cationes (Tabla 11).

Tabla 8. Propiedades físicas del suelo.

<i>Propiedades físicas del suelo</i>		
<i>Determinación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
<i>Clase textural</i>	Franco Arcilloso	
<i>Punto de saturación</i>	59.0	%
<i>Capacidad de campo</i>	31.6	%
<i>Punto Marchitez Permanente</i>	18.8	%
<i>Cond. Hidráulica</i>	1.10	cm/h
<i>Densidad Aparente</i>	1.06	g/cm ³

Nota. De acuerdo con los resultados de las propiedades físicas del suelo, este presentó una textura franco arcillosa, un valor alto para el punto de saturación, la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. Por otro lado, un valor bajo para la conductividad hidráulica.

Tabla 9. pH del suelo y necesidades de yeso, cal y lavado.

<i>pH del Suelo y necesidades de yeso, cal y lavado</i>		
<i>Determinación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
<i>pH</i>	7.1 (Neutro)	
<i>Carbonatos totales</i>	5.74	%
<i>Salinidad (CE)</i>	0.78	dS/m
<i>Punto March. Perm</i>	18.8	%
<i>Requerimiento de yeso</i>	No requiere	
<i>Requerimiento de cal</i>	No requiere	

Nota. Los resultados presentados en la tabla 9 muestran que el suelo posee un pH prácticamente neutro, con bajo contenido de carbonatos, libre de sales.

Tabla 10. Fertilidad del suelo.

<i>Determinación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
<i>M.O</i>	3.22	%
<i>P-Olsen</i>	88.7	ppm
<i>K</i>	635	ppm
<i>Ca</i>	5222	ppm
<i>Mg</i>	1711	ppm
<i>Na</i>	118	ppm
<i>Fe</i>	7.01	ppm
<i>Zn</i>	1.89	ppm
<i>Mn</i>	23.6	ppm
<i>Cu</i>	1.75	ppm
<i>B</i>	0.38	ppm
<i>S</i>	4.19	ppm
<i>N-NO3</i>	13.7	ppm

Nota. Con base en los datos presentados en la tabla 10, el suelo tiene un alto nivel de materia orgánica. Posee muy alto suministro de fósforo disponible (P) y de potasio (K), elevado suministro de magnesio (Mg) y bajo contenido de azufre (S). En lo que a disponibilidad de micronutrientes respecta, solamente se encuentra moderadamente baja la cantidad de hierro (Fe) y boro (B).

Tabla 11. Cationes intercambiables (porcentaje de saturación de bases).

<i>Cación intercambiable</i>		<i>Unidad</i>	<i>% de saturación</i>
<i>Ca</i>	26.1	me/100g	61.7
<i>Mg</i>	14.1	me/100g	33.3
<i>K</i>	1.62	me/100g	3.83
<i>Na</i>	0.51	me/100g	1.21
<i>CIC</i>	42.3	me/100g	

Nota. De acuerdo a la tabla 11, se considera que la concentración del Mg es alta. Por su parte, el Ca y K se encuentran en un nivel medio; la concentración de Na es baja y finalmente la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es alta.

Tabla 12. Relación entre cationes.

<i>Relación</i>	<i>Resultados</i>	<i>Interpretación</i>
<i>Ca/K</i>	16.1	Alto
<i>Mg/K</i>	8.70	Muy alto
<i>Ca + Mg/K</i>	24.8	Mediano
<i>Ca/Mg</i>	1.85	Bajo

Nota. De acuerdo con los resultados obtenidos y presentados en la tabla 12, la mejor relación fue del Mg/K, después la de Ca/K; la relación Ca+Mg/K fue mediano y finalmente la relación Ca/Mg presentó un valor bajo.

3.2 Informe de resultados del bocashi.

Al término de la preparación del bocashi, se tomó una muestra según las recomendaciones expuestas en el 4to manual de Fertilab, para su posterior análisis. Después de analizar los resultados del bocashi se encontró un alto valor en su contenido de hierro (Fe), es común encontrar este elemento presente en las compostas sólidas; cuando su valor se encuentra en

valores altos, se puede interferir en los resultados de las cenizas presentes. Por su parte, el nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), Magnesio (Mg), sodio (Na), azufre (S) y manganeso (Mg) se encuentran dentro de los valores normales. Los elementos que presentaron valores bajos fueron el zinc (Zn), boro (B) y el cobre (Cu). Por otro lado, la materia orgánica se encuentra moderadamente alto. Finalmente, y de acuerdo a la NMX-AA-180-SCFI-2018 que establece los métodos y procedimientos para el tratamiento aerobio de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la información comercial y de sus parámetros de calidad de los productos finales, el valor de del pH (8.7) se encuentra ligeramente por encima y conductividad eléctrica (3.8 dS/m) se encuentra dentro de los valores permisibles para las compostas sólidas (6.7-8.5 y 0.5-12 dS/m respectivamente), (Anexo 1).

3.3 Diagnóstico de fertilidad del suelo después de cosecha

Una vez que se obtuvo la cosecha se analizó el suelo con la finalidad de hacer una comparación entre el suelo con y sin los tratamientos. A continuación, se presentan los resultados de las propiedades físicas (Tablas 14), pH del suelo y necesidades de yeso, cal y lavado (Tabla 15), fertilidad del suelo (Tabla 16), porcentaje de saturación de bases (Tabla 17), relación entre cationes (Tabla 18). Cabe mencionar que las determinaciones se complementaron con los resultados emitidos por un laboratorio externo (Fertilab).

Tabla 13. Propiedades físicas del suelo postcosecha.

<i>Determinación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
<i>Clase textural</i>	Franco Arcilloso	
<i>Punto de saturación</i>	64.0	%
<i>Capacidad de campo</i>	34.3	%
<i>Punto marchitez permanente</i>	20.4	%
<i>Conductibilidad hidráulica</i>	.70	cm/h
<i>Densidad aparente</i>	1.13	g/cm ³

Nota. De acuerdo con los resultados de las propiedades físicas del suelo, este presentó una textura franco arcilloso, un valor muy alto para el punto de saturación, la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. Por otro lado, un valor bajo para la conductividad hidráulica.

Tabla 14. pH del suelo y necesidades de yeso, cal y lavado postcosecha.

<i>Determinación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
<i>pH</i>	7.69 (Moderadamente alcalino)	
<i>Carbonatos totales</i>	5.10	%
<i>Salinidad (CE)</i>	0.75	dS/m
<i>Requerimiento de yeso</i>	No requiere	
<i>Requerimiento de cal</i>	No requiere	

Nota. Los resultados presentados en la tabla 14, muestran que el suelo posee un pH moderadamente alcalino. No obstante, el suelo tiene un bajo contenido de carbonatos, libre de sales. Por lo que, no requiere la aplicación de yeso o cal para hacer correcciones.

Tabla 15. Fertilidad del suelo postcosecha.

<i>Determinación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
<i>M.O</i>	3.50	%
<i>P-Olsen</i>	132	Ppm
<i>K</i>	767	Ppm
<i>Ca</i>	4145	Ppm
<i>Mg</i>	1556	Ppm
<i>Na</i>	143	Ppm
<i>Fe</i>	9.25	Ppm
<i>Zn</i>	3.11	Ppm
<i>Mn</i>	16.0	Ppm
<i>Cu</i>	3.14	Ppm
<i>B</i>	0.10	Ppm
<i>S</i>	2.78	Ppm
<i>N-NO₃</i>	20.9	Ppm

Nota. Con base en los datos presentados en la tabla 15, el suelo tiene un alto nivel de materia orgánica. Muy alto suministro de fósforo (P) disponible, alto suministro de potasio (K), elevado suministro de magnesio (Mg), muy bajo contenido de azufre (S). Suministro moderado de nitrógeno inorgánico (N-NO₃) . Por otro lado, en cuanto a la disponibilidad de micronutrientes, este se encuentra con muy alto nivel de cobre (Cu). Sin embargo, muy pobre en boro (B).

Tabla 16. Cationes intercambiables (porcentaje de saturación de bases) postcosecha.

<i>Cación intercambiable</i>		<i>Unidad</i>	<i>% de saturación</i>
<i>Ca</i>	20.7	me/100g	57.3
<i>Mg</i>	12.8	me/100g	35.5
<i>K</i>	1.96	me/100g	5.43
<i>Na</i>	0.62	me/100g	1.72
<i>CIC</i>	36.1	me/100g	

Nota. De acuerdo a la tabla 16, se considera que la concentración del Mg es muy alta. Por su parte, el K se encuentran en un nivel moderadamente alto, el Ca se encuentra moderadamente bajo; la concentración de Na es baja y finalmente el valor para la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es alto.

Tabla 17. Relación entre cationes postcosecha.

<i>Relación</i>	<i>Resultados</i>	<i>Interpretación</i>
<i>Ca/K</i>	10.6	Mediano
<i>Mg/K</i>	6.53	Muy alto
<i>Ca + Mg/K</i>	17.1	Bajo
<i>Ca/Mg</i>	1.62	Bajo

Nota. De acuerdo con los resultados obtenidos y presentados en la tabla 17, la mejor relación fue del Mg/K, después la de Ca/K; la relación Ca+Mg/K fue bajo y finalmente la relación Ca/Mg presento un valor bajo.

3.4 Evaluación de las variables

3.4.1 Germinación y floración

Para evaluar las variables germinación y floración se consideró solamente el área donde se encontraban las plantas a las que se les evaluarían las demás variables. La totalidad de las plantas en los 12 surcos que se consideraron para medir el tamaño de muestra fue de 255.

3.5 Análisis de Varianza (ANOVA)

3.5.1 Germinación

Tabla 18. ANOVA para el número de semillas germinadas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<i>Entre grupos</i>	23.58	3	7.8	5.90	0.02
<i>Intra grupos</i>	10.66	8	1.3		
<i>Total (Corr.)</i>	34.25	11			

Nota. La tabla muestra la razón-F, en este caso es igual a 5.90. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de altura de la planta entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 19. Medias para el número de semillas germinadas.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media cm</i>	<i>Error Est. (Individual)</i>	<i>Limite Inferior</i>	<i>Limite Superior</i>
<i>T1: Testigo</i>	3	21.6667	0.666667	20.5796	22.7537
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	3	20.3333	0.666667	19.2463	21.4204
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	3	19.6667	0.666667	18.5796	20.7537
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	3	23.3333	0.666667	22.2463	24.4204
<i>Total</i>	12	21.25			

Nota. La tabla muestra el número de réplicas y la media por tratamiento, tal como se observa; el mayor valor de las medias se obtuvo con el T4, seguido por los tratamientos T1, T2 y finalmente el T3. La tabla también muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad del muestreo.

Tabla 20. Pruebas de rangos múltiples para número de semillas germinadas por tratamientos (método: 95.0 porcentaje LSD).

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media (cm)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	3	19.6667	X
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	3	20.3333	X
<i>T1: Testigo</i>	3	21.6667	XX
<i>T3: Kg/m²</i>	3	23.3333	X

Nota. En la tabla 20 se empleó el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. La tabla presenta las medias correspondientes a los tratamientos y la homogeneidad entre grupos. Se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Tabla 21. Diferencia significativa entre las medias.

<i>Contraste</i>	<i>Significancia</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>T1: Testigo - T2: 8 Kg/m²</i>		1.33333	2.17413
<i>T1: Testigo - T3: 5 Kg/m²</i>		2.0	2.17413
<i>T1: Testigo - T4: 3 Kg/m²</i>	*	-1.66667	2.17413

* Indica una diferencia significativa

Nota. En la tabla 21 se observan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de la comparación entre el T1 y el T4 indica que existe una diferencias estadísticamente significativas entre ellos con un nivel del 95.0% de confianza. El mayor número de semillas germinadas se obtuvo mediante el T4.

Tabla 22. Verificación de Varianza - Semillas germinadas (prueba de Hartley).

<i>Comparación</i>	<i>Sigma 1</i>	<i>Sigma 2</i>	<i>F- Ratio</i>	<i>P- Valor</i>
<i>T1:Testigo / T2: 8 Kg/m²</i>	0.57735	2.08167	0.0769231	0.1429
<i>T1:Testigo / T3: 5 Kg/m²</i>	0.57735	0.57735	1.0	1.0000
<i>T1:Testigo / T4: 3 Kg/m²</i>	0.57735	0.57735	1.0	1.0000

Nota. Los resultados mostrados en la tabla 22 evalúan la hipótesis de que la desviación estándar de las semillas germinadas dentro de cada uno de los 4 niveles de tratamientos es la misma. Al realizar el análisis de varianza para la altura de las plantas se verifico el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad y distribución normal.

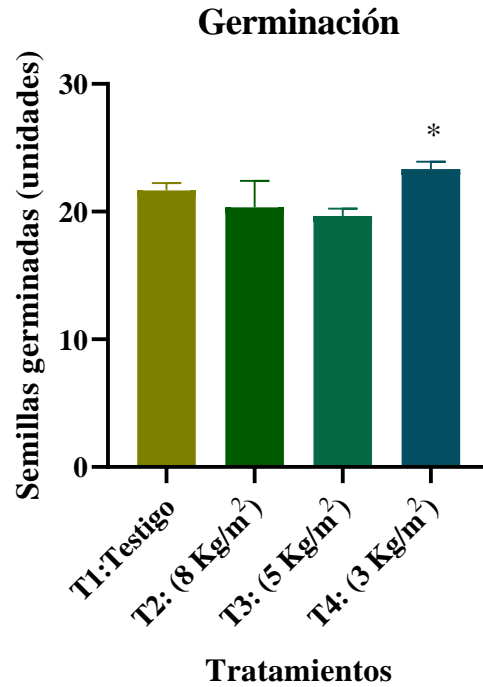


Figura 18. ANOVA - Semillas germinadas. En la figura se muestra el promedio de semillas germinadas para cada tratamiento (n=12). El tratamiento que presenta mayor diferencia significativa con respecto al testigo es el T4: 3 Kg/m². El * indica una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95% de confianza.

3.5.2 Floración

Tabla 23. ANOVA para el número de flores.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<i>Entre grupos</i>	822.327	3	274.109	88.18	0.0000
<i>Intra grupos</i>	472.513	152	3.10864		
<i>Total (Corr.)</i>	1294.84	155			

Nota. La tabla muestra la razón-F, en este caso es igual a 88.18 Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de altura de la planta entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 24. Medias para el número de flores.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media cm</i>	<i>Error Est. (Individual)</i>	<i>Limite Inferior</i>	<i>Limite Superior</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	8.23077	0.282327	7.83635	8.62519
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	5.28205	0.282327	4.88763	5.67647
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	39	10.9231	0.282327	10.5287	11.3175
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	10.7692	0.282327	10.3748	11.1637
<i>Total</i>	156	8.80128			

Nota. La tabla muestra el número de réplicas y la media por tratamiento, tal como se observa; el mayor valor de las medias se obtuvo con el T3, seguido por los tratamientos T4, T1 y finalmente el T2. La tabla también muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad del muestreo.

Tabla 25. Pruebas de rangos para el número de flores (método: 95.0 porcentaje LSD).

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media (cm)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	5.28205	X
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	8.23077	X
<i>T1: Testigo</i>	39	10.7692	X
<i>T3: Kg/m²</i>	39	10.9231	X

Nota. En la tabla 25 se empleó el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. La tabla presenta las medias correspondientes a los tratamientos y la homogeneidad entre grupos. se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. Dicho de otra manera, las medias para los T3, T1 y T2 son similares entre ellas.

Tabla 26. Diferencia significativa entre las medias.

<i>Contraste</i>	<i>Significancia</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>T1: Testigo - T2: 8 Kg/m²</i>		2.94872	0.788839
<i>T1: Testigo - T3: 5 Kg/m²</i>	*	-2.69231	0.788839
<i>T1: Testigo - T4: 3 Kg/m²</i>	*	-2.53846	0.788839

* Indica una diferencia significativa

Nota. En la tabla 26 se observan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de la comparación entre el T3 y T4 con respecto al testigo indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. Se observa una diferencia mayor entre el T3 y el T1, por lo cual se deduce que el mayor número de flores por tratamiento se obtuvo mediante el T3.

Tabla 27. Verificación de Varianza - Número de flores (prueba de Hartley).

<i>Comparación</i>	<i>Sigma 1</i>	<i>Sigma 2</i>	<i>F- Ratio</i>	<i>P- Valor</i>
<i>T1:Testigo / T2: 8 Kg/m²</i>	1.9929	1.23435	2.60673	0.0040
<i>T1:Testigo / T3: 5 Kg/m²</i>	1.9929	2.06964	0.927221	0.8170
<i>T1:Testigo / T4: 3 Kg/m²</i>	1.9929	1.62968	1.49543	0.2194

Nota. Los resultados mostrados en la tabla 27 evalúan la hipótesis de que la desviación estándar del número de flores dentro de cada uno de los 4 niveles de tratamientos es la misma. Al realizar el análisis de varianza para la altura de las plantas se verifico el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad y distribución normal.

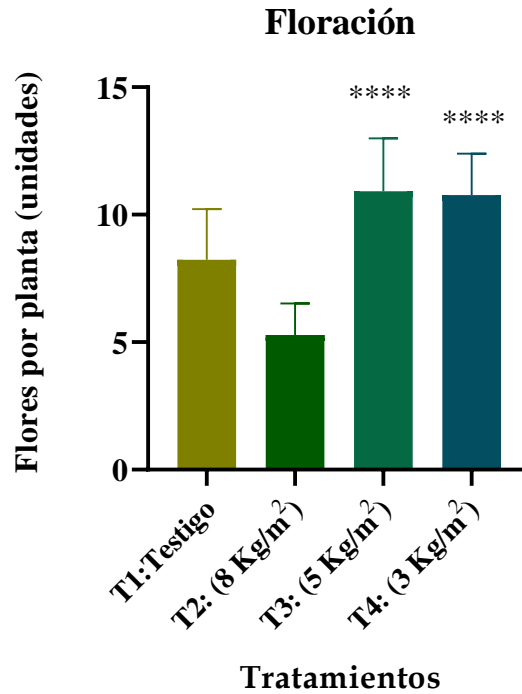


Figura 19. ANOVA - Número de flores por planta. En la figura se muestra el promedio de flores por plantas para cada tratamiento (n=39). En este gráfico se visualiza que son el T3 y T4 aquellos que presentan diferencia significativa con respecto al T1. Sin embargo, entre dichos tratamientos es el T3: 5 Kg/m² el que presenta la mayor diferencia significativa con respecto al T1. El * indica una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95% de confianza.

3.5.3 Altura

Tabla 28. ANOVA para la altura de la planta.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<i>Entre grupos</i>	3296.12	3	1098.71	12.2302	0.0000
<i>Intra grupos</i>	13655.0	152	89.8357		
<i>Total (Corr.)</i>	16951.1	155			

Nota. La tabla muestra la razón-F, en este caso es igual a 12.23. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de altura de la planta entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 29. Medias para la altura de la planta.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media cm</i>	<i>Error Est. (Individual)</i>	<i>Limite Inferior</i>	<i>Limite Superior</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	31.7692	1.6752	30.094	33.4444
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	24.6154	1.30999	23.3054	25.9254
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	39	37.5897	1.46747	36.1223	39.0572
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	31.5897	1.59314	29.9966	33.1829
<i>Total</i>	156	31.391			

Nota. La tabla muestra el número de réplicas y la media por tratamiento, tal como se observa; el mayor valor de las medias se obtuvo con el T3, seguido por los tratamientos T1, T4 y finalmente el T2. La tabla también muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad del muestreo.

Tabla 30. Pruebas de rangos múltiples para la altura de la planta (método: 95.0 porcentaje LSD).

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media (cm)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	24.6154	X
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	31.5897	X
<i>T1: Testigo</i>	39	31.7692	X
<i>T3: Kg/m²</i>	39	37.5897	X

Nota. En la tabla 30 se empleó el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. La tabla presenta las medias correspondientes a los tratamientos y la homogeneidad entre grupos. Se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Tabla 31. Diferencia significativa entre las medias por tratamientos.

<i>Contraste</i>	<i>Significancia</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>T1: Testigo - T2: 8 Kg/m²</i>		7.15385	4.2406
<i>T1: Testigo - T3: 5 Kg/m²</i>	*	-5.82051	4.2406
<i>T1: Testigo - T4: 3 Kg/m²</i>		0.179487	4.2406

* Indica una diferencia significativa

Nota. En la tabla 31 se observan los resultados de la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco al lado de la confrontación entre el T3 y el T1 muestra una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95.0% de confianza. La mayor altura se obtuvo con el T3 con respecto a las demás variables y del T1.

Tabla 32. Verificación de Varianza - Altura de la planta (prueba de Hartley).

<i>Comparación</i>	<i>Sigma 1</i>	<i>Sigma 2</i>	<i>F- Ratio</i>	<i>P- Valor</i>
<i>T1:Testigo / T2: 8 Kg/m²</i>	10.4616	8.1809	1.63529	0.1340
<i>T1:Testigo / T3: 5 Kg/m²</i>	10.4616	9.16434	1.30315	0.4182
<i>T1:Testigo / T4: 3 Kg/m²</i>	10.4616	9.16434	1.30315	0.4182

Nota. Los resultados mostrados en la tabla 33 evalúan la hipótesis de que la desviación estándar de la altura de las plantas dentro de cada uno de los 4 niveles de tratamientos es la misma. Al realizar el análisis de varianza para la altura de las plantas se verifico el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad y distribución normal.

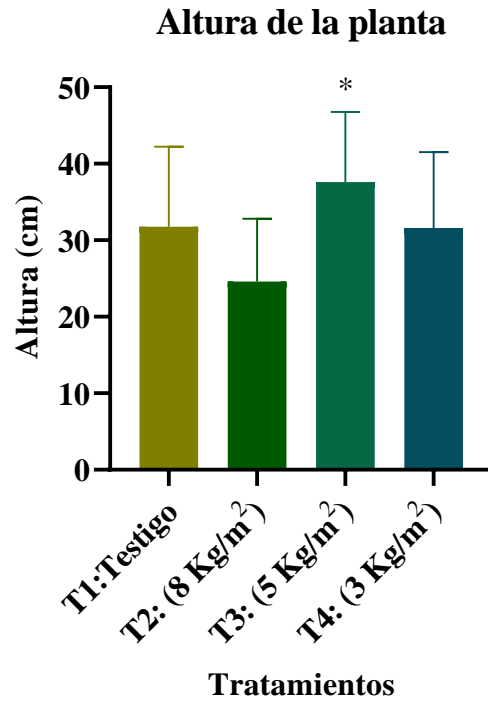


Figura 20. ANOVA - Altura de la planta. En la figura se muestra el promedio de altura para cada tratamiento (n=39). El tratamiento que presenta mayor diferencia significativa con respecto al testigo es el T3: 5 Kg/m². El * indica una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95% de confianza.

3.5.4 Grosor

Tabla 33. ANOVA para el grosor del tallo.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>Razón- F</i>	<i>Valor-P</i>
<i>Entre grupos</i>	2.21301	0.737671	3.99659	0.0090
<i>Intra grupos</i>	28.0554	0.184575		
<i>Total (Corr.)</i>	30.2684			

Nota. En la tabla 33 se presenta la razón-F, en este caso es igual a 3.99. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de grosor del tallo entre un nivel de tratamientos y otro, a un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 34. Medias para el grosor del tallo.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media (cm)</i>	<i>Error estándar (individual)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	3.05641	0.0625369	2.99387	3.11895
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	2.90256	0.0765737	2.82599	2.97914
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	39	3.23846	0.0598711	3.17859	3.29833
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	3.08205	0.0746446	3.00741	3.1567
<i>Total</i>	156	3.06987			

Nota. En la tabla 34 se muestra el número de réplicas y el valor promedio del grosor del tallo de las plantas en cada nivel de tratamientos. De acuerdo con los resultados obtenidos la mayor media corresponde al efecto del T3, seguido del T4, T1 y finalmente el menor diámetro lo presenta el T2. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media.

Tabla 35. Pruebas de múltiples rangos para el grosor del tallo.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media (cm)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	2.90256	X
<i>T1: Testigo</i>	39	3.05641	XX
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	3.08215	XX
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	39	3.23846	X

Nota. En la tabla 35 se empleó el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Esta tabla presenta las medias correspondientes a los tratamientos y la homogeneidad entre grupos. Se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Tabla 36. Diferencia significativa entre las medias.

<i>Contraste</i>	<i>Significancia</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>T1: Testigo - T2: 8 Kg/m²</i>		0.153846	0.192216
<i>T1: Testigo - T3: 5Kg/m²</i>		-0.182051	0.192216
<i>T1: Testigo - T4: 3 Kg/m²</i>		-0.025641	0.192216

Nota. En la tabla 36 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes unas de otras. Después de hacer la confrontación entre tratamientos y de acuerdo con los datos presentados en la tabla, no existe una diferencia significativa entre los tratamientos respecto al testigo.

Tabla 37. Verificación de varianza - Grosor del tallo (prueba de Hartley).

Comparación	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
<i>T1: Testigo / T2: 8 Kg/m²</i>	0.390543	0.478202	0.666981	0.2165
<i>T1: Testigo / T3: 5 Kg/m²</i>	0.390543	0.373895	1.09103	0.7897
<i>T1: Testigo / T4: 3 Kg/m²</i>	0.390543	0.466155	0.7019	0.2797

Nota. En la tabla 37 se evalúa la hipótesis de que la desviación estándar del grosor del tallo dentro de cada uno de los 4 niveles de los tratamientos es la misma. Al realizar el análisis de varianza para el grosor del tallo se verificó el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad y distribución normal.

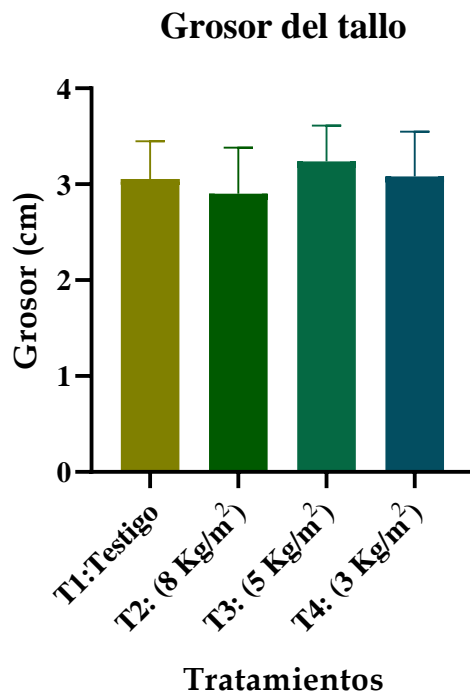


Figura 21. ANOVA - Grosor del tallo. En la figura se muestran el promedio del grosor del tallo para cada tratamiento (n=39). Para la variable evaluada en la figura no existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir los tratamientos analizados no tuvieron alguna influencia sobre las plantas evaluadas.

3.5.5 Vainas por planta

Tabla 38. ANOVA para las vainas por planta.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<i>Entre grupos</i>	5237.87	1745.96	12.1885	0.0000
<i>Intra grupos</i>	21773.5	143.247		
<i>Total (Corr.)</i>	27011.4			

Nota. En la tabla 38 se muestra la razón-F que en este caso es igual a 12.18. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de vainas por planta entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 39. Medias para vainas por planta.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media unidad</i>	<i>Error Est. (individual)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	35.2051	2.14274	33.0624	37.3479
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	35.4615	1.75713	33.7044	37.2187
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	39	45.5897	1.9717	43.618	47.5614
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	48.0	1.76791	46.2321	49.7679
<i>Total</i>	156	41.0641			

Nota. La tabla 39 muestra el número de réplicas y la media para cada nivel de tratamientos. Con base en los resultados, la mayor media corresponde al efecto del T4, seguido del T3, T2 y finalmente el T1. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media.

Tabla 40. Pruebas de múltiples rangos para vainas por planta.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media unidad</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	35.2051	X
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	35.4615	X
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	39	45.5897	X
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	48.0	X

Nota. En la tabla 40 se empleó el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Tabla 41. Diferencia significativa entre las medias.

<i>Contraste</i>	<i>Significancia</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>T1: Testigo - T2: 8 Kg/m²</i>		-0.25641	5.35483
<i>T1: Testigo - T3: 5Kg/m²</i>	*	-10.3846	5.35483
<i>T1: Testigo - T4: 3 Kg/m²</i>	*	-12.7949	5.35483

* Indica una diferencia significativa.

Nota. En la tabla 41 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. Para esta variable dos tratamientos mostraron diferencia significativa. Sin embargo, la mayor diferencia se dio por el efecto del T4 con respecto al T1. Es decir, el tratamiento T4 es el que presentó significativamente más vainas que el resto de los tratamientos incluyendo el T1, seguido del T3, el cual presentó más vainas que el T2 y T1.

Tabla 42. Verificación de Varianza - Vainas por planta (prueba de Hartley).

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
<i>T1: Testigo / T2: 8 Kg/m²</i>	13.3814	10.9733	1.48707	0.2259
<i>T1: Testigo / T3: 5 Kg/m²</i>	13.3814	12.3133	1.18102	0.6106
<i>T1: Testigo / T4: 3 Kg/m²</i>	13.3814	11.0406	1.46899	0.2404

Nota. El estadístico mostrado en esta tabla 42 evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de vainas por planta dentro de cada uno de los 4 niveles de tratamientos es la misma. Al realizar el análisis de varianza para las vainas por plantas se verificó el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad y distribución normal.

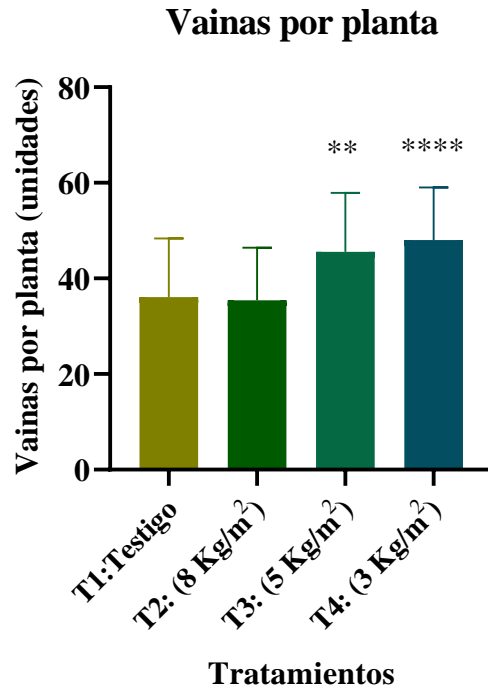


Figura 22. ANOVA - Vainas por planta. En la figura se muestra el promedio de las vainas por planta para cada tratamiento (n=39). El tratamiento que mayor efecto tuvo para esta variable fue el T4. El * indica una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%.

3.5.6 Peso de vainas

Tabla 43. ANOVA para el peso de vainas por plantas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<i>Entre grupos</i>	93989.5	31329.8	16.3592	0.0000
<i>Intra grupos</i>	291099.	1915.12		
<i>Total (Corr.)</i>	385088.			

Nota. En la tabla 43 se presenta el resultado para la razón-F, que en este caso es igual a 16.35. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del peso de las vainas por planta entre los diferentes tratamientos. y a un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 44. Medias para el peso de vainas por planta.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media g</i>	<i>Error Est. (individual)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	107.693	5.48163	102.212	113.175
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	109.61	7.04927	102.56	116.659
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	39	158.22	7.46247	150.757	165.682
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	157.219	7.80986	149.409	165.029
<i>Total</i>	156	133.185			

Nota. En la tabla 44 se muestra el número de réplicas y la media del peso de vainas por planta para cada tratamiento. De acuerdo a los resultados, el tratamiento que tuvo un mayor efecto para el peso de vainas fue el T3, seguido del T4, el T2 y finalmente el T1. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media.

Tabla 45. Pruebas de múltiples rangos para el peso de vainas por planta.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i> <i>g</i>	<i>Grupos</i> <i>Homogéneos</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	107.693	X
<i>T2: 8 Kg/m²</i>	39	109.61	X
<i>T4: 3 Kg/m²</i>	39	157.219	X
<i>T3: 5 Kg/m²</i>	39	158.22	X

Nota. En la tabla 45 se empleó el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Tabla 46. Diferencia significativa entre las medias.

<i>Contraste</i>	<i>Significancia</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>T1: Testigo - T2: 8 Kg/m²</i>		-1.91641	19.5795
<i>T1: Testigo - T3: 5 Kg/m²</i>	*	-50.5264	19.5795
<i>T1: Testigo - T4: 3 Kg/m²</i>	*	-49.5256	19.5795

* Indica una diferencia significativa.

Nota. En la tabla 46 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0 %. Para esta variable mostraron diferencia estadísticamente significativa el T3 y T4 con respecto al T1. Sin embargo, la mayor diferencia se obtuvo por el efecto del T3 con respecto al T1.

Tabla 47. Verificación de varianza - Peso de vainas por planta (prueba Hartley).

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
<i>T1: Testigo / T2: 8 kg/m²</i>	34.2328	44.0227	0.604688	0.1254
<i>T1: Testigo / T3: 5 kg/m²</i>	34.2328	46.6031	0.539578	0.0608
<i>T1: Testigo / T4: 3 kg/m²</i>	34.2328	48.7726	0.492643	0.0319

Nota. Los resultados mostrados en esta tabla 47 evalúan la hipótesis de que la desviación estándar del Peso de las vainas por planta dentro de cada uno de los 4 niveles de tratamientos es la misma. Al realizar el análisis de varianza para el peso de vainas por plantas se verificó el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad y distribución normal.

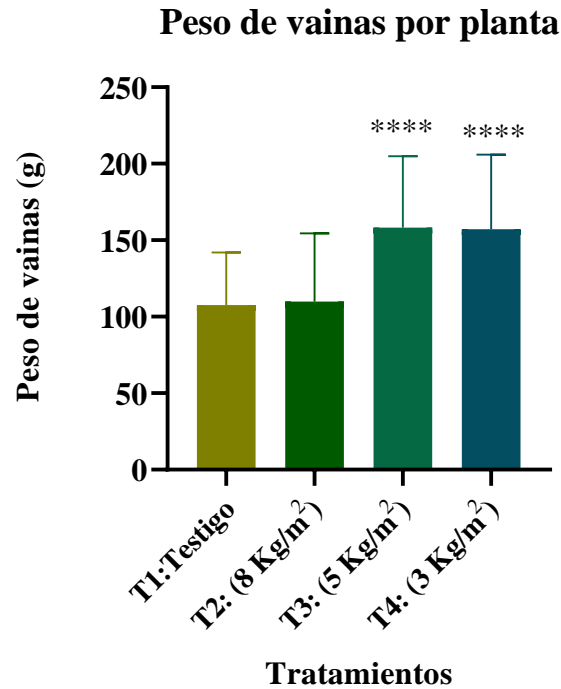


Figura 23. ANOVA- Peso de vainas por planta. En la figura se muestra el promedio de las vainas por planta para cada tratamiento (n=39). El * indica una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 5%. De acuerdo con los resultados para la variable del peso de las vainas los tratamientos T3 y T4 fueron similares entre sí, pero significativamente mayores a los presentados por las vainas de los tratamientos T2 y T1.

3.5.7 Semillas por planta

Tabla 48. ANOVA para las semillas por planta.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<i>Entre grupos</i>	22541.3	7513.75	16.1276	0.0000
<i>Intra grupos</i>	70815.9	465.894		
<i>Total (Corr.)</i>	93357.1			

Nota. En la tabla 48 muestra el valor para la razón-F, que en este caso es igual a 16.12. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, lo cual significa que existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95.0%, entre la media de semillas por planta entre los diferentes tratamientos.

Tabla 49. Medias para las semillas por planta.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media unidad</i>	<i>Error Est. (individual)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	51.5385	2.78124	48.7572	54.3197
<i>T2: 8 kg/m²</i>	39	56.7179	3.5751	53.1429	60.293
<i>T3: 5 kg/m²</i>	39	71.3077	3.5774	67.7303	74.8851
<i>T4: 3 kg/m²</i>	39	82.0	3.8039	78.1961	85.8039
<i>Total</i>	156	65.391			

Nota. En la tabla 49 muestra el número de réplicas y la media de semillas por planta para cada nivel de tratamientos. De acuerdo a los resultados, la mayor media se obtuvo con el T4, seguido del T3, T2 y finalmente el T1. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media.

Tabla 50. Pruebas de múltiples rangos para semillas por planta.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media unidad</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<i>T1: Testigo</i>	39	51.5385	X
<i>T2: 8 kg/m²</i>	39	56.7179	X
<i>T3: 5 kg/m²</i>	39	71.3077	X
<i>T4: 3 kg/m²</i>	39	82.0	X

Nota. En la tabla 50 se muestra el método de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Tabla 51. Diferencia significativa entre las medias.

<i>Contraste</i>	<i>Significancia</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>T1: Testigo - T2: 8 kg/m²</i>		-5.17949	9.6571
<i>T1: Testigo - T3: 5 kg/m²</i>	*	-19.7692	9.6571
<i>T1: Testigo - T4: 3 kg/m²</i>	*	-30.4615	9.6571

* indica una diferencia significativa.

Nota. La tabla 51 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0% de confianza. El número de semillas promedio por planta presentado por el T4 fue mayor al del resto de los tratamientos, seguido del T3 el cual también superó significativamente el número semillas promedio presentado por los tratamientos T2 y T1.

Tabla 52. Verificación de varianza - Semillas por planta (prueba de Hartley).

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
<i>T1: Testigo / T2: 8 kg/m²</i>	17.3688	22.3265	0.605203	0.1261
<i>T1: Testigo / T3: 5 kg/m²</i>	17.3688	22.3408	0.604424	0.1251
<i>T1: Testigo / T4: 3 kg/m²</i>	17.3688	23.7553	0.534587	0.0571

Nota. El estadístico mostrado en la tabla 53 evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Semillas por planta dentro de cada uno de los 4 niveles de tratamientos es la misma. Al realizar el análisis de varianza para las semillas por planta se verificó el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad y distribución normal.

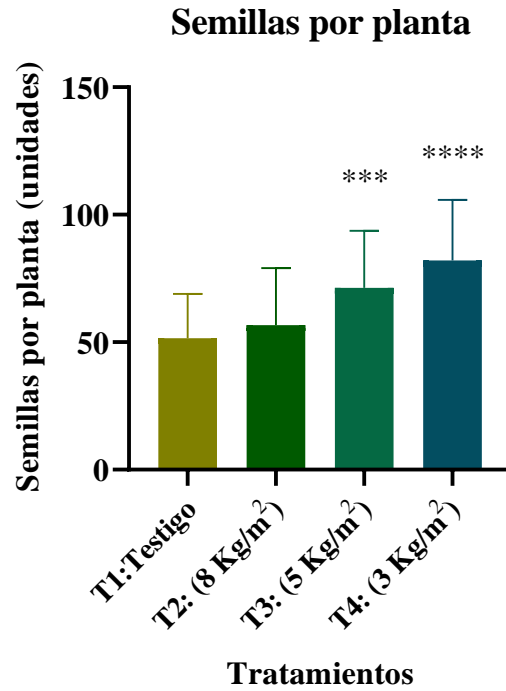


Figura 24. ANOVA - Semillas por planta. La figura muestra el promedio de las vainas por planta para cada tratamiento (n=39). El tratamiento que mayor efecto tuvo fue el T4 con respecto al testigo. * indica una diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%.

4. DISCUSIÓN

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes dosificaciones (T1= Testigo, T2= 8 Kg/m², T3=5 Kg/m², T4=3 Kg/m²) de abono orgánico tipo bocashi sobre el desarrollo (% de germinación, % de floración, altura, grosor) y rendimiento (vainas por planta, peso de vainas, semillas por plantas) del cultivo de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) en condiciones de campo, en el municipio de Jiquilpan, Michoacán.

4.1 Análisis de suelo

4.1.1 Propiedades físicas del suelo

Los análisis físicos y químicos de suelos, son en la actualidad una herramienta utilizada para llevar a cabo un manejo adecuado del suelo y poder hacer las recomendaciones pertinentes de fertilización para las diferentes especies cultivables. Existen diferentes factores que condicionan el óptimo desarrollo de los cultivos, principalmente los climatológicos, edáficos, material genético y nutricionales (Villarreal, 1988).

Previo a la preparación del suelo para establecer el cultivo de cacahuete se realizó el análisis físico y químico del suelo. La principal determinación física de un suelo es la textura ya que tiene relación directa con el contenido de humedad y la disponibilidad de nutrientes que pueda retener, este factor es fundamental en los procesos de crecimiento de las plantas ya que está estrechamente ligado a la nutrición de los cultivos (Rucks *et al.*, 2004). No obstante, el efecto de la textura sobre la cantidad de agua en el suelo, y la capacidad de la planta para la toma de nutrientes, depende de las proporciones de arcilla y arena que éste posea (Largaespada y Henríquez, 2015).

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en la región Ciénega de Chapala que, de acuerdo con lo mencionado por Torres *et al.* (2016), y Silva *et al.* (2017), los suelos predominantes de esta región son los suelos vertisoles y presentan textura arcillosa, pH tendiente a alcalino y alto contenido de materia orgánica (M.O).

De acuerdo con los resultados obtenidos, el suelo posee una textura franco arcillosa (arena 24.94 %, limo 27.88 % y arcilla entre 47.09 %), tal como lo describen Lacasta *et al.* (2006), quienes

mencionan que los suelos de tipo vertisol, son aquellos que poseen entre un 28 % de arena, 31% de limo y 41% de arcilla. De acuerdo a lo anterior, los valores del punto de saturación (59%), capacidad de campo (31.6%) y el punto de marchitez permanente (18.8%) se encuentran altos. Sin embargo, estos valores se encuentran por debajo de los valores reportados por Tamara y Ducuara en el año 2016 para suelos arcillosos. El valor de la densidad aparente (Dap) fue de 1.06 g/cm³, este valor coincide con el reportado por Mora (2001). El suelo posee una conductividad hidráulica baja (1.10 cm/h). Los resultados para esas propiedades se pueden justificar con lo reportado por Torres *et al.* (2016), quienes además de describir este tipo de suelo como uno de los que presentan mayores problemas de compactación, recomiendan la aplicación de residuos de cosecha o la incorporación de materia orgánica (M.O) para adecuar y facilitar el desarrollo de los cultivos a través del tiempo.

4.1.2 Propiedades químicas del suelo

Algunas propiedades químicas del suelo como el pH, conductividad eléctrica (C.E), materia orgánica y contenido de nutrientes son factores que condicionan de manera particular procesos y reacciones del suelo. Osorio (2008), describe al pH como una medida de la concentración del ion Hidrógeno en la solución del suelo, este se mide en una escala de 0 a 14, un pH de 7 se considera neutro, por debajo de este valor se denomina un suelo ácido, si por el contrario el valor de pH es mayor de 7, se considera un suelo alcalino. Según sea el valor del pH se conocerá la disponibilidad de nutrientes en el suelo. De acuerdo con los resultados, el pH es prácticamente neutro (7.1), este resultado se encuentra por debajo del rango de pH (7.5-7.7) presentado por Yáñez, Cantú y Gonzales (2018), al analizar el pH a diferentes profundidades de un suelo vertisol.

Por otro lado, autores como: Romero, Santamaría y Zafra (2009) y Cremona y Enríquez, (2020), mencionan que la C.E es una medida indirecta de la concentración de sales, esta reduce la disponibilidad de agua para las plantas y se mide en una escala que va de 0 a 8 dS/m. Un suelo con una C.E que va de 0 a 1 se considera como un suelo no salino, mientras que un suelo con una C.E que va de 1 a 2 se considera como un suelo levemente salino, un suelo con una C.E que va de 2 a 4 se considera como un suelo moderadamente salino, finalmente un suelo con una C.E que va de 4 a 8 es considerado como un suelo muy salino. El resultado para la C.E fue bajo (0.78), al considerar los resultados presentados por Yáñez (2017), al analizar esta propiedad en

diferentes sistemas (matorral, pastizal, plantación) de uso de suelos vertisol. El suelo posee un valor bajo de carbonatos (5.74%) por lo que no es necesaria la corrección con yeso o cal.

4.1.3 Fertilidad del suelo

De acuerdo con Trinidad y Velazco (2020), la materia orgánica del suelo no solo es importante como fuente nutrimental, sino que también es un mejorador de las características físicas del suelo; los suelos agrícolas en México poseen valores menores al 1.0 % de materia orgánica (M.O) y aportan 17.4 Kg de N/ha, es decir, son suelos pobres. Lo ideal es que un suelo posea 4 % de M.O y una aportación de 69.6 kg de N/ha. El contenido de materia Orgánica en nuestro suelo seleccionado para el cultivo del cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) fue de 3.22 %, muy cercano al valor ideal. Por otro lado, las plantas requieren de 17 elementos incluyendo O, H y C, los demás se clasifican en macro y micronutrientes. Los macronutrientes son nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), estos se encuentran en el tejido de las plantas en concentraciones superiores a 0,1%, con base en la masa seca, mientras que los micronutrientes se encuentran en concentraciones menores a 100 µg/g de masa seca (Rodríguez y flores, 2004).

En el análisis realizado se puede destacar un muy alto suministro de fósforo disponible (88.7 ppm), alto suministro de potasio (635 ppm), un elevado suministro de magnesio (23.6 ppm), bajo contenido de azufre (4.19 ppm). En cuanto a la disponibilidad de micronutrientes, se encuentra moderadamente bajo en hierro (7.01 ppm) y pobre en boro (0.38 ppm). Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Osorio (2008), quien considera que en los suelos con pH neutro tienden a poseer alto suministro de Ca y Mg, mientras que, suelen presentar limitaciones para algunos micronutrientes.

4.2 Análisis del bocashi

Autores como Chávez *et al.* (2017), y Huerta, Cruz y Aguirre (2019), mencionan que en la actualidad la agricultura orgánica emplea la incorporación de abonos orgánicos para la regulación de los procesos de productividad agrícola; reconociendo el potencial que tienen para mejorar las propiedades tanto físicas como químicas y biológicas al ofrecer una producción limpia y ecológica. Para lograr estos beneficios en los cultivos, es necesario, conocer las propiedades (pH, C.E, humedad, M.O, cenizas, relación C/N, macro y micronutrientes) que

contienen estos abonos orgánicos para poder generar un balance entre los aportes que este ofrece y los aportes del suelo.

4.2.1 Propiedades químicas del bocashi

En estudios realizados por Hensel y Restrepo (2009), concluyen que el pH en el bocashi suele aumentar progresivamente durante el proceso de maduración pasando de ser muy ácido a alcalino. De manera particular Yong (2020), menciona que el valor del pH del bocashi durante el proceso de descomposición debe mantenerse entre los 6 y 7.5. No obstante, el pH en las compostas u abonos orgánicos generalmente se encuentra en rangos de 6.5 a 8.5. Los resultados del análisis del bocashi arrojaron un pH de 8.79, valor que se encuentra dentro del rango (7.8-9.7) presentado por Hernández *et al.* (2013), al analizar el pH de cuatro compostas sólidas maduras. Por otro lado, el valor para la C.E fue de 3.80 dS/m, valor que se encuentra dentro de los resultados reportados por Hernández, Gómez y Aguilar (2015), ya que muestran resultados que van desde 0.22 hasta 7.41 dS/m. A pesar de que el resultado de la C.E es un valor normal, el aplicar el bocashi en grandes cantidades puede causar problemas al cultivo del cacahuate, puesto que a partir de una C.E de 2 a 3 dS/m comienza a presentar estrés (Aydiñşakir *et al.*, 2015). De acuerdo a lo anterior, los resultados muestran que el bocashi posee un pH alcalino y una conductividad moderadamente alta.

4.2.2 Humedad y fertilidad del bocashi

La humedad del abono tipo bocashi fue de 19.0 % y el contenido de M.O fue de 35.9 %. Ambos valores se encuentran por debajo de los recomendados y reportados (39.2 y 51.63 %) respectivamente, por Beingolea (2021), al analizar bocashi elaborado con residuos orgánicos de restaurantes.

Respecto a la relación C/N, se obtuvo un valor de 20.8, este valor se encuentra dentro de los valores óptimos (10-20 %) y por encima de los valores reportados por Ramos *et al.* (2014), (14.59, 14.65, 14.71) y Yong (2020), para diferentes dosificaciones de bocashi a los 30 días de la elaboración. El abono se encuentra libre de tierra o ceniza y los materiales se encuentran perfectamente compostados.

Después de analizar la fertilidad del bocashi y comparar los valores con los presentados por Hensel y Restrepo (2009), en el Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra, se observó lo siguiente: El valor del nitrógeno total (NT) fue de 1.45 %, potasio (K) 11900 ppm, magnesio (Mg) 7800 ppm y hierro (Fe) 12532 ppm se encuentran más altos. Por otro lado, el valor para el calcio (Ca) fue de 23200 ppm, manganeso (Mg) 7800 ppm y zinc (Zn) 531 ppm, se encuentran dentro de los rangos y finalmente los resultados del fósforo (P) 2900 ppm, (B) 61.91 ppm y el cobre (Cu) 4.98 ppm se encuentran por debajo de los valores que mencionan estos autores. Cabe mencionar que los valores de los aportes nutricionales del bocashi dependerán solamente de los materiales utilizados.

El uso de fertilizantes orgánicos como el bocashi, tiene la capacidad de modificar el suelo mediante el equilibrio de sus propiedades nutricionales y funcionales por lo que se considera una solución clave para los problemas de fertilidad de suelos en zonas agrícolas. De acuerdo, con los resultados obtenidos del análisis del suelo posterior a la cosecha y a pesar que los tratamientos de bocashi se aplicaron solo en una ocasión antes de la siembra, se pudieron observar diferencias tanto físicas como químicas en el suelo (Ginting, 2019; Chino, 2020; Viana *et al.*, 2020)

4.2.3 Efecto del bocashi en las propiedades fisicoquímicas del suelo

Posterior a la evaluación del efecto que tuvo la aplicación del bocashi sobre las propiedades físicas y químicas del suelo (Anexo 2), se observó lo siguiente: Respecto a las propiedades físicas, la textura se mantuvo con el mismo resultado (franco arcilloso), mientras que, los valores para el punto de saturación (64.0%), punto de marchitez permanente (20.4), capacidad de campo (34.2), y densidad aparente (1.13) se incrementaron después de la aplicación del bocashi. Por otro lado, la conductividad eléctrica disminuyó (0.70) mientras que el pH se incrementó (7.69; moderadamente alcalino).

En cuanto a la fertilidad, se incrementó el porcentaje de M.O (3.50), y el valor del N (20.9 ppm), P (132 ppm), K (767 ppm), Fe (9.25 ppm), Zn (3.11 ppm), Cu (3.14 ppm) y Na (143 ppm). Por el contrario, se redujo la concentración de Ca (4145 ppm), Mg (1556 ppm), Mn (16.0 ppm), B (0.10 ppm) y S (2.78 ppm). Evidentemente, el bocashi tuvo un efecto sobre las características fisicoquímicas del suelo. La reducción en la concentración de algunos elementos se debe

principalmente a la extracción de ellos por parte del cultivo. Sin embargo, a pesar haber utilizado solamente la fertilización orgánica, en el suelo queda una reserva de nutrientes para un próximo cultivo.

4.2.4 Evaluación del bocashi en el cultivo

En la última década, se han realizado diversos estudios en los que se evalúa el efecto del abono orgánico tipo bocashi. Autores como Ramos y Terry (2014), y Sequeira (2019), destacan la importancia del uso de las compostas y de manera especial del abono tipo bocashi al generar efectos positivos sobre el desarrollo y rendimiento de cultivos hortofrutícolas a nivel mundial. Sin embargo, a nivel nacional el efecto del bocashi en cacahuete está poco estudiado.

A nivel mundial, y en referencia a los estudios en los que se reporta el efecto del bocashi en cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) se encuentran los de Mora *et al.* (2019), Karimuna *et al.* (2019) y Karimuna *et al.* (2020). Estos autores evaluaron el efecto del bocashi sobre variables como: porcentaje de emergencia, días de floración, altura de planta para la tercera floración, altura de cosecha, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento en kg/ha. Una vez concluidas las investigaciones reportaron un efecto positivo para este cultivo en ambas regiones (Provincia de Loja, Ecuador y el distrito Napabalano en el oriente de Indonesia).

4.3 Evaluación de las variables

4.3.1 Germinación

La semilla es el órgano reproductivo de la gran mayoría de las especies vegetales. Es por esto que, la calidad de las semillas a cosechar es el punto de partida para el éxito de todos los cultivos, es decir, al tener una semilla de buena calidad se espera que las pérdidas productivas sean menores que si no se considera este factor (Doria, 2010; López *et al.*, 2019). Estudios como el de Ramos *et al.* (2019), y Mendívil (2020), muestran que los abonos orgánicos entre ellos en bocashi tiene un efecto directo sobre la germinación y floración de algunos cultivos hortofrutícolas y legumbres incluyendo al cacahuete. En esta investigación, para esta variable el tratamiento que tuvo mayor efecto fue el T4 (89.68%), seguido del T1 (89.51%), T2 (84.34%) y finalmente el T3 (81.81%).

En otras palabras, la mayor germinación se obtuvo con la menor dosificación de abono (3 Kg/m²) y a pesar de que se esperaría que la menor germinación se presentara con el tratamiento testigo (T1) no fue así, al trabajar en condiciones de campo son muchos los factores que pueden influir al respecto. Uno de ellos se puede adjudicar a la naturaleza de los materiales del bocashi, toxicidad por elevadas concentraciones del abono, agentes patógenos presentes en el bocashi (hongos y bacterias) etc. De acuerdo a lo anterior, autores como: Tejeda *et al.* (2004), Blanco, (2006); Martínez y Hernández (2013) y Soumoulou (2021), mencionan el efecto que tienen algunas especies de hongos patógenos (*Fusarium* spp y *Aspergillus* spp) y residuos vegetales o de cosecha como la avena (*Avena sativa* L) al poseer propiedades con potencial inhibidor tanto de malezas como de semillas cultivables con propósitos agrícolas.

4.3.2 Floración

Desde tiempos remotos la floración de los cultivos ha sido un proceso que ha causado admiración, debido a que en la antigüedad utilizaron a esta como un indicador para la recolección oportuno de semillas cosechadas (Blázquez *et al.*, 2011). De acuerdo con Hernández (2015) y Magdalena (2016), la floración del cultivo de cacahuete inicia a partir de los 30-40 días y suele prolongarse hasta los 60 días.

Estudios como el de Barrera (2002), reporta que la germinación del cacahuete inicia a partir de los 35 días. En el presente estudio, la floración del cultivo inicio el día 03 de agosto (36 días después de la siembra). Sin embargo, se esperó a que la totalidad de los tratamientos tuvieran un 50% plantas en floración para hacer la evaluación el día 30 de agosto del 2021 (61 días después de la siembra). Cabe mencionar que en la región donde se estableció la producción del cultivo, la floración se extendió hasta el día 15 de octubre debido a que la temperatura ambiental osciló desde los 14 °C hasta los 34 °C (Accuweather, 2021). En este sentido, se entiende que el hombre ha provocado que las etapas de floración para algunos cultivos cambie debido a la diseminación de semillas en diferentes zonas geográficas. Según los resultados, el tratamiento que mayor floración presentó en la fecha de evaluación fue el T4 (97.43%), seguido del T3 (94.87%), T1 (76.92%) y finalmente el T2 (71.79%). Ramos *et al.* (2018) menciona las etapas fenológicas del cultivo no solo dependerán de la variedad, sino que también de las condiciones edáficas y climatológicas, tal es el caso de la floración.

4.3.3 Altura de la planta y grosor del tallo

Tanto la altura de las plantas como el grosor del tallo de los cultivos son indicadores en el desarrollo de los mismos, si estos alcanzan la altura y el grosor del tallo óptimo, se sobreentiende que la planta tomó los nutrientes de la manera adecuada y por lo tanto son plantas fuertes y vigorosas. Diferentes tratamientos de fertilización orgánica promueven las variables de altura y grosor del cultivo de cacahuete (Mora, 2019).

En este trabajo, las medias para la altura de los diferentes tratamientos fueron las siguientes T1: Testigo (31.77), T2: 8 Kg/m² (24.62), T3: 5 Kg/m² (37.59) y finalmente la media para el T4: 3 Kg/m² (31.59). De acuerdo con los resultados para este estudio, a excepción del T2 los demás valores se encuentran dentro de los presentados por Casanova y García (2014), al tener un rango de los 26 a los 31 cm. Sin embargo, los tres tratamientos restantes se encuentran por encima de valor más grande para la altura reportado por estos autores. Al hacer la confrontación se obtuvo una diferencia de 7.54 cm entre T1 y el T2, la diferencia entre el T3 y el T1 fue de -5.82 cm y finalmente entre el T4 y el T1 la diferencia fue de 0.17 cm. Lo que cual nos dice que la mayor diferencia fue entre el T1 y el T2 presentando mayor altura el T1. Sin embargo, el efecto del bocashi se puede visualizar en el contraste entre el T3 y el T1. Es decir, el T3 es aquel que provee una mayor altura al cultivo de cacahuete confirmando lo que expone Mora (2019), al evaluar el efecto de diferentes abonos orgánicos, incluyendo al bocashi en el desarrollo y rendimiento del cultivo en cuestión.

En lo que al grosor respecta, las medias para los tratamientos son las siguientes: T1: Testigo (3.05 cm), T2: 8 Kg/m² (2.90 cm), T3: 5 Kg/m² (3.23 cm) y finalmente el T4: 3 Kg/m² presentó una media de 3.08 cm. La diferencia entre los tratamientos con respecto al T1 son las siguientes: entre el T1 y T2: 8 Kg/m² la diferencia fue de 0.15 cm, entre el T1 y T3: 5 Kg/m² fue de -0.18 y finalmente la diferencia entre las medias del T1 y T4: 3 Kg/m² fue de -0.02. Estos valores nos indican que la mayor diferencia es la que se dio entre el T3 y el T1. Sin embargo, estas diferencias no son significantes, por lo que para esta variable se observa que no existe algún efecto notorio del bocashi.

4.3.4 Vainas por planta

Estudios como los de Casanova y García (2014) y Hernández (2015), afirman que el número de vainas por planta dependerá de la densidad de siembra, y el periodo en el que se establezca el cultivo (lluvia o sequía). Por otro lado, Zambrano (2016), reporta que el número de vainas por planta para esta variedad con una aplicación de fertilización química (60 Kg de la fórmula 20-20-20) es de 29 vainas en promedio. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio, arrojaron los siguientes valores promedio: T1: Testigo (35.2), T2: 8 Kg/m² (35.4), T3: 5 Kg/m² (45.5) y finalmente para el T4: 3 Kg/m² la media fue de 48.0 v/p. Estos resultados, se encuentran dentro de los valores presentados por Sánchez *et al.* (2005), al reportar valores que van desde las 18 hasta las 94 vainas por planta, con un promedio de 49 vainas por planta.

Las diferencias entre tratamientos, el comportamiento fue el siguiente: Entre el T1 y el T2 la diferencia fue de -0.2, la diferencia entre el T1 y T3 fue de -10.3 y finalmente la mayor diferencia de número de vainas por planta fue entre las medias del T1 y el T4 (-12.7 v/p). Como se observa, la mayor diferencia se obtuvo con el tratamiento 4.

4.3.5 Peso de vainas por planta y número de semillas por planta

Sánchez, Muños y González (2006), evaluaron el peso de las vainas por planta y el número de semillas por planta de cacahuete y obtuvieron una media de 33.9 g/p y 56 semillas por planta respectivamente. Por otro lado, Sánchez *et al.* (2006), reporta valores que van desde los 19 hasta los 122 g/p. De acuerdo con los resultados las medias para el peso de vainas por planta fueron las siguientes: T1: Testigo (107.69 g), T2: 8 Kg/m² (109.61 g), T4: 3 Kg/m² (157.21 g) y finalmente T3: 5 Kg/m² (158.22 g) y se encuentran muy por encima de lo reportado por los autores antes mencionados. La mayor media se obtuvo con el efecto del T3. Las diferencias entre los tratamientos y el testigo son las siguientes: Entre el T1 y el T2 la diferencia fue de -1.91g, la diferencia entre el T1 y el T3 fue de -50.52 g y finalmente la diferencia entre el T1 y el T4 fue de -49.52 g. La mayor diferencia entre las medias se dio por el efecto del T3.

En lo referente a la variable de semillas por planta, la media del T1: Testigo fue de 51.53, T2: 8 Kg/m² (56.71), T3: 5 Kg/m² (71.30) y finalmente la media para el T4: 3 Kg/m² fue de 82.00. Las diferencias entre los tratamientos y el T1 fueron las siguientes: Entre el T1 y T2 fue de -5.17 semillas/planta, entre el T1 y T3 fue de -19.76 semillas/planta y finalmente la diferencia

entre el T1 y T4 fue de -30.46 semillas/planta. La mayor diferencia se obtuvo con el efecto del T4. Considerando los valores reportados por Sánchez, Muños y González (2006), para el peso de las vainas por planta, en este trabajo se obtuvieron valores por encima de los reportados en su estudio, incluso para el tratamiento testigo. Por otro lado, para la variable de número de semillas solamente los resultados del testigo se encuentran por debajo de los valores presentados.

5. CONCLUSIONES

El suelo elegido para la realización de este trabajo de investigación presentó una textura franco arcillosa, un pH neutro, bajo contenido de carbonatos y libre de sales. Además de poseer un alto nivel de materia orgánica y alto suministro de los macronutrientes principalmente. De acuerdo con lo anterior, una vez añadidos los tratamientos se logró un equilibrio que permitió el desarrollo del cultivo

La elaboración del bocashi se llevó a cabo de manera exitosa al seguir las recomendaciones de Hensel y Restrepo como se comentó en la metodología del trabajo. Al seguir estas recomendaciones no se presentaron problemas durante el proceso de su elaboración. Al final se obtuvo un producto estable y maduro con un pH de 8.7 y una C.E de 3.8 dS/m. Por tanto, con capacidad de proveer al cultivo de los elementos esenciales para su óptimo desarrollo.

El suelo postcosecha se miró beneficiado al tener una disminución en la C.E (.70 dS/m) y pH (7.69; moderadamente alcalino) y un incremento en el porcentaje de M.O (3.50), N (20.9 ppm), P (132 ppm), K (767 ppm), Fe (9.25 ppm), Zn (3.11 ppm), Cu (3.14 ppm) y Na (143 ppm). Cabe mencionar, que también existió una reducción en la concentración de otros elementos como el Ca (4145 ppm), Mg (1556 ppm), Mn (16.0 ppm), B (0.10 ppm) y S (2.78 ppm). De acuerdo a lo anterior, se evidenció el efecto que llegan a tener los abonos orgánicos sobre las características fisicoquímicas del suelo.

En lo que respecta al establecimiento y manejo agronómico del cultivo de cacahuate este se llevó en tiempo y forma considerado factores medioambientales y las etapas fenológicas del cultivo para asegurar la cosecha para fines de este proyecto de investigación. Cabe mencionar, que al trabajar en campo nos enfrentamos a diversos problemas que se lograron corregir de manera oportuna e inmediata (control de plagas, enfermedades, malezas e implementación de riegos de auxilio).

Una vez obtenido el costo de elaboración de 480 Kg de bocashi (Anexo 3), costo por producción de cacahuate en una hectárea sin fertilización de acuerdo con datos presentados por Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA, 2022), (Anexo 4). Se realizó la

relación costo-beneficio de la producción de cacahuete en una hectárea con las diferentes dosificaciones de bocashi (Anexo 5).

Para producir con el T1 (Testigo), es decir sin bocashi, se necesita una inversión de \$42,801.62 para la obtención de 3.76 ton/ha con un valor de producción de \$188,000.00 por lo que la ganancia es de \$145,198.38. Por otro lado, para producir con la dosificación del T2 (8 Kg/m²) se requiere de una inversión de \$219,739.95 para producir 3.83 ton/ha con un valor de producción de \$191,500.00, al considerar el valor de la inversión se sabe que la ganancia es nula y se tiene una pérdida de \$28,239.95; es importante mencionar que con este tratamiento no se obtuvo diferencia significativa para ninguna de las variables con respecto al testigo. Sin embargo, la producción de ton/ha de ambos tratamientos se encuentra por encima de la media nacional (2.0 a 3.5 ton/ ha) reportada por el INIFAP (2021).

Consecuentemente se analizaron los tratamientos representativos para interés de este trabajo (T3 y T4), ya que con su efecto se obtuvieron las mejores respuestas tanto para el desarrollo como para el rendimiento del cultivo de cacahuete en Jiquilpan, Michoacán.

Para producir una hectárea de cacahuete con la dosificación del T4 (3 Kg/m²) se requiere de la cantidad de \$109,153.49, con una producción de 5.50 ton/ha con un valor de producción de \$275,000.00, considerando \$50.00/Kg y una ganancia de \$165,846.51. Por otro lado, para producir utilizando la dosificación del T3 (5 Kg/m²), se requiere una inversión de \$153,388.7, con una producción de 5.53 ton/ha con un valor de \$276,500.00 y una ganancia de \$123,111.93. De acuerdo a lo anterior, para producir con la incorporación del T3 se requieren \$ 44,234.58 más, la diferencia productiva entre el T3 y el T4 es solo de 3 ton/ha. El valor de la producción es solo de \$1,500.00 por encima del T4. Sin embargo, la ganancia del T4 con respecto al T3 es de \$ 41,734.58 (Anexo 5).

De acuerdo con los resultados de los análisis realizados para las variables evaluadas, se obtuvo que con la aplicación del T4 (3 Kg/m²) se promovieron las mejores respuestas para la mayoría de las variables (germinación, floración, número de vainas y número de semillas). Por otro lado, la dosis del T3 (5 Kg/m²) fue la que presentó mayor efecto en altura de la planta, grosor del tallo y peso de las vainas. Por lo anterior, se demuestra que es posible obtener un mejor desarrollo y rendimiento del cultivo en cuestión con la aplicación del bocashi.

De acuerdo a lo anterior, se descarta a los T1 y T2. Por otro lado, se sabe que la aplicación de T3 y T4 permiten el óptimo desarrollo del cultivo ya que producen un efecto positivo en las diferentes etapas fenológicas. No obstante, al analizar los resultados para los rendimientos con cada uno de estos tratamientos y al considerar la relación costo-beneficio se determina al T4 como el mejor tratamiento para el cultivo en cuestión, puesto que la ganancia (valor por producción) es mayor y la diferencia productiva (ton/ha) entre el T3 y T4 no es significativa.

6. RECOMENDACIONES

A continuación, se enlistan algunas recomendaciones de manera general para mejorar los resultados obtenidos en la presente investigación.

1. Es necesario conocer las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo en el que se establecerá el cultivo. De acuerdo, con las propiedades que el suelo posea se podrán elegir los materiales del abono orgánico que permitan la mejora de estas y el óptimo desarrollo del cultivo a establecer.
2. Los materiales del abono se deben integrar en partículas pequeñas (carbón y paja) para facilitar la descomposición del material de una mejor manera. Además, que el carbón en partículas pequeñas mejorara su función de suministro de nutrientes a la planta mediante la absorción, retención y liberación de los mismos. Sin embargo, es necesario conocer la textura inicial del suelo para determinar el tamaño de partículas en función de ello.
3. Cuidar con especial atención el aumento en la temperatura (no rebasar los 70°C) y la humedad (no mayor al 60%) de la mezcla cuando se realiza el compostaje de los materiales para la obtención del abono tipo bocashi, como recomendación para medir la temperatura haga uso de un termómetro y para el caso de la humedad realizar la prueba del puño, es decir una vez que la mezcla no escurra agua estará lista.
4. Llevar a cabo de manera adecuada el manejo agronómico del suelo; el realizar un buen subsuelo y barbecho permitirá a la raíz de la planta desarrollarse óptimamente. Dentro de este apartado es necesario considerar la nivelación de terreno, ya que al conseguir esta la distribución del agua será más homogénea, evitando principalmente la aparición de enfermedades del cultivo.
5. Considerar en un primer momento el sistema de riego a emplear; en caso de que la siembra sea en época de lluvias, considerar un sistema de riego auxiliar o alguna fuente de agua cerca. Prever este tipo de situaciones evitará provocar problemas al cultivo (Ej.: Retraso en el desarrollo).

6. Cuidar la calidad de la semilla y en caso de ser necesario aplicar algún químico como método de protección ante microorganismos patógenos presentes en el suelo que puedan afectar la semilla, raíz e incluso la planta durante su desarrollo.
7. Aplicar preventivos de plagas y enfermedades tanto al suelo como a la planta, en el primer mes de desarrollo y en las primeras horas de la mañana, estos pueden ser biológicos tal como se implementaron en este trabajo.
8. Una vez que se identifique a alguna enfermedad o plaga se recomienda implementar un manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), para evitar pérdidas productivas.

7. LITERATURA CITADA

- Accuweather, (2021). Jiquilpan de Juárez, Michoacán. Recuperado el día 09 de marzo del 2022 de <https://www.accuweather.com/es/mx/jiquilpan-de-ju%C3%A1rez/234042/july-weather/234042?year=2021>.
- Arango O. M. J. (2017). Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos (Doctoral Dissertation, Corporación Universitaria Lasallista). Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Antioquia, Colombia. Biblioteca Digital Lasallista. <http://hdl.handle.net/10567/2036>.
- Barrera, A., Díaz, V., & Hernández, L. (2002). Producción del cultivo de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) en el Estado de Morelos. Folleto Técnico N° 18. Secretaria de Agricultura, Ganadería. Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro Campo Experimental “ZACATEPEC”. Morelos, México, 1.
- Beingolea Medina, K. M. (2021). Eficiencia del Método Takakura y Bocashi en el compostaje de residuos orgánicos de restaurantes en la Urbanización Enace Ayacucho, 2021. Universidad César Vallejo. Lima, Perú. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00>.
- Bianco, M. V., Fagiani, M. A., Campos, H., Yosviak, M. I., Muñoz, N. B., Ruggia, O., ... y Silbert, V. (2019). Enmienda orgánica de suelo y su efecto sobre el cultivo de lechuga. Secretaria de Ciencia, Técnica y Posgrado, Universidad Nacional de Cuyo. Repositorio Institucional https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14315/libroresumencongresoargentinoagroecologia.pdf.
- Blanco, Y. (2006). La utilización de la aleopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos tropicales*, 27 (3), 5-16.
- Blázquez, M. A., Piñeiro, M., & Valverde, F. (2011). Bases moleculares de la floración. *Investigación y ciencia*, 416, 28-36.

- Boote, KJ (1982). Etapas de crecimiento del maní (*Arachis hypogaea* L.). *Ciencia del maní*, 9 (1), 35-40.
- Bozarovich, K., Makhmudovich, R., Nurbayevich, A., Musakhanovich, J., & Ismatullayevich, I. (2021). The effectiveness of the use of biostimulants in the cultivation of peanuts. *European science review*, (3-4), 43-47.
- Carillo, P., Woo, S. L., Comite, E., El-nakhel, C., Roupael, Y., Fusco, G. M., Borzacchiello, A., Lanzuise, S., & Vinale, F. (2020). Application of *Trichoderma harzianum*, 6-pentyl- α -pyrone and plant biopolymer formulations modulate plant metabolism and fruit quality of plum tomatoes. *Plants*, 9(6), 1–15. <https://doi.org/10.3390/plants9060771>.
- Carneiro, F. M., Furlani, C. E., Zerbato, C., Menezes, P. C. D., & Gírio, L. A. D. S. (2019). Correlations between vegetation indices and groundnut traits during different stages of crop development. *Engenharia Agrícola*. 39, 33-40. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v39nep33-40/2019>.
- Casanova, Z. A. C., & García, M. R. D. L. C. (2014). Efecto de seis densidades de siembra en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) variedad Georgia 06-G con manejo agroecológico, en el municipio de Télica, departamento de León, período agosto-diciembre 2013 (Doctoral dissertation). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León. León, Nicaragua.
- Caulier, S., Nannan, C., Gillis, A., Licciardi, F., Bragard, C., & Mahillon, J. (2019). Overview of the antimicrobial compounds produced by members of the *Bacillus subtilis* group. *Frontiers in microbiology*, 10, 302. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00302>.
- Chew, K. W., Chia, S. R., Yen, H. W., Nomanbhay, S., Ho, Y. C., & Show, P. L. (2019). Transformation of biomass waste into sustainable organic fertilizers. *Sustainability*, 11(8), 2266. <https://doi.org/10.3390/su11082266>.
- Chino, A. (2020). Efecto de tres tipos de abono orgánico en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Iceberg y Boston) bajo condiciones ambientales del distrito de San Jerónimo-Región Cusco. [Tesis de Licenciatura, Universidad José Carlos Mariátegui]. Repositorio Institucional-Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua-Perú.

- Cremona, M. V., & Enriquez, A. S. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. EEA Bariloche. <https://inta.gob.ar/documentos/revista-presencia-n%C2%B0-73>.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales*, 31(1), 74-85.
- El Bilali, H., Callenius, C., Strassner, C., & Probst, L. (2019). Food and nutrition security and sustainability transitions in food systems. *Food and energy security*, 8(2), e00154. <https://doi.org/10.1002/fes3.154>.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), (2022). *Agrocostos*. Revisado el día 06 de mayo del 2022. Recuperado de : <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/TemasUsuario.jsp>.
- Frias, M. M. N., Olivas, O. G. I., Gonzalez, A. G. A., Benitez, E.Y. E., Paredes, A. A., Jacobo, C. J. L., Salas, S. N. A., Ojeda, B. D. L., & Parra, Q. R. A., (2019). Yield, quality and phytochemicals of organic and conventional raspberry cultivated in Chihuahua, Mexico. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(2), 522–530. <https://doi.org/10.15835/nbha47211385>.
- Garrido, R. E. R., López, L. A., Noriega. C. D. H., & Hernández, G. E. (2011). Principales plagas y enfermedades del cacahuate en Chiapas. Folleto para Productores No. 11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa. Chiapas, México. https://www.researchgate.net/publication/265292798_Principales_plagas_y_enfermedades_del_cacahuate_en_Chiapas/link/540759cd0cf23d9765a85220/download.
- Ginting, S. (2019). Promoting Bokashi as an Organic Fertilizer in Indonesia: A Mini Review. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 21(4), 142–144. <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2019.21.556070>.
- Global Biodiversity Information Facility (2022). *Arachis hypogaea* L. *GBIF*. Revisado el día 14 de junio del 2022. Recuperado de: <https://www.gbif.org/es/species/5353770>.
- Gómez, J. F. (1995). Control de malezas: En Cenicaña. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia, Cali, Cenicaña. p.143-152.

- Gómez, R. (2012). La agricultura orgánica: los beneficios de un sistema de producción sostenible. Centro de Investigación, Universidad del Pacífico. (No. 12-14). <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/421/DD1214.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Hammad, H. M., Khaliq, A., Abbas, F., Farhad, W., Fahad, S., Aslam, M., Shah, G. M., Nasim, W., Mubeen, M., & Bakhat, H. F. (2020). Comparative Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Organic Carbon and Wheat Productivity under Arid Region. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(10), 1406–1422. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1763385>.
- Hashem, A., Tabassum, B., & Fathi E. (2019). *Bacillus subtilis*: A plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(6), 1291–1297. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.05.004>.
- Hensel, J., & Restrepo, J. (2009). Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. *Feriva S.A*, Cali-Colombia 318 pp. Cali, Colombia 2009.
- Hernández, M. C., Gómez, R. C., & Aguilar, A. J. C (2015). Evaluación de siete tipos de composta de materia orgánica evaluation of seven types of organic matter composta. *Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca Y Alimentación*, 23.
- Hernández, R. O. A., Hernández, T. A., Rivera, F. C., Arras, V. A. M., & Ojeda, B. D. (2013). Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios. *Terra Latinoamericana*, 31(1), 35-46.
- Hernández, R.E (2015). Evaluación de densidad de población en una variedad de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) tipo valencia bajo condiciones de sequía Intraestival. Centro académico regional Chiapas (Doctoral Dissertation, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). Cintalapa de Figueroa, Chiapas, México
- HJI, T., Cicero, J. L., Rodríguez, M. J. C., & Baeza, R. J. J. (2015). Evaluación de dos productos orgánicos para el control de *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Agropecuaria en Tabasco*, *Agropecuaria en Tabasco*. p.166.

Huang, X., Jia, Z., Guo, J., Li, T., Sun, D., Meng, H., ... & Shen, Q. (2019). Ten-year long-term organic fertilization enhances carbon sequestration and calcium-mediated stabilization of aggregate-associated organic carbon in a reclaimed Cambisol. *Geoderma*, 355, 113880. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113880>.

Huerta M., E, Cruz, H., J, & Aguirre, A., L. (2019). La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29 (53). ISSN: 2395-9169.

Illa, C., Pérez, A. A., Torassa, M., & Pérez, M. A. (2019). Effect of biocontrol and promotion of peanut growth by inoculating *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* under controlled conditions and field. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 38(1), 1–13. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1910-6>.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), (08 de abril de 2021). El cacahuete, una opción de cultivo en tierras de temporal. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/el-cacahuete-una-opcion-de-cultivo-en-tierras-de-temporal?idiom=es>.

International Seed Testing Association. (2016). Reglas internacionales para el análisis de las semillas. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Reglas+Internacionales+para+el+An%C3%A1lisis+de+las+Semillas+2016+Incluye+cambios+y+correcciones+editoriales+adoptadas+en+la+Reuni%C3%B3n+General+Anual+2015%2C+Montevideo%2C+Uruguay+A+partir+del+1+de+enero+2016+Introducci%C3%B3n+a+las+Reglas+ISTA+Cap%C3%ADtulos+1%E2%80%939+I&btnG=.

Karimuna, L., Ansi, A., Marfi, W. E., & Samaruddin, L. (2020). Yields of maize (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachis hypogaea* l.) in intercropping system treated by bokashi plus fertilizer under early growth of teak plantation in Napabalano District, Muna Regency, Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 425, No. 1, p. 012038). Publicacion IOP

Karimuna, L., Rachmawati, H., & Samaruddin, L. (2019). Adaptation testing of maize (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachys hypogaea* L.) in intercropping system treated by biotechnology bokashi

plus fertilizer in marginal soil of Kabawo district, Muna regency, Indonesia. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*, Vol. 8. pp. 155-167. ISSN 2462-1757.

Lacasta, C., Benítez, M., Maire, N., & Meco, R. (2006). Efecto de la textura del suelo sobre diferentes parámetros bioquímicos. In *VII Congreso SEAE: Agricultura y Alimentación Ecológica. Toledo, España*.

Largaespada, K., & Henríquez, C. (2015). Distribución espacial de la humedad y su relación con la textura en un suelo. *Agronomía Costarricense*, 39, 137-147.

Leal - Bertioli, S. C., Moretzsohn, M. C., Santos, S. P., Brasileiro, A. C., Guimarães, PM, Bertioli, DJ & Araujo, ACG. (2017). Phenotypic effects of allotetraploidization of wild *Arachis* and their implications for peanut domestication. *American Journal of Botany*, 104(3), 379–388. <https://doi.org/10.3732/ajb.1600402>.

Lenk, G. B. (2019). Evaluación de la calidad de dos productos de maní (*Arachis hypogaea* L.) en función de los procesos de producción y tiempo de almacenamiento [Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2019]. Red de repositorios latinoamericanos.

Leyva, D., De la Torre, M., & Coronado, Y. (2021). Sustainability of the agricultural systems of indigenous people in Hidalgo, Mexico. *Sustainability (Switzerland)*, 13 (14). <https://doi.org/10.3390/su13148075>.

Liu, Z., Gao, F., Yang, J., Zhen, X., Li, Y., Zhao, J., ... & Li, X. (2019). Photosynthetic characteristics and uptake and translocation of nitrogen in peanut in a wheat–peanut rotation system under different fertilizer management regimes. *Frontiers in plant science*, 10, 86. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00086>.

López, E. P., Soto, M. & Solís, R. P. M. (2019). Evaluación de sustratos endémicos en la germinación, crecimiento y desarrollo de plántulas de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.). *Producción Agropecuaria: Un enfoque integrado*. No. 21. (105-110).

Lu, H., Zhang, P., Hu, H., Xie, H., Yu, Z., & Chen, S. (2019). Effect of the grain-growing purpose and farm size on the ability of stable land property rights to encourage farmers to apply organic fertilizers. *Journal of environmental management*, 251, 109621. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109621>.

- Magdalena, C. M. J. (2016). El status nutrimental del suelo y su influencia en la contaminación por aflatoxinas en el cultivo de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) (Master's thesis, Tesis (MC)-Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Irapuato México. Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad). Repositorio CINVESTAV.
- Marcano, C. L. M., y Rodríguez, P. R. A. (2019). Sustratos orgánicos para la producción de plántulas de tomate en vivero. *Acta Iguazu*, 8(3), 48-61.
- Martínez, P. H. Y., Hernández, D. S., Reyes, M. C. A., & Vázquez, C. G. (2013). El género *Aspergillus* y sus micotoxinas en maíz en México: problemática y perspectivas. *Revista mexicana de fitopatología*, 31(2), 126-146.
- Mazrou, Y. S. A., Makhoulouf, A. H., Elseehy, M. M., Awad, M. F., & Hassan, M. M. (2020). Antagonistic activity and molecular characterization of biological control agent *Trichoderma harzianum* from Saudi Arabia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-020-0207-8>.
- Mendivil, L. C., Nava, P. E., Armenta, B. A. D., Ruelas, A. R. D., & Félix, H. J. A. (2020). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biocencia*, 22(1), 17-23. <https://doi.org/10.18633/biocencia.v22i1.1120>.
- Merino, B. J. A., & Yahuara, S. L. Y. (2020). Biofertilización a través del “bocashi” para la mejora de la producción de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*), pakuy 2019. Universidad de Lambayeque. Chiclayo-Perú. <https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/371>.
- Mindiola, S. A. (2019). Proceso de elaboración del bioinsecticida botánico “Apichi” mediante la utilización de extractos vegetales con propiedades plaguicidas (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019). Babahoyo – Los Ríos – Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5434>.
- Monteon, O. A., Damián, N. A., Lagunas, B. C., Duran, T. Y., Piedragil, O. B., Grifaldo, A. P. F., ... y García, E. P. (2020). Eficacia de insecticidas botánicos y biorracionales para el control de trips (Thysanoptera: *Thripidae*) en árboles de mango en Veracruz, México. *Revista Bio Ciencias*, 7, 14. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e1031>.
- Montero, T. J. (2020). Importancia nutricional y económica del maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 112-125.

- Mora, M., Ordaz, V., Castellanos, J. Z., Santelises, A. A., Gavi, F., & Volke, V. (2001). Sistemas de labranza y sus efectos en algunas propiedades físicas en un vertisol, después de cuatro años de manejo. *Terra Latinoamericana*, 19(1), 67-74.
- Mora, R., Rodríguez, D., Ramírez, J., Calderon, J., Salinas, T., Michay, G., ... y Espinoza, P. (2019). Impacto de la fertilización orgánica en el rendimiento del cultivo *Arachis hypogaea* L. en Orianga, provincia de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 9(1), 69-82.
- Muñoz, S. G. (2018). Germinación de semillas de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) utilizando diferentes dosis de giberelina. *Agro productividad*, 11(11). pp. 129-134.
- Nascimento, EFDMBD, Leal-Bertioli, SCDM, Bertioli, DJ, Chavarro, C., Freitas, FO, Moretzsohn, MDC, ... y Araujo, ACGD (2020). Brazilian Kayabi Indian accessions of peanut, *Arachis hypogaea* (Fabales, Fabaceae): origin, diversity and evolution. *Genetics and molecular biology*, 43 (4). <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2019-0418>.
- Neri, C. J., Collazos, S. R, Huamán, H. E., & Oliva, C. M. (2017). Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(1), 38-46.
- Nord, R. (2017). Caracterización de genotipos mexicanos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.): su potencial como portainjertos de variedades comerciales en el occidente de México. [Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)-Unidad Michoacán México].
- Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1-4.
- Pacheco, J. D. J. (2015). Comportamiento agronómico de dos variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.) Con abonos edáficos y foliares en el cantón Quinsaloma [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Digital Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1478>.
- Poveda, J., Hermosa, R., Monte, E., & Nicolás, C. (2019). *Trichoderma harzianum* favours the access of arbuscular mycorrhizal fungi to non-host Brassicaceae roots and increases plant productivity. *Scientific reports*, 9(1), 1-11.

- Puchoc, T. E. C., & Quintana, G. R. N (2019). Comparación de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad del suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), vivero, El Agustino 2019. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00>.
- Quadratín, (7 de diciembre del 2020). Produce Michoacán mil 525 toneladas de cacahuate. Recuperado el día 07 de diciembre del 2020 de <https://www.quadratin.com.mx/sucesos/produce-michoacan-mil-525-toneladas-de-cacahuate/>.
- Ramos, A. D., & Terry A. E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.
- Ramos, A. D., Terry, A. E., Soto, C. F., & Cabrera, R. J. A. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97.
- Ramos, O. C. A. (2017). Efecto de la aplicación de lombricomposta en la fertilidad de suelo y rendimiento de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur). San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Ramos, O. C. A., Castro, R. A. E., León, M. N. S., Álvarez, S. J. D & Huerta, L. E. (2019). Vermicompost to recover the fertility of sandy loam soil and peanut (*Arachis hypogaea* L.) yield. *Terra Latinoamericana*, 37(1), 45–55. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0.085087296271&doi=10.28940%2Fterra.v37i1.331&partnerID=40&md5=1ee8e2bf9173f3067677acb0b6b96d25>.
- Rathod, V., Hamid, R., Tomar, R. S., Padhiyar, S., Kheni, J., Thirumalaisamy, P., & Munshi, N. S. (2020). Peanut (*Arachis hypogaea* L.) transcriptome revealed the molecular interactions of the defense mechanism in response to early leaf spot fungi (*Cercospora arachidicola*). *Plant Gene*, 23, 100243.
- Reyes, P. J. J., Luna, M. R. A., Reyes, B. M. D. R., Vázquez, M. V. F., Zambrano, B.D., y Torres, R. J. A. (2018). Efecto de abonos orgánicos sobre la respuesta productiva en el tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Facultad de Agronomía. (Luz)*, 35(1), 26-39.

- Rivera, R. E. J., y Santana R. D. A. (2020). Influencia del bocashi en semilleros de pimiento (*Capsicum annuum*), a base de residuos sólidos y líquidos generados en el faenamiento bovino, manta-2019 (Doctoral Dissertation). Universidad Laica, “Eloy Alfaro” de Manabí. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manta, Ecuador.
- Rodas, C. D., & Collantes, P. M. R. (2020). Propuesta para la obtención de bocashi a partir de residuos sólidos orgánicos domiciliarios. Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Tarapoto, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3967>.
- Rodríguez, M., & Florez, V. (2004). Elementos esenciales y beneficiosos. Repositorio de la Producción Científica de la Universidad de Almería. <http://hdl.handle.net/10835/3133>.
- Romero, M. P., Santamaría, D. M., & Zafra, C. A. (2009). Bioingeniería y suelo: abundancia microbiana, pH y conductividad eléctrica bajo tres estratos de erosión. *Umbral científico*, (15), 67-74.
- Rosati, A., Borek, R., & Canali, S. (2021). Agroforestry and organic agriculture. *Agroforestry Systems*, 95(5), 805–821. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00559-6>.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. *Universidad de la República: Facultad de agronomía. Montevideo, Uruguay*.
- Ruiz, C. J. A., Medina, G. G., González, A. I. J., Ortiz, T. C., Flores, L. H. E., Martínez, P. R., & Byerly, M. K. F. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro técnico, (3).
- Sánchez, D. S., Muñoz, O. A., González, H. V. A., & Martínez, G. Á. (2006). Caracterización y clasificación de germoplasma mexicano de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). *Agrociencia*, 40(2), 171-182.
- Sánchez, D. S., Muñoz, O. A., & González, H. V. A. (2006). Evaluación de la resistencia a sequía de variedades de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) de hábito de crecimiento rastroso y erecto. *Revista Chapingo serie horticultura*, 12 (1), 77-84.
- Sequeira, J. P. (2019). Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Tropicana. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. P.26. <http://hdl.handle.net/11036/6668>.

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2019). Datos abiertos. Estadística de producción agrícola. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>.
- Silva, G. J. T., Cruz, C. G., Ochoa, E. S., Estrada, G. F., Nava, V. J., & Álvarez, B. D. (2017). Pérdida de suelo por erosión hídrica en la cuenca del lago de Chapala, Michoacán, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(6), 117-128.
- Solís, O. M. M., Rivera, R. C., Villegas, L. A., Cruz, M. A., Solís, O. A., Castro, R. J. J., ... & Benítez, G. A. (2021). Evaluación de biol, bocashi, composta y vermicomposta en las variables morfológicas del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), 3649-3662.
- Soumoulou, M. (2021). Estudios preliminares sobre el efecto alelopático de cultivares de avena y centeno sobre el establecimiento inicial de malezas anuales. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Agronomía. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5574>.
- Srivastav, A. L. (2020). Chemical fertilizers and pesticides: Role in groundwater contamination. In *Agrochemicals detection, treatment and remediation* (pp. 143-159). Butterworth-Heinemann. <http://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00006-4>.
- Tamara, P. L. A., Ducuara, H. J. (2016). Capacidad de campo y punto de marchitez permanente- Fisiología Vegetal. (Universidad de Sucre- Facultad de educación y ciencias Programa de Biología, Colombia). https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Capacidad+de+campo+y+punto+de+marchitez+permanente-+Fisiolog%C3%ADa+Vegetal.+&btnG=.
- Tejeda, S. O., Escalante, E. J. A., Soto, H. M., Rodríguez, G. M., Vibrans, H., & Ramírez, G. M. E. (2004). Inhibidores de la germinación en el residuo seco del tallo del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). *Revista de la Sociedad Química de México*, 48(2), 118-123.
- Thomas, C. L., Acquah, G. E., Whitmore, A. P., McGrath, S. P., & Haefele, S. M. (2019). The effect of different organic fertilizers on yield and soil and crop nutrient concentrations. *Agronomy*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy9120776>.

- Thompson, W., Leege, P., Millner, P. y Watson, M. (2001). Métodos de ensayo para el examen de compostaje y compostaje (TMECC). *Consejo de Compostaje de los Estados Unidos. Holbrook, Nueva York.*
- Toomer, O. T. (2020). A comprehensive review of the value-added uses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) skins and by-products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(2), 341–350. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1538101>.
- Torres, G. C. A., Gutiérrez Castorena, M., Carmen, D., Ortiz Solorio, C. A., & Gutiérrez Castorena, E. V. (2016). Manejo agronómico de los Vertisoles en México: una revisión. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 457-466.
- Trinidad, S. A., Velasco, V. J. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agro Productividad*, 9(8) 52-58.
- Velasco, H. M. J. (2020). Diversificación de productos de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.): oportunidad para su aprovechamiento local y fomento de prácticas solidarias en un grupo de productores en San Lucas Tlanichico, Zaachila, Oaxaca, México. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/514.
- Viana, JDS, Borda, CAR y Palaretti, LF (2020). Aplicación de fertilizante orgánico bokashi en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Horticulture International Journal* , 4 (5), 200-201.
- Villaroel, J. (1988). Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en laboratorio. Documentación Digital de la Universidad Mayor de San Simón. AGRUCO. <http://hdl.handle.net/123456789/142>.
- Wang, L. Li. Q., Coulter, J. A., Xie, J., Luo, Z., Zhang, R., ... & Li, L. (2020). Winter wheat yield and water use efficiency response to organic fertilization in northern China: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 229, 105934. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105934>.
- Weather Spark (s.f). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Jiquilpan de Juárez. <https://fr.weatherspark.com/y/4128/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0Jiquilpan-de-Juarez-Mexique-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e>.
- Yáñez, D, M. I., Cantú, S. I., & González, R. H. (2018). Efecto del cambio de uso de suelo en las propiedades químicas de un vertisol. *Terra Latinoamericana*, 36(4), 369-379.

- Yáñez, D. M. I. (2017). *Caracterización ecopedológica en vertisoles bajo cuatro sistemas de uso de suelo* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León), México. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/16722>.
- Yong, L. J. J. (2020). *Identificación de macronutrientes, micronutrientes y microorganismos en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ), Ecuador. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6088>.
- Zahran, H. A., & Tawfeuk, H. Z. (2019). Physicochemical properties of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties. *OCL - Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 26(2). <https://doi.org/10.1051/ocl/2019018>.
- Zambrano, O. G. C. (2016). *Evaluar el comportamiento agronómico de doce cultivares de maní Arachis hypogaea L. tipo runner* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/9871>.
- Zhuang, W., Chen, H., Yang, M., Wang, J., Pandey, M. K., Zhang, C., ... & Varshney, R. K. (2019). The genome of cultivated peanut provides insight into legume karyotypes, polyploid evolution and crop domestication. *Nature genetics*, 51(5), 865-876.

8. ANEXOS

Anexo 1. Determinaciones, métodos, unidades y resultados para el análisis del bocashi.

<i>Determinación</i>	<i>Método</i>	<i>Unidades</i>	<i>Resultados</i>
<i>pH</i>	NMX-FF-109-SCFI-2007		8.79
<i>Cond. Eléctrica</i>	NMX-FF-109-SCFI-2007	dS/m	3.80
<i>Nitrógeno total</i>	Dumas	%	1.45
<i>Fósforo (P)</i>	Digestión en microondas/ ICP	%	0.29
<i>Potasio(K)</i>	Digestión en microondas/ICP	%	1.19
<i>Calcio(Ca)</i>	Digestión en microondas/ ICP	%	2.32
<i>Magnesio(Mg)</i>	Digestión en microondas/ ICP	%	0.78
<i>Sodio(Na)</i>	Digestión en microondas/ ICP	%	0.35
<i>Azufre(S)</i>	Digestión en microondas /Turbidimetría	%	0.23
<i>Hierro(Fe)</i>	Digestión en microondas/ ICP	ppm	12532
<i>Manganeso(Mn)</i>	Digestión en microondas/ ICP	ppm	13.98
<i>Zinc(Zn)</i>	Digestión en microondas/ ICP	ppm	531
<i>Boro(B)</i>	Digestión en microondas/ ICP	ppm	61.91
<i>Cobre(Cu)</i>	Digestión en microondas/ ICP	ppm	4.98
<i>Humedad</i>	Método Gravimétrico	%	19.0
<i>Materia Orgánica</i>	Calcinación	%	35.9
<i>Cenizas</i>	Calcinación	%	64.1
<i>Carbono orgánico</i>	Calcinación	%	20.8

Anexo 2. Efecto del abono orgánico tipo bocashi sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

<i>Determinación-propiedades físicas y químicas</i>				
<i>Determinación</i>	<i>Unidad</i>	<i>Suelo</i>	<i>Bocashi</i>	<i>Suelo + Bocashi</i>
<i>Clase textural</i>		Franco arcilloso	N/A	Franco arcilloso
<i>Punto de saturación</i>	%	59.0	N/A	64.0
<i>Capacidad de campo</i>	%	31.6	N/A	34.3
<i>Punto marchitez permanente</i>	%	18.8	N/A	20.4
<i>Cond. Hidráulica</i>	cm/h	1.10	N/A	0.70
<i>Densidad aparente</i>	g/cm ³	1.06	N/A	1.13
<i>Humedad</i>	%	N/A	19.0	N/A

<i>pH del Suelo y Necesidades de Yeso, Cal y Lavado</i>				
<i>pH</i>		7.1 (Neutro)	8.79	7.69
<i>Carbonatos totales</i>	%	5.74	N/A	5.10
<i>Salinidad (CE)</i>	dS/m	0.78	3.80	0.75
<i>Requerimiento de yeso</i>		N/R	N/A	N/R
<i>Requerimiento de cal</i>		N/R	N/A	N/R

<i>Fertilidad</i>				
<i>M.O</i>	%	3.22	35.9	3.50
<i>P-Olsen</i>	ppm	88.7	2900	132
<i>K</i>	ppm	635	11900	767

<i>Ca</i>	ppm	5222	23200	4145
<i>Mg</i>	ppm	1711	7800	1556
<i>Na</i>	ppm	118	3500	143
<i>Fe</i>	ppm	7.01	12532	9.25
<i>Zn</i>	ppm	1.89	531	3.11
<i>Mn</i>	ppm	23.6	13.98	16.0
<i>Cu</i>	ppm	1.75	4.98	3.14
<i>B</i>	ppm	0.38	61.91	0.10
<i>S</i>	ppm	4.19	2300	2.78
<i>N-NO3</i>	ppm	13.7	N/A	20.9
<i>N Total</i>			1.45	

Anexo 3. Costo de elaboración de 480 Kg de bocashi.

<i>Material</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Precio unitario</i> (\$)	<i>Costo final</i> (\$)
<i>Paja</i>	141	Kg	.88	125
<i>Suelo</i>	141	Kg	0.0	0.00
<i>Estiércol vacuno</i>	141	Kg	3	423.00
<i>Carbón</i>	28	Kg	15	420.00
<i>Cal</i>	7	Kg	11.95	83.65
<i>Melaza</i>	.550	L	7	4.06
<i>Levadura</i>	141	g	.04	5.92
<i>Agua</i>	155	L	0.0	0.00
<i>Total</i>				1,061.63

Anexo 4. Costos que implica el llevar a cabo el manejo agronómico del cultivo sin considerar la fertilización.

<i>Capítulo/ artículo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Veces</i>	<i>Valor unitario (\$)</i>	<i>Total (\$)</i>
<i>Preparación del terreno</i>					
<i>Subsuelo</i>	1	ha	1	1273	1273
<i>Barbecho</i>	1	ha	1	1345	1345
<i>Rastreo</i>	1	ha	1	693	693
<i>Nivelación</i>	1	ha	1	550	550
<i>Surcado</i>	1	ha	1	503	503
<i>Siembra</i>					
<i>Semilla</i>	80	Kg	1	50	4000
<i>Siembra de precisión</i>	1	ha	1	1171	1171
<i>Labores culturales</i>					
<i>Deshierbe manual</i>	3	ha	3	6300	18900
<i>Riegos</i>					
<i>Cuota de riego complemento</i>	1	m ³	1	1000	1000
<i>Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)</i>					
<i>Bacillus subtilis</i>	1	L	1	370	370
<i>Trichoderma harzianum</i>	681	g	1	1.04	2 025
<i>Trichoderma virens</i>	240	g	1	2.98	716.62
<i>Cosecha/selección y empaque</i>					
<i>Cosecha</i>	1	ha	1	3600	3600
<i>Diversos</i>					
<i>Cuota fitosanitaria</i>	1	ha	1	25	25
<i>Seguro del cacahuete</i>	1	ha	1	1380	1380
<i>Jornales</i>	15	Personas	1	350	5250
					42 801.62

Anexo 5. Relación costo-beneficio de la producción de cacahuate en una hectárea con bocashi para cada uno de los tratamientos.

<i>T</i>	<i>Cb/ha</i> \$	<i>Cp</i> \$	<i>Cb+Cp</i> \$	<i>P</i> <i>Ton/ha</i>	<i>Vp</i> \$	<i>Utilidad</i> \$
<i>T1= 0 Kg/m²</i>	0.0	42,801.62	42,801.62	3.76	188,000	145,198.38
<i>T2= 8 Kg/m²</i>	176,938	42,801.62	219,739.95	3.83	191,500	-28,239.95
<i>T3= 5 Kg/m²</i>	110,586	42,801.62	153,380.07	5.53	276,500	123,111.93
<i>T4= 3 Kg/m²</i>	66,351	42,801.62	109,153.49	5.50	275,000	165,846.51

T= Tratamientos; Cb/ha= Costo del bocashi por ha; Cp= Costo de la producción sin bocashi; Cp+Cb= Costo total de la producción P= Producción ton/ha; Vp= Valor de la producción; Utilidad (Vp –Cb-Cp).

