

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**“RENDIMIENTO DEL PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum
annuum* L.) CON FERTILIZACIÓN DE HARINAS DE
ROCAS A BASE DE TOBAS VOLCÁNICAS, EN
EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III
LOS PICHONES -TACNA”**

TESIS

Presentada por:

Bach. JORGE ALFREDO MUCHICA HUAMANTUMA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tacna- Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**RENDIMIENTO DEL PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annuum* L.) CON
FERTILIZACIÓN DE HARINAS DE ROCAS A BASE DE
TOBAS VOLCÁNICAS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRÍCOLA III LOS PICHONES- TACNA**

SUSTENTADA Y APROBADA EL 12 DE DICIEMBRE DEL 2018, SIENDO
EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



M.Sc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

SECRETARIO:



M.Sc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

VOCAL:



Ing. RODI DAVID ALFÉREZ GARCÍA

ASESOR:



M.Sc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con mucho cariño y respeto a mis padres: Sr. Yodosio Díaz Ayquipa y Sra. Mercedes Huamantuma Quispe, por estar siempre conmigo en todo momento.

A mi tía Felipa Espinal Mamani, por ser mi segunda madre y brindarme su apoyo moral.

A mi hija Mikela Khalessi Muchica Cauna, por ser el motivo del esfuerzo, dedicación y responsabilidad en este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su bendición.

A mi asesor M.Sc. Nivardo Núñez Torreblanca, por su gran apoyo y compartir sus conocimientos.

A mis jurados: M.Sc. Magno Santos Robles Tello, M.Sc. Arístides Choquehuanca Tintaya, Ing. Rodi David Alférez García; por su orientación y guía en la elaboración de mi tesis.

A mi Co asesor Ing. Marco Antonio Huacollo Álvarez, por motivarme en la innovación de agricultura orgánica.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problema específico	5
1.3 Delimitación de la investigación	5
1.3.1 Temporal	5
1.3.2 Espacial.....	5

1.4 Justificación	5
1.5 Limitaciones.....	8

CAPITULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos.....	9
2.1.1 Objetivo general	9
2.1.2 Objetivo específico	9
2.2 Hipótesis.....	9
2.2.1 Hipótesis general.....	9
2.2.2 Hipótesis específica.....	10
2.3. Variables.....	10
2.3.17 Indicador de variables.....	10

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Conceptos generales y definiciones.....	11
3.1.1 Origen	11
3.1.2 Taxonomía	11
3.1.3 Descripción botánica	12
3.1.4 Sistema radicular	12
3.1.6 Hoja.....	13
3.1.7 Flor	13
3.1.8 Fruto.....	13
3.1.9 Semilla	13
3.1.10 Fenología	14

3.1.11 Siembra almácigo	14
3.1.12 Cantidad de semilla	15
3.1.13 Desarrollo vegetativo	15
3.1.14 Plagas y enfermedades más comunes	16
3.2 Variedades de pimiento morrón	17
3.2.1 Variedades dulces	17
3.2.2 Variedades de sabor picante	17
3.2.3 Tipos de pimiento morrón	17
3.3 Requerimientos edafoclimáticos	20
3.3.1 Clima	20
3.3.2 Luz	21
3.3.3 Humedad.....	21
3.3.4 Suelo.....	22
3.4 Generalidades	22
3.5 Enfoques teóricos – técnicos	23
3.5.1 Antecedentes	23
3.6 Rocas ígneas.....	26
3.6.1 Características principales de las rocas ígneas	26
3.6.2 Objetivo de la aplicación de las rocas ígneas	27
3.6.3 Tipo de rocas ígneas	28
3.7 Geología de los cuadrángulos Pachía y Palca hojas 36-V y 36- X.....	29
cuadrángulo huaylillas.	29

3.7.1 Depósito de cenizas volcánicas	31
3.8 Harina de rocas	31
3.8.1 Procesamiento de harina de rocas	32
3.8.2 Formas de aplicación.....	33
3.8.3 Tipos de rocas utilizadas	33
3.8.4 Cantidades utilizadas de rocas	34
3.8.5 Ventajas con la harina de rocas.....	34
3.9 La mineralización	35
3.10 La meteorización	36
3.11 Meteorización física o mecánica	36
3.12 Meteorización química	37
3.13 Humus de lombriz	37
3.13.1 Ventajas del humus	38
3.13.2 Características del humus de lombriz	40
3.13.3 Efectos de la lombriz sobre la colonización microbiana del ...	40
humus	40
3.13.4 Coloide orgánico del suelo: Humus	40
3.14 Capacidad de intercambio catiónico	41
CAPITULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS	
4.1 Ubicación del campo experimental	44
4.2 Historia del campo experimental	44
4.3 Situación edáfica del campo experimental	44

4.4 Situación climática	47
4.5 Material experimental.....	48
4.5.1 Características del pimiento morrón variedad Candente.....	48
4.5.2 Características de las tobas volcánicas	48
4.5.3 Características del humus de lombriz	49
4.6 Descripción de los tratamientos en estudio	50
4.7 Variables de respuesta	51
4.7.1 Altura de planta (m	51
4.7.2 Número de frutos por planta	51
4.7.3 Peso unitario de fruto (g)	51
4.7.4 Peso de frutos por planta (kg).....	52
4.7.5 Rendimiento (t/ha)	52
4.7.6 Diámetro ecuatorial del fruto (cm).....	52
4.7.7 Diámetro polar del fruto (cm)	52
4.7.8 Espesor del pericarpio del fruto (cm)	53
4.7.9 Sólidos solubles totales (°brix)	53
4.7.10 Porcentaje de descarte por tratamiento (%).....	53
4.8 Diseño experimental	54
4.9 Características del campo experimental	55
4.9.1 campo experimental	55
4.9.2 Características de bloque	55
4.9.3 Característica de la unidad experimental	55

4.10 Aleatorización del campo experimental.....	56
4.11 Análisis estadístico	56
4.12 Conducción del cultivo	56
4.12.1 Preparación de terreno	56
4.12.2 Preparación de almácigos	57
4.12.3 Tendido de las cintas de riego	57
4.12.4 Trasplante	57
4.12.5 Replante	58
4.12.6 Riego	58
4.12.7 Desmalezado.....	58
4.12.8 Control fitosanitario.....	59
4.12.9 Cosecha	61
4.12.10 Evaluaciones en laboratorio.....	61

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta.....	62
5.2 Número de frutos	63
5.3 Peso unitario (g)	65
5.4 Peso de frutos por planta (kg).....	68
5.5 Rendimiento (t/ha)	69
5.6 Diámetro polar del fruto (cm)	73
5.7 Diámetro ecuatorial del fruto (cm)	75
5.8 Espesor del pericarpio (cm)	77

5.9 Sólidos solubles totales (° brix)	78
5.10 Porcentaje de descarte (%).....	80
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Principales cultivares de pimiento morrón en el Perú	19
Tabla 2	Temperaturas críticas para el pimiento morrón (<i>Capsicum annuum</i> L.) en las distintas fases de desarrollo.	20
Tabla 3	Composición porcentual principal de las rocas ígneas	29
Tabla 4	Análisis químicos de 4 muestras características, efectuadas por el laboratorio del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero.....	30
Tabla 5	Factores que influyen la capacidad de intercambio catiónico.....	42
Tabla 6	Calidad o tipo de coloide.....	43
Tabla 7	Análisis fisicoquímico del suelo del área experimental, Centro Experimental Agrícola III- Los Pichones	45
Tabla 8	Temperaturas registradas en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna del 2017- 2018.	47
Tabla 9	Composición química de las tobas volcánicas en forma disponible para la planta (ppm).	49
Tabla 10	Composición química de materia orgánica, humus de lombriz.	50
Tabla 11	Tratamientos en estudio y sus respectivas dosis de aplicación.....	50

Tabla 12 Control fitosanitario del cultivo de pimiento morrón con aplicaciones de insecticidas.....	59
Tabla 13 Análisis de varianza para altura de planta (m), pimiento morrón var. Candente.....	62
Tabla 14 Análisis de varianza para número de frutos por planta, pimiento morrón var. Candente.....	63
Tabla 15 Prueba de significación de Duncan para número de frutos por planta, pimiento morrón var. Candente.....	64
Tabla 16 Análisis de varianza para peso unitario de fruto (g), pimiento morrón var. Candente.....	65
Tabla 17 Prueba de significación de Duncan para peso unitario (g), pimiento morrón var. Candente.....	66
Tabla 18 Análisis de varianza para peso de frutos por planta (kg), pimiento morrón var. Candente.....	68
Tabla 19 Análisis de varianza para rendimiento (t/ha), pimiento morrón var. Candente.....	69
Tabla 20 Prueba de significación de Duncan para rendimiento (t/ha), pimiento morrón var. Candente.....	70
Tabla 21 Análisis de varianza para diámetro polar (cm), pimiento morrón var. Candente.....	73
Tabla 22 Prueba de significación de Duncan para diámetro polar (cm), pimiento morrón var. Candente.....	74
Tabla 23 Análisis de varianza para diámetro ecuatorial (cm), pimiento morrón var. Candente.....	75

Tabla 24 Prueba de significación de Duncan para diámetro ecuatorial del fruto (cm), pimiento morrón var. Candente.....	76
Tabla 25 Análisis de varianza para espesor de pericarpio (cm), pimiento morrón var. Candente.....	77
Tabla 26 Análisis de varianza para sólidos solubles totales (%), pimiento morrón var. Candente.....	78
Tabla 27 Prueba de significación de Duncan para para sólidos solubles totales (%), pimiento morrón var. Candente.	79
Tabla 28 Análisis de varianza para porcentaje de descarte por tratamiento	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Croquis y distribución de tratamientos del diseño experimental.....	56
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de altura de planta (m), pimiento morrón var. Candente	90
Anexo 2. Datos originales de número de frutos por planta, pimiento morrón var. Candente	90
Anexo 3. Datos originales de peso unitario de fruto (g), pimiento morrón var. Candente	90
Anexo 4. Datos originales de pesos de frutos por planta (kg), pimiento morrón var. Candente.....	91
Anexo 5. Datos originales de rendimiento (t/ ha), pimiento morrón var. Candente	91
Anexo 6. Datos originales de diámetro ecuatorial del fruto (cm), pimiento morrón var. Candente.....	91
Anexo 7. Datos originales de diámetro polar del fruto (cm), pimiento morrón var. Candente	92
Anexo 8. Datos originales de espesor de pericarpio del fruto (cm), pimiento morrón var. Candente.....	92
Anexo 9. Datos originales de sólidos soluble del fruto (%), pimiento morrón var. Candente	92
Anexo 10. Datos originales de porcentaje de descarte (%), pimiento morrón var. Candente	93
Anexo 12. Informe de análisis de suelo pos- cosecha por tratamiento	95

Anexo 13. Composición química de las tobas volcánicas	96
Anexo 14. Análisis químico de humus de lombriz	97
Anexo 15. Análisis químico de la toba volcánica rosada	98
Anexo 16. Análisis químico de la toba volcánica riolítica	99
Anexo 17. Análisis químico de la toba volcánica blanca	100
Anexo 18. Galería de fotos	101

RESUMEN

La presente tesis titulada "Rendimiento del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) con fertilización de harinas de rocas a base de tobas volcánicas en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones -Tacna", el objetivo fue determinar la influencia de diferentes fuentes de harinas de rocas en base a tobas volcánicas en el rendimiento del pimiento morrón. El experimento se realizó en los meses de julio del 2017 a febrero del 2018, los tratamientos fueron toba volcánica riolítica (t₁), toba volcánica blanca (t₂), toba volcánica rosada (t₃) y toba volcánica combinada (t₄), y un testigo (t₅), así mismo se agregó humus de lombriz como factor fijo. El área experimental fue de 437 m²; la plantación se realizó a 0,30 m entre plantas y 1,50 m entre líneas. Se empleó el diseño de bloques completos aleatorios con 4 repeticiones, para el análisis estadístico se utilizó el ANVA y para la comparación de medias se usó la prueba de comparaciones múltiples Duncan al 5 %. Obteniendo la toba volcánica blanca, toba volcánica combinada, toba volcánica riolítica y toba volcánica rosada con rendimientos: 20,90; 19,97; 19,20 y 19,10 t/ha de frutos frescos respectivamente, estadísticamente fueron similares.

Palabras claves: *harina de rocas, toba volcánica, pimiento morrón*

ABSTRACT

This thesis entitled "Crop yield of pepper morron (*Capsicum annuum* L.) with fertilization of rock flours based on volcanic tobas in the Agricultural Experimental Center III Los Pichones -Tacna", the objective was to determine the influence of different sources of meal rocks based on volcanic tuffs in the yield of red pepper. The experiment was carried out in the months of July 2017 to February 2018, the treatments were rhyolitic volcanic tuff (t₁), white volcanic tuff (t₂), pink volcanic tuff (t₃) and combined volcanic tuff (t₄), plus a witness (t₅), worm humus was added as a fixed factor. The experimental area was 437 m²; Planting was carried out at 0.30 m between plants and 1.50 m between lines. The design of randomized complete randomized blocks with 4 repetitions was used. the ANVA was used for the statistical analysis and Duncan's 5 % multiple comparison tests were used to compare means. obtaining white volcanic tuff, combined volcanic tuff, rhyolitic tuff and pink volcanic tuff with yields: 20.90; 19.97; 19.20 and 19.10 t / ha of fresh fruits respectively, statistically they were similar.

Keywords: *rock meal, volcanic rock, pepper*

INTRODUCCIÓN

El cultivo del pimiento morrón es muy importante ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. Los pimientos rojos destacan por su aporte en vitamina C, fibra, antioxidantes y su alto contenido en vitaminas, es un poderoso alimento que combate el envejecimiento y varias enfermedades.

Las condiciones agroclimáticas favorables de la región Tacna, permiten cultivar una amplia gama de cultivos, entre ellos las hortalizas en el cual destaca el pimiento morrón.

De acuerdo con la Dirección Regional de Agricultura (2017) el valle de Tacna cuenta con aproximadamente 166 has, teniendo un rendimiento promedio de 18 t/ha, siendo necesario incentivar el cultivo aún más ya que se abrió una nueva ventana de exportación hacia el país vecino Chile donde se despacharon 34 t de pimiento con un valor de 29,150 US\$ en el periodo enero y diciembre.

El Centro Experimental Agrícola III Los Pichones es una institución que cuenta con parcelas experimentales dedicadas a la investigación y la producción de hortalizas, su manejo es bajo sistema convencional haciendo uso de los fertilizantes químicos para elevar los rendimientos. El uso

excesivo de los fertilizantes sintéticos degrada los suelos haciéndolos infértiles a largo plazo ocasionando salinidad, toxicidad de nutrientes y alteración de la densidad del suelo.

En la actualidad los productos agrícolas tienen exigencias en el mercado en cuanto a calidad, por lo que se deberá disminuir el uso de fertilizantes sintéticos que causan daño a la salud del consumidor, sin afectar los rendimientos, las harinas de rocas a base de tobas volcánicas contienen macronutrientes y micronutrientes en forma disponible para la planta y es de origen natural, por la cual es necesario investigar su influencia en el rendimiento en el cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) como alternativa a los fertilizantes sintéticos.

CAPÍTULO I

EI PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Las actividades económicas especialmente la agricultura están haciendo un uso cada vez más intensivo del suelo, empleando insumos como plaguicidas y fertilizantes químicos en grandes volúmenes, situación que está conduciendo a una degradación creciente del suelo, ocasionando pérdidas de elementos minerales necesarios para el crecimiento de plantas.

En el sentido más amplio, comprende alteraciones en las propiedades fisicoquímicas del suelo; con relación a la disponibilidad de nutrientes, la mejora de la clase textural, capacidad del suelo para mantener los nutrientes, a su vez ocasionando la lixiviación de partículas de minerales dejando en los suelos arcillas ricos en hierro y aluminio que pueden ser transformados en formas sólidas complejas no aprovechables.

En tanto los suelos del Centro Experimental Agrícola III Los Pichones, según los análisis de suelos realizados por investigadores anteriores presentan minerales en cantidades elevadas de potasio y fosforo a pesar de su contenido su disponibilidad es baja por presentar pH fuertemente

ácidos en promedios de 4,5 a 5,5 por tanto ocasionan la variación del grado de solubilidad de los minerales. Los rendimientos de pimiento morrón varían entre 17 - 49 t/ha de frutos frescos; en tanto Churata (2010) con una formulación química: 180 N -100 P - 0 K, obtuvo un rendimiento de 18 t/ha de frutos frescos; Nina (2016) con una formulación química: 250 N -150 P – 80 K logró un rendimiento de 44 t/ha y Tonconi (2015) con una formulación química de: 245 N -170 P -100 K logró un rendimiento 49 t/ha; estos datos demuestran los excesivos usos de fertilizantes sintéticos.

A fin de acceder al mercado de exportación se hace necesario implementar tecnologías innovadoras que reduzcan considerablemente el uso de insumos químicos y mantengan el rendimiento empleando productos naturales para la fertilización, por esta razón se plantea el presente trabajo de tesis que busca estudiar la fertilización natural a base de diferentes fuentes de tobas volcánicas provenientes de canteras de rocas ígneas, como alternativa a la aplicación de fertilizantes químicos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la fuente de toba volcánica más apropiada para el rendimiento del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en condiciones del Centro Experimental Agrícola III Los Pichones?

1.2.2 Problema específico

¿Influirán las diferentes fuentes de tobas volcánicas en el rendimiento del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones?

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Temporal

El trabajo de investigación denominado “Rendimiento del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) con Fertilización de harinas de rocas a base de tobas volcánicas en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones Tacna”, se llevó a cabo en los meses de julio del 2017 hasta febrero del 2018.

1.3.2 Espacial

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones, UNJBG-Tacna. Se ubica a una altitud de 560 msnm. 17° 59´ 38” latitud sur y 70° 14´ 22” longitud oeste.

1.4 Justificación

La extracción de nutrientes por las cosechas de pimiento morrón y la agricultura comercial a fin de incrementar sus rendimientos se extrae

muchos nutrientes, por lo tanto, se necesita recuperar esos minerales del suelo, y una de las fuentes son las harinas de roca a base de tobas volcánicas, constituyen los elementos minerales esenciales para la salud del suelo, que garantiza el equilibrio nutricional de las plantas. Elementos principales que contiene estas tobas volcánicas son; fósforo: 0,61 ppm, potasio; 160 ppm, zinc: 1,9 ppm; boro: 3,5 ppm; hierro: 4,9 ppm y cobre: 0,2 ppm en forma disponible, pH alcalino y conductividad eléctrica baja, según el análisis efectuado en el Laboratorio de Análisis Químico & servicio EIRL (2018).

Dicho de otra manera, Ugarte (2007) expresa el potasio se encuentra en la síntesis de proteína, los procesos fotosintéticos y el transporte de azúcares de las hojas a las frutas. Un buen suministro de potasio sustentará desde el principio la función de la hoja en el crecimiento de la fruta y contribuirá al efecto positivo del potasio en el rendimiento y en el alto contenido de sólidos solubles (más azúcares) en la fruta al momento de cosecha. Aproximadamente el 50 % del potasio absorbido por la planta se encuentra en la fruta. La acción del potasio en la síntesis de la proteína refuerza la conversión del nitrato absorbido en proteínas, contribuyendo a una mayor eficiencia del fertilizante nitrogenado proporcionado.

En cuanto al calcio Navarro (2013) considera que tiene tres funciones principales en la planta; es esencial para las paredes de la célula y para la

estructura de la planta aproximadamente el 90 % del calcio se encuentra en las paredes de la célula actúa como un factor de cohesión que mantiene las células unidas y sostiene la estructura de los tejidos de la planta.

Así mismo Mengel y Kirkby (2000) define el calcio es el elemento clave responsable por la firmeza de los frutos del pimiento, unido a esto el calcio también retarda la senescencia de las hojas resultando en hojas con un mayor tiempo activa capaces de continuar el proceso de la fotosíntesis. Mantiene la integridad de la membrana celular, esto es importante para el correcto funcionamiento de los mecanismos de absorción, así como para prevenir la salida de los elementos fuera de las células. También se encuentra como mecanismo de defensa de la planta ayudándola a detectar y a reaccionar frente a estrés externos.

Por otra parte, el MINAGRI (2017), reporta que el cultivo de pimiento morrón a nivel nacional tiene una producción de 326 t - 37,516 t, los principales departamentos productores son: Tumbes con un rendimiento de 5,684 kg/ha; Lima con un rendimiento de 6,355 kg/ha; Tacna con un rendimiento de 18,380 kg/ha; Lima Metropolitana con un rendimiento de 18,617 kg/ha; Ica con un rendimiento de 19,398 kg/ha; la Libertad con un rendimiento de 27,685 kg/ha y Lambayeque con un rendimiento de 42,391 kg/ha. Así que el promedio máximo de rendimiento del cultivo de pimiento morrón en el Perú es desde 5,688 kg/ha hasta 42,391 kg/ha donde se

puede distinguir claramente que los investigadores en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones para incrementar los rendimientos realizaron un abuso de productos químicos.

En el año 2017 el pimiento morrón se ha exportado 34 toneladas hacia el mercado del país vecino Chile, la cual abre una nueva ventana de exportación, siendo necesario incentivar el cultivo y fomentar su exportación utilizando nuevas tecnologías. El actual consumidor demanda alimentos nutritivos, saludables, naturales, funcionales y orgánicos, los cual son valorados por su calidad más que por su precio. Por lo que es válido investigar la efectividad de las tobas volcánicas como fertilizante natural con lo que se puede reducir los problemas que se derivan del uso de químicos sintéticos, sin afectar severamente los rendimientos.

1.5 Limitaciones

Una de las limitaciones más importantes es que no se encontraron antecedentes de la siembra de la variedad Candente en la región Tacna y a nivel nacional.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Determinar la influencia de diferentes fuentes de harinas de rocas a base de tobas volcánicas en el rendimiento del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) variedad Candente en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones –Tacna.

2.1.2 Objetivo específico

Determinar el rendimiento del Pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) variedad Candente con fertilización de harina de rocas a base de toba volcánica riolítica, toba volcánica blanca, toba volcánica rosada y su combinado, en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones –Tacna.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis general

Las fuentes de harinas de rocas a base de tobas volcánicas influyen en el rendimiento del pimiento morrón variedad Candente en condiciones del Centro Experimental Agrícola III Los Pichones – Tacna.

2.2.2 Hipótesis específica

Una de las fuentes de harina de rocas a base de tobas volcánicas tiene mayor influencia en el rendimiento del pimiento morrón variedad Candente en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones-Tacna.

2.3. Variables

2.3.17 Indicador de variables

a. Variable independiente (X)

toba volcánica riolítica, toba volcánica blanca, toba volcánica rosada y toba volcánica combinada.

b. Variable dependiente (Y)

Rendimiento total de frutos del pimiento morrón (t/ha)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Conceptos generales y definiciones

3.1.1 Origen

El pimiento (*Capsicum annum* L.) es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses (Ruano y Sánchez, 1999).

3.1.2 Taxonomía

Según manifiesta (Díaz, 2002)

Reino: Vegetal.

Clase: *Angiospermae*.

Subclase: *Dicotyledoneae*.

Orden: *Tubiflorae*.

Familia: *Solanaceae*.

Género: *Capsicum* L.

3.1.3 Descripción botánica

El pimiento es una planta herbácea de tallo erecto y ramificado de diversa altura entre 0,6 a 1,2 m; raíz pivotante, hojas ovaladas, alargadas verde oscura y con bordes enteros; flores solitarias, rara vez agrupadas en 2 o 3. El cáliz tiene forma enredada y está provista de 5 sépalos verdes soldados entre sí; la corola es enredada con 5 pétalos soldados de color blanco, raramente de color violeta pálida. Los estambres en número de 5, tienen anteras alargadas y dehiscencia longitudinal (Aldana, 2001).

3.1.4 Sistema radicular

Pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro (Ugarte, 2007).

3.1.5 Tallo principal y ramas

De crecimiento ilimitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas y así sucesivamente (Sánchez, 2004).

3.1.6 Hoja

Entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un peciolo largo y poco aparente. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio de la fruta (Sánchez, 2004).

3.1.7 Flor

Aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama (Sánchez, 2004).

3.1.8 Fruto

Baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente eniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 mm (Sánchez, 2004).

3.1.9 Semilla

La semilla del pimiento tiene forma aplanada hemidiscoidal, presenta el hilo, cicatriz que queda en la zona del funículo al madurar y separarse la

semilla de la placenta. La superficie es relativamente lisa, sin aspecto pubescente. La mayoría de las semillas se sitúan en la región de la placenta central (corazón). La mayoría de las especies cultivadas tienen semillas de color amarillento, a excepción de *Capsicum pubescens* que son muy oscuras (Ibar y Juscafresa, 1997).

3.1.10 Fenología

El Cultivo de pimiento tiene varios estados de desarrollo en su ciclo de crecimiento: plántula, planta joven recién trasplantada, planta en crecimiento vegetativo, floración, cuaja, desarrollo de fruto y maduración. Cada etapa es diferente con respecto a sus necesidades nutritivas. En virtud de esto, se analizan las etapas fenológicas del pimiento cultivado al aire libre. La información es solamente indicativa, ya que cada periodo dependerá de la variedad, las condiciones medioambientales y el manejo del cultivo (Ugarte, 2007).

3.1.11 Siembra almácigo

Los sustratos de almácigo deben ser bien preparadas aplicando Humus de Lombriz + Tierra de chacra + Arena de río; en proporciones iguales. Cuando las plantitas tienen de 5 a 6 hojas verdaderas se realiza el trasplante (Ugarte, 2007).

3.1.12 Cantidad de semilla

Salas (2009) da a conocer a continuación que para siembra directa se necesita 1,3 a 1,5 kg /ha, para trasplante a raíz desnuda o plantín de 0,6 a 0,7 kg/ha, asimismo número de semillas por grano 120 -150. Propone un distanciamiento para riego por goteo 1,50 m entre mangueras 0,10 - 0,30 m entre plantas y 1- 2 hileras por manguera.

3.1.13 Desarrollo vegetativo

Crecimiento vegetativo: Ocurre en los primeros 40- 45 días este periodo finaliza cuando comienza el desarrollo de los frutos, floración y fructificación dependiendo de la variedad, condiciones medioambientales y del manejo del cultivo, la floración y la cuaja empiezan alrededor de 20- 40 días después del trasplante asimismo continúan durante el resto del ciclo de crecimiento (Salas, 2009).

La polinización del pimiento es autógama, pero su habilidad de presentar polinización cruzada es mayor de lo esperado. La polinización en invernaderos también se puede llegar a efectuar por intervención de abejas o abejorros y por aplicación de viento en orden a mejorar los procesos de fructificación (Ugarte, 2007).

El número de frutos cuajados depende de los siguientes factores según (Núñez Y Gil, 1996) Genéticos; plantas con frutas pequeñas tienen

mayores cuajas de fruta, medioambiente; (luz y temperatura) baja intensidad de luz reduce la fructificación, la temperatura diurna ideal está comprendida entre 20- 25 °C. También dice: Quagliotti (1979) presencia de abortos con temperaturas mayor de 34 °C, temperatura nocturna ideal está comprendida entre 18- 21 °C. Por último, Núñez y Gil (1996) dicen en la Carga fisiológica la presencia de frutos en desarrollo reducen la proporción de frutos cuajados, la madurez fisiológica y cosecha en promedio se logra a los 80 DDT. La cosecha continúa permanentemente, a menos que se detenga por razones climáticas (heladas) o por razones económicas (precio del pimiento).

3.1.14 Plagas y enfermedades más comunes

Las principales plagas según indica Salas (2009) son:

- Gusano de tierra (*Agrotis, feltia*)
- Gusano perforador de frutos (*Heliothis virescens*)
- Cogollero (*Spodotera sp*)
- Gusano pegador de hojas (*Omiodes indicata*)
- Mosca negra (*Neosilba péndula*)
- Ácaros (*Hemitarsonemus latus*)
- Pulgon (*Myzus persicae*)
- Mosca blanca (*Bemesia tabaci*)

Las principales enfermedades señaladas por Salas (2009) son:

- Chupadera fungosa (*Rhizoctonia sp, fusarium sp*)
- Podredumbre blanda (*Erwinia sp*)
- Virus: TMW- CMV (*virus del mosaico del tabaco y pepino*).

3.2 Variedades de pimiento morrón

Pueden considerarse tres grupos varietales en pimiento.

3.2.1 Variedades dulces

Son las que se cultivan en los invernaderos, presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco e industria conservera.

3.2.2 Variedades de sabor picante

Son Muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado.

3.2.3 Tipos de pimiento morrón

Son un subgrupo de las variedades dulces. Dentro de las variedades de fruto dulce se pueden diferenciar tres tipos de pimiento:

a. Tipo california

Frutos cortos de 7-10 cm, anchos 6 - 9 cm, con tres o cuatro cascotes bien marcados, cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros de carne más o menos gruesa de 3- 7 mm. Son los cultivares más exigentes en temperatura, por lo que la plantación se realiza temprano desde mediados de mayo a comienzos de agosto, dependiendo de la climatología de la zona, para alargar el ciclo productivo y evitar problemas de cuajado con el descenso excesivo de las temperaturas nocturnas.

b. Tipo lamuyo

Denominados así en honor a la variedad obtenida por el INRA francés, con frutos largos y cuadrados de carne gruesa. Los cultivares pertenecientes a este tipo suelen ser más vigorosos (de mayor porte y entrenudos más largos) y menos sensibles al frío que los de tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos (Infoagro, 2016).

c. Tipo italiano

Frutos alargados, estrechos, acabados en punta, de carne fina, más tolerantes al frío, que se cultivan normalmente en ciclo único, con 19 plantación tardía en septiembre u octubre y recolección entre diciembre y mayo, dando producciones de 6-7 kg/ m² (Infoagro, 2016).

Tabla 1*Principales cultivares de pimiento morrón en el Perú*

Pimiento					
Cultivar	Polinización	Madurez relativa	Fruto		Usos
			Color maduro	Forma	
Amazonia	Híbrido	Precoz	Rojo	Cuadrada 4 puntas	Consumo en fresco
California wonder	Abierto	Semi-precoz	Rojo	Cuadrada 4 puntas	Consumo en fresco e industria
Capistrano	Abierta	Semi-precoz	Rojo	cuadrada 4 puntas	Consumo en fresco
Papri king	Abierta	Precoz	Rojo	Alargada 1 punta	Páprika
Papri queen	Abierta	Precoz	Rojo	Alargada 1 punta	Páprika
Tipo piquillo	Abierta	Precoz	Rojo	Cónica una punta aplanada	Conserva
Ranger	Híbrido	Precoz	Rojo	Cuadrada 4 puntas	Consumo en fresco
Yolo wonder	Abierta	Precoz	Rojo	Cuadrada 4 puntas	Consumo en fresco
Candente	Híbrido	Precoz	Rojo	Cuadrada 4 puntas	Consumo en fresco

Fuente: Programa de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria la Molina (2000)

3.3 Requerimientos edafoclimáticos

3.3.1 Clima

El cultivo de pimiento cuando se encuentra por debajo de 15 °C el crecimiento se retarda y menos de 10 °C se detiene por completo, temperaturas superiores a 30 °C pueden provocar la caída de las flores. En la tabla 2 se detalla las temperaturas críticas para el cultivo de pimiento morrón (Mendoza y Zambrano, 2010).

Tabla 2

Temperaturas críticas para el pimiento morrón (Capsicum annuum L.) en las distintas fases de desarrollo

Fases del cultivo	Temperatura ° C		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20- 25	13	40
Crecimiento vegetativo	20- 25 (día)	15	32
	16- 18(noche)		
Floración y fructificación	26- 28 (día)	18	35
	28- 20 (noche)		

Fuente: (Mendoza y Zambrano, 2010)

Los cultivos se adaptan bien en climas templados y cálidos, resisten baja temperaturas, épocas de sequías y altas nubosidad. La temperatura óptima para pimiento, es de 18 a 24 °C, con una precipitación anual de 600 a 1 250 mm (Osorio y Roldán, 2003).

3.3.2 Luz

La intensidad de la luz ejerce un papel fundamental para el desarrollo de las plantas de pimiento. Investigaciones realizadas han determinado que sus requerimientos están alrededor de los 30 000 lux. Algunos autores plantean que es una planta exigente al día corto y otros que son indiferentes. Cuando las plantas están expuestas a una deficiente luminosidad, se afectan morfológicas y fisiológicamente, por ejemplo, presentan raquitismo, demora en florecer y fructificar, el ciclo vegetativo se alarga y la producción de los frutos es menor (Díaz, 2002).

3.3.3 Humedad

Una humedad estable en sustrato es imprescindible para una buena germinación y posterior crecimiento de las plántulas; hay que evitar exceso de humedad, que provocaría pudrición (Hoyos y Rodríguez, 2004).

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan fecundación. Las coincidencias de altas temperatura y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y frutos recién cuajados (Infoagro, 2016).

3.3.4 Suelo

Los suelos más adecuados para el cultivo del pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3- 4 % y principalmente bien drenados. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6,5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); en suelos en arenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8 (Infoagro, 2016).

3.4 Generalidades

Restrepo y Hensel (2004) reportan en la edad premoderna descubre el valor agrícola del polvo de roca cuando como molinero lo contrataron a moler grano. El tomo los pedacitos de roca convertido en tierra que accidentalmente se mezcló y lo esparció sobre el suelo de su jardín luego los resultados fueron de asombro, por lo que repitió el experimento esta vez aplico a los árboles frutales de los manzanos obteniendo frutas de buena calidad sin gusanos.

Por otra parte, Herrán (2008) menciona en la agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos (compost, fermento, lombricomposta entre otros) el suelo si no conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno el querer crecer y cambiar.

Así Restrepo y Hensel (2004) manifiestan que el suelo en la agricultura orgánica es considerado y reconocido como un organismo vivo y como todo ser vivo, tiene una capacidad de carga biológica y de trabajo, si lo sobrecargamos morirá y dejará de ser una inversión de vida a plazo infinito. A pesar de que sostiene todas las formas de vida y es la fuente fundamental de alimentos, en la agricultura convencional sigue siendo tratado por los agrónomos y la agroindustria como una fábrica en la que las plantas y animales son considerados como simples máquinas de producción de alimentos, a un ritmo y velocidad industrial indican que la recuperación y el aporte de nuevos nutrientes al suelo por medio de la utilización de harinas o polvos de rocas es un procedimiento sano.

3.5 Enfoques teóricos – técnicos

3.5.1 Antecedentes

Chilon y Molina (2014) realizaron la investigación: "Compost altoandino e interacción con la harina de roca y su efecto en la plantas y la fertilidad de suelo" sus conclusiones nos indican; el primer experimento en plántulas de maíz (*Zea mays*) mediante la evaluación del efecto del abonamiento de compost y harina de rocas en la planta y el suelo, comparando los promedios establece que los tratamientos t_8 (harina de rocas dosis media x compost dosis media), t_6 (harina de rocas dosis baja) y t_3 (compost dosis

baja) presentan un mayor efecto sobre el incremento del % materia seca de las plántulas, presentando una muy alta significación estadística. Así mismo el tratamiento t_9 (harina de rocas dosis media x compost dosis baja) presenta el mayor valor en las variables peso fresco/planta, peso seco/planta y altura de planta, con 54,9 g peso verde/planta; 8,02 g peso seco/planta y 75,50 cm altura/planta respectivamente, lo que indica un mejor efecto del tratamiento T_9 (harina de rocas dosis media x compost dosis baja) sobre el peso verde, peso seco y altura de planta de maíz.

Los tratamientos con abonamiento con harina de rocas presentan una ligera variación del pH del suelo manteniéndose en el rango de ligeramente alcalino, lo que se debería a su poca reacción y solubilidad a corto plazo, en cambio los tratamientos de abonamiento orgánico solo o en mezcla con la harina de rocas intensifican las reacciones bioquímicas en el suelo, generando a corto plazo mayores cambios en el pH del suelo.

Por otro lado, Panamá y Ruiz (2007) realizaron la investigación: "Aplicación de tres tipos de harina de rocas (granito, génesis, pórfidos) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) variedad legacy en el sector Santa Rosa Cantón Antonio Ante", Ecuador. En sus conclusiones nos indican que la aplicación de t_1 (harina de rocas de granito), manifestó mejores resultados durante el ensayo en campo, siendo este el mejor tratamiento con un rendimiento de 9,18 t/ha revelado la disponibilidad de elementos en

la roca. También dicen: si bien las rocas gnesis y pórfidos son aptas para el uso agrícola, entre dos no hay mucha diferencia en producción, debido a que ambos son similares en cuanto a su composición mineralógica.

Del mismo modo Alemán y Hernández (2014) realizaron la investigación: "Comportamiento de la producción del Cultivo de Chile dulce (*Capsicum annuum* L.) Aplicando diferentes dosis de lombriabono en combinación con harina de rocas, en el Cantón San José, Municipio de San Sebastián, Departamento de San Vicente, 2013 menciona que los tratamientos que se obtuvo mayor número de frutos cosechados es el t₄ (90 % lombriabono, 10 % harina de roca), con 10 3,075 frutos, seguido del t₀ (químico) con 87,5 y el rendimiento más bajo fue t₁ (60 % lombriabono, 40 % harina de roca) con 56,75 frutos. Mediante la prueba de Tukey se puede observar que los tratamientos se dividen en dos grupos "a" y "b" donde los tratamientos clasificados en el mismo grupo no poseen diferencia significativa entre sí, pero si hay diferencia entre los tratamientos de distinto grupo, por tanto, el t₃, t₂ y t₁, clasificados en el grupo "b", presenta una diferencia significativa con los otros tratamientos. Esto puede ser debido al efecto que tienen la fertilización mediante la aplicación de lombriabono 90 % en combinación con harina de roca 10 %, para brindarle al cultivo los elementos necesarios para su desarrollo.

3.6 Rocas ígneas

Las rocas ígneas son aquellas que se forman cuando la roca caliente y derretida se cristaliza y se solidifica. El derretimiento se origina muy profundamente dentro de la tierra, cerca de las fronteras de placas activas o lugares calientes, y luego sube a la superficie. Por lo tanto, las rocas ígneas se forman cuando se enfría el magma o la lava. Este tipo de rocas componen la mayoría de la corteza continental del planeta y casi toda la corteza (Besoain, 1985).

3.6.1 Características principales de las rocas ígneas

De todos los tipos principales de rocas (ígneas, sedimentarias y metamórficas), las ígneas son consideradas como rocas primarias porque se cristalizan de un líquido (roca derretida). Así mismo la clasificación más general se basa en la abundancia relativa de minerales félsicos y máficos en la roca. Los minerales félsicos son de color claro mientras que los máficos son oscuros (Besoain, 1985).

Las tres peculiaridades de las rocas ígneas: Son las rocas más abundantes de la superficie terrestre, se forman cuando el magma se enfría y se solidifica. Su composición química tiene un rango limitado de silicatos y óxidos como el calcio, el hierro y el magnesio (Coque, 1984).

3.6.2 Objetivo de la aplicación de las rocas ígneas

El objetivo es brindar elementos esenciales al suelo, sin afectar los rendimientos del cultivo de pimiento morrón, el aumento de los niveles de potasio y calcio mejoran el comportamiento de la planta. Las composiciones principales de las rocas ígneas son de gran importancia para los suelos agrícolas ácidos, contienen grandes cantidades en forma disponible para las plantas sus principales nutrientes son: CaO, MgO y K₂O (Laboratorio de Análisis de suelo, Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018). Podemos considerar dos criterios, primero la planta lo necesita para completar su ciclo de vida y segundo está directamente envuelto en la nutrición de la planta. Por tanto, para que un suelo produzca bien un cultivo, debe abastecerse a la planta adecuadamente los nutrientes, en cantidad y en balance proporcional con los otros elementos (Zavaleta,1992).

CaO: Conocido vulgarmente como cal viva o cal quemada, su aplicación al suelo provoca una reacción inmediata por lo que su utilización es apropiada cuando se requieren resultados rápidos. La alta velocidad de reacción se debe a que al ser óxido, reacciona rápidamente al ponerse contacto con el agua del suelo, provocando una reacción exotérmica fuerte que libera OH⁻.

MgO: Este material solamente contiene Mg en una concentración del 60 %, su capacidad de neutralizar la acidez es mucho más elevada que la de

otros materiales, pero debido a su poca solubilidad en agua, debe ser molido finalmente para que sea efectivo (Navarro, 2013).

3.6.3 Tipo de rocas ígneas

a. Plutónicas o intrusivas

Granito, sienita, diorita, gabro (peridotita)

Son las que se solidificaron en el interior profundo de la tierra. Tienden a enfriarse lentamente y desarrollan una textura gruesa, compuesta de cristales minerales grandes, se producen por un enfriamiento muy lento del magma en zonas profundas de la tierra, aunque estas rocas plutónicas llegan a aflorar a la superficie por medio de la erosión (Viggiano, 2014).

b. Volcánicas o extrusivas

Basalto, andesita, pórfido traquita, riolita (Viggiano, 2014) Son las que se forman cuando la roca en fusión se solidifica después de abrirse paso sobre la superficie terrestre. En forma de lava líquida fluyen de grandes grietas o de los cráteres de los volcanes, (Restrepo y Pinheiro, 2009).

Se producen por un enfriamiento rápido del magma, como consecuencia de un ascenso muy rápido de este a la superficie por medio de una erupción volcánica. Al enfriarse tan rápidamente el magma se forman rocas con cristales muy pequeños, o rocas en las cuales no se observan cristales (Mendaña, 2008).

Tabla 3*Composición porcentual principal de las rocas ígneas*

Concentración (%)				
Elementos	Peso %	Volumen	Como Óxido	
O	46,42	91,83		
Si	27,59	0,83	(SiO ₂)	59,14
Al	8,08	0,79	(Al ₂ O ₃)	13,34
Ca	3,61	1,50	(CaO)	5,08
Na	2,83	1,64	(Na ₂ O)	3,84
K	2,58	2,19	(K ₂ O)	3,13
Mg	2,09	0,58	(MgO)	3,49

Fuente: (Besoain, 1985)

3.7 Geología de los cuadrángulos Pachía y Palca hojas 36-V y 36- X cuadrángulo huaylillas.

Esta formación de tufos volcánicos nace con discordancia sobre la formación Moquegua, afloran principalmente en el área del cuadrángulo de huaylillas de donde proviene su nombre, divide esta formación en tres miembros, de los cuales en el cuadrángulo de Tacna se han reconocido solo el miembro superior y medio que se describen a continuación:

Miembro superior; compuesto por un tufo riolítico de color blanco, rosado con variaciones locales de textura y compacidad, contiene abundantes inclusiones de pómez, clastos de volcánicos porfiroides de pequeñas

dimensiones, (1 a 10 mm.), una regular cantidad de lamelas de biotita. Su espesor estimado en dichos afloramientos es de 20 a 50 m como máximo (Wilson y García, 1962).

Miembro medio: consiste de tufos de composición riolítica y en menor proporción riodacítica, de color pardo rojizo, de textura variable, compacto, denso y duro. La roca se compone principalmente de cuarzo, ortosa, feldespato y cantidades subordinadas de biotita. Contiene abundantes inclusiones de fragmentos de andesitas, lapilli, pómez y escoria.

Tabla 4

Análisis químicos de 4 muestras características, efectuadas por el laboratorio del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero

N° muestra	26	27	29	30
SiO₂	64,00 %	67,20 %	63,20 %	67,30 %
Fe₂O₃	8,65	3,15	2,05	2,10
FeO	4,20	2,30	1,25	2,10
Al₂O₃	30,31	21,35	30,95	23,30
CaO	2,88	3,98	6,65	3,08
MgO	Traz.	0,00	0,00	traz.
H₂O (45°C)	0,57	0,32	0,15	0,30
H₂O (110°C)	1,24	2,36	1,35	1,56
TiO	0,22	0,25	Tras.	0,20
Mn	0,22	0,25	Tras.	0,20
K₂O	0,17	0,26	0,16	0,35
Na₂O	Tras.	0,30	0,22	0,30
P₂O₅	0,21	0,25	0,00	0,30

Fuente: (Wilson y García, 1962)

En términos generales la formación se divide en tres miembros:

1. Tufo riolítico de color entre blanco y crema, friable, de grano fino, no estratificado a 150 m.
2. Tufo dacítico rosado o rojo, de grano mediano a grueso, y aspecto macizo a 300 – 400 m.
3. Tufo riolítico, blanco y rosado, friable, de grano fino, no estratificado a 10- 30 m.

3.7.1 Depósito de cenizas volcánicas

Depósitos de cenizas volcánicas, ciertas zonas de la región Pachía-Palca contienen depósitos de cenizas y tufos volcánicos que forman un manto delgado y discontinuo encima de las terrazas y depósitos de piedemonte. Los depósitos mayores de cenizas afloran en los cerrillos blancos de la esquina sur-occidental del cuadrángulo de Pachía y en los cursos inferiores de los ríos Caplina, Palea y Uchusuma. En la parte media del valle del Caplina las cenizas se encuentran como fajas angostas a lo largo del valle, y aproximadamente a 50 m sobre el nivel del río (Wilson y García, 1962).

3.8 Harina de rocas

Las harinas de rocas son la forma adecuada de convertir las piedras en alimento y para transformar regiones áridas en fructíferas. Instruir sobre las

inagotables fuerzas nutritivas que hay en las rocas, el aire y el agua, es una manera sana para prevenir epidemias en animales y humanos.

Los minerales son sustancias inorgánicas de origen natural, con una composición química definida y de gran utilidad para la humanidad. Proviene del interior de la tierra y se forman como cristales; en la actualidad hay más de cuatro mil variedades de cristales. Un mineral es una sustancia homogénea desde el punto de vista químico. Una roca está integrada por diferentes sustancias químicas que a la vez están compuestas de minerales, entonces, los minerales y las rocas son los componentes básicos de todas las montañas y suelos que podemos observar en el planeta (Restrepo, 2009).

Según estudios científicos realizados por la Universidad de Brasilia, el uso de harinas de rocas incrementa la producción hasta un 80 %, también mejora la composición nutricional de los alimentos cultivados; brindando gran cantidad de proteínas, minerales, vitaminas, oligoelementos y otros nutrientes (Leisa, 2007).

3.8.1 Procesamiento de harina de rocas

El procesamiento de harina de rocas consiste en romper las piedras con un martillo y molerlas con un batán u otro sistema (molinos) hasta obtener una harina fina. Para grandes cantidades, la mejor solución consiste en

moler las rocas en una moledura y pasarlas después por un tamiz o malla de 0,075 mm o más fino (Restrepo, 2007).

3.8.2 Formas de aplicación

Según sus estudios Restrepo (2007) plantea que la harina de rocas puede ser esparcida en el suelo a mano, con un balde, usando una pala o arado de yunta; también se puede aplicar mezclada en un medio líquido con una mochila pulverizadora. En condiciones de suelos normales, se recomienda utilizar de dos a cuatro toneladas por hectárea ó (200 a 400 g/m²) aproximadamente cada cinco años. Es importante determinar la cantidad necesaria de harina de rocas a través de un análisis del suelo, aunque se ha demostrado que su utilización es beneficiosa en cualquier nivel de aplicación al suelo.

3.8.3 Tipos de rocas utilizadas

El hombre debe devolverle al suelo sus propiedades naturales originales, entregándole a los campos un suelo que no haya sido agotado, por lo que de acuerdo a Restrepo y Hensel (2004) esto se puede conseguirse en la forma de rocas primitivas pulverizadas con contenidos de fosfatos y sulfatos, utilizando como fuentes de estos compuestos a las rocas granito, gneiss, pórfidos, sienita, serpentina y pizarra de hornablenda.

3.8.4 Cantidades utilizadas de rocas

En su publicación Restrepo y Pinheiro (2009) recomienda cantidades (quintales/acre o ha) de harinas de rocas utilizadas por Julius Hensel en la aplicación para cultivos. Los mismo que manifiestan la utilización de 300 gr/m² de harina de roca cada año, son suficientes para una cosecha satisfactoria.

3.8.5 Ventajas con la harina de rocas

Restrepo (2009) revela que después de la experimentación exhaustiva, había documentos de las siguientes ventajas; Cosechas crecidas con harina de rocas toda la producción demostrada creció en grandes volúmenes, los alimentos eran más apetecibles y con mejor contenido nutritivo, también las cosechas eran nobles, resistentes a los insectos a los hongos y a todas las enfermedades de la planta ,a la sequía y a la helada, soportaron los rigores de envío y del almacenaje extraordinariamente bien. La harina de rocas favoreció al suelo ya que constantemente la mejoraba y además disminuyo la erosión porque era menos soluble en agua que los de usos comerciales, por los tanto no lixivio fuera del suelo tan fácilmente, seguía nutriendo por varios años, también reduciendo los costos de trabajo.

También, Cisneros (2015) realizo estudios científicos que demuestran el incremento de la producción hasta un 40 %, también mejora la composición

nutricional de los alimentos cultivados; en cuanto a calidad y cantidad de proteínas, minerales, vitaminas, oligoelementos y otros nutrientes. Igualmente, se notan diferencias significativas en las propiedades organolépticas; potencializando el sabor, aumentando el aroma e intensificando el color.

3.9 La mineralización

La mineralización del suelo es un método inorgánico para incrementar la fertilidad del suelo. Aunque puede parecer un fertilizante artificial es sin embargo un proceso totalmente diferente que implica la utilización de rocas ígneas intrusivas y extrusivas (granito) y metamórficas (gnesis, pórfidos) finalmente molidas, pero sin tratar, con otra gama de minerales. La cantidad de este material que se aplica al suelo para el cultivo no causa toxicidad ni tampoco quema plantas. Una vez molida las rocas mediante un proceso frío que retiene las inherentes, se extiende sobre la tierra cultivada y gracias a su amplia variedad de sales, minerales y oligoelementos hace surgir una igualmente gran variedad de diferentes microorganismos (Restrepo, 2009).

La remineralización de los suelos con harina de rocas ha demostrado causar un crecimiento importante en las poblaciones de microorganismos en el suelo, contrarresta los efectos de la acidez en el suelo, aumenta la toma de macro y micro nutrientes de las plantas, evita la erosión,

incrementa la capacidad de almacenamiento de nutrientes y agua, mejora la estructura del suelo. Las harinas de rocas son más de ser un producto natural, ayuda a la formación de complejos de humus, protege contra el ataque de enfermedades y plagas, contribuye al equilibrio nutricional del suelo y cultivos (Restrepo, 2009).

3.10 La meteorización

Es el proceso de transformaciones físicas y químicas de rocas parentales y minerales primarios que generan los minerales secundarios, como las arcillas que forman el suelo. La meteorización involucra un conjunto de reacciones químicas en las que los productos sirven de reactivos para síntesis subsiguiente, si el proceso de la meteorización ocurre en la superficie del suelo se llama meteorización edafológica y si ocurre en capas más profundas como el horizonte C o más se llama meteorización química (Cepeda, 1999).

3.11 Meteorización física o mecánica

Al hablar de meteorización podemos mencionar dos tipos de la misma: meteorización física y meteorización química, en la primera trata sobre la pulverización de las rocas, pero sin cambios químicos mientras que en la segunda sufre cambios químicos transformándose en nuevos productos. Un ejemplo de meteorización física es producido por la temperatura al

cambiar drásticamente lo desintegra las rocas en pequeñas partes en cuanto la roca sufre una meteorización química puede desaparecer por completo de su estado original y pasar a ser uno de origen secundario (Robinson, 1960).

3.12 Meteorización química

La meteorización química es un proceso que consiste en la descomposición rotura de las rocas por medio de reacciones químicas. La descomposición se debe a la eliminación de los agentes que cementan la roca, e incluso afectan a los enlaces químicos de mineral es posible que en el proceso y debido a las reacciones químicas, se formen materiales nuevos. El calibre de los minerales es siempre reducido: arcillas, margas, limos, arenas. Su succión es muy notable en la formación de relieve de las rocas masivas, carastico, roca metamórfica y volcánicas en gran medida tiene mucha influencia la actividad del agua (Robinson,1960).

3.13 Humus de lombriz

Según manifiesta Suquilanda (1996) sostiene que se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos en consecuencia se encuentra químicamente estabilizada como coloide regular, la dinámica de los nutrientes vegetales en el suelo esto puede ocurrir en forma natural en los bosques en periodo

de 5 años promedio o en un lapso de 1 año en el cual la materia secada es comida por otra lombriz. Un alto porcentaje de los componentes químicos del humus son proporcionados no por los procesos digestivos de las lombrices sino por las actividades microbianas que se lleva durante el periodo de reposo que este tiene dentro del lecho. Por ejemplo, el 50 % del total de los ácidos húmicos que contienen el humus. El humus de la lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio elementos esenciales para el crecimiento saludable de las plantas.

Así mismo, Ortega (1990) manifiesta que el humus es un producto natural de uso agrícola, que mejora la recuperación de suelos, debido a su alta concentración de ácidos fúlvico y húmicos, responsables de mantener el recurso suelo en óptimas condiciones fisiológicas para su utilización en siembras. También, Rendón (2011) sostiene que el humus es una materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos, que se encuentra químicamente estabilizada, por lo que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo, es un regulador de las características físico-químicas del suelo.

3.13.1 Ventajas del humus

Compagnoni y Fernández (2001) mencionan las ventajas sobre el uso del humus de lombriz como fertilizante en suelos agrícolas; es un mejorador

integral del suelo, ya que además de proporcionar los nutrimentos esenciales a las plantas, mejora las condiciones físico mecánico y biológico del suelo, lo que se refleja en un mejor desarrollo de las raíces, un mejor movimiento del agua y aire, una mayor facilidad de manejo (labranza), también, en su composición están presentes todos los nutrientes; nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, zinc, carbono, entre otros, las cantidades son suficientes para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica, que enriquece el terreno, facilita la absorción de los elementos fertilizantes de manera inmediata, tiene capacidad de tapón, por lo que, en su presencia en terrenos ligeramente ácidos o básicos, tienden a neutralizarse, además de nutrientes y hormonas vegetales, el humus posee una importante carga bacteriana que degrada los nutrientes a formas asimilables por las plantas.

También, Mengel y Kirkby (2000) definen; el humus de lombriz debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento, desarrollo y diversificación de la microflora y micro fauna del suelo. Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadores.

3.13.2 Características del humus de lombriz

Bellapart (1996) dice que las características del humus de lombriz son: Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, su principal función es hacer que los nutrientes sean más asimilables, también, alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) que restauran la actividad biológica del suelo, por último, es un fertilizante bio-orgánico activo emana al terreno una acción biodinámica de mejor características.

3.13.3 Efectos de la lombriz sobre la colonización microbiana del humus

Gallardo (2006) sostiene que la masa orgánica que constituye el lecho de la lombriz existe una población microbiana cuantiosa, principalmente por bacterias, hongos y actinomicetos. La población fúngica desempeña un papel preponderante en la fase inicial en los procesos de descomposición de los materiales orgánicos con su actividad saprofita los micro hongos atacan las ligninas y las celulosas, transformándolas en carbohidratos simples u oligosacárido.

3.13.4 Coloide orgánico del suelo: Humus

Organización coloidal: El humus puede considerarse que tiene una organización coloidal similar a la de las arcillas una alta carga iónica(micelas) está rodeada por un enjambre de cationes adsorbidos. En

primer lugar, el complejo micelar del humus está compuesto fundamentalmente por C, H y O más que de Al, Si y O como el caso de las arcillas silíceas. También la capacidad de adsorber cationes del humus excede en mucho, incluso a la de la montmorillonita, la micela del humus no se la considera cristalina, y el tamaño de las partículas individuales, a pesar de ser muy variable, puede ser al menos tan pequeños como la montmorillonita, por último, el humus no es tan estable como la arcilla y si algo más dinámico, siendo formado y destruido mucho más rápidamente que las arcillas (Navarro, 2013). A pesar de la complejidad la organización general es aproximadamente a la misma para cada grupo de coloides en el centro está la micela cargada negativamente y rodeada por un enjambre de cationes.

3.14 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es igual a la carga negativa total neta de las partículas coloidales del suelo. Así un suelo que tiene 3 % de humus (200 meq/100 g en promedio) el 15 % de arcilla constituida mayormente por montmorillonita, tendrá aproximadamente 21 meq/100 g de suelo seco, la reacción de intercambio es tan rápida que podemos decir que es instantánea y reversible (Zavaleta, 1992).

No todos los cationes son adsorbidos con igual tenacidad en una arcilla se considera que la fuerza de sustitución de los cationes, aumenta con el

peso atómico, ejemplo: El ion de potasio (K^+) es sustituido más poderoso que el sodio (Na^+) además los cationes divalentes son más eficaces que los monovalentes, sin embargo, el hidrogeno es una excepción es el sustituido más poderoso de cationes el orden de sustitución seria: $H^+ > Ca^{++} > Mg^{++} > K^+ > Na^+$. Por otro lado, la afinidad depende también de la característica de la partícula coloidal aproximadamente seria; Caolinita: $Ca^{++} > Mg^{++} > K^+ > H^+ > Na^+$; Montmorillonita: $Ca^{++} > Mg^{++} > H^+ > K^+ > Na^+$; Mica: $H^+ > K^+ > Ca^{++} > Mg^{++} > Na^+$ y el Ácido húmico: $H^+ > Ca^{++} > Mg^{++} > K^+ > Na^+$ (Zavaleta, 1992).

El pH en la capacidad de intercambio catiónico es menor en condiciones acidas aumentando en valores básico.

Tabla 5

Factores que influyen la capacidad de intercambio catiónico

Textura	meq /100g
Arenosa	1- 5
Franco arenosa	5- 10
Franco limoso	5- 10
Franco arcilloso	5- 15
Arcilloso	> 30

Fuente: (Zavaleta, 1992)

Tabla 6*Calidad o tipo de coloide*

Material de cambio	Capacidad de catión de cambio (CCC) meq/ 100g
Humus	100- 300
Vermiculita	100- 150
Montmorillonita	8- 100
Clorita	20- 40
illita	10- 40
Caolinita	3- 15
Sesquióxidos	0

Fuente: (Zavaleta, 1992)

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones de la Escuela Profesional de Agronomía, propiedad de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, cuyas coordenadas son: latitud sur 17° 59' 38" y longitud oeste 70° 14' 22" a una altitud de 560 msnm respectivamente, ubicado en el distrito, provincia y región de Tacna.

4.2 Historia del campo experimental

- Cultivo de pepinillo (2016)
- Cultivo de maíz (2017)

4.3 Situación edáfica del campo experimental

Para la determinación de las características fisicoquímicas, se realizó el análisis en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina - 2018 cuyos resultados se muestran en la (Tabla 7).

Tabla 7

Análisis fisicoquímico del suelo del área experimental, Centro Experimental Agrícola III- Los Pichones

Análisis físico	Resultados
Arena	54 %
Arcilla	12 %
Limo	34 %
Clase textural	Franco arenosa
Análisis químico	Resultados
pH	5,50
CE	12,38 dS/cm
CaCo₃ %	0,00
M.O %	2,10
Fósforo (P)	63,6 ppm
Potasio (K)	1527 ppm
CIC	16,00
Cationes cambiabiles	meq /100
Ca⁺⁺	2,77
Mg⁺⁺	0,33
K⁺	0,06
Na⁺	0,12
Al + H	0,25
Suma de cationes	3,54
Suma de bases	3,29
% saturación de bases	21

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018

El análisis del suelo indica, que es un suelo franco arenoso, siendo adecuado para el cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) según el programa de hortalizas de la Universidad Nacional Agraria la Molina (2000). Con respecto al pH del suelo fue de 5,5 siendo fuertemente ácido y para el cultivo está dentro de las exigencias. El pH influye especialmente sobre la disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes que hay en el suelo para que lo puedan tomar las raíces de las plantas. La conductividad eléctrica es de acuerdo al análisis del suelo fue de 12,45 dS/cm el cual indica que es un suelo salino, según Fuentes (1999) por lo tanto, no presenta limitaciones para la producción del pimiento morrón. En lo relacionado al contenido de materia orgánica fue de 2,10 % según Fuentes (1999) es considerado nivel medio. En cuanto al contenido de Fosforo disponible fue de 63,6 ppm, según lo indicado por Rodríguez (1992) es considerado un suelo con exceso de contenido de P, con respecto al contenido de potasio fue 1527 ppm, que es considerado como alto conforme indica Soquimich (2001) el contenido de fósforo y potasio en el suelo del campo experimental al encontrarse en rangos de valores altos es probable que satisfagan parte o el total, de los requerimientos del cultivo. Se debe mencionar que la CIC es de 16 meq/100 se considera media esto hace que aumente la disponibilidad de los nutrientes.

4.4 Situación climática

Los datos fueron obtenidos en la estación meteorológica principal Jorge Basadre Grohmann, se consideró del periodo de julio 2017 a febrero del 2018, fecha que se realizó la fase de campo del presente trabajo de investigación como se muestra en la (tabla 8).

Tabla 8

Temperaturas registradas en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna del 2017- 2018

Meses	Temperatura	Temperatura
	Máxima mensual	Mínima mensual
	C°	C°
Julio	21,4	13,2
Agosto	21,8	11,2
Septiembre	28,6	12,6
Octubre	25,2	12,2
Noviembre	26,0	13,0
Diciembre	27,0	14,0
Enero (2018)	29,8	14,6
Febrero (2018)	29,8	15,7

Fuente: SENAMHI TACNA (2017-2018)

La tabla 8 muestra los datos meteorológicos registrados en el periodo de ejecución, donde la máxima temperatura mensual fue 29,9 °C que corresponde al mes de enero y la temperatura mínima mensual se aprecia en el mes de agosto 11,6 °C, según el programa de hortalizas de la

Universidad Nacional Agraria la Molina (2000) para el cultivo del pimiento morrón la temperatura ideal es 18 a 28 °C y comparando con los datos meteorológicos del SENAMHI se encuentran dentro del rango.

4.5 Material experimental

4.5.1 Características del pimiento morrón variedad Candente

Planta vigorosa de 70- 75 cm de altura, de excelente cobertura de Follaje, Ideal para siembras al aire libre, formato cuadrado, pasa de maduración de verde a rojo muy intenso, cierre estilar superficial y hombros poco profundos, el cual lo hace muy requerido para la agroindustria y se adapta muy bien a los suelos de la costa peruana.

4.5.2 Características de las tobas volcánicas

Su Composición química es de macronutrientes que son requeridos por la planta en cantidades grandes normalmente sobre 50 ppm ya que ellos hacen el volumen de tejido estructural y protoplasmático de la planta mientras que los micronutrientes son necesarios solamente en cantidades muy pequeñas usualmente menos de 50 ppm. Los resultados se muestran en la tabla 9.

Tabla 9

Composición química de las tobas volcánicas en forma disponible para la planta (ppm)

Nombre	pH	CE dS/m	P	K	Mg	Ca	Mn	Zn	B	Fe	Cu
Toba riolítica	7,7	4,2	0,087	322,0	660,0	15600	< 0,006	2,2	5,9	6,6	0,5
Toba volcánica blanca	7,6	6,1	0,610	324,5	176,5	12165	< 0,006	4	3,9	3,2	0,1
Toba volcánica rosada	7,6	3,9	0,080	780,5	410,0	5745	< 0,006	1,9	3,5	4,9	0,2

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, Universidad Nacional Agraria la Molina y Laboratorio de análisis químico & servicios E.I.R.L (2018)

4.5.3 Características del humus de lombriz

La utilización del humus de lombriz es una forma rápida y fácil de restituir la materia orgánica al suelo degradado, aumentar de esa manera la fertilidad del mismo, mejora la estructura del suelo, acelera el proceso de humificación, aumenta la capacidad de retención del agua, aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, estimula la actividad y desarrollo de los microorganismos, aumenta la eficacia de los abonos minerales acelerando la recuperación de la fertilidad.

Tabla 10*Composición química de materia orgánica, humus de lombriz*

Nombre	pH	C.E dS/m	M.O %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
Humus de lombriz	6,7	4,58	29,06	1,39	0,20	0,50	4,09	1,04	18,51	0,06

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018

4.6 Descripción de los tratamientos en estudio

Tabla 11*Tratamientos en estudio y sus respectivas dosis de aplicación*

Tratamientos	Dosis t/ha
t ₁ : toba volcánica riolítica	4
t ₂ : toba volcánica blanca	4
t ₃ : toba volcánica rosada	4
t ₄ : toba volcánica combinada (toba volcánica riolítica+ toba volcánica blanca+ toba volcánica rosada)	4
t ₅ : testigo	0

Factor fijo: humus de lombriz 10

Fuente: Elaboración propia

4.7 Variables de respuesta

4.7.1 Altura de planta (m)

Para determinar esta variable se hizo la medición desde el cuello de la planta hasta su altura máxima, fueron 10 plantas evaluadas tomadas al azar por unidad experimental, las mediciones se realizaron al final del periodo vegetativo utilizando como instrumento de medición la wincha de mano.

4.7.2 Número de frutos por planta

Se evaluó 10 plantas al azar por unidad experimental, se realizó en el momento de la cosecha y se hizo un conteo directo de frutos.

4.7.3 Peso unitario de fruto (g)

Se evaluó esta variable una vez iniciada la cosecha tomando 10 plantas al azar por unidad experimental, pesando individualmente cada fruto por planta utilizando como instrumento de evaluación la balanza digital de laboratorio con unidad de medida en gramos.

4.7.4 Peso de frutos por planta (kg)

Se evaluó pesando el total de frutos cosechados por planta de cada 10 muestras por tratamientos en forma aleatoria, los cuales se pesaron en el mismo campo con la ayuda de una balanza mecánica de 20 kg con un platillo.

4.7.5 Rendimiento (t/ha)

Se tomaron el total de la cosecha de cada uno de los tratamientos la que se transformó a t/ha.

4.7.6 Diámetro ecuatorial del fruto (cm)

El diámetro ecuatorial del fruto se evaluó con un vernier tomando el ancho del fruto de las diez plantas seleccionadas de cada unidad experimental al momento de cada cosecha y posteriormente se convertirán los datos en cm.

4.7.7 Diámetro polar del fruto (cm)

El diámetro polar del fruto se evaluó con un vernier tomando el largo del fruto de las diez plantas seleccionadas de cada unidad experimental al momento de cada cosecha y posteriormente se convertirán los datos en cm.

4.7.8 Espesor del pericarpio del fruto (cm)

El espesor de pericarpio se evaluó con la ayuda un vernier fue necesario cortar el pimiento en forma ecuatorial, seleccionado una mitad de pimiento y se tomará las medidas del grosor en la parte interna cercana a los lóculos de cada pimiento se tomó 5 frutos por tratamiento posteriormente se convertirán los datos en cm.

4.7.9 Sólidos solubles totales (°brix)

Esta evaluación se realizó con el refractómetro de mano mecánico en el laboratorio, para ello se seleccionó cinco frutos por tratamiento en estado fisiológico de comercialización, se agregó unas gotas al instrumento y posteriormente se observa la lectura del grado °brix.

4.7.10 Porcentaje de descarte por tratamiento (%)

Se evaluaron los frutos que presentaron un mal estado sanitario para la comercialización en fresco, se utilizó la balanza mecánica de un platillo de 20 kg para pesar los totales por tratamiento y posteriormente expresarlo en %.

4.8 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos aleatorios, teniendo Tres tobas volcánicas, un combinado, más un testigo con 4 repeticiones, cuyo modelo aditivo es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, t = \text{Nro. tratamientos}$

$j = 1, 2, \dots, r = \text{Nro. bloques}$

Donde:

$Y_{ij} = \text{Unidad experimental que recibe el tratamiento } i \text{ y está en bloque } j.$

$\mu = \text{El verdadero efecto medio.}$

$\tau_i = \text{Efecto del } i\text{-ésimo tratamiento.}$

$\beta_j = \text{Efecto del } j\text{-ésimo bloque.}$

$e_{ij} = \text{Error experimental.}$

4.9 Características del campo experimental

4.9.1 Campo experimental

Largo:	19 m
Ancho:	23 m
Área total:	437 m ²
Número de líneas del campo:	16

4.9.2 Características de bloque

Largo:	4,75 m
Ancho:	23 m
Área:	109 m ²
Número de bloques del campo experimental:	5

4.9.3 Característica de la unidad experimental

Largo:	4,75 m
Ancho:	4,5 m
Área:	21,4 m ²
Número de líneas por unidad experimental:	3
Distanciamiento entre líneas:	1,5 m
Distanciamiento entre plantas:	0,30 m
Número de plantas por línea:	15 plantas
Número de plantas por unidad experimental:	45 plantas

4.10 Aleatorización del campo experimental

Camino					
BLOQUE I	t ₁	t ₃	t ₂	t ₄	t ₅
BLOQUE II	t ₂	t ₄	t ₃	t ₅	t ₁
BLOQUE III	t ₄	t ₂	t ₁	T ₅	t ₃
BLOQUE IV	t ₃	t ₁	t ₄	t ₂	t ₅
Camino					

Figura 1

Croquis y distribución de tratamientos del diseño experimental

Fuente: Elaboración propia

4.11 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza (ANVA), la prueba estadística fue F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01; para comparar los tratamientos se utilizó la prueba de comparaciones de medias Duncan con un nivel de significación de 0,05 y 0,01.

4.12 Conducción del cultivo

4.12.1 Preparación de terreno

La preparación del suelo se hizo el día 12 julio 2017. Primero se realizó una limpieza de los restos de vegetales (rastros) que quedaron de la

campana anterior, luego se hizo un surco de profundidad 0,25 m, asimismo se aplicó humus de lombriz 10 t/ha, inmediatamente se aplicó las tobas volcánicas molidas a una dosis de 4 t/ha y finalmente se tapó el surco y se rastrilló con la finalidad de que el terreno quede nivelado.

4.12.2 Preparación de almácigos

La fecha de siembra se realizó el 20 de septiembre del 2017, en bandejas de almacigo que tienen una capacidad para hacer germinar 200 plántulas. Las bandejas fueron llenadas con humus y materia orgánica para que aumente la temperatura y retenga mayor humedad en la zona radical. Para la siembra se utilizaron 2 a 3 semillas en cada hoyo de la bandeja de almacigo, las semillas se colocaron haciendo un agujero en el centro de cada hoyo, luego de colocar las semillas se tapa con el sustrato mencionado anteriormente para que al final quede bien nivelado.

4.12.3 Tendido de las cintas de riego

El tendido de las cintas de riego se realizó en forma manual a lo largo de cada hilera, usándose en total 16 cintas de riego.

4.12.4 Trasplante

El trasplante se efectuó el 6 de noviembre del 2017 esta labor se hace en forma manual cuando las plántulas alcanzaron 10 cm de altura

aproximadamente, previa selección de plántulas vigorosas con sus respectivos sustratos, trasplantando a una distancia de 0,30 m entre plántula y 1,5 m entre hilera, se colocó una plántula por golpe; asimismo, una vez terminada esta labor al instante se realizó el riego respectivo.

4.12.5 Replante

Esta labor consistió en volver a trasplantar plantas que en la primera ocasión no prendieron por alguna circunstancia edafoclimática o sanitarias, este procedimiento se realizó con el fin de mantener la uniformidad del cultivo. Esta actividad se efectuó en las unidades experimentales que las requerían y se procedió a realizarse a los ocho días del trasplante.

4.12.6 Riego

Se utilizó el sistema de riego localizado de alta frecuencia (RLAF), conocido como riego por goteo, para ello se requirió de cintas de riego con emisores de 20 cm; el periodo de riego fue interdiario.

4.12.7 Desmalezado

El control de malezas se realizó en forma manual, una semana después del trasplante y luego cada 14 días. Las malezas que más se presentaron fueron:

- *Amarantus hybridus*: "Yuyo"

- *Anoda cristata*: “Malva”
- *Nicotina spp*: “Tabaco silvestre”
- *Cynodon dactylon*: “Gramma dulce”

4.12.8 Control fitosanitario

Esta actividad se realizó en las etapas fisiológicas de la planta utilizando insecticidas naturales con una mochila para fumigar de 20 litros mediante aspersión y se realizó dos aplicaciones por semana de manera localizada tal como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12

Control fitosanitario del cultivo del pimiento morrón con aplicaciones de insecticidas

Etapas Fisiológicas	Insecticida	Nombre de la plaga	Dosis	Fecha
Crecimiento vegetativo	Macerado de alcohol con ajo	Gusano de tierra (<i>agrotis ípsilon</i>)	2 l	13-11- 2017
	Macerado de cebolla y ajo	Gusano de tierra (<i>agrotis ípsilon</i>) y prodemia (<i>spodoptera frugiperda</i>)	2 l	17-11- 2017
	Macerado de rocoto y cebolla	Acaro hialino (<i>polyphagotarsonemus latus</i>)	2 l	20-11- 2017
	Macerado de rocoto y cebolla	Acaro hialino (<i>polyphagotarsonemus latus</i>)	2 l	24-11- 2017

	<i>Bacillus thuringiensis</i> (PM)	Prodemia (<i>spodoptera frugiperda</i>)	10 g	27-11- 2017
	<i>Bacillus thuringiensis</i> (PM)	Prodemia (<i>spodoptera frugiperda</i>)	10 g	1-11- 2017
	Caldo sulfocalcico mineral	Acaro hialino (<i>polyphagotarsona mus latus</i>)	2 l	4-12- 2017
	Caldo sulfocalcico mineral	Acaro hialino (<i>polyphagotarsona mus latus</i>)	2 l	8-12- 2017
	<i>Bacillus thuringiensis</i> (PM)	Prodemia (<i>spodoptera frugiperda</i>)	10 g	11-12- 2017
	Caldo sulfocalcico mineral	Acaro hialino (<i>polyphagotarsona mus latus</i>)	2 l	15-12- 2017
	Macerado de rocoto y cebolla	Acaro hialino (<i>polyphagotarsona mus latus</i>)	2 l	18-12- 2017
	Macerado de rocoto y cebolla	Acaro hialino (<i>polyphagotarsona mus latus</i>)	2 l	22-12-2017
Floración y fructificación	Caldo sulfocalcico mineral	Acaro hialino (<i>polyphagotarsona mus latus</i>)	2 l	27-12- 2017
	Macerado de rocoto y cebolla	Acaro hialino (<i>polyphagotarsona mus latus</i>)	2 l	02-01- 2018

Fuente: Elaboración propia.

4.12.9 Cosecha

La cosecha de frutos de pimiento se realizó teniendo en cuenta el grado o índice de madurez distinguiéndose los dos tipos: la fisiológica y la comercial. Se realizaron un total de 2 cosechas escalonadas que se realizaron en las siguientes fechas:

- Primera cosecha 14 de febrero 2018
- Segunda cosecha 22 de febrero 2018

4.12.10 Evaluaciones en laboratorio

- La evaluación de grosor de pericarpio se realizó el 15 de febrero del 2018, los resultados obtenidos se encuentran en el anexo 7.
- La evaluación de grados °brix en madures comercial efectuado el 15 febrero 2018, los resultados obtenidos se encuentran en el anexo 8.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta

Tabla 13

Análisis de varianza para altura de planta (m), pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	119,438	39,813	1,01	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	122,950	30,738	0,78	3,26	5,41	ns
Error	12	473,250	39,437				
Total	19	715,637					

CV. = 12 %

* = significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13, muestra el análisis de varianza para la variable altura de planta indica que no se detectó diferencia significativa entre bloques. Para los tratamientos no se encontró diferencias significativas a una probabilidad del 5 %, indicando que no hay diferencias entre sus promedios reales en cuanto a la variable. El coeficiente de variación de 12 %, indica que los datos son confiables, siendo su mayor promedio de altura de 0,56 m. Por otro lado, el Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agrícola la Molina (2000) menciona que la altura puede ser variable entre 0,6 m hasta

0,8 m, por lo cual podemos decir que los valores obtenidos en la investigación son bajos. El crecimiento no fue normal porque el suelo donde se realizó el trabajo de investigación fue muy salino ocasionado deficiencias en la toma de nutrientes debido a la competencia entre iones.

5.2 Número de frutos

Tabla 14

Análisis de varianza para número de frutos por planta, pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	1,227	0,41	0,89	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	7,043	1,76	3,85	3,26	5,41	*
Error	12	5,492	0,46				
Total	19	13,76					

CV. = 9,05 % * = significativo ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, del análisis de varianza indica que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los bloques. Para los tratamientos se halló diferencias estadísticas significativas, indicando que hay diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de variación de 9,05 % está indicando que los datos experimentales son confiables.

Tabla 15

Prueba de Significación de Duncan para número de frutos por planta, pimiento morrón var. Candente

Orden de merito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	toba volcánica blanca	8,57	a
2	toba volcánica riolítica	7,62	a
3	toba volcánica rosada	7,62	a
4	toba volcánica combinada	7,30	a
5	testigo	6,62	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan (tabla 15), indica que los tratamientos con toba volcánica blanca, toba volcánica riolítica, toba volcánica rosada y toba volcánica combinada, alcanzaron el mayor promedio de número de frutos por planta con 8,57; 7,62; 7,62 y 7,3 respectivamente, sus valores son estadísticamente similares en sus promedios. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue el testigo con un número de frutos promedio de 6,62. Los resultados obtenidos reflejan un efecto favorable de la fertilización a base de tobas volcánicas sobre el testigo. Sin embargo, Churata (2010) en su ensayo obtuvo el mayor promedio de número de frutos por planta con el híbrido P08PE032 con 4,67 frutos, el promedio más bajo se presentó el híbrido P08PE023 con 2,17 fruto, siendo inferior a los obtenidos en la presente investigación, asimismo

Tonconi (2015) obtuvo promedios similares, su mayor promedio 3,08 frutos, el promedio más bajo con 2,17 frutos por planta respectivamente siendo inferior a los obtenidos en la presente investigación. Así mismo, Nina (2016) en su ensayo obtuvo el mayor promedio de número de frutos por planta con la variedad candente de 10,180 frutos, el promedio más bajo que alcanzo de 9,06 frutos, siendo superior a los promedios obtenidos en la presente investigación. En cambio, Tonconi (2015) menciona que el número de frutos por planta es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente. Además de otros factores como son la calidad de la semilla, humedad, calidad de suelo, cantidad de follaje y otros.

5.3 Peso unitario (g)

Tabla 16

Análisis de varianza para peso unitario de fruto (g), pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	1091,72	363,900	0,56	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	9990,80	2497,701	3,85	3,26	5,41	*
Error	12	7792,68	649,390				
total	19	18875,2					

CV. = 10 %

* = significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para la variable peso unitario de fruto (tabla 16), indica que no se detectó diferencia significativa entre bloques. Para los tratamientos se encontró diferencias significativas a una probabilidad del 5 %, por lo tanto, indica que hay diferencias entre sus promedios reales. El coeficiente de variación de 10 % considerándose que los datos experimentales son confiables estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

Tabla 17

Prueba de Significación de Duncan para peso unitario (g), pimiento morrón var. Candente

Orden de merito	Tratamientos	Promedio (g)	Significación $\alpha=0,05$
1	toba volcánica blanca	281,47	a
2	toba volcánica riolítica	280,57	a
3	toba volcánica rosada	274,00	a
4	toba volcánica combinada	271,00	a
5	testigo	222,75	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan (tabla 17), indica que los tratamientos con toba volcánica blanca, toba volcánica riolítica, toba volcánica rosada y toba volcánica combinada, alcanzaron el mayor promedio para peso unitario de fruto con 281,47; 280,57; 274 y 222,75 g respectivamente, sus valores son estadísticamente similares en sus

promedios. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue el testigo con un peso unitario promedio de 6, 62 g.

Por otra parte Churata (2010) en su ensayo obtuvo el mayor promedio de peso unitario de fruto por planta con el híbrido HA-P14 con 187,99 g, el promedio más bajo se presentó en el híbrido P08PE032 con 113,25 g, siendo inferior a los obtenidos en la presente investigación, asimismo Tonconi (2015) en su ensayo obtuvo el mayor promedio de peso unitario de fruto por planta con el variedad candente con 345 g, el promedio más bajo se presentó 268,57 g, siendo superior a los promedios obtenidos en la presente investigación.

De la misma manera Nina (2016) en su ensayo obtuvo el mayor promedio de peso unitario con la variedad candente con 275,818 g, el promedio más bajo se presentó 233,145 g, siendo similar en la presente investigación, esta diferencia de pesos según lo indicado por Tonconi (2015) menciona que el peso de fruto es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente, además de otros factores como los macronutrientes encontrados en el suelo.

5.4 Peso de frutos por planta (kg)

Tabla 18

Análisis de varianza para peso de frutos por planta (kg), pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,255	0,085	0,32	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	3,128	0,782	2,97	3,26	5,41	ns
Error	12	3,164	0,264				
Total	19	6,547					

CV. = 19 %

* = significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 18, muestra el análisis de varianza peso de frutos por planta indica que no existen diferencias significativas entre bloques. Para tratamientos muestra diferencias significativas indicando que hay diferencias entre sus promedios en peso de frutos, por lo tanto, al menos uno de los tratamientos de harina de rocas a base de tobas volcánicas difiere en peso con un nivel de significación del 5 %. El coeficiente de variación de 19 %, por lo tanto, los datos experimentales son confiables relativamente, siendo su mayor promedio de 2,77 kg de frutos por planta. Sin embargo, Nina (2016) obtuvo en su ensayo de investigación un promedio de 2,808 kg frutos por planta superando a la presente investigación en cambio Romero (2015) obtuvo en su ensayo de

investigación de 2,023 kg frutos por planta con la el misma variedad siendo inferiores a la presente investigación.

5.5 Rendimiento (t/ha)

Tabla 19

Análisis de varianza para rendimiento (t/ha), pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	29,67	9,89	0,39	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	1068,57	267,14	10,56	3,26	5,41	*
Error	12	303,51	25,29				
Total	19	6,547					

CV. = 13 % * = significativo ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 19, muestra el análisis de varianza para rendimiento indica que no existen diferencias significativas entre bloques. Para tratamientos muestra diferencias significativas indicando que hay diferencias entre sus promedios en rendimiento, por lo tanto, al menos uno de los tratamientos de harina de rocas a base de tobas volcánicas difiere en rendimiento con un nivel de significación del 5 %. El coeficiente de variación de 13 % indica que los datos del ensayo son confiables.

Tabla 20

Prueba de significación de Duncan para rendimiento (t/ha), pimiento morrón var. Candente

Orden de merito	Tratamientos	Promedio (t/ha)	Significación $\alpha=0,05$
1	toba volcánica blanca	20,90	a
2	toba volcánica combinada	19,97	a
3	toba volcánica riolítica	19,20	a
4	toba volcánica rosada	19,10	a
5	testigo	11,40	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan (tabla 20), indica que los tratamientos con toba volcánica blanca, toba volcánica combinada, toba volcánica riolítica y toba volcánica rosada, alcanzaron el mayor promedio para rendimiento con 20,90; 19,97; 19,20 y 19,10 t/ha respectivamente, sus valores son estadísticamente similares en sus promedios. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue el testigo con 11,40 t/ha. De la misma forma Churata (2010) en su ensayo "Rendimiento y calidad del fruto de ocho cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones" obtuvo con una fertilización química de 180 N -100 P- 0 K su mayor promedio de rendimiento con el híbrido HA-P24 logró 19,54 t/ha y de menor rendimiento promedio con el híbrido

P08PE023 de 10,88 t/ha similares a la investigación presente, sin embargo Nina (2016) en su ensayo Efecto de cuatro bioestimulantes en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar candente en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones – Tacna “, obtuvo con una fertilización química de 160 N- 100 P- 130 K su mayor de rendimiento con 44 t/ha, el más bajo rendimiento presentó 33 t/ha siendo superior a la investigación presente. Igualmente, Tonconi (2015) con su ensayo “Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad candente a la aplicación de diferentes bioestimulantes en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones” obtuvo con una fertilización química de 245 N- 170 P- 100 K, logró su mayor rendimiento de 51 t/ha y su mejor rendimiento de 31 t/ha siendo mayor a la investigación presente.

Panamá y Ruiz, (2007) realizaron la investigación "Aplicación de tres tipos de harina de rocas (granito, génesis, pórfidos) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Legacy en el sector Santa Rosa Cantón Antonio Ante", Ecuador. En sus conclusiones nos indican que la aplicación de t₁ (harina de rocas de granito), manifestó mejores resultados durante el ensayo en campo, siendo este el mejor tratamiento con un rendimiento de 9,18 t/ha revelado la disponibilidad de elementos en la roca. También sostiene que, si bien las rocas gnesis y pórfidos son aptas para el uso agrícola, entre dos no hay mucha diferencia en producción, debido a que

ambos son similares en cuanto a su composición mineralógica. Por lo tanto, en la presente investigación las tobas volcánicas presentaron promedios similares respecto a la variable rendimiento por hectárea.

Alemán y Hernández (2014) realizaron la investigación "Comportamiento de la producción del Cultivo de Chile dulce (*Capsicum annum* L.) aplicando diferentes dosis de lombrabono en combinación con harina de rocas, en el Cantón San José la Labor, Municipio de San Sebastián, Departamento de San Vicente, 2013. Universidad del Salvador; reportan que los tratamientos que se obtuvo mayor número de frutos cosechados en el t₄ (90 % lombrabono, 10 % harina de roca), con 10 3,075 frutos, seguido del el t₀ (químico) con 87,5 y el rendimiento más bajo fue t₁ (60 % lombrabono, 40 % harina de roca), mediante la prueba de Tukey. Esto puede ser debido al efecto que tienen la fertilización mediante la aplicación de lombrabono 90% en combinación con harina de roca 10 %, para brindarle al cultivo los elementos necesarios para su desarrollo.

En el presente trabajo de investigación también se le aplico como factor fijo humus de lombriz 10 t /ha, Navarro (2013) menciona que el humus de lombriz aporta nutrientes y materia orgánica al suelo, pueden incrementar su rendimiento, al combinarse con fracciones minerales provocan reacciones que como consecuencia se obtiene sustancias minerales en

forma disponible para la planta; influyen en las funciones físicas, funciones químicas y funciones biológicas.

5.6 Diámetro polar del fruto (cm)

Tabla 21

Análisis de varianza para diámetro polar (cm), pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	95,80	31,93	1,31	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	887,03	221,75	9,13	3,26	5,41	*
Error	12	291,523	24,29				
Total	19	6,547					

CV. = 6 %

* = significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del diámetro polar del fruto (tabla 21), señala que no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques. Asimismo, se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, indicando que hay diferencias entre sus promedios de diámetro polar del fruto, en un nivel de significación del 5 %. El coeficiente de variabilidad fue 6 % considerándose que los datos experimentales son confiables.

Tabla 22

Prueba de significación de Duncan para Diámetro polar (cm), pimiento morrón var. Candente

Orden de merito	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación $\alpha= 0,05$
1	toba volcánica combinada	8,93	a
2	toba volcánica riolítica	8,22	a
3	toba volcánica blanca	7,99	a
4	toba volcánica rosada	7,87	a
5	testigo	6,86	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan (tabla 22), indica que los tratamientos con toba volcánica combinada, toba volcánica riolítica, toba volcánica blanca, y toba volcánica rosada, alcanzaron el mayor promedio para diámetro polar del fruto con 8,93; 8,22; 7,99 y 7,87 cm respectivamente, sus valores son estadísticamente similares en sus promedios. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue el testigo con 6,86 cm. De la misma forma Churata (2010) en su trabajo de investigación logro el mayor promedio de diámetro polar con el híbrido T₅: P08PE016 9,98 cm y el menor promedio con el híbrido t₁: California Wonder 7,37 cm siendo superiores a la presente investigación.

5.7 Diámetro ecuatorial del fruto (cm)

Tabla 23

Análisis de varianza para diámetro ecuatorial (cm), pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	95,82	31,94	1,31	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	887,07	221,79	9,13	3,26	5,41	*
Error	12	291,53	24,29				
Total	19	6,547					

CV. = 7 %

* = significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto, (tabla 23), señala que no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques. Asimismo, se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, indicando que hay diferencias entre sus promedios de diámetro ecuatorial del fruto, con un nivel de significación del 5 %. El coeficiente de variabilidad fue 7 % considerándose que los datos experimentales son confiables.

Tabla 24

Prueba de significación de Duncan para diámetro ecuatorial del fruto (cm), pimiento morrón var. Candente

Orden de merito	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación $\alpha=0,05$
1	toba volcánica combinada	9,22	a
2	toba volcánica riolítica	8,78	a
3	toba volcánica blanca	8,73	a
4	toba volcánica rosada	8,53	a
5	testigo	7,57	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan (tabla 24), indica que los tratamientos, toba volcánica combinada, toba volcánica riolítica, toba volcánica blanca y toba volcánica rosada, alcanzaron el mayor promedio para diámetro ecuatorial del fruto con: 9,22; 8,78; 8,73 y 8,53 cm respectivamente, sus valores son estadísticamente similares en sus promedios. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue el testigo con 7,57 cm. Además, Tonconi (2015) quien manifiesta que el diámetro del fruto es una característica varietal y depende de su interacción genotipo y ambiente, asimismo señalan que otros factores que influyeron en el diámetro del fruto son las características de los cultivares, tipo abonamientos, fertilización, humedad y temperatura.

5.8 Espesor del pericarpio (cm)

Tabla 25

Análisis de varianza para espesor de pericarpio (cm), pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,006	0,002	0,23	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	0,056	0,014	1,47	3,26	5,41	ns
Error	12	0,115	0,010				
Total	19	0,178					

CV. = 14 %

* = significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 25, del análisis de varianza para la variable espesor del pericarpio muestra que no existen diferencias significativas entre bloques. Asimismo, se puede observar que no existen diferencias significativas para tratamientos, por lo tanto, no hubo efecto de la fertilización a base de tobas volcánicas estadísticamente con un nivel de significación del 5 %. El coeficiente de variabilidad fue de 14 % considerándose que los datos experimentales son confiables, siendo su mayor promedio de grosor de pericarpio de 0,7 cm. Pero, Churata (2010) en su trabajo de investigación obtuvo su mayor promedio de grosor de pericarpio con el híbrido t₂:

(P08PE021) con 0,58 cm y el menor promedio con el híbrido t₁: P08PE023 con 0,46 cm siendo inferiores a la presente investigación.

5.9 Sólidos solubles totales (° brix)

Tabla 26

Análisis de varianza para sólidos solubles totales (%), pimiento morrón var. Candente

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	2,55	0,85	1,83	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	20,58	5,14	11,07	3,26	5,41	*
Error	12	5,57	0,65				
Total	19	28,72					

CV. = 10 %

* = significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 26, del análisis de varianza para la variable sólidos solubles muestra que no existen diferencias significativas entre bloques. Asimismo, se puede observar que existen diferencias significativas para tratamientos, por lo tanto, al menos uno de los tratamientos difiere en sólidos solubles con un nivel de significación del 5 %. El coeficiente de variabilidad fue de 10 % considerándose que los datos experimentales son confiables.

Tabla 27

Prueba de significación de Duncan para sólidos solubles totales (%), pimiento morrón var. Candente

Orden de merito	Tratamientos	Promedio (%)	Significación $\alpha= 0,05$
1	toba volcánica combinada	7,5	a
2	toba volcánica riolítica	6,8	a
3	toba volcánica blanca	6,6	a
4	toba volcánica rosada	6,6	a
5	testigo	4,5	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan (tabla 27), indica que los tratamientos con toba volcánica combinada, toba volcánica riolítica, toba volcánica blanca y toba volcánica rosada, alcanzaron el mayor promedio para sólidos solubles del fruto con: 7,5; 6,8; 6,6 y 6,6 % respectivamente, sus valores son estadísticamente similares en sus promedios. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue el testigo con 4,5 %.

5.10 Porcentaje de descarte (%)

Tabla 28

Análisis de varianza para porcentaje de descarte por tratamiento

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	41,12	13,70	1,08	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	127,35	31,83	2,52	3,26	5,41	ns
Error	12	151,80	12,65				
Total	19	320,28					

CV. = 19 % * = significativo ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 28, muestra el análisis de varianza para el porcentaje de descarte por tratamiento muestra que no existen diferencias significativas entre bloques. Asimismo, se puede observar para los tratamientos no muestra diferencias significativas con un nivel de significación del 5 %. El coeficiente de variación es de 19 % indica que el experimento fue bien manejado estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo, siendo su promedio general de 8 % de descarte por tratamiento.

CONCLUSIONES

A partir de los análisis de los resultados, se llegó a la siguiente conclusión:

Los tratamientos con toba volcánica blanca, toba volcánica combinada, toba volcánica riolítica y toba volcánica rosada, alcanzaron el mayor promedio para rendimiento con 20,90; 19,97; 19,20 y 19,10 t/ha siendo los mejores.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar las diferentes tobas volcánicas para condiciones similares al presente estudio.
2. Realizar estudios complementarios en base a los resultados obtenidos en el presente ensayo aplicando tobas volcánicas en diferentes cantidades en un sistema de rotación de cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, R, y Hernández, A. (2014). *Comportamiento de la producción del cultivo de chile dulce (Capsicum annum L.) aplicando diferentes dosis de lombriabono en combinación con harina de rocas* (Tesis de pregrado) Universidad del Salvador. San Vicente, Salvador
- Aldana, A. (2001). *Enciclopedia agropecuaria terranova. Producción agrícola 2. 2ed.* Bogotá, Colombia: CO. Panamericana formas e impresos. pág. 304 - 306.
- Besoain, E. (1985). *Mineralogía de arcillas de suelos.* San José, Costa Rica: Editorial: IICA.
- Bellapart, C. (1996). *Nueva agricultura biológica.* España: Ediciones Mundi Prensa, pág. 155- 166.
- Compagnoni, L, y Fernández, G. (2001). *Cría de las lombrices y utilización rentable del humus.* Barcelona, España: Editorial de Vecchi.
- Cepeda, J. (1999). *Química de suelos.* Coahuila, México: Editorial: UAAAN. Buenavista, Saltillo.
- Cisneros, T. (2015). *Rocas como fuentes minerales para el desarrollo de la agricultura.* Loja, Ecuador. ISSN: 1390-3683

- Chilón, E, y Molina, J (2014). *Compost altoandino e interacción con la harina de roca y su efecto en las plantas y la fertilidad de suelo*. La Paz, Bolivia: Cienci Agro, pág.29
- Churata, D. (2010). *Rendimiento y calidad del fruto de ocho cultivares de pimiento (Capsicum annuum L.) En el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. pág.43
- Díaz, E. (2002). *Hortalizas: Frutales: Plantas de usos industriales: Promisorias. Manual Agropecuario I*. Bogotá, Colombia. Biblioteca de Campo: Editorial Quebecor World Bogotá. pág. 714-717
- Dirección Regional de Agricultura Tacna. (16 de noviembre de 2017). Estadística Agrícola: Recuperado de:
http://www.agritacna.gob.pe/link_buscar_estadi.php
- Fuentes, J. (1999). *El suelo y los fertilizantes*. Madrid, España: Mundi-Prensa
- Gallardo, J. (2006). *Cátedra de materia orgánica*, España: An. Edaf. Agrobiol. pág. 32
- Hensel, I, y Restrepo, J. (2009). *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra*. Cali, Colombia: Editorial: Litocencia
- Herrán, F. (2008) *Importancia de los abonos orgánicos*. Mexico: Ra Ximhai ISSN: 1665-0441. pág. 57-56

- Ibar, L, y Juscafresa, B. (1997). *“Tomates, Pimientos, Berenjenas”*: Editorial Aedos. Barcelona. pág. 75-116
- INFOAGRO, (2016). *El cultivo de pimiento*. En línea. Consultado el 25 mayo del 2016. recuperado en <http://.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>
- Kirkby, E, y Mengel, K. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Brasilea, Suisa: Instituto Internacional del Potasio.
- Leisa, C. (20 de diciembre del 2016). LEISA. Recuperado de: <http://www.leisa-al.org/web/revista-leisa/95-vol23n1.html>.
- Mendoza, J, y Zambrano, J. (2010). *Efecto agro productivo de tres bioestimulantes aplicados en la etapa postransplante en el cultivo del pimiento (Capsicum annuum L.) en el valle del rio carrizal*”. (Tesis para otra el título de ing. Agrónomo). Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí.
- Navarro, G. (2013). *Química Agrícola*. Madrid, España: Mundi Prensa
- Nina, B. (2016). *Efecto de cuatro bioestimulantes en el rendimiento del pimiento (Capsicum annuum L.) cultivar Candente, en el Centro Experimental Agrícola III- Los Pichones (Tesis de pregrado)*, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Núñez, F. y Gil, R. (1996). *El cultivo de pimientos chiles y ajíes*. En el cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, España: Mundi prensa. pág. 607

- Osorio, D, y Roldán J. (2003). "*Producción hidropónica de pimiento (Capsicum annuum L.) cultivados en cuatro tipos de sustratos y tres soluciones nutritivas*" (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. pág. 35.
- Ortega, J. (1990). *Hombre naturaleza y ambiente. Manual de lombricultura*: Edimsa s.a. pág. 5-6.
- Panamá, C, y Ruiz, N. (2007). *Aplicación de tres tipos de harina de rocas (granito, genesis, porfidos) en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Italica) variedad Legacy en el sector Santa Rosa Cantón Antonio Ante*" (Tesis de pregrado). Pontifica Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Restrepo, J. (2007). *Manual práctico el A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. En J. R. Rivera. Nicaragua.
- Restrepo, J, y Pinheiro, S (2009). *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra*. Cali, Colombia: Simas. CO. pág. 215
- Restrepo, J, y Hensel, I. (2004). *Panes de piedra agricultura orgánica. En panes de piedra*. Cali, Colombia: IICA. pág.114
- Rendón, V. (2009). *Manual de horticultura urbana*. Gobierno Provincial de Los Ríos. Babahoyo, Ecuador: Imprenta Malena. pág. 12-34.
- Robinson, G. (1960). *Los suelos, su origen, constitución y clasificación introducción a la Edafología*. España: Edición Orrega.

- Rodríguez, J. (1992). *Manual de fertilización*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ruano, B, y Sánchez, T. (1999). *Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería*. Barcelona: Océano. pág. 627 – 629.
- Salas, P. (2009). *Manejo técnico del cultivo de ají paprika*. Instituto Nacional de Innovación Agraria- Donoso. Huaral, Perú
- Sánchez, C. (2004) *Cultivo y comercialización de hortalizas*: Ediciones Ripalme EIRL 136.
- Saray, R, y Delgado, F. (2000). *Programa de hortalizas*, Universidad Nacional la Molina. Lima, Perú: Ediagraria. pág. 84
- Soquimich. (2001). *Agenda del salitre*, Sociedad química y minera de Chile S.A. Santiago.
- Suquilanda, M. (2003). *Manual de agricultura orgánica en hortalizas*, Universidad Central del Ecuador: Ediciones Fundagro. pág. 20-35
- Tonconi, F. (2015). *Respuesta del cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.) Variedad Candente a la aplicación de diferentes bioestimulantes en el CEA III - Los Pichones* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Ugarte, M. (2007). *Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidades pimiento*. México: Kropkit SQM.

Viggiano, J. (2014). *Las rocas: clasificación, propiedades y usos en ingeniería.*

Morelia, Mich: Gpg, informe inédito.

Wilson, J, y García, W. (1962). Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca.

INGMMET, pág.39.

Zavaleta, A. (1992). Edafología: *El suelo en relación con la producción.*

CONCYTEC. pág. 145

ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de altura de planta (m), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	0,50	0,50	0,55	0,55	0,50
BLOQUE II	0,50	0,55	0,49	0,49	0,60
BLOQUE III	0,75	0,60	0,48	0,50	0,48
BLOQUE IV	0,50	0,50	0,50	0,49	0,50

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Datos originales de número de frutos por planta, pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	7,2	9	7,55	7,2	6,95
BLOQUE II	7,6	8,5	7,45	7,6	8
BLOQUE III	7,7	8,6	8	7,2	6,2
BLOQUE IV	8	8,2	7,5	7,2	5,35

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Datos originales de peso unitario de fruto (g), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	251,9	255,5	251,9	251,9	274,5
BLOQUE II	285,7	285,7	285,7	285,7	196,5
BLOQUE III	308,9	308,9	270,6	255	200
BLOQUE IV	275,8	275,8	275,8	275,8	220

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Datos originales de pesos de fruto por planta (kg), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	2,7	2,9	3,2	3,1	2,6
BLOQUE II	3,2	2,5	1,25	3,4	2,6
BLOQUE III	2,8	3,1	2	3,5	2,6
BLOQUE IV	2,9	3,8	2,3	3	2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Datos originales de rendimiento (t/ ha), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	19,53	20,39	18,99	18,66	12,11
BLOQUE II	18,33	20,98	17,35	20,04	16,46
BLOQUE III	18,47	21,19	21,33	18,05	7,25
BLOQUE IV	20,46	21,05	18,73	23,13	977

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Datos originales de diámetro ecuatorial del fruto (cm), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	8,61	8,61	8,7	9,07	7,75
BLOQUE II	8,75	8,81	8,83	9,71	7,52
BLOQUE III	8,9	8,5	8,41	8,51	7,36
BLOQUE IV	8,87	8,21	8,99	9,6	7,65

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Datos originales de diámetro polar del fruto (cm), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	8,61	8,01	8,16	9,93	6,5
BLOQUE II	7,83	7,96	7,62	8,75	7,71
BLOQUE III	8,06	8,07	7,96	8,16	6,12
BLOQUE IV	8,13	7,93	7,73	8,86	7,11

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Datos originales de espesor de pericarpio del fruto (cm), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	0,73	0,68	0,73	0,61	0,73
BLOQUE II	0,86	0,60	0,72	0,56	0,61
BLOQUE III	0,70	0,74	0,68	0,87	0,55
BLOQUE IV	0,76	0,62	0,83	0,80	0,58

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Datos originales de sólidos soluble del fruto (%), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	7	7,2	6,9	7,5	5,3
BLOQUE II	5,9	7	6	7	3,8
BLOQUE III	6,8	7,8	7,5	7,5	4,6
BLOQUE IV	8	5,5	6,2	8	4,5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Datos originales de porcentaje de descarte (%), pimiento morrón var. Candente

	t₁	t₂	t₃	t₄	t₅
BLOQUE I	16	4,5	15	3,35	10,6
BLOQUE II	10,1	13	15,7	13,1	16,6
BLOQUE III	13,2	11	9,5	10,2	21
BLOQUE IV	15	10,1	11,1	10,15	15,6

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Análisis de suelo inicial



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : JORGE MUCHICA HUAMANTUMA

Departamento : TACNA

Distrito :

Referencia : H.R. 64973-131C-18

Bolt.: 1913

Provincia :
 Predio :
 Fecha : 21/09/18

Número de Muestra Claves	C.E. (1:1) pH (1:1)	CaCO ₃ % dS/m	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			CIC	Cationes Cambiables				Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases				
						Arena %	Limo %	Arcilla %		Ca ²⁺ meq/100g	Mg ²⁺ meq/100g	K ⁺ meq/100g	Na ⁺ meq/100g			Al ³⁺ + H ⁺ meq/100g			
11712	5.50	12.38	0.00	2.10	63.6	1527	54	34	12	Fr.A	16.00	2.77	0.33	0.06	0.12	0.25	3.54	3.29	21

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra Claves	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
11712	26.74	0.60	120.00	88.00	15.00

Jefe del Laboratorio
 Sady Garcia Bedezza

Anexo 11. Informe de análisis de suelo pos- cosecha por tratamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



LABORATORIO DE INTERPRETACION

INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : JORGE MUCHICA HUAMANTUMA
 PROCEDENCIA : TACNA
 REFERENCIA : H.R. 64974
 BOLETA : 1913
 FECHA : 21/09/2018

Número Muestra		pH	CE _(1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Al ³⁺ + H ⁺
Lab	Claves	(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	meq/100
342	T1	5.32	4.61	0.00	2.21	70.9	916	0.20
343	T2	4.94	3.28	0.00	1.93	72.9	554	0.15
344	T3	5.24	4.55	0.00	2.26	60.5	832	0.10
345	T4	5.28	3.80	0.00	1.66	60.9	638	0.10
346	T5	5.50	3.86	0.00	1.71	54.3	706	0.10

Número Muestra		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Lab	Claves	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
342	T1	6.21	1.40	569.00	20.80	12.00
343	T2	3.68	2.80	1496.00	20.50	13.20
344	T3	6.88	1.20	587.00	24.60	14.10
345	T4	4.99	1.90	933.00	23.60	11.50
346	T5	3.42	1.80	552.00	19.10	12.00



Sergio Garcia Bendezi
 Jefe del Laboratorio

Anexo 12. Composición química de las tobas volcánicas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : JORGE MUCHICA HUAMANTUMA
 PROCEDENCIA : TACNA
 REFERENCIA : H.R. 64976
 FECHA : 01/10/2018

Número Muestra		K disp. ppm	Mg disp. ppm	Ca disp. ppm	Zn disp. ppm
Lab	Claves				
5247	Toba volcanica blanca	234.50	176.50	12165.00	0.55
5248	toba volcanica riolitica	322.00	660.00	15600.00	0.70
5249	toba volcanica rosada	780.50	410.00	5745.00	0.80

Número Muestra		K ₂ O Total %	MgO Total %	CaO Total %	Zn Total %
Lab	Claves				
5247	Toba volcanica blanca	0.20	0.43	2.00	0.002
5248	toba volcanica riolitica	0.13	1.90	5.64	0.005
5249	toba volcanica rosada	0.17	0.48	0.83	0.002



Dr. Sady García Berdezu
 Jefe del Laboratorio

Anexo 13. Análisis químico de humus de lombriz



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : JORGE MUCHICA HUAMANTUMA
 PROCEDENCIA : TACNA CENTRO EXPERIMENTAL II-LOS PICHONES
 MUESTRA DE : HUMUS DE LOMBRIZ
 REFERENCIA : H.R. 64975
 BOLETA : 1913
 FECHA : 24/09/18

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
766		6.79	4.58	29.06	1.39	0.20	0.50

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
766		4.09	1.04	18.51	0.06



Dr. Saúl García Bendejé
 Jefe de Laboratorio

Anexo 14. Análisis químico de la toba volcánica rosada



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.I

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 008-04-VAR-2018

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : JORGE ALFREDO MUCHICA HUAMANTUMA
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN- TACNA

TIPO DE MUESTRA : Toba Volcánica Rosada

SERVICIO SOLICITADO : Análisis Químico: pH, C.E., Fosforo, Potasio, Magnesio, Calcio, Manganeso, Zinc, Boro, Hierro, Cobre

FECHA DE MUESTREO : 15 de Abril del 2018

LUGAR DE MUESTREO : Km 22 camino a Tarata

N° DE MUESTRA Y COD.LABORATORIO : M-2 = 158

CANTIDAD DE MUESTRA : Bolsa de plástico 1kg de muestra

PERIODO DE CUSTODIA : 10 días

FECHA DE RECEPCION : 16 de Abril del 2018

FECHA ENTREGA RESULTADOS : 26 de Abril del 2018

II.- ANALISIS QUÍMICO EN TOBA VOLCÁNICA ROSADA

ENSAYO	Unidad de los resultados	RESULTADO
		M-2 158
pH	U.U.	7.69
Conductividad Eléctrica	mS/cm	3.94
Fosforo Disponible (P)	mg/Kg	0.087
Potasio Disponible (K)	mg/Kg	100
Magnesio Disponible (Mg)	mg/Kg	0.0
Calcio Disponible (Ca)	mg/Kg	0.0
Manganeso Disponible (Mn)	mg/Kg	<0.006
Zinc Disponible (Zn)	mg/Kg	1.9
Boro Disponible (B)	mg/Kg	3.5
Hierro Disponible (Fe)	mg/Kg	4.9
Cobre Disponible (Cu)	mg/Kg	0.2
Potasio Disponible (K)	mg/Kg	111

Abreviaturas.

U.U. = Unidades Universales mS/cm = mili Siemens por centimetro
ppm o mg/Kg = miligramos por Kilogramo.

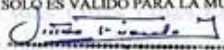
METODOLOGIA

pH: Método Electrométrico
Conductividad Eléctrica: Método Conductimétrico
Fósforo: Método Espectrofotométrico
Potasio: Fotómetro de Emisión de Llama
Calcio y Magnesio: Método de titulación del Versenato
Manganeso: HACH 8149 PAN Method
Zinc: HACH 8009 Zincon Method
Boro: Standard Method 4500-B Carmine Method
Hierro: HACH 8008 Ferover Method
Cobre: HACH 8506 Bichinchoninate Method

COMENTARIO

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos indicar lo siguiente:
El pH es **MODERADAMENTE ALCALINO**. La Conductividad Eléctrica es **ALTA**; con relación a los demás elementos están en concentraciones **BAJAS** excepto el elemento Boro y Potasio. El Potasio se ha determinado con dos extractantes en el primer caso con Bicarbonato de Sodio y EDTA y en el segundo caso con Acetato de Amonio. La medición en ambos casos se ha realizado en el Fotómetro de Llama.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA


Lic. Quím. Victoria Frisancho Moita
C.Q.P. 270



Pág. 1 de 1

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
www.laboratoriolaquis.com
AREQUIPA - PERU

Anexo 15. Análisis químico de la toba volcánica riolítica



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD; ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 009-04-VAR-2018

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : JORGE ALFREDO MUCHICA HUAMANTUMA
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN- TACNA

TIPO DE MUESTRA : Toba Volcánica Riolítica

SERVICIO SOLICITADO : Análisis Químico: pH, C.E., Fosforo, Potasio, Magnesio, Calcio, Manganeso, Zinc, Boro, Hierro, Cobre

FECHA DE MUESTREO : 15 de Abril del 2017

LUGAR DE MUESTREO : Km 47 camino a Tarata

N° DE MUESTRA Y COD.LABORATORIO : M-3 = 159

CANTIDAD DE MUESTRA : Bolsa de plástico con 01kg de muestra

PERIODO DE CUSTODIA : 10 días

FECHA DE RECEPCION : 16 de Abril del 2018

FECHA ENTREGA RESULTADOS : 26 de Abril del 2018

II.- ANALISIS QUÍMICO EN TOBA VOLCÁNICA RIOLÍTICA

ENSAYO	Unidad de los resultados	RESULTADO
		M-3
		159
pH	U.U.	7.79
Conductividad Eléctrica	mS/cm	4.26
Fosforo Disponible (P)	mg/Kg	0.087
Potasio Disponible (K)	mg/Kg	160
Magnesio Disponible (Mg)	mg/Kg	0.0
Calcio Disponible (Ca)	mg/Kg	0.0
Manganeso Disponible (Mn)	mg/Kg	-0.006
Zinc Disponible (Zn)	mg/Kg	2.2
Boro Disponible (B)	mg/Kg	5.9
Hierro Disponible (Fe)	mg/Kg	6.6
Cobre Disponible (Cu)	mg/Kg	0.5
Potasio Disponible (K)	mg/Kg	165

Abreviaturas.
U.U. = Unidades Universales mS/cm = milisiemens por centímetro
ppm o mg/Kg = miligramos por Kilogramo.

METODOLOGIA

pH: Método Electrométrico
Conductividad Eléctrica: Método Conductimétrico
Fósforo: Método Espectrofotométrico
Potasio: Fotómetro de Emisión de Llama
Calcio y Magnesio: Método de titulación del Versenato
Manganeso: HACH 8149 PAN Method
Zinc: HACH 8009 Zincon Method
Boro: Standard Method 4500-B Carmine Method
Hierro: HACH 8008 Ferrover Method
Cobre: HACH 8506 Bichinchoninate Method

COMENTARIO

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos indicar lo siguiente:
El pH es **MODERADAMENTE ALCALINO**. La Conductividad Eléctrica es **ALTA**; con relación a los demás elementos están en concentraciones **BAJAS** excepto el elemento Boro y Potasio. El Potasio se ha determinado con dos extractantes en el primer caso con Bicarbonato de Sodio y EDTA y en el segundo caso con Acetato de Amonio. La medición en ambos casos se ha realizado en el Fotómetro de Llama.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Lic. Quím. Victoria Frisancho Motta
C.Q.P. 270



Pág. 1 de 1

Anexo 16. Análisis químico de la toba volcánica blanca



I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : JORGE ALFREDO MUCHICA HUAMANTUMA
 UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN- TACNA

TIPO DE MUESTRA : Toba Volcánica Blanca

SERVICIO SOLICITADO : Análisis Químico: pH, C.E., Fosforo, Potasio, Magnesio, Calcio, Manganeso, Zinc, Boro, Hierro, Cobre

FECHA DE MUESTREO : 15 de Abril del 2018

LUGAR DE MUESTREO : Km 17 camino a Tarata

N° DE MUESTRA Y COD.LABORATORIO : M-1 = 157

CANTIDAD DE MUESTRA : Bolsa de plástico 1kg de muestra

PERIODO DE CUSTODIA : 10 días

FECHA DE RECEPCION : 16 de Abril del 2018

FECHA ENTREGA RESULTADOS : 26 de Abril del 2018

II.- ANALISIS QUÍMICO EN TOBA VOLCÁNICA BLANCA

ENSAYO	Unidad de los resultados	RESULTADO
		M-1
		157
pH	U.U	7.60
Conductividad Eléctrica	mS/cm	6.15
Fosforo Disponible (P)	mg/Kg	0.61
Potasio Disponible (K)	mg/Kg	150
Magnesio Disponible (Mg)	mg/Kg	0.0
Calcio Disponible (Ca)	mg/Kg	0.0
Manganeso Disponible (Mn)	mg/Kg	<0.006
Zinc Disponible (Zn)	mg/Kg	4.0
Boro Disponible (B)	mg/Kg	3.93
Hierro Disponible (Fe)	mg/Kg	3.2
Cobre Disponible (Cu)	mg/Kg	0.1
Potasio Disponible (K)	mg/Kg	126

Abreviaturas.
 U.U. = Unidades Universales mS/cm = milisiemens por centímetro
 ppm o mg/Kg = miligramos por Kilogramo.

METODOLOGIA

pH: Método Electrométrico
Conductividad Eléctrica: Método Conductimétrico
Fósforo: Método Espectrofotométrico
Potasio: Fotómetro de Emisión de Llama
Calcio y Magnesio: Método de titulación del Versenato
Manganeso: HACH 8149 PAN Method
Zinc: HACH 8009 Zincon Method
Boro: Standard Method 4500-B Carmine Method
Hierro: HACH 8008 Ferrover Method
Cobre: HACH 8506 Bichinchoniate Method

COMENTARIO

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos indicar lo siguiente:
 El pH es **MODERADAMENTE ALCALINO**. La Conductividad Eléctrica es **ALTA**; con relación a los demás elementos están en concentraciones **BAJAS** excepto el elemento Boro y Potasio. El Potasio se ha determinado con dos extractantes en el primer caso con Bicarbonato de Sodio y EDTA y en el segundo caso con Acetato de Amonio. La medición en ambos casos se ha realizado en el Fotómetro de Llama.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
 EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 1

Lic. Quím. Victoria Frisancho Motta
 C.Q.P. 270



Anexo 17. Galería de fotos



Fotografía 1. Pesado de toba volcánica



Fotografía 2. Aplicaciones de insecticidas naturales en campo



Fotografía 3 Rastrojo de maíz para evitar quemaduras por el sol



Fotografía 4 Evaluaciones en campo cosecha



Fotografía 5 Evaluaciones de cosecha por bloque



Fotografía 6 Evaluaciones en laboratorio – espesor de pericarpio



Fotografía 7 Pesado de fruto unitario



Fotografía 8 Evaluación de sólidos solubles ° brix