

NIVELES Y GRANULOMETRÍA DE DIATOMITA EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE, EN SECANO. AYACUCHO, 2020

TINEO BERMÚDEZ, Alex Lázaro, CABRERA CARRANZA, Carlos Francisco
FERNÁNDEZ HUAMANCAYO, Samuel
alex.tineo@unsch.edu.pe

RESUMEN

La escasez del agua limita la producción agrícola en regiones semiáridas de Ayacucho, como Pampa del Arco, con una precipitación media menor a 550 mm/año, manifestándose de modo general en la reducción del rendimiento de los cultivos; a esta situación se suma la baja fertilidad química de los suelos de esta región, pobres en materia orgánica y fósforo disponible. Por esta razón, se realizó el presente trabajo con la finalidad de determinar la influencia de dos niveles y cuatro granulometrías de diatomita, en la evaporación de agua del suelo y rendimiento de tomate, en macetas, en un suelo de Pampa del Arco. Los tratamientos corresponden a un arreglo factorial 2A*4B (A: dos niveles de diatomita, 500 y 1000 kg ha⁻¹; B: cuatro granulometrías de diatomita, 0,5, 2,0, 3,5 y 5,0 mm) más un testigo (sin diatomita), que se condujo utilizando el Diseño Completamente al Azar (DCA). Se evaluó el rendimiento de frutos de tomate y la evaporación del agua del suelo. El consumo de agua por el cultivo es mayor, cuanto menor es la evaporación, que se consigue con un mayor nivel de diatomita; sin embargo, no guarda relación estrecha con el rendimiento de frutos de tomate. El mayor consumo de agua se consigue con aplicaciones de diatomita con granulometría entre 2,0 y 5,0 mm de diámetro; igualmente, el rendimiento de frutos de tomate es influenciado por el tamaño de las partículas de diatomita, manifestándose mejor con las granulometrías entre 2,0 y 3,5 mm de diámetro.

Palabras clave: diatomita, tomate

DIATOMITE LEVELS AND GRANULOMETRY IN TOMATO YIELD, IN DRY CONDITIONS. AYACUCHO, 2020

ABSTRACT

The scarcity of water limits agricultural production in semi-arid regions of Ayacucho, such as Pampa del Arco, with an average rainfall of less than 550 mm / year, generally manifesting itself in the reduction of crop yields; Added to this situation is the low chemical fertility of the soils of this region, poor in organic matter and available phosphorus. For this reason, the present work was carried out in order to determine the influence of two levels and four diatomite granulometries, in the evaporation of water from the soil and tomato yield, in pots, in a soil of Pampa del Arco. The treatments correspond to a factorial arrangement 2A * 4B (A: two diatomite levels, 500 and 1000 kg ha⁻¹; B: four diatomite granulometries, 0.5, 2.0, 3.5 and 5.0 mm) plus a control (no diatomite), which was conducted using Completely Random Design (DCA). Tomato fruit yield and soil water evaporation were evaluated. The consumption of water by the crop is higher, the lower the evaporation, which is achieved with a higher level of diatomite; however, it is not closely related to the yield of tomato fruits. The highest water consumption is achieved with applications of diatomite with granulometry between 2.0 and 5.0 mm in diameter; Likewise, the yield of tomato fruits is influenced by the size of the diatomite particles, manifesting itself better with granulometries between 2.0 and 3.5 mm in diameter.

Keywords: diatomite, tomato

INTRODUCCIÓN

La escasez del agua constituye un problema de importancia vital en la producción agrícola en regiones semiáridas de Ayacucho y del Perú, como es el caso de Pampa del Arco, en la periferia de la ciudad de Huamanga, con una precipitación media menor a 550 mm/año y evapotranspiración potencial de 1345 mm/año (Rondinel, 2020), resultando con un índice de aridez (Ia) de 0,4. De esta manera, según la clasificación de las zonas áridas del mundo (MINAM, 2011) a Pampa del Arco, Ayacucho, le corresponde la categoría de semiárida (Ia: 0,2 – 0,5) dentro de las zonas áridas. La escasez de agua limita el crecimiento y desarrollo de los cultivos, manifestándose de modo general en la reducción significativa del crecimiento, desarrollo y rendimiento de los

cultivos, debido a la disminución de la absorción de nutrientes del suelo y los diversos procesos metabólicos en la planta; a esta situación se suma la baja fertilidad química de los suelos de esta región, caracterizados por su bajo contenido de materia orgánica y fósforo disponible. La diatomita es una roca silíceas, sedimentaria de origen biogénico cuyo principal uso en la actualidad es como filtro en la industria de bebidas; es capaz de absorber y retener gran cantidad de líquidos con los cuales tiene grandes superficies de contacto, puede absorber hasta 150% de su peso en agua (Secretaría de Economía de los Estados Unidos Mexicanos, 2020). El uso de la diatomita, roca sedimentaria relativamente abundante en algunos distritos de la provincia de Huamanga, Ayacucho (Ayacucho, Tambillo, Quinua) puede constituir una práctica apropiada y económica para

optimizar el aprovechamiento del agua en regiones de clima semiárido donde el agua es un recurso escaso.

Por las consideraciones expuestas, se planteó desarrollar el presente trabajo, en condiciones de macetas, con la finalidad de responder el problema ¿Cuál es la influencia de dos niveles de diatomita y su granulometría, en el consumo de agua y rendimiento del tomate?.

Por lo expuesto, la presente investigación se desarrolló con los objetivos siguientes:

Objetivo General:

Evaluar la influencia de dos niveles de diatomita y cuatro granulometrías de la misma, en la evaporación del agua del suelo y rendimiento de tomate, en macetas, en un suelo de Pampa del Arco. Ayacucho.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar la influencia de dos niveles de diatomita en la evaporación del agua del suelo y rendimiento de tomate, en macetas, en un suelo de Pampa del Arco. Ayacucho.
2. Determinar la influencia de la granulometría de diatomita en la evaporación del agua del suelo y rendimiento de tomate, en macetas, en un suelo de Pampa del Arco. Ayacucho.

MATERIAL Y MÉTODOS

UBICACIÓN:

El presente trabajo se realizó en los ambientes del Área de Investigación en Suelos, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho a 2760 msnm, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia Huamanga y departamento Ayacucho. Según la clasificación de zonas áridas del mundo corresponde a una región semiárida y de acuerdo a las zonas de vida de Holdridge a bosque seco montano bajo subtropical, bs-MBS

(Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, 2012)

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Se trata de una investigación aplicada de tipo experimental. El estudio corresponde a la evaluación del efecto de la aplicación de dos niveles de diatomita (cada uno, a cuatro granulometrías) en el rendimiento de tomate y el aprovechamiento de agua.

VARIABLES E INDICADORES:

A. Variables Independientes:

Niveles de diatomita

- 500 kg ha⁻¹
- 1000 kg ha⁻¹
- Granulometría de la diatomita
- 0,5 mm de diámetro
- 2,0 mm de diámetro
- 3,5 mm de diámetro
- 5,0 mm de diámetro

B. Variables Dependientes:

- Consumo de agua (litros de agua/kg de materia seca)
- Rendimiento de frutos y de materia seca (kg/maceta)

DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS:

El experimento corresponde a un arreglo factorial 2A*4B (A: dos niveles de diatomita, 500 y 1000 kg ha⁻¹; B: cuatro granulometrías de diatomita molida, 0,5, 2,0, 3,5 y 5,0 mm) más un testigo (sin diatomita), que se conduce utilizando el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 9 tratamientos y 3 repeticiones cada uno.

Tabla 5. Niveles (500 y 1000 kg ha⁻¹) y granulometría de diatomita

Tratamiento	diatomita		Descripción
	Nivel (kg ha ⁻¹)*	Granulometría	
T1	500	0,5 mm de ø	Nivel bajo, muy fino
T2	500	2,0 mm de ø	Nivel bajo, fino
T3	500	3,5 mm de ø	Nivel bajo, grueso
T4	500	5,0 mm de ø	Nivel bajo, muy grueso
T5	1000	0,5 mm de ø	Nivel alto, muy fino
T6	1000	2,0 mm de ø	Nivel alto, fino
T7	1000	3,5 mm de ø	Nivel alto, grueso
T8	1000	5,0 mm de ø	Nivel alto, muy grueso
T0	0	0	Testigo

*500 kg ha⁻¹ = 5 g/maceta (20kg); 1000 kg ha⁻¹ = 10 g/maceta (20kg)

UNIDAD EXPERIMENTAL (U.E.):

La U.E. consiste en macetas de plástico de 20 kg de capacidad de suelo, en las cuales se cultivaron dos plantas de tomate, procedentes de almácigo.

INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO:

Preparación de las U.E.:

- En cada una de las macetas se depositaron 20 kg de suelo tamizado con malla de 4 mm de diámetro. En los 20 cm superficiales se mezcló humus de lombriz equivalente a 5 t ha⁻¹.
- En el sustrato así preparado, se agregó la diatomita previamente pesada, según los tratamientos (tabla 5). Todas las unidades experimentales (con excepción del testigo) recibieron una cantidad de diatomita según los tratamientos establecidos (tabla 5); la diatomita se mezcló de forma homogénea con el sustrato, en los 5 cm superficiales.
- Luego de realizar un riego a capacidad de campo, se procedió con el trasplante de dos plantitas de tomate provenientes de almácigo, preparado con una anticipación de 1 mes (1ro: 01/02/2020 y 2do: 07/11/2020)

Conducción del experimento:

- Consistió en cuidar las plantitas de tomate hasta la

cosecha, suministrando agua según sus necesidades manteniendo el nivel de humedad adecuado en el suelo, la misma que se debía realizar determinando el contenido de humedad utilizando un sensor de humedad.

- Al cabo de cuatro meses (1ro: 29/05/2020; 2do: 23/02/2021) se cosecharon los frutos y determinaron los rendimientos de frutos y biomasa producidas, para el cual se extrajeron las plantas de cada envase con mucho cuidado; luego del secado correspondiente en una estufa, se pesaron en una balanza analítica de precisión, registrando los pesos en el cuaderno de campo.

PROCESAMIENTO DE DATOS:

Se realizaron los análisis de variancia y de regresión correspondientes, de acuerdo a la metodología propuesta por Tineo (2012); los contrastes se muestran en la tabla 6.

El contraste C1 evalúa al efecto de la diatomita en la optimización del uso de agua y del rendimiento de tomate; con el contraste C2 se determinará si el nivel de diatomita aplicado influye reduciendo la evaporación del agua del suelo y en el rendimiento del cultivo; con los contrastes C3 al C5 se hallará el modelo polinómico al que se ajusta la relación entre rendimiento y granulometría cuando se utiliza 500 kg ha⁻¹ de diatomita; con los contrastes C3 al C5 se hallará el modelo polinómico al que se ajusta la relación entre rendimiento y granulometría, utilizando 1000 kg ha⁻¹ de diatomita.

Tabla 6. Contrastes ortogonales planteados para el análisis de datos

Contraste	Compara	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T9
C1	Testigo VS diatomita	1	1	1	1	1	1	1	-8
C2	Diatom.1 VS Diatom.2	1	1	1	1	-1	-1	-1	0
C3	Diatomita1 lineal	-3	-1	1	3	0	0	0	0
C4	Diatomita1 cuadrática	1	-1	-1	1	0	0	0	0
C5	Diatomita1 cúbica	-1	3	-3	1	0	0	0	0
C6	Diatomita2 lineal	0	0	0	0	-3	-1	1	0
C7	Diatomita2 cuadrática	0	0	0	0	1	-1	-1	0
C8	Diatomita2 cúbica	0	0	0	0	-1	3	-3	0

LIMITACIONES

El trabajo se instaló en dos oportunidades; durante las cuales, las restricciones de asistencia presencial han limitado las mediciones correspondientes a la variable de consumo de agua. Sin embargo, para lograr este objetivo, se instaló un ensayo parcial en domicilio utilizando macetas más pequeñas (para 3,5 kg de suelo), en las que se determinó la pérdida de agua diaria, por evaporación, en tres fechas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RENDIMIENTO DE FRUTOS (Primera cosecha)

La tabla 7, muestra los rendimientos promedio (g maceta⁻¹), correspondientes a cada tratamiento. De manera general se observa que los rendimientos de tomate son superiores a medida que se incrementan los niveles de diatomita (500 a 1000 kg ha⁻¹) y los diámetros del mismo (0,5, 2,0, 3,5, 5,0 mm).

Tabla 7. Rendimientos promedio de tomate (g maceta-1). Primera cosecha

Tratamiento: Descripción	Rdto. (g/maceta)
T1: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 0,5 mm de ϕ)	454.7
T2: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 2,0 mm de ϕ)	571.7
T3: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 3,5 mm de ϕ)	638.7
T4: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 5,0 mm de ϕ)	633.7
T5: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 0,5 mm de ϕ)	581.0
T6: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 2,0 mm de ϕ)	737.7
T7: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 3,5 mm de ϕ)	647.0
T8: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 5,0 mm de ϕ)	589.7
T0: Tomate sin diatomita (testigo)	359.7

El análisis funcional de la variancia (ANAFUNVA) de los rendimientos de tomate (tabla 8), indica respuesta altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación (7,34%) se encuentra dentro de los límites aceptables para este tipo de experimentos (en ambientes semicontrolados). Según la tabla 8, la influencia de la

diatomita es estadísticamente significativa (C1), siendo mejor su efecto cuando se emplea el nivel de 1000 kg ha⁻¹ (C2), ajustándose su influencia sobre el rendimiento de frutos de tomate a modelos polinómicos de segundo (C4) o tercer orden (C8), para los niveles bajo (500 kg ha⁻¹) y alto (1000 kg ha⁻¹), respectivamente.

Tabla 8. ANAFUNVA del rendimiento de tomate. Primera cosecha

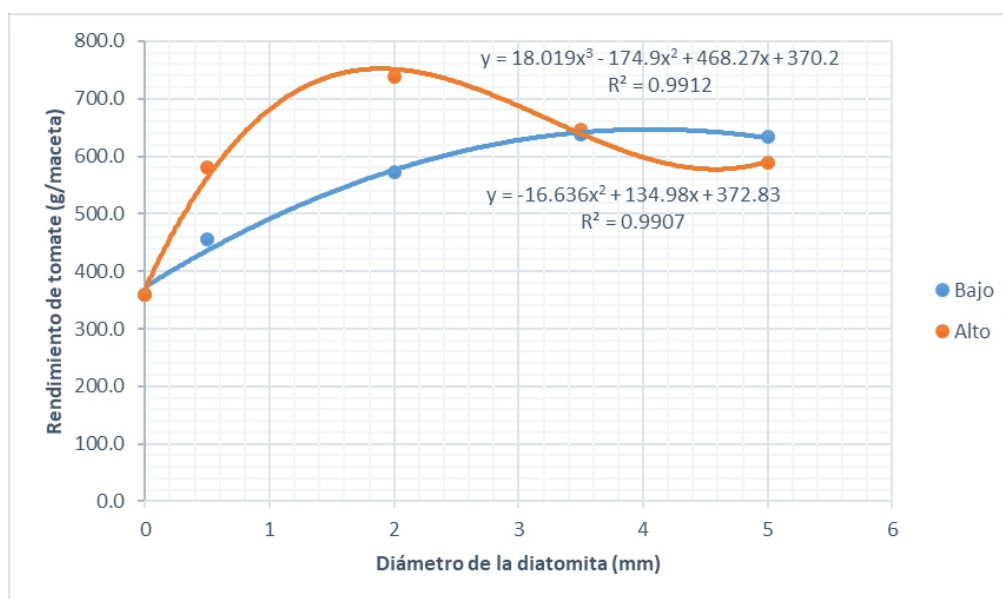
F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	8	300252.96	37531.620	20.73	<.0001**
C1 (T vs diat.)	1	162800.46	162800.463	89.93	<.0001**
C2 (diat1 vs diat2) 1		24704.17	24704.167	13.65	0.0017**
C3 (diat1 lineal)	1	54722.40	54722.400	30.23	<.0001**
C4 (diat1 cuad.)	1	11163.00	11163.000	6.17	0.0231*
C5 (diat1 cúbica)	1	72.60	72.600	0.04	0.8435ns
C6 (diat2 lineal)	1	627.27	627.267	0.35	0.5634ns
C7 (diat2 cuad.)	1	34347.00	34347.000	18.97	0.0004**
C8 (diat2 cúbica)	1	11816.07	11816.067	6.53	0.0199*
Error		18	32584.67	1810.259	
Total			26	332837.63	

C.V.: 7,34%

Los modelos correspondientes (figura 1) indican que el incremento granulométrico de la diatomita se traduce en rendimientos cada vez mayores, hasta cierto nivel; sin embargo, estos resultados deben considerarse como preliminares debido a las condiciones en las que se realizó el trabajo (no siempre el suministro de agua fue oportuno por

las restricciones de concurrencia al lugar experimental). Se debe entender que se trata de una enmienda cuya función principal, debido a su porosidad, es la de retener el agua del suelo, con la que hace contacto; de esta forma contribuye en brindar mejores condiciones ambientales para el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate.

Figura 1. Influencia de la diatomita en el rendimiento de tomate. 1ra cosecha



Coincidiendo con Martínez (2013) quien cita a varios autores, la diatomita, además de mejorar las condiciones físicas del suelo, mejora la retención del agua en tejidos vegetales y suelo, incide positivamente en la disponibilidad de nutrientes, protege al cultivo contra factores ambientales bióticos y abióticos. Confirmando algunos de los efectos indicados, Angin et al (2016) demostró que la aplicación de diatomita no solo disminuyó la densidad aparente, sino que también mejoró la estabilidad agregada de los suelos; igualmente, Villarreal et al (2015) utilizando pequeñas dosis de 12 kg/ha (15%) de zeolita encontró que se puede mejorar la eficiencia de uso de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de arroz.

En la tabla 7 y la figura 1, se destacan el hecho de que los rendimientos de tomate en promedio son mayores cuando se aplica mayor cantidad de diatomita (1000 kg ha⁻¹), y principalmente cuando la granulometría es menor de 3,5 mm. Este resultado podría sugerir que la granulometría entre 2,0 y 3,5 mm, permite una adecuada superficie de contacto con el suelo y suficiente espacio intersticial, para almacenar

temporalmente el agua; contrariamente a una granulometría mayor (alrededor de 5,0 mm), que podría tener mayor espacio intersticial pero menor superficie de contacto con el suelo, o con una granulometría muy fina (menor a 2,0 mm), que tiene mayor superficie de contacto pero menor espacio intersticial para almacenar el agua.

La aplicación foliar de silicio tiene un efecto bioestimulante, y los mejores resultados se observan en condiciones estresantes para las plantas como salinidad, deficiencia o exceso de agua, alta y baja temperatura, y la fuerte presión de enfermedades y plagas (Artyszak, 2018).

RENDIMIENTO DE FRUTOS (Segunda cosecha)

La tabla 9, muestra los rendimientos promedio (g maceta⁻¹), correspondientes a los tratamientos evaluados. De manera general se observa que los rendimientos de tomate son superiores a medida que se incrementan los niveles de diatomita (500 a 1000 kg ha⁻¹) y los diámetros del mismo (0,5, 2,0, 3,5, 5,0 mm), hasta una granulometría de unos 3,5 mm.

Tabla 9. Rendimientos promedio de tomate (g maceta⁻¹). Segunda cosecha

Tratamiento: Descripción	Rdto. (g/maceta)
T1: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 0,5 mm de ϕ)	582.0
T2: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 2,0 mm de ϕ)	706.7
T3: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 3,5 mm de ϕ)	872.0
T4: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 5,0 mm de ϕ)	814.0
T5: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 0,5 mm de ϕ)	617.0
T6: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 2,0 mm de ϕ)	755.3
T7: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 3,5 mm de ϕ)	837.3
T8: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 5,0 mm de ϕ)	673.3
T0: Tomate sin diatomita (testigo)	513.3

El análisis funcional de la variancia (ANAFUNVA) de los rendimientos de tomate (tabla 10), indica respuesta altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación (6,58%) se encuentra dentro de los límites permisibles para este tipo de experimentos (en ambientes semicontrolados). Según esta tabla, la influencia de la

diatomita es estadísticamente significativa (C1), no diferenciándose su efecto por el nivel empleado, 500 o 1000 kg ha⁻¹ (C2), ajustándose su influencia sobre el rendimiento de frutos de tomate a modelos polinómicos de tercer (C5) o segundo orden (C7), para los niveles bajo (500 kg ha⁻¹) y alto (1000 kg ha⁻¹), respectivamente.

Tabla 10. ANAFUNVA del rendimiento de tomate. Segunda cosecha

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	8	361065.33	45133.167	20.79	<.0001**
C1 (T vs diat.)	1	127750.04	127750.042	58.84	<.0001**
C2 (diat1 vs diat2)	1	3151.04	3151.042	1.45	0.2439ns
C3 (diat1 lineal)	1	111284.27	111284.267	51.26	<.0001**
C4 (diat1 cuad.)	1	25025.33	25025.333	11.53	0.0032**
C5 (diat1 cúbica)	1	10454.40	10454.400	4.82	0.0416*
C6 (diat2 lineal)	1	9450.15	9450.150	4.35	0.0515ns
C7 (diat2 cuad.)	1	68554.08	68554.083	31.57	<.0001**
C8 (diat2 cúbica)	1	5396.02	5396.017	2.49	0.1323ns
Error		18	39081.33	2171.185	
Total			26	400146.67	

C.V.: 6,58%

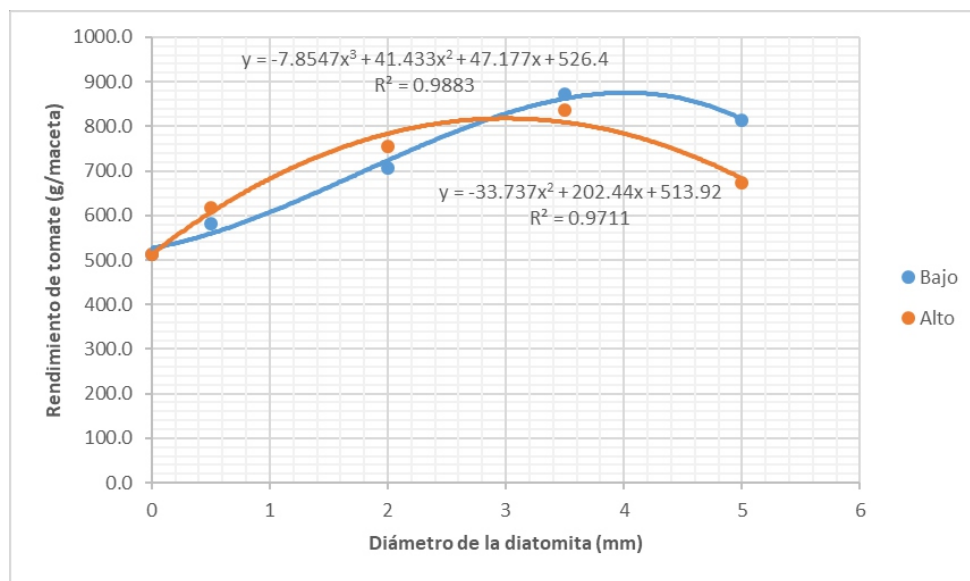


Figura 2. Influencia de la diatomita en el rendimiento de tomate. 2da cosecha

Como en la primera cosecha, la tabla 9 y la figura 2, destacan el hecho de que los rendimientos de tomate en promedio son mayores cuando la granulometría es menor de 3,5 mm de diámetro.

evaluados. De manera general se observa que los rendimientos de tomate son superiores a medida que aumenta los diámetros del mismo (0,5, 2,0, 3,5, 5,0 mm), hasta una granulometría de unos 3,5 mm, sin importar los niveles de diatomita (500 a 1000 kg ha⁻¹).

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE PLANTAS (Segunda cosecha)

La tabla 11 muestra los rendimientos promedio (g maceta⁻¹), de materia seca, correspondientes a los tratamientos

Tabla 11. Rendimientos de materia seca, plantas de tomate. Segunda cosecha

Tratamiento: Descripción	Rdto. (g/maceta)
T1: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 0,5 mm de ø)	28.3
T2: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 2,0 mm de ø)	35.0
T3: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 3,5 mm de ø)	42.3
T4: Tomate con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 5,0 mm de ø)	36.7
T5: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 0,5 mm de ø)	31.0
T6: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 2,0 mm de ø)	34.7
T7: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 3,5 mm de ø)	36.7
T8: Tomate con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 5,0 mm de ø)	32.3
T0: Tomate sin diatomita (testigo)	28.0

Tabla 12. ANAFUNVA del rendimiento de materia seca, plantas de tomate. Segunda cosecha

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	8	494.67	61.833	4.00	0.0069**
C1 (T vs diat.)	1	117.04	117.044	7.58	0.0131*
C2 (diat1 vs diat2) 1		22.04	22.042	1.43	0.2477ns
C3 (diat1 lineal)	1	156.82	156.817	10.15	0.0051**
C4 (diat1 cuad.)	1	114.08	114.083	7.39	0.0141*
C5 (diat1 cúbica)	1	28.02	28.017	1.81	0.1947ns
C6 (diat2 lineal)	1	5.40	5.400	0.35	0.5617ns
C7 (diat2 cuad.)	1	48.00	48.000	3.11	0.0949ns
C8 (diat2 cúbica)	1	3.27	3.267	0.21	0.6511ns
Error		18	278.00	15.444	
Total			26	772.67	

C.V.: 11,60%

El análisis funcional de la variancia (ANAFUNVA) de los rendimientos de materia seca de plantas de tomate (tabla 12), indica respuesta altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación (11,60%) se encuentra dentro de los límites permisibles para este tipo de experimentos. Según esta tabla, la influencia de la diatomita es estadísticamente significativa (C1), no diferenciándose su efecto por el nivel empleado, 500 o 1000 kg ha⁻¹ (C2), ajustándose su influencia sobre el rendimiento de materia seca de plantas de tomate a modelos polinómicos de segundo orden (C4) para el nivel bajo de diatomita (500 kg ha⁻¹) y no

definido para el nivel alto (1000 kg ha⁻¹).

TASADE EVAPORACIÓN DELAGUADEL SUELO

La tabla 13, muestra los promedios de evaporación diaria, de agua del suelo (mm), en los tratamientos evaluados. De manera general se observa que la tasa de evaporación disminuye a medida que se incrementan los niveles de diatomita (500 a 1000 kg ha⁻¹) y es menor cuando el diámetro del mismo tiene una granulometría de unos 3,5 mm.

Tabla 13. Evaporación diaria en suelos con enmienda silícica (diatomita).

Tratamiento: Descripción	Evaporación (mm/día)
T2: Maceta con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 2,0 mm de ø)	3.198
T3: Maceta con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 3,5 mm de ø)	3.163
T4: Maceta con diatomita (500 kg ha ⁻¹ , 5,0 mm de ø)	3.280
T6: Maceta con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 2,0 mm de ø)	3.139
T7: Maceta con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 3,5 mm de ø)	3.080
T8: Maceta con diatomita (1000 kg ha ⁻¹ , 5,0 mm de ø)	3.245

La figura 3, permite observar que los valores más bajos de evaporación del agua del suelo, corresponden al nivel alto de

diatomita (10 t/ha), y en ambos niveles (alto y bajo) a la granulometría gruesa (3,5 mm, entre 2 y 5 mm)

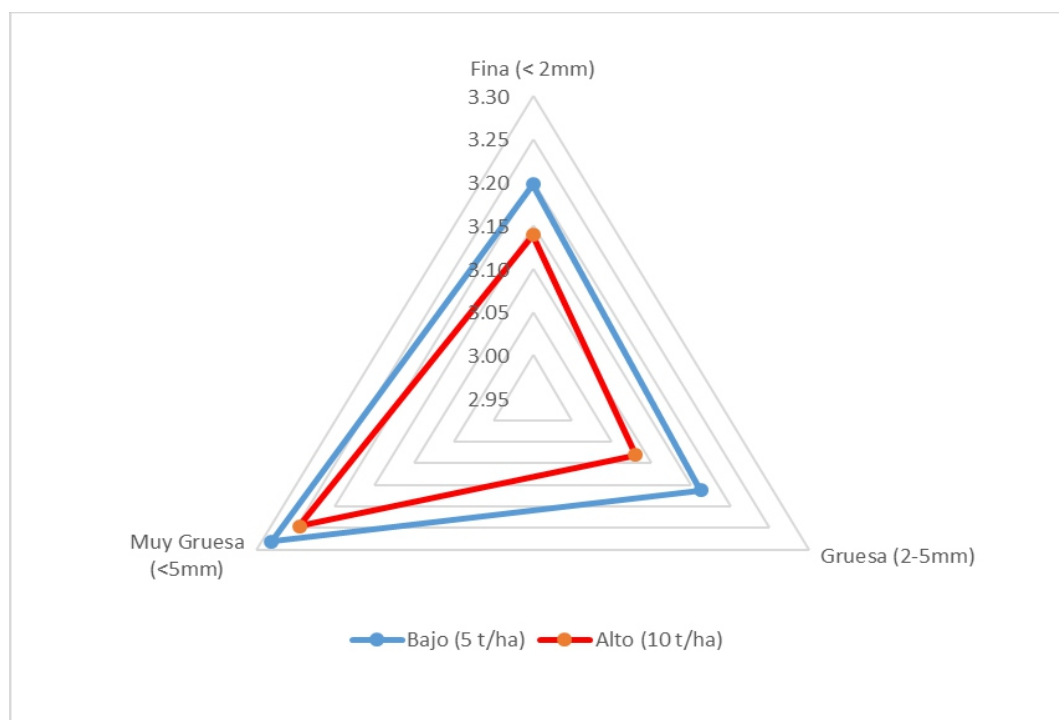


Figura 3. Tasa de evaporación diaria en suelos con enmienda silícica (2 niveles: bajo y alto y 3 granulometrías: fina, gruesa y muy gruesa)

Este resultado podría sugerir que la granulometría gruesa (entre 2,0 y 5,0 mm), permite una adecuada superficie de contacto con el suelo y suficiente espacio intersticial, para almacenar y retener temporalmente el agua; contrariamente a una granulometría mayor (superior a 5,0 mm), que podría tener mayor espacio intersticial pero menor superficie de contacto con el suelo, o con una granulometría fina (menor a 2,0 mm), que tiene mayor superficie de contacto pero menor espacio intersticial para almacenar el agua.

El mayor consumo de agua por el cultivo se dará cuanto mayor sea la disponibilidad de agua en el suelo; esto será posible cuanto mayor sea el período de retención de humedad en el suelo o menor sea la evaporación. En el presente ensayo, esta situación, se consiguió con aplicaciones de diatomita con granulometría gruesa (entre 2,0 y 5,0 mm de diámetro).

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados, permiten arribar a las conclusiones siguientes:

1. El consumo de agua por el cultivo es mayor, cuanto mayor es la retención de humedad en el suelo (o menor es la evaporación), lo que se consigue con aplicaciones de un mayor nivel de diatomita (10 t ha⁻¹); sin embargo, no hay una relación estrecha con el rendimiento de frutos de tomate.
2. El mayor consumo de agua se consigue con aplicaciones de diatomita con granulometría gruesa (entre 2,0 y 5,0 mm de diámetro); igualmente, el rendimiento de frutos de tomate es influenciado por el tamaño de las partículas de diatomita, manifestándose mejor con las granulometrías entre 2,0 y 3,5 mm de diámetro.

RECOMENDACIONES

En vista de que el presente trabajo se realizó en condiciones irregulares, por las restricciones establecidas debido a la situación del COVID-19, se recomienda lo siguiente:

1. Realizar más ensayos, incorporando en el manejo de cultivo medidas para un mejor aprovechamiento del agua de lluvia como la aplicación de la diatomita y algunas enmiendas orgánicas, que contribuyan en una mejor conservación del agua y del suelo.
2. Evaluar la influencia de la diatomita en la retención de humedad del suelo y el rendimiento del cultivo, empleando mayores niveles de este material.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Artyszak A. (2018). Effect of Silicon Fertilization on Crop Yield Quantity and Quality-A Literature Review in Europe. *Plants (Basel, Switzerland)*, 7(3), 54. <https://doi.org/10.3390/plants7030054>
2. Angin, I., Sari, S., & Aksakal, E. L. (2016). Effects of diatomite (DE) application on physical properties of soils subjected to freeze-thaw cycles. *Soil and Tillage Research*, 160, 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.02.008>
3. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, (2012). Informe Temático: Zonas de Vida. Gobierno Regional de Ayacucho.
4. Martínez, L.F. (2013). Efecto de la diatomita en las propiedades del suelo para reducir el impacto ambiental

- causado por el uso de fertilizantes químicos. Tesis Grado de Maestro en Ciencias Ambientales. Facultad de Química. Universidad Autónoma del estado de México. Toluca, México.
5. MINAM (2011). La Desertificación en el Perú: Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Fondo Editorial del MINAM. Lima.
 6. Rondinel, H. (2020). Estimación satelital, validación y distribución espacial de la evapotranspiración a través del clima en la cuenca Cachi - Ayacucho – 2020. Tesis Ingeniero Agrícola. UNSCH.
 7. Secretaría de Economía de los Estados Unidos Mexicanos (2020). Perfil del Mercado de la Diatomita. Dirección General de Desarrollo Minero. Enero, 2020. México.
 8. Tineo, A. (2012). El Análisis Funcional de la Varianza. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, AMI impresores, Ayacucho, Perú.
 9. Villarreal-Núñez, J. E., Barahona-Amores, L. A., & Castillo-Ortiz, O. A. (2015). Efecto de zeolita sobre la eficiencia de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de arroz. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 315. <https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19324>.

ANEXO

Tabla A1. Resultados de variables evaluadas en las unidades experimentales

Rendimiento de frutos de tomate (g/maceta) de la primera cosecha

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
371	474	515	633	629	586	705	701	601
357	438	595	714	676	632	731	615	587
351	452	605	569	596	525	777	625	581
359.7	454.7	571.7	638.7	633.7	581.0	737.7	647	589.7
Rendimiento de frutos de tomate (g/maceta) de la segunda cosecha								
T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
512	582	640	900	812	624	701	826	675
477	620	694	801	794	653	785	861	725
551	544	786	915	836	574	780	825	620
513.3	582.0	7	8	8	617.0	7	8	6
Rendimiento de materia seca de plantas de tomate (g/maceta). Segunda cosecha								
T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
25	32	38	42	40	31	29	32	31
27	26	36	46	37	34	36	42	29
32	27	31	39	33	28	39	36	37
28.0	28.3	35.0	42.3	36.7	31.0	34.7	36.7	32.3
Evaporación diaria del agua del suelo (mm). ^{*1}								
T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
		3	3	3		3	3	3
		2	2	2		2	2	2
		3	3	3		3	3	3
		3	3	3		3	3	3
		3.213				3.155		
^{*1} Se trabajó sólo con esos tratamientos, por disponibilidad de material								

Tratamiento	Diatomita		Descripción (nivel y grosor)
	nivel (kg ha ⁻¹)	granulometría(mm ø)	
T1	500	0,5	bajo, muy fino
T2	500	2,0	bajo, fino
T3	500	3,5	bajo, grueso
T4	500	5,0	bajo, muy grueso
T5	1000	0,5	alto, muy fino
T6	1000	2,0	alto, fino
T7	1000	3,5	alto, grueso
T8	1000	5,0	alto, muy grueso
T0	0	0	Testigo