

# **Efecto de dosis y frecuencia de aplicación de arcilla de caolinita en la producción de lechuga a campo abierto**

**Frankeli Gómez Pinales  
Lisbeth Altagracia Heredia Villar**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Efecto de dosis y frecuencia de aplicación de arcilla de caolinita en la producción de lechuga a campo abierto**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Frankeli Gómez Pinales**  
**Lisbeth Altagracia Heredia Villar**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2017

## **Efecto de dosis y frecuencia de aplicación de arcilla de caolinita en la producción de lechuga a campo abierto**

**Frankeli Gómez Pinales**  
**Lisbeth Altagracia Heredia Villar**

**Resumen:** La lechuga es la hortaliza de hoja de mayor consumo a nivel mundial, no obstante, su rendimiento potencial puede ser limitado por altas temperaturas en climas tropicales. La arcilla de caolinita es un compuesto natural derivado de caolinita  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , tradicionalmente utilizado como protector mecánico del tejido vegetal en condiciones de altas temperaturas. Algunos autores describen su efecto como activador fotosintético, reductor de la transpiración del tejido, lo cual resulta en un uso más eficiente del agua y reductor de incidencia de algunas plagas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dosis y frecuencia de aplicaciones de arcilla de caolinita en la producción y temperatura de tejido de lechuga. Las dosis evaluadas fueron 15, 25 y 35 kg/ha, aplicadas de manera foliar, una (2 días después del trasplante) y dos veces (2 y 15 días después del trasplante). El experimento se estableció en un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, en tres temporadas consecutivas entre junio y agosto del 2017. Aplicaciones con dosis de 15, 25 y 35 kg/ha de arcilla de caolinita, aplicadas una o dos veces, no afectaron el rendimiento (12,472 kg/ha) y temperatura del tejido de la lechuga (26.8°C), entre los meses de junio y agosto en Zamorano, Honduras.

**Palabras clave:** Aplicación foliar, *Lactuca sativa* L., Surround.

**Abstract:** Lettuce is the most consumed leaf vegetable in the world. However, potential yield can be limited by high temperatures in tropical climates. Kaolinite Clay is a natural compound derived from kaolinite  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , traditionally used as a mechanical protector of plant tissue in high temperature conditions. Kaolin clay affect photosynthetic activators, tissue transpiration reducers, resulting in more efficient use of water and reducing the incidence of some pests. The objective of this trial was to evaluate the effect of doses and frequency of kaolinite clay applications in the production and leaf tissue temperature. Doses were 15, 25 and 35 kg/ha, foliar application, one (2 days after transplant) and two times (2 and 15 days after transplant). The experiment was established in a Randomized Complete Block Design with four replications, in three consecutive seasons between June and August 2017. Doses of 15, 25 and 35 kg/ha of kaolinite clay, applied once or twice, did not affect the yield (12,472 kg/ha) and temperature of the tissue of the lettuce (26.8 ° C), between june and august in Zamorano, Honduras.

**Key words:** Foliar application, *Lactuca sativa* L., Surround.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros y Figuras .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>18</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Análisis de suelo de los lotes 40 y 41 de zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.....	5
2. Descripción de los tratamientos aplicados con tres dosis de arcilla de caolinita con frecuencia de una y dos aplicaciones y el tratamiento control sin aplicación. ....	6
3. Análisis de varianza para la interacción entre tratamiento y temporada para las variables de rendimiento y peso por planta, en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. ....	7
4. Efecto de dosis de arcilla de caolinita en la aplicación foliar en rendimiento, peso por planta y la interacción entre dosis y frecuencia de aplicación en lechuga Locarno a la cuarta semana después del trasplante, en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. ....	9
5. Comparación de una aplicación foliar de arcilla de caolinita con la dosis de 15 kg/ha contra el control, sin aplicación foliar en lechuga Locarno en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. ....	10
6. Efecto de dosis de arcilla de caolinita en aplicación foliar en la temperatura de tejido y diámetro de la lechuga Locarno a 1, 2, 3 y 4 semanas después del trasplante, en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. ....	10
7. Efecto de aplicación foliar de dosis de arcilla de caolinita sobre la mortalidad de lechuga Locarno en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.....	11
8. Análisis foliar de silicio y aluminio en lechuga Locarno para el control sin aplicación y las dosis de arcilla de caolinita aplicado una y dos veces en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. ....	15
Figuras	Página
1. Precipitación diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) desde	

el 21 de junio hasta el 14 de agosto en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. ....	3
2. Descripción y distribución de los tratamientos en campo para las tres temporadas.....	4
3. Comparación del rendimiento (t/ha) en las tres temporadas de producción de lechuga Locarno.....	8
4. Comparación de peso en gramos por plantas durante las tres temporadas de producción de lechuga Locarno. ....	8
5. Precipitación diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) desde el 21 al 30 de junio y el día de la aplicación de arcilla de caolinita en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.....	12
6. Precipitación diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) desde el 1 al 31 de julio y el día de la aplicación de arcilla de caolinita en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.....	13
7. Precipitación diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) desde el 1 al 14 de agosto en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.....	14

## 1. INTRODUCCIÓN

La lechuga es la hortaliza de hoja de mayor producción y consumo en el mundo (Minervini 2010). A nivel mundial el área dedicada a este cultivo superó el millón de hectáreas y la producción anual ascendió a más 24.9 millones de toneladas en el año 2014. Los mayores productores son China y Estados Unidos, con 13.6 y 4.0 millones de toneladas anuales, respectivamente (FAO 2014).

La arcilla de caolinita es un compuesto natural, formada por una capa de tetraedros de silicio y una de octaedros de aluminio, su fórmula química es  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  y contiene 47% de  $\text{SiO}_2$ , 39%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 14%  $\text{H}_2\text{O}$ . La arcilla de caolinita es un material inerte, sin olor, moldeable y resistente a altas temperaturas, no es tóxico ni abrasivo, es absorbente y tiene una baja viscosidad (Bartolomé 1997).

La arcilla de caolinita se obtiene a partir de los depósitos mineros de la roca madre, se separan las partículas mediante un proceso de cocción a 1,400 °C, el resultado es el caolín bruto de color blanco y tamaño máximo de 20  $\mu\text{m}$ . Para aumentar el grado de pureza se calcina a temperaturas de 650-700 °C esto deshidroxila la red del mineral y el vapor elimina las impurezas. La materia orgánica se elimina con ozono y peróxido de hidrógeno. Los compuestos de hierro son solubilizados con ácido sulfúrico a un pH=3 y reducidos con hiposulfito sódico (Bartolomé 1997).

La aplicación de este compuesto tiene un efecto protector sobre las hojas, frutos y tallos de las plantas. Esta forma una película color blanco sobre la superficie del tejido, la cual refleja los rayos infrarrojo y ultravioleta, por esta razón se cree que evita el estrés abiótico en las plantas (Santos et. al 2012; Ortiz 2013). La película formada por la arcilla de caolinita puede reducir las altas temperaturas del tejido de la planta en 2-4 °C comparado con plantas no aplicadas. Este efecto se demostró en café (Steiman et al. 2007), almendra (Rosati et al. 2007), uva (Glenn et al. 2010), y en banano (Ortiz et al. 2013). Evita la quemadura por sol en zonas donde la radiación solar es muy alta. Estas quemaduras cambian la textura, coloración y sabor de los frutos (Chabbal et al. 2014; FHIA 2003).

La arcilla de caolinita, a pesar de que mantiene cubierta la superficie de las hojas, actúa como activador fotosintético, esto debido a la exclusión de la luz ultravioleta e infrarroja lo que permite la transmisión efectiva de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) en la planta (Glenn y Puterka 2005). La fotosíntesis en algunas especies se incrementa hasta en un 71% (Steiman et al. 2007; Ortiz et al. 2013; Jifon y Syvertsen 2003). La transpiración disminuye en plantas aplicadas con arcilla de caolinita. Este efecto se debe a que se reduce la apertura de los estomas (Glenn y Puterka 2005).

Al reducirse la transpiración la pérdida de agua en la planta es menor, lo que permite regular las relaciones hídricas y evitar el estrés por falta de agua (Glenn et al. 2010).

Otra ventaja de la arcilla de caolinita es la supresión de plagas y enfermedades (Glenn y Puterka 2005). En frijol la arcilla de caolinita controló la población de mosca blanca del invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*) en un 95.5% (Núñez et al. 2014). Ha demostrado ser eficaz en la prevención de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) (D'Aquino 2011), carpocapsa (*Cydia pomonella*), trips (*Thrips tabaci*) (Larentzaki et al. 2008) y psila (*Cacopsylla pyri*) (Mielgo y Martin 2008). Este efecto está asociado a la repelencia y reducción de la oviposición de los insectos lo que favorece en la disminución de su longevidad (Glenn y Puterka 2005).

El control de factores abióticos y modificación del microclima de la planta se ve reflejado en el rendimiento de algunos cultivos. En café se han reportado incrementos en rendimiento entre 14 y 99% en los árboles con pulverizaciones de caolinita (Steiman et al. 2007). En melón se encontró que al aplicar caolinita en dosis de 0.5 kg/10 litros de agua se incrementan el rendimiento en 6.8 t/ha (FHIA 2003).

El cultivo de la lechuga en áreas tropicales se ve afectado por cambios bruscos de temperatura y humedad. La temperatura óptima es de 15 a 18 °C (Shaban et. al 2016). Estas variaciones repercuten en reducciones de la producción de biomasa del cultivo. La aplicación de arcilla de caolinita en lechuga podría influir en la regulación de procesos fisiológicos de la planta en respuesta a cambios bruscos de factores abióticos. A partir de esto surge la hipótesis de que la producción de biomasa del cultivo de la lechuga tendrá una relación positiva con dosis y número de aplicación en el área foliar. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las dosis y frecuencia de aplicación de arcilla de caolinita en producción y temperatura del tejido de lechuga a campo abierto.

## 2. METODOLOGÍA

### Ubicación.

El estudio se desarrolló entre junio y agosto del 2017 en los lotes 40 y 41 de zona 3 en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, situado a 30 km de Tegucigalpa, Honduras. La temperatura promedio fue de 24 °C, máxima promedio de 28°C, mínima promedio de 19 °C y la precipitación acumulada fue de 202 mm (Figura 1).

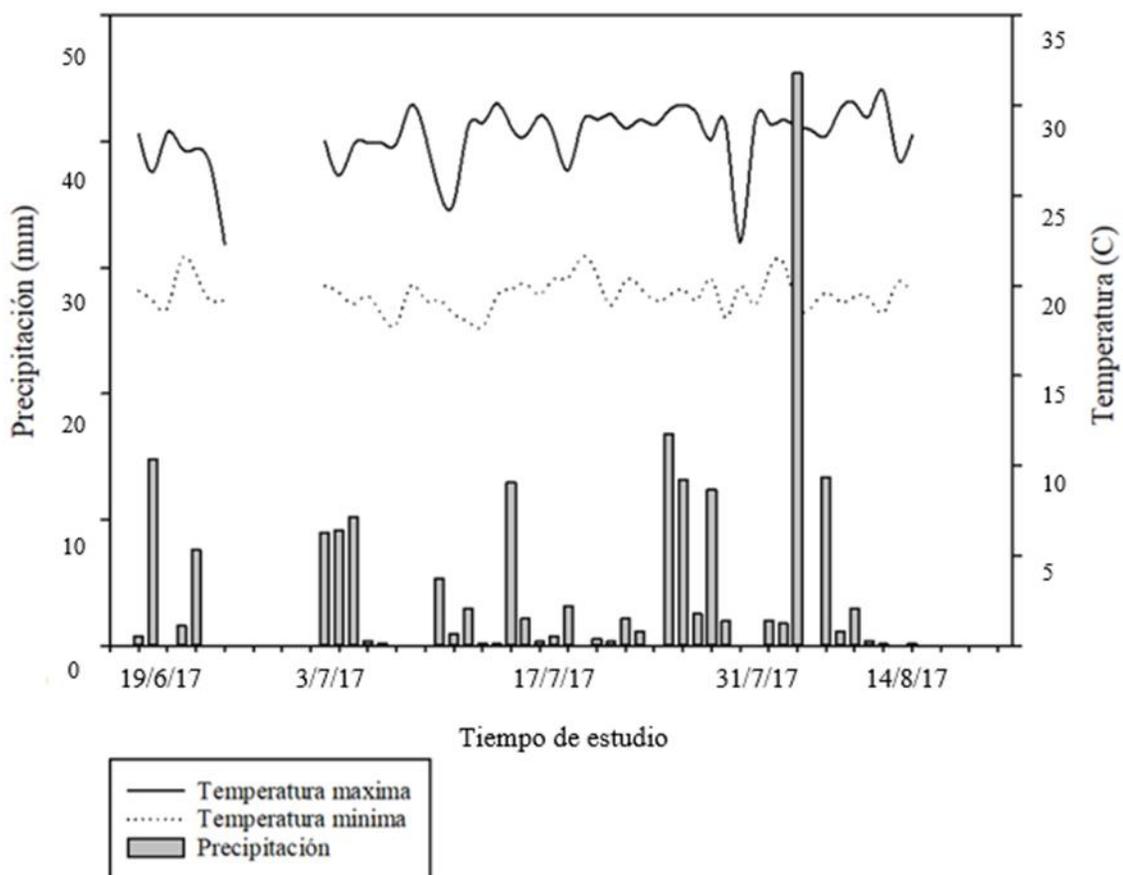


Figura 1. Precipitación diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) desde el 21 de junio hasta el 14 de agosto en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Fuente: Elaboración propia con los datos tomados de la estación climatológica campus central.

### Establecimientos de semilleros.

Los semilleros se establecieron para tres temporadas de producción de lechuga de la variedad Locarno. La primera temporada se sembró en 11 bandejas plásticas de 128 celdas, la segunda en 9 bandejas plásticas de 162 celdas y la tercera en 11 bandejas de poliestireno de 128 celdas. El sustrato utilizado fue turba PINDSTRUP. Los semilleros permanecieron 3 días en un cuarto de pregerminación y 18 días en invernadero antes del trasplante a campo.

### Establecimiento del ensayo.

Se establecieron siete tratamientos con cuatro repeticiones y cuarenta plantas por parcela. Las parcelas estuvieron separadas por 0.60 m entre tratamiento, con plantas a tres bolillos en cuatro camas de 25 m de largo y 0.70 m de ancho a cuatro hileras, con distanciamiento de 0.30 m entre plantas y 1.5 m entre cama para una densidad total de 88,889 plantas/ha (Figura 2).

Se estableció un sistema de goteo con dos cintas por cama, espaciados a 15 cm y con una descarga de 0.66 L/h. Se fertilizó con 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en tres aplicaciones semanales y la fuente utilizada fue nitrato de amonio (33-0-0), aplicado al suelo a través del sistema de riego por goteo. El desmalezado fue manual y se cosechó a los 30 días después del trasplante.

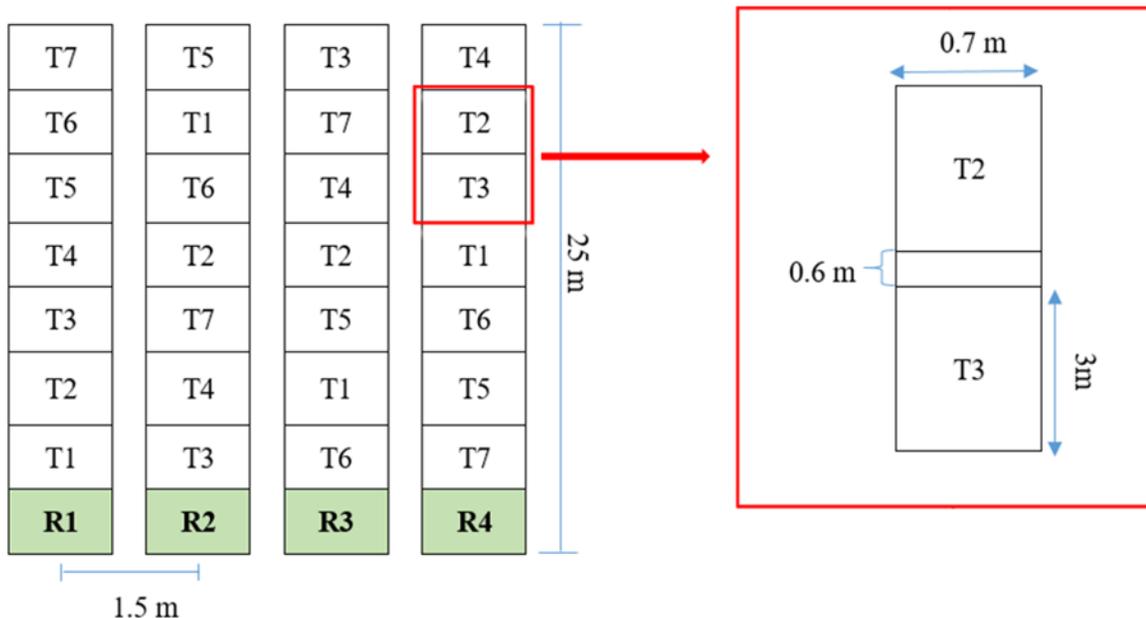


Figura 2. Descripción y distribución de los tratamientos en campo para las tres temporadas.

### Análisis de suelo.

El estudio se realizó en los lotes 40 y 41 de zona 3, Zamorano. En el lote 41 se encuentra una textura franca y un pH de 6.58 mientras que en el lote 40 tiene una textura franco arenoso y un pH de 6.26 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de suelo de los lotes 40 y 41 de zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Muestra	Textura	g/100 g(%)			pH	g/100 g(%)			mg/kg (extractable)				
		Arena	Limo	Arcilla		H <sub>2</sub> O	M.O	N total	P	K	Ca	Mg	Na
Lote 41	Franco	42	36	22	6.58	1.90	0.09	38	441	1281	136	33	
Lote 40	Franco												
Lote 40	Arenoso	60	24	16	6.26	2.09	0.10	105	439	1005	127	8	

Fuente: Laboratorio de Suelos Zamorano (2014)

### Variables dependientes.

**Diámetro de plantas.** Esta variable se midió cada semana, se escogieron cinco plantas por tratamiento por repetición, seleccionadas al azar. Se midió el círculo formado por la roseta de la lechuga en centímetros con una regla graduada y se determinó el diámetro promedio por planta en cada tratamiento, esto se hizo de igual manera en las tres temporadas.

**Mortalidad.** Al final de cada temporada se contó el número de plantas vivas y se restó del total trasplantadas para determinar el porcentaje de mortalidad.

**Temperatura de tejido.** Se midió la temperatura promedio del haz de hojas en grados Celsius, para esto se usó un termómetro láser infrarrojo. Se muestrearon cinco plantas por tratamiento y repetición, seleccionadas al azar. Esta variable solo se midió para la segunda y tercera temporada de producción.

**Rendimiento.** Se pesó el total de plantas de los tratamientos al final de cada temporada y se expresó en kg/ha y g/planta.

### Tratamientos.

Se evaluaron tres dosis de 15, 25, 35 kg/ha con una y dos aplicaciones de arcilla de caolinita, producto comercial Surround<sup>®</sup> WP (Cuadro 2). Uno de los tratamientos fue el control el cual consistía en no aplicar arcilla de caolinita. Los demás tratamientos se aplicaron cubriendo totalmente el follaje y el suelo con una bomba de mochila con palanca de acción manual con capacidad de 17 litros, boquilla cono de acero inoxidable (217174) JD-12P con una descarga de 615 ml/minutos. Se agitó constante la mezcla para evitar sedimentos. La primera aplicación de arcilla de caolinita fue dos días después del trasplante y la segunda aplicación fue en un intervalo de 15 días después de la primera aplicación. Esto se hizo en cada repetición para las tres temporadas.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos aplicados con tres dosis de arcilla de caolinita con frecuencia de una y dos aplicaciones y el tratamiento control sin aplicación.

<b>Simbología</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis (kg/ha)</b>	<b>Frecuencia de aplicación</b>
T1	Control	0	0
T2	Arcilla de caolinita	15	1
T3	Arcilla de caolinita	25	1
T4	Arcilla de caolinita	35	1
T5	Arcilla de caolinita	15	2
T6	Arcilla de caolinita	25	2
T7	Arcilla de caolinita	35	2

**Diseño experimental.**

Se usó un Diseño de Bloques Completo al Azar (BCA), analizado con el programa Statistix 9.0. Se evaluó la interacción entre tratamiento y temporada. Luego se analizó la interacción entre los factores. Dosis y frecuencia de aplicación para las variables evaluadas a través de un análisis de varianza con  $P \leq 0.05$ . A partir de estos resultados, se comparó el tratamiento menos prominente contra el control sin aplicación, a través de un t-Student Test.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento y peso por planta no se vieron afectados por los tratamientos con una probabilidad de 0.7861 y 0.8605, respectivamente. Sin embargo, si se encontró diferencia entre las temporadas con una probabilidad de 0.0000 para la variable rendimiento y peso por planta. Para la interacción entre tratamiento por temporada no hubo diferencias significativas para las variables de rendimiento y peso por planta. Para este análisis no se consideró el tratamiento control para ninguna de las temporadas analizadas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza para la interacción entre tratamiento y temporada para las variables de rendimiento y peso por planta, en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

<b>Fuente</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Peso por planta</b>
Tratamiento (TRT)	0.7861 ns	0.8605 ns
Temporada (TEMP)	0.0000 ¥	0.0000 ¥
TRT X TEMP	0.8544 ns	0.8112 ns

ns; No hay diferencia significativa,  $P \leq 0.05$

¥; Existe diferencia significativa

Dado que hubo diferencias significativas en rendimiento para las temporadas se hizo un análisis de separación de medias donde la primera temporada resultó en rendimientos de 17 t/ha, mientras que la segunda y tercera temporada no presentaron diferencias entre sí, ambas con rendimientos de 10 t/ha (Figura 3). Para el peso por planta, la primera temporada tuvo un mayor peso promedio que la segunda y tercera temporada. La temporada 2 y 3 fueron similares para peso promedio de planta (Figura 4).

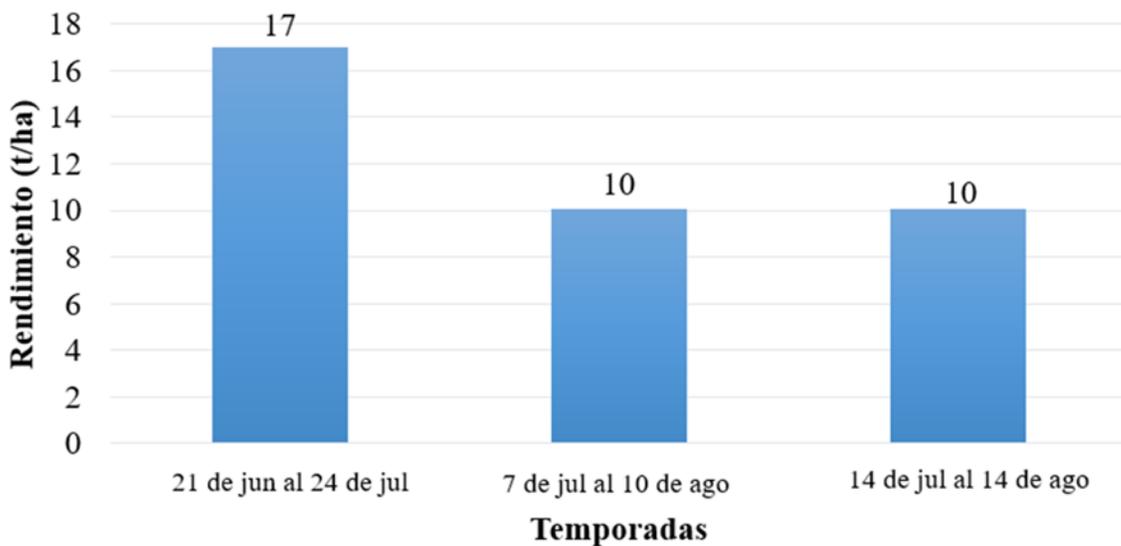


Figura 3. Comparación del rendimiento (t/ha) en las tres temporadas de producción de lechuga Locarno.

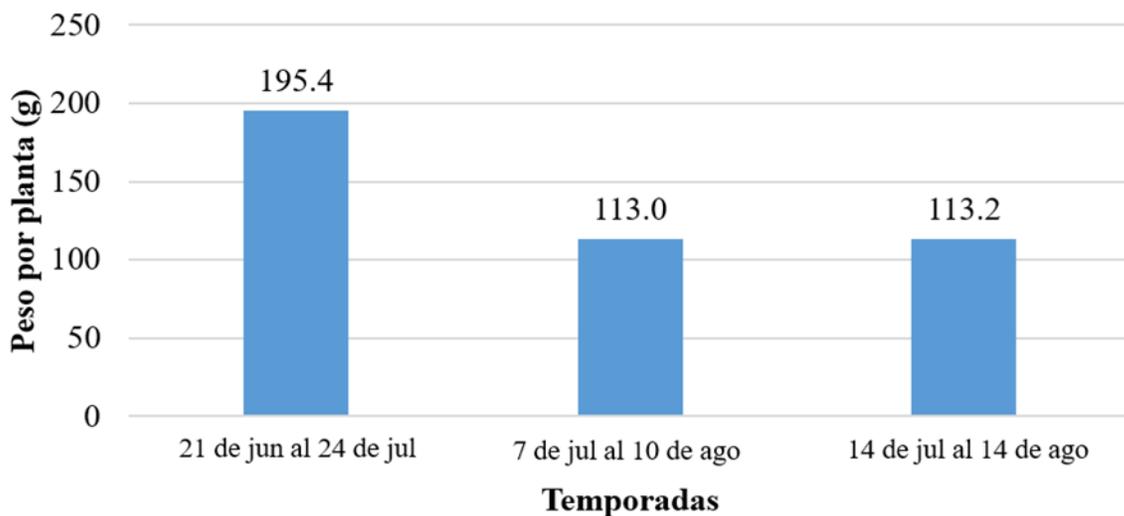


Figura 4. Comparación de peso en gramos por plantas durante las tres temporadas de producción de lechuga Locarno.

Para las dosis de 15, 25 y 35 kg/ha no se encontró diferencia significativa para las variables de rendimiento y peso por planta. La frecuencia de aplicación 1 y 2 veces tampoco afecto los rendimientos ni el peso por planta (Cuadro 4). Dado que los factores de dosis y frecuencia de aplicación no presentaron interacción con el rendimiento y peso promedio de planta, se procedió a seleccionar la dosis y frecuencia de aplicaciones más bajas para compararla con el tratamiento control (Cuadro 5).

Cuadro 4. Efecto de dosis de arcilla de caolinita en la aplicación foliar en rendimiento, peso por planta y la interacción entre dosis y frecuencia de aplicación en lechuga Locarno a la cuarta semana después del trasplante, en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

<b>Dosis (D) kg/ha</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Peso por planta (g)</b>
15	12,220	139
25	13,000	145
35	12,488	140
<b>Significancia</b>	ns	ns
<b>Frecuencia de aplicaciones (F)</b>		
1	12,339	140
2	12,674	143
<b>Significancia</b>	ns	ns
<b>Interacción D x F</b>	ns	ns

ns; No hay diferencia significativa,  $P \leq 0.05$

No se observaron diferencias significativas entre el tratamiento control y el tratamiento de 15 kg/ha  $\times$  1 aplicación para rendimiento y peso promedio por planta. La variable rendimiento resultó en promedio de 12,229 kg/ha y la variable peso por planta resultó con un peso promedio de 137.5 g (Cuadro 5). Los resultados de rendimiento concuerdan con estudios realizados por Russo y Díaz (2005) en el cultivo de pimiento donde muestra que no hubo diferencia significativa al aplicar arcilla de caolinita. Ćosić et al. (2015) en un estudio realizado en el cultivo de pimiento encontró que no hay diferencia significativa en aplicar arcilla de caolinita y no aplicarla. Sotelo et al. (2001) en un estudio realizado para el cultivo de rosas de corte resultó en que no existe diferencia significativa para la variable rendimiento de aplicar y no aplicar arcilla de caolinita. Sin embargo, estos resultados difieren con el estudio realizado por la FHIA (2003) para el cultivo de melón mostrando un aumento en los rendimientos comerciales de 22.2 t/ha para las plantas aplicadas con arcilla de caolinita con siete aplicaciones a diferencia del testigo que fue sin aplicación se obtuvo 15.4 t/ha, una diferencia en rendimiento de 6.8 t/ha. Así como Cantore et al. (2009) en el cultivo de tomate donde los rendimientos se incrementaron en un 21%.

Cuadro 5. Comparación de una aplicación foliar de arcilla de caolinita con la dosis de 15 kg/ha contra el control, sin aplicación foliar en lechuga Locarno en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Peso por planta (g)</b>
Control	12,180	137
15 kg/ha × 1 aplicación	12,278	138
Significancia	ns	ns

ns; No hay diferencia significativa,  $P \leq 0.05$

No hubo efecto de los tratamientos para la variable de temperatura de tejido a la 1, 2, 3, y 4 semana después del trasplante (Cuadro 6). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Russo y Díaz (2005) en pimiento donde la aplicación de arcilla de caolinita no tuvo ningún afecto sobre la temperatura de las hojas lo cual atribuyen a la baja dosis de 26 ml/plantas utilizada en las aplicaciones, pero difieren de los obtenidos en el estudio de Ortiz et al. (2012) en el cultivo de banano donde la arcilla de caolinita disminuyó la temperatura del haz de las hojas en 1.7 °C. También difieren de Glenn et al. (2002) en su investigación en el cultivo de manzana donde la temperatura se redujo en 4.4 °C comparado con las plantas no aplicadas. Jifon y Syvertsen (2003) en el cultivo de uva demostró que la temperatura se redujo en 3.0 °C. Steiman et al. (2007) demostraron que en el cultivo de café la arcilla de caolinita disminuyó la temperatura en 3.4 °C. Por otra parte, no se encontró diferencia significativa en el diámetro de planta con aplicación de dosis de 0, 15, 25 y 35 kg/ha a las 1, 2, 3 y 4 semanas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de dosis de arcilla de caolinita en aplicación foliar en la temperatura de tejido y diámetro de la lechuga Locarno a 1, 2, 3 y 4 semanas después del trasplante, en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

<b>Dosis de arcilla de caolinita (kg/ha)</b>	<b>Temperatura del tejido (°C)</b>				<b>Diámetro de planta (cm)</b>			
	<b>Semanas después del trasplante</b>							
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
0	26.3	28.3	26.8	27.1	6.9	10.8	15.9	19.1
15	25.6	27.8	26.9	26.9	6.9	12.3	16.0	19.2
25	26.1	27.9	27.3	26.7	6.9	11.2	16.0	19.4
35	25.4	27.3	27.1	26.6	7.1	11.4	16.1	19.7
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns; No hay diferencia significativa,  $P \leq 0.05$

No se encontraron diferencias significativas en la mortalidad de plantas con dosis de 0, 15, 25 y 35 kg/ha de arcilla de caolinita (Cuadro 7). Estos datos concuerdan con Santos et al. (2012) quienes determinaron que al aplicar arcilla de caolinita en combinación con riego por aspersión en fresa no hay ningún efecto en la mortalidad de las plantas.

Cuadro 7. Efecto de aplicación foliar de dosis de arcilla de caolinita sobre la mortalidad de lechuga Locarno en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

<b>Dosis (kg/ha)</b>	<b>Mortalidad (%)</b>
0	10
15	9
25	10
35	10
<b>Significancia</b>	ns

ns; No hay diferencia significativa,  $P \leq 0.05$

Dado que no hubo diferencias significativas para ningunas de las variables estudiadas, diámetro de planta, temperatura del tejido, rendimiento, peso promedio por planta y mortalidad al aplicar arcilla, se cree que las aplicaciones de arcilla de caolinita resultaron afectadas por las lluvias registradas durante el estudio, ya que estas lavan el producto fácilmente y reducen la cobertura creada por las pequeñas partículas de la arcilla sobre las hojas de la lechuga. Se registraron lluvias de 88 mm para la primera temporada, 142.6 mm en la segunda y 133 mm en la tercera (Figura 5, 6 y 7).

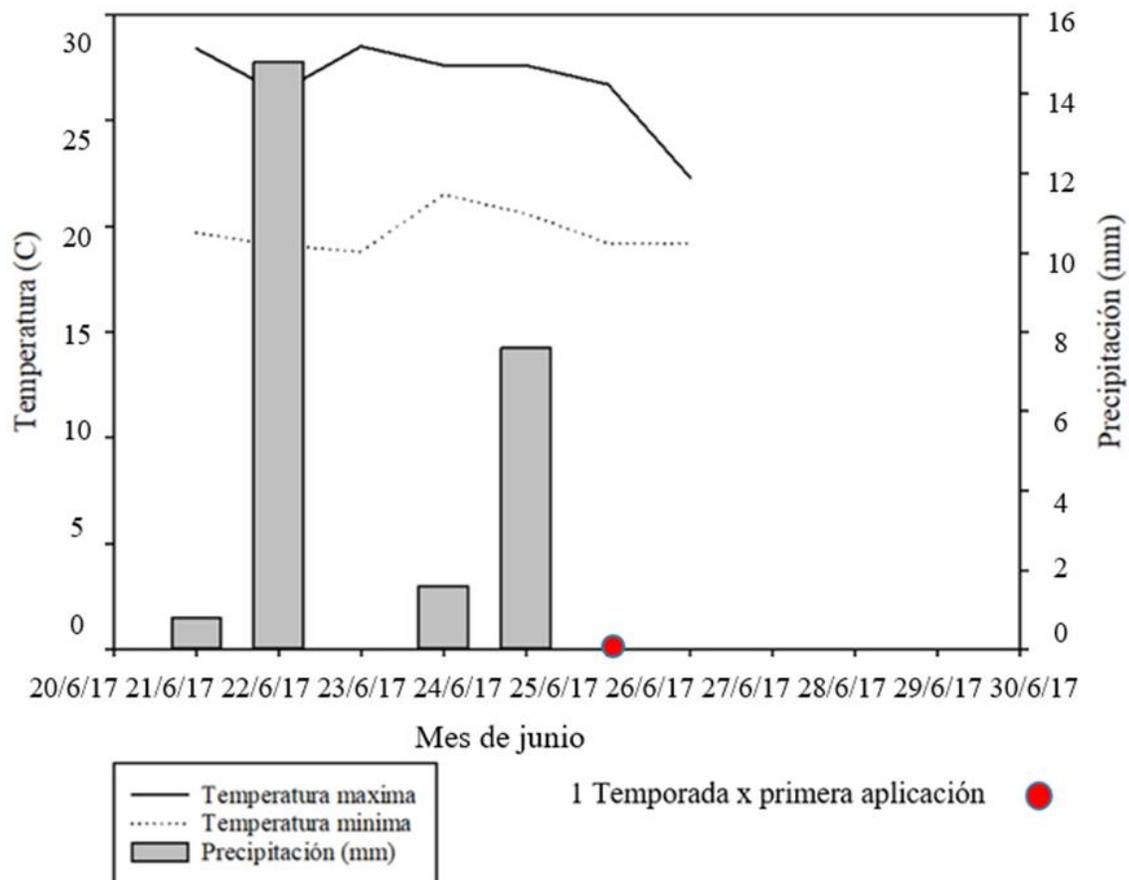


Figura 5. Precipitación diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) desde el 21 al 30 de junio y el día de la aplicación de arcilla de caolinita en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Fuente: Elaboración propia con los datos tomados de la estación climatológica campus central

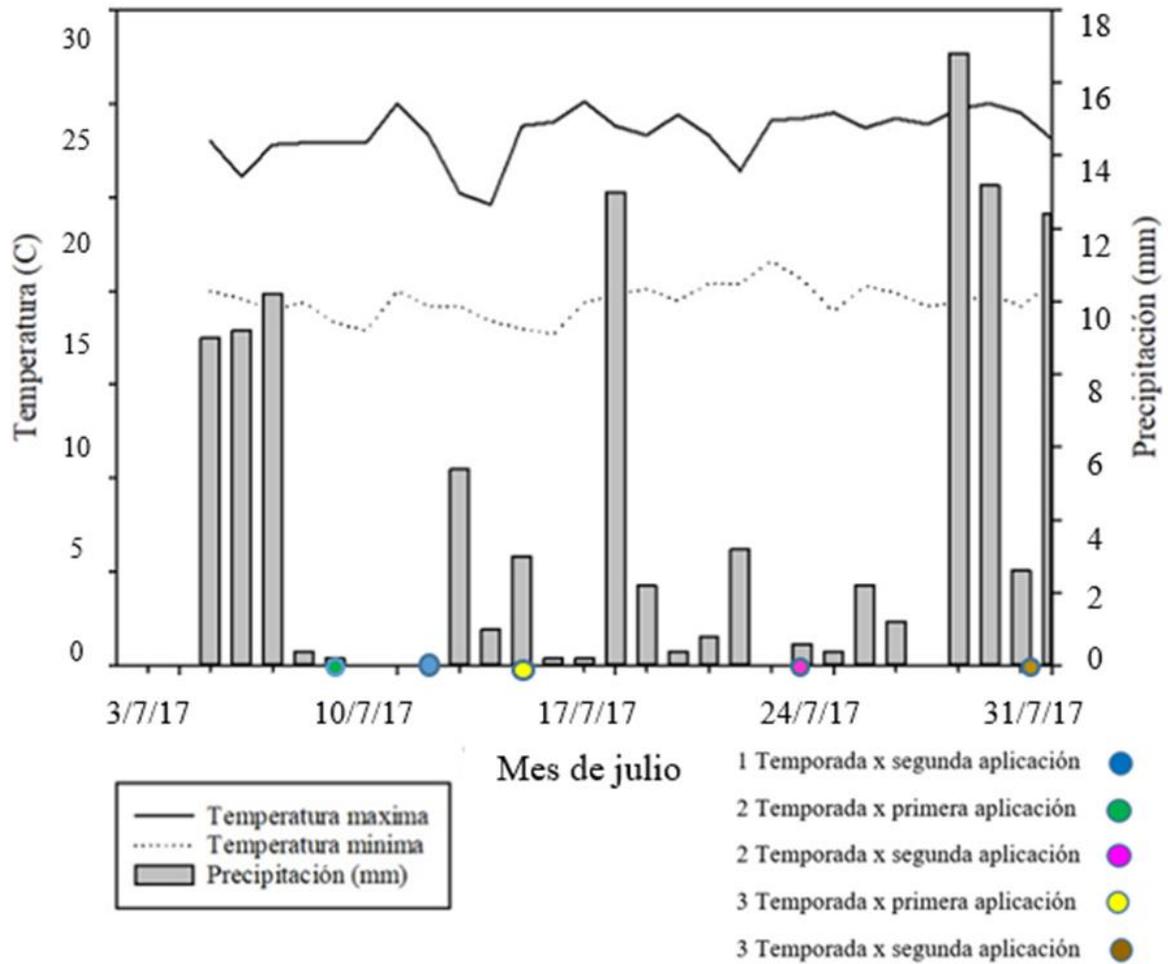


Figura 6. Precipitación diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) desde el 1 al 31 de julio y el día de la aplicación de arcilla de caolinita en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Fuente: Elaboración propia con los datos tomados de la estación climatológica campus central

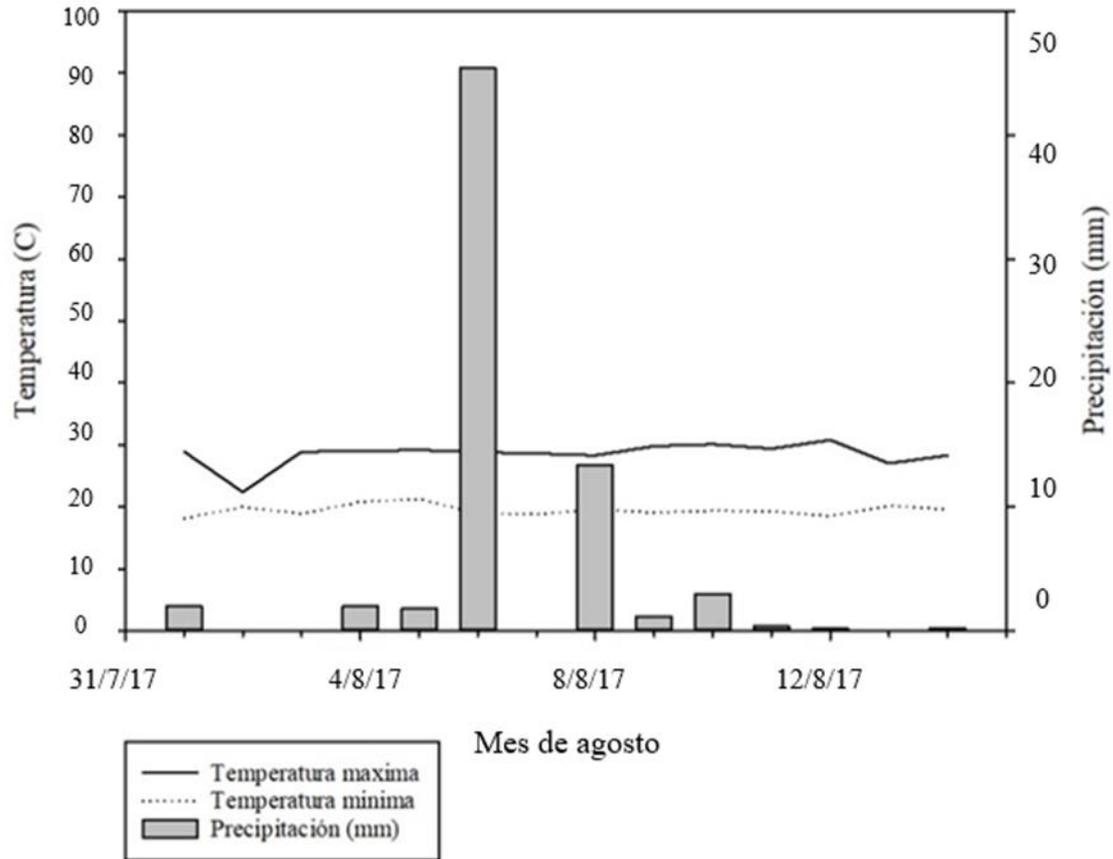


Figura 7. Precipitación diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) desde el 1 al 14 de agosto en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Fuente: Elaboración propia con los datos tomados de la estación climatológica campus central

**Análisis foliar de silicio y aluminio.**

Debido a que la composición química de la arcilla de caolinita es óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) y aluminio (Al) se hizo un análisis foliar para determinar la concentración de estos elementos dentro del follaje de la lechuga. Se obtuvo como resultado que el tratamiento con mayor porcentaje de SiO<sub>2</sub> fue el de 15 kg/ha con dos aplicaciones y el mayor porcentaje de aluminio fue en el tratamiento control sin aplicación de arcilla de caolinita (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis foliar de silicio y aluminio en lechuga Locarno para el control sin aplicación y las dosis de arcilla de caolinita aplicado una y dos veces en los lotes 40 y 41, zona 3, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

<b>Tratamientos</b>	<b>Silicio (SiO<sub>2</sub>) %</b>	<b>Aluminio(Al) %</b>
Control (sin aplicación de arcilla de caolinita)	5.45	0.038
Arcilla de caolinita (15 kg/ha × 1 aplicación)	4.90	0.023
Arcilla de caolinita (25 kg/ha × 1 aplicación)	1.99	0.016
Arcilla de caolinita (35 kg/ha × 1 aplicación)	3.53	0.028
Arcilla de caolinita (15 kg/ha × 2 aplicación)	9.78	0.022
Arcilla de caolinita (25 kg/ha × 2 aplicación)	2.63	0.019
Arcilla de caolinita (35 kg/ha × 2 aplicación)	4.78	0.027

Fuente: Laboratorio Químico Agrícola de la FHIA 2017

#### **4. CONCLUSIÓN**

Bajo las condiciones en las que se realizó el estudio, la aplicación de arcilla de caolinita no tuvo efecto en el rendimiento, diámetro de planta, mortalidad ni temperatura del tejido con dosis de 15, 25 y 35 kg/ha.

## **5. RECOMENDACIONES**

- No aplicar arcilla de caolinita en el cultivo de lechuga variedad Locarno en la temporada entre junio y agosto debido a que no se obtuvo ningún efecto en temperatura de tejido, rendimiento, peso por planta, diámetro ni mortalidad.
- Evaluar la aplicación de arcilla de caolinita en época seca o en estructura protegida.
- Realizar un análisis de silicio y aluminio con aplicaciones de arcilla de caolinita en época seca.

## 6. LITERATURA CITADA

- Bartolomé JF.1997. El Caolín: composición, estructura, génesis y aplicaciones. Madrid: Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid; [consultado 2016 nov14]. 36(1): 7-20. <http://boletines.secv.es/upload/111222333.199736007.pdf>
- Cantore V, Pace B, Albrizio R. 2009. Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2): 279-288. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.03.008>
- Chabbal MD, Piccoli AB, Martínez GC, Avanza MM, Mazza SM, Rodríguez, V A. 2014. Aplicaciones de caolín para el control del golpe de sol en mandarina 'okitsu'. *Cultivos Tropicales*. Scielo; [consultado 2017 sept 16]. 35(1): 50-56. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362014000100007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362014000100007&lng=es&tlng=es)
- Ćosić M, Djurović N, Todorović M, Maletić R, Zečević B, Stričević R. 2015. Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of sweet pepper. *Agricultural Water Management*, 159: 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.05.014>
- D'Aquino S, Cocco A, Ortu S, Schirra M. 2011. Effects of kaolin-based particle film to control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) infestations and postharvest decay in citrus and stone fruit. *Crop Protection*, 30(8): 1079-1086. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.03.019>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2014. FAOSTAT Statistics Division [internet]. Roma (Italia); [consultado 2016 oct 01]. <http://faostat.fao.org/>
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2003. Efecto del Surround (kaolinita) en los rendimientos y en el daño de la fruta por quema del sol en el melón chino c.v. Century [internet]. Cortés: FHIA; [consultado 2017 sept 01]. [http://www.fhia.org.hn/downloads/informes\\_tecnicos/it2003hortalizas.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/informes_tecnicos/it2003hortalizas.pdf)
- Glenn DM, Prado E, Erez A, McFerson J, Puterka GJ. 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of the American Society for HortScience*; [consultado 2017 jul 21]. 127(2): 188-193. <http://journal.ashspublications.org/content/127/2/188.full.pdf+html>

- Glenn DM y Puterka GJ. 2005. Particle films: a new technology for agriculture. *Horticultural reviews*, 31(1): -44. doi: 10.1002/9780470650882.ch1
- Glenn DM, Cooley N, Walker R, Clingeleffer P, Shellie K. 2010. Impact of kaolin particle film and water deficit on wine grape water use efficiency and plant water relations. *HortScience*; [consultado 2016 oct 20]. 45(8):1178–1187. <http://hortsci.ashspublications.org/content/45/8/1178.full>
- Jifon JL y Syvertsen JP. 2003. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of ruby red grapefruit leaves. *Journal of the American Society for HortScience*; [consultado 2017 sept 08]. 128(1): 107-112. <http://journal.ashspublications.org/content/128/1/107.full.pdf+html>
- Larentzaki E, Shelton AM, Plate J. 2008. Effect of kaolin particle film on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), oviposition, feeding and development on onions: a lab and field case study. *Crop Protection*, 27(3): 727-734. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.10.005>
- Mielgo AM, Martin JM. 2008. Buenas prácticas en producción ecológica, cultivo de frutales [internet]. Granada (España): Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino; [consultado 2016 nov 15]. [https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/bppe/Cultivo\\_de\\_Frutales\\_tcm7-187415.pdf](https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/bppe/Cultivo_de_Frutales_tcm7-187415.pdf)
- Minervini MG. 2010. Determinación de repuesta de diferentes nutriciones en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y frutilla (*Fragraria* × *ananassa* Duch. Camaros) manejo en suelo e hidroponía [Tesis]. Universidad nacional de Tucumán, Argentina; [consultado 2017 jul 8]. (1):1-18. <http://scail.ct.unt.edu.ar/pubjornadas2010/trabajos/294.pdf>
- Núñez DC, Ramírez A, Restrepo H. 2015. Impact of kaolin particle film and synthetic insecticide applications on whitefly populations *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) and Physiological Attributes in Bean (*Phaseolus vulgaris*) *Crop. HortScience*; [consultado 20 jul 2017]. 50(10): 1503-1508. <http://hortsci.ashspublications.org/content/50/10/1503.full>
- Ortiz RA, Bermúdez A, Valverde J, Volker K, Barrows P. 2013. Aplicación de Surround WP® y Green Sol 70 sobre el crecimiento, desarrollo y producción de banano (*Musa spp.*) [internet] Brasil: Acorbat; [consultado 2017 julio 22]. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Banano/Documentos/005%20%20Documentos%20%20C3%A9nicos/005%20%20D.T%20%20Aplicacion%20de%20Surround%20Wp%20y%20Greensol%2070%20Sobre%20el%20Crecimiento%20de%20Banano.pdf>
- Rosati A, Metcalf SG, Buchner RP, Fulton, AE, Lampinen BD. 2007. Effects of kaolin application on light absorption and distribution, radiation use efficiency and photosynthesis of almond and walnut canopies. *Journal Annals of Botany*, 99(2): 255–263. <http://doi.org/10.1093/aob/mcl252>

- Russo VM, Díaz JC. 2005. Kaolin-based particle film has no effect on physiological measurements, diseases incidence or yield in peppers. HortScience; [consultado 2017 sept 14]. 40(1): 98-101. <http://hortsci.ashspublications.org/content/40/1/98.abstract>
- Santos BM, Stanley CD, Whidden AJ, Donoso TP, Whitaker VM, Ochoa IM, Torres EA. 2012. Improved sustainability through novel water management strategies for strawberry transplant establishment in Florida, United State. Agronomy 2(4): 312-320. doi:10.3390/agronomy2040312
- Shaban NT, Tzvetkova N, Cherkez R, Parvanova P. 2016. Evaluation of response of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to temperature and light stress. Journal Acta Agrobotanica, 69(2):1-9. doi:<http://dx.doi.org/10.5586/aa.1664>
- Sotelo YM, Restrepo H, García A, Ramírez A, Flórez VJ. 2011. Effect of kaolin film particle applications (Surround WP®) and water deficit on physiological characteristics in rose cut plants (*Rose spp.* L.). American Journal of Plant Sciences, 2(03): 354. doi:10.4236/ajps.2011.23040
- Steiman SR, Bittenbender HC, Idol TW. 2007. Analysis of kaolin particle film use and its application on coffee. HortScience; [consultado 2017 jun 20]. 42(7): 1605-1608. <http://hortsci.ashspublications.org/content/42/7/1605.full>