

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**



**“INFLUENCIA DEL ACOLCHADO DE PLÁSTICO DE COLOR  
Y MANTA TÉRMICA EN SANDÍA cv. 'SANTA AMELIA'  
(*Citrullus lanatus* Thunb.)”**

**Presentada por:  
LUIS FELIPE SOLIS ROSAS DÍAZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**Lima - Perú**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**“INFLUENCIA DEL ACOLCHADO DE PLÁSTICO DE COLOR  
Y MANTA TÉRMICA EN SANDÍA cv. 'SANTA AMELIA'  
(*Citrullus lanatus* Thunb.)”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:  
LUIS FELIPE SOLIS ROSAS DÍAZ**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Oscar Loli Figueroa  
**PRESIDENTE**

M.Sc. Andrés Casas Díaz  
**PATROCINADOR**

Dr. Raúl Blas Sevillano  
**MIEMBRO**

Mg.Sc. Gilberto Rodríguez Soto  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme inculcado el amor a Dios, valores y a la tierra.

A mi tío Luis Hernan Solis Rosas Martinez por su gran apoyo y buenos consejos.

A mi abuelo Carlos Porfirio Díaz Ruiz por su ayuda incondicional e inculcarme  
perseverancia.

A mi hermana y demás familia por sus palabras alentadoras y compañía.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mis tutores por su dedicación y criterio al orientarme, a las demás personas por su atención y amabilidad a todo lo referente a mi vida como alumno de maestría de la Universidad Agraria la Molina.

Al ing. Narciso Cardenas Espinoza de quien aprendí mucho en mi vida profesional y por su asesoramiento en la conducción de la tesis en campo.

A la señora Sofía Castillo Torres por su ayuda y orientación en todo el tiempo transcurrido en mis estudios de maestría.

A la Corporación Litec S.A.C. por haberme proveído la manta térmica, material fundamental para el desarrollo la investigación.

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>I. Introducción</b>	1
<b>II. Revisión de literatura</b>	3
2.1 Características del cultivar	3
2.2 Características de los acolchados	4
2.3 Características de la manta térmica	5
2.4 Uso de manta térmica	5
2.5 Usos del acolchado	6
a. Aumento de producción	6
b. Temperatura	7
c. Respecto al color del acolchado	8
d. Ahorro de agua	9
e. Densidad de plantas	10
f. Respecto a la absorción de nutrientes	10
g. Otros	11
<b>III. Materiales y métodos</b>	13
3.1 Localización del ensayo	13
3.2 Características del agua para riego	14
3.3 Características del suelo	15
3.4 Clima	15
3.5 Material vegetal	17
3.6 Acolchado	18
3.7 Manta térmica	18
3.8 Tratamientos evaluados	18

3.9	Aplicación de los tratamientos	18
3.10	Manejo del cultivo	19
3.11	Diseño experimental	20
3.12	Características del área experimental	21
3.13	Variables evaluadas	22
	• Temperatura del suelo (°C)	22
	• Longitud del brote (m)	22
	• Numero de frutos por planta	23
	• Rendimiento total en (Tn ha <sup>-1</sup> )	23
	• Porcentaje del rendimiento por cosecha	23
	• Relación entre las temperaturas del suelo (°C) y el rendimiento (Tn ha <sup>-1</sup> )	23
	• Peso promedio del fruto (kg)	23
	• Largo y ancho del fruto (cm)	24
	• Grados Brix de la pulpa del fruto	24
<b>IV.</b>	<b>Resultados y discusión</b>	<b>25</b>
4.1	Temperatura del suelo	25
4.2	Longitud de brote	28
4.3	Número de frutos por planta	29
4.4	Efecto de la manta térmica en la temperatura del suelo	30
4.5	Rendimiento	33
4.6	Porcentaje del rendimiento por cosecha	35
4.7	Relación entre las temperaturas del suelo y el rendimiento	40
4.8	Peso promedio del fruto	41
4.9	Largo y ancho del fruto	42

4.10 Grados Brix de la pulpa del fruto	43
<b>V. Conclusiones</b>	45
<b>VI. Recomendaciones</b>	46
<b>VII. Referencias bibliográficas</b>	47
<b>VIII. Anexos</b>	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis químico del agua	14
Cuadro 2: Análisis físico - químico del suelo	16
Cuadro 3: Datos meteorológicos entre Enero y Diciembre del 2014	17
Cuadro 4: Tratamientos con acolchado o manta térmica evaluados	18
Cuadro 5: Esquema general del ANOVA (DBCA)	20
Cuadro 6: Temperatura media del suelo (°C) con manta térmica durante 37 días y luego sin ella hasta los 73 días después de trasplante, longitud de brote (m) y número de frutos por planta	26
Cuadro 7: Comparación de la temperatura del suelo (°C) de tratamientos con el mismo color de acolchado con y sin manta térmica utilizando la prueba de T.	31
Cuadro 8: Rendimiento total ( $T_n \text{ ha}^{-1}$ ) y distribución de las cosechas en sandía empleando acolchado y/o manta térmica	34
Cuadro 9: Análisis de la regresión lineal	41
Cuadro 10: Peso promedio (kg), largo (cm) y ancho (cm), relación largo/ancho y solidos solubles (%) en frutos de sandía empleando acolchado y/o manta térmica	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Vista del Fundo San Felipe por Google Earth	13
Figura 2:	Izquierda tratamiento N (Acolchado negro), derecha tratamiento NM (Acolchado negro más manta térmica), 2 días después de retirada la manta térmica, 41 días después de trasplante	32
Figura 3:	Izquierda tratamiento B (Acolchado blanco), derecha tratamiento BM (Acolchado blanco más manta térmica), 2 días después de retirada la manta térmica, 41 días después de trasplante	32
Figura 4:	Izquierda tratamiento T (Acolchado transparente), derecha tratamiento TM (Acolchado transparente más manta térmica), 2 días después de retirada la manta térmica, 41 días después de trasplante	32
Figura 5:	Izquierda tratamiento TES (Testigo), derecha tratamiento M (manta térmica), 2 días después de retirada la manta térmica, 41 días después de trasplante	33
Figura 6:	Distribución de las cosechas en sandía empleando acolchado y/o manta térmica	37
Figura 7:	Izquierda tratamiento N (Acolchado negro), derecha tratamiento NM (Acolchado negro más manta térmica), 59 días después de trasplante	38
Figura 8:	Izquierda tratamiento B (Acolchado blanco), derecha tratamiento BM (Acolchado blanco más manta térmica), 59 días después de trasplante	39

Figura 9: Izquierda tratamiento T (Acolchado transparente), derecha tratamiento TM (Acolchado transparente más manta térmica), 59 días después de trasplante	39
Figura 10: Izquierda tratamiento TES (Testigo), derecha tratamiento M (manta térmica), 59 días después de trasplante	39
Figura 11: Regresión lineal entre la rendimiento y la temperatura del suelo (°C)	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos históricos de la temperatura según SENAMHI. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) desde el mes de Agosto hasta Diciembre del año 2012.	51
Anexo 2: Fecha de las etapas fenológicas y cosecha	53
Anexo 3: Descripción de las labores del cultivo	53
Anexo 4: Unidades totales de fertilización (kg ha <sup>-1</sup> )	54
Anexo 5: Cuadro de aplicaciones foliares y vía sistema de riego	55
Anexo 6: ANVA de la temperatura del suelo (°C) con la manta térmica puesta y para la comparación de medias con la prueba t	57
Anexo 7: ANVA de la temperatura media del suelo (°C) sin manta térmica	57
Anexo 8: ANVA Longitud del brote (m)	57
Anexo 9: ANVA del número de frutos por planta	58

Anexo 10: ANVA del rendimiento total ( $Tn\ ha^{-1}$ )	58
Anexo 11: ANVA del porcentaje de la primera cosecha en base al rendimiento total	58
Anexo 12: ANVA del porcentaje de la segunda cosecha en base al rendimiento total	58
Anexo 13: ANVA del porcentaje de la tercera cosecha en base al rendimiento total	59
Anexo 14: ANVA del porcentaje de la cuarta cosecha en base al rendimiento total	59
Anexo 15: ANVA del porcentaje de la quinta cosecha en base al rendimiento total	59
Anexo 16: ANVA de la relación entre la temperatura del suelo ( $^{\circ}C$ ) con el rendimiento ( $Tn\ ha^{-1}$ )	60
Anexo 17: ANVA del peso promedio del fruto (kg)	60
Anexo 18: ANVA del largo del fruto (cm)	60
Anexo 19: ANVA del ancho del fruto (cm)	60
Anexo 20: ANVA de la relación largo/ancho del fruto	61
Anexo 21: ANVA de los grados Brix de la pulpa del fruto	61
Anexo 22: Análisis económico (ha)	62

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) cv. 'SANTA AMELIA' en Ica empleando acolchado de plástico en varios colores con o sin manta térmica. Los tratamientos evaluados fueron acolchado negro (N), acolchado blanco (B), acolchado transparente (T), acolchado negro más manta térmica (NM), acolchado blanco más manta térmica (BM), acolchado transparente más manta térmica (TM), manta térmica (M), testigo (TES). Se utilizó Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro bloques. Los resultados mostraron que el más alto rendimiento con diferencias significativas se obtuvieron con los tratamientos con acolchados y acolchados en combinación con manta térmica: NM, B, TM y N con 81.37, 75.95, 74.53 y 74.45 Tn ha<sup>-1</sup> respectivamente, muy superiores al TES con 45.27 Tn ha<sup>-1</sup>. En cuanto a la precocidad el tratamiento N obtuvo el 34.75 por ciento en su primera cosecha, resultado similar a los demás tratamientos con acolchado y acolchado en combinación con manta térmica siendo superiores y diferentes significativamente a M y TES con 17.38 y 5.1 por ciento. En cuanto a la relación largo/ancho del fruto, los tratamientos superiores significativamente a los demás fueron NM, BM y TM con 1.36, 1.34 y 1.31 respectivamente.

**Palabras clave:** Acolchado, *Citrullus lanatus*, manta térmica, sandía.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) production cv. 'Santa Amelia' in Ica in response to plastic mulch of different colors with or without thermal blanket. Treatments evaluated were black mulch (N), white mulch (B), transparent mulch (T), black mulch plus thermal blanket (NM), white mulch plus thermal blanket (BM), transparent mulch plus thermal blanket (TM), thermal blanket (M), control (TES). A Randomized Complete Block Design (RCBD) was used, with four blocks. The results showed that the highest performances with significant differences were obtained with mulch treatments and mulches in combination with thermal blanket: NM, B, TM and N with 81.37, 75.95, 74.53 and 74.45 Tn ha<sup>-1</sup> respectively, well above the TES with 45.27 Tn ha<sup>-1</sup>. Regarding precocity the N treatment produced 34.75 percent at first harvest, similar to other treatments with mulches and mulches in combination with thermal blanket which in turn were higher and significantly different to M and TES with 17.38 and 5.1 percent. Regarding fruit length/width relationship, the highest significant values were obtained in NM, BM, TM with 1.36, 1.34 and 1.31 respectively.

**Keywords:** Mulch, *Citrullus lanatus*, thermal blanket and watermelon.

## I. INTRODUCCIÓN

El acolchado en la agricultura resulta ser la separación con material diferente entre la superficie del suelo y la atmósfera, se utiliza para obtener cambios beneficiosos en el ambiente del suelo. Estos pueden ser orgánicos (residuos de cultivos, rastrojos, etc.) o inorgánico como lámina de plástico, gravas, etc. (Acharya et al., 2005). La práctica de acolchado ha sido ampliamente utilizada durante siglos en muchas civilizaciones antiguas. En la región de las Grandes Llanuras de los EE.UU., la cual una vez fue considerada como zona desértica, ha sido convertida en el granero del mundo a través de la adopción de la labranza de conservación, la práctica consiste en dejar residuos de cultivos como rastrojo superficial o acolchado de paja. La idea de utilizar los plásticos como acolchado se originó en Hawái, donde fue utilizado en el cultivo de la piña con un éxito considerable (Acharya et al., 2005). Actualmente esta tecnología ha sido poco estudiada en el Perú.

El problema principal para el desarrollo del cultivo de sandía en la localidad de Ica es el invierno, por su baja temperatura, ya que este factor en general afecta a los cultivos en sus procesos fisiológicos disminuyendo la velocidad de las reacciones enzimáticas. Una disminución de pocos grados produce un cambio significativo en la tasa de crecimiento. Los efectos de la temperatura sobre cada uno de los procesos determinan su efecto global sobre el crecimiento de la planta (Fernández y Johnston, 2006). El cultivo de la sandía es de clima cálido entre 23 y 28 °C para su desarrollo (Agrolanzarote Servicio Insular Agrario, 2012). Si el desarrollo del cultivo de la sandía se produce en

temperaturas más bajas que la citadas limitará el crecimiento de la planta y posteriormente el fruto. Dada las condiciones climáticas en el departamento y provincia de Ica, las temperaturas mínimas en invierno pueden llegar a ser menores a 10 °C, por lo que el desarrollo normal en el cultivo de la sandía se verá limitado, perjudicándolo en calidad, rendimiento y alargando el periodo vegetativo, poniendo en riesgo el acceso a ventanas comerciales.

Este trabajo tuvo por objetivos evaluar el uso de acolchados de diversos colores, manta térmica y la combinación de ambos y su influencia en la temperatura del suelo, rendimiento y la concentración de cosecha en sandía.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Características del Cultivar

El cultivar de sandía ‘Santa Amelia’, es diploide. Planta de buen vigor y excelente polinización. Color de piel rayada en tonalidad de color verde. Peso del fruto entre 11 a 15 kg. Color de pulpa rojo intenso. Precoz (entre 85 – 90 días), alto rendimiento, concentración de cosecha y alto contenido de grados Brix (aproximadamente en 12).

- Clima: Para un desarrollo óptimo, Santa Amelia requiere de temperaturas medias a altas (15°C a 32°C.). Una germinación uniforme se obtiene a temperaturas mayores de 15 °C., para desarrollarse necesita entre 17 a 28 °C., y para madurar entre 14 a 30 °C.
- El fruto del cultivar “Santa Amelia” alcanza su mejor calidad cuando madura a temperaturas mayores a 22 °C.
- Suelos: Se comporta muy bien en suelos arenosos y francos-arenosos, tolerante a suelos ácidos y/o ligeramente alcalinos. En suelos arcillosos las plantas no presentan un desarrollo normal, los frutos son de calidad inferior y se atrasa el cultivo debido fundamentalmente a problemas de drenaje.
- Abejas: Las abejas juegan un papel muy importante en la cuaja de los frutos, por lo que se recomienda poner 6 - 8 colmenas por hectárea al momento de iniciar la floración de flores hembras, manteniéndolas por un mes en el potrero, luego se pueden retirar (Seminis vegetable seeds, 2003).

## **2.2 Características de los acolchados**

El acolchado está hecho de polietileno de alta densidad, con resinas y aditivos de alta calidad que permiten una resistencia a la radiación UV, además de conferirle otras características. Las películas de polietileno evitan el desarrollo de malezas, conservan la humedad del suelo, aíslan la planta y frutos de la humedad, y crean un microclima favorable al desarrollo de la planta, logran un bloqueo de la luz visible y ultravioleta, posee elevada resistencia al rasgado, ruptura y estabilizado para exposiciones según calibre, desde 18 a 24 meses de duración como mínimo (Litec, 2016).

La magnitud del efecto amortiguador de coberturas depende de la calidad, cantidad, duración del material del acolchado, tipo de suelo y las condiciones climáticas. El acolchado influye en el régimen hidrotérmico del suelo influyendo en el balance de radiación, índice de calor, la transferencia de vapor de agua y calor del suelo. Mejora la condición física del suelo por la agregación de este, ayuda a la conservación del agua, retarda la erosión del suelo, mejora el ambiente químico y su actividad biológica. La modificación del microclima del suelo por acolchado favorece la emergencia de plántulas, proliferación de la raíz y suprime la población de malezas. Los acolchados orgánicos añaden nutrientes al suelo cuando se descomponen por microbios, ayuda en la captura de carbono y mejora la productividad de cultivos (Acharya et al., 2005).

Sin embargo, la aplicación indebida de acolchados conduce a la creación de un ambiente anaeróbico bajo situaciones de precipitaciones altas, lo que lleva a la pérdida de nitrógeno a través de la desnitrificación. Pueden causar la infestación de enfermedades y plagas, además algunos materiales son alelopáticos a los cultivos retrasando su crecimiento. Se necesita una adecuada metodología según el sitio, diferentes tipos de suelo, cultivos y

condiciones climáticas para una gestión eficiente del acolchado para lograr una producción sostenible (Acharya et al., 2005).

### **2.3 Características de la manta térmica**

La manta térmica, es una cubierta de polipropileno flotante de tela no tejida, ultraligera y resistente, que sin interferir con el crecimiento de las plantas, permite el paso de la luz solar, el aire y el agua. Por sus características crea un efecto de microclima, el cual conserva mayor humedad y temperatura bajo la cubierta, así favorece el desarrollo del cultivo, logrando incrementos en calidad y rendimiento. En climas templados o fríos, la cubierta protege el cultivo de heladas, al mismo tiempo que adelanta su desarrollo: precocidad. Es importante considerar que es una barrera física, impidiendo el acceso de los insectos, incluyendo aquellos que, como la mosca blanca, pulgones y otros áfidos le pueden transmitir enfermedades virosas (Litec, 2016).

### **2.4 Uso de manta térmica**

Aparte de sus características de crear un micro clima en su interior, son eficientes como anti-áfidos para que estos no puedan hacer contacto con las plantas para alimentarse, lo que se hace es enjaular a las plantas, para evitar que los insectos se alimenten de estas y así evitar la transmisión del virus (Ortiz et al., 2010).

Las cubiertas flotantes de polipropileno (Agribón MR), calibre 17, se usa para cubrir al cultivo al momento de plantarse en campo y se sujeta por los lados con tierra, esto se deja durante 20 a 30 días y luego se retira. Con esto se protege al cultivo de los virus en las primeras etapas de los cultivos, por lo tanto las plantas se hacen más tolerantes a los virus y logran producir casi al 100 por ciento (Ortiz et al., 2010).

## 2.5 Usos del acolchado

### a. Aumento de producción

Los resultados mostraron que el uso de acolchado resultó en un aumento significativo del número de frutos de sandía que cumplían con los parámetros para poder comercializarlas (Wilson et al., 1995). Hubo un mayor rendimiento de sandía en tratamientos con acolchado en comparación de los que no utilizaron acolchado.

En el cultivo de sandía, los incrementos de temperatura en el suelo, influyen en un desarrollo más rápido, en el aumento de la producción, en el aprovechamiento más eficiente del agua, así como en el adelanto de la cosecha (9 a 11 días) de los tratamientos con acolchado de plástico con respecto a sin acolchar (Cenobio et al., 2006). Con acolchado de grava y arena tuvo un efecto significativo en el rendimiento de la sandía (Wang et al., 2014).

En el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) para todos los tratamientos de riego por goteo, el acolchado plástico transparente, acolchado plástico negro y sin acolchado aumentó la producción en 70, 53 y 17 por ciento en comparación con el tratamiento de riego por surcos (Yaghi et al., 2013).

En el cultivo de sandía híbrido Santa Amelia Hernández et al., (2011) reportaron que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con cobertura. La cobertura con la combinación de plástico N/N (negro/negro) logró el mejor rendimiento con 82 434 kg ha<sup>-1</sup>, con un aumento de la producción del 106 por ciento; el tratamiento con la combinación de plástico B/N (blanco/negro) tuvo un rendimiento 67 982 kg ha<sup>-1</sup> con un aumento del 69,9 por ciento; con la cobertura vegetal se obtuvo un rendimiento de 46 812 kg ha<sup>-1</sup> con un aumento del 17 por ciento; mientras que el testigo

sin cobertura tuvo un rendimiento de 39 336 kg ha<sup>-1</sup>, viéndose afectado en -1,6 por ciento con respecto a los tratamientos con acolchado.

Los acolchados de plástico son efectivos para aumentar el total de la cosecha en el cultivo de la sandía (Ibarra et al., 2006). En el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) acolchado más riego por goteo incrementó el rendimiento hasta 39 por ciento (Ibarra et al., 2004).

## **b. Temperatura**

El acolchado de grava en el cultivo de sandía disminuye la conducción de calor desde el suelo durante la noche, lo que reduce la fluctuación de la temperatura del suelo entre el día y la noche, ya que el aire en el espacio poroso limita la conducción térmica en la capa de acolchado. La diferencia en la temperatura del suelo entre 7 y 9 cm de espesor del acolchado de grava era más pequeña que la que existe entre 5 cm y 7 cm de espesor (Wang et al., 2014).

El acolchado negro instalado en estrecho contacto con el suelo en un invernadero sin calefacción aumentó sustancialmente la recuperación de energía y la eficiencia de almacenamiento de calor del suelo, aumentando la temperatura del aire circundante durante un período frío (finales de otoño y el invierno temprano) con respecto a un acolchado transparente y suelo no acolchado. La combinación de acolchado negro más que efecto invernadero parece ser un sistema de calefacción pasiva simple y de bajo costo que puede ser recomendado para las primeras etapas de los ciclos de cultivo a partir de finales de otoño o invierno, como el pepino, el melón y la sandía, cuando el índice de área foliar es pequeña y la mayor parte de la superficie del suelo está libre de vegetación (Bonachela et al., 2012).

En el cultivo de pepino los resultados indicaron que el acolchado de plástico generalmente eleva la temperatura del suelo, el acolchado de plástico transparente levantó la temperatura del suelo en 6.4, 5.9 y 5.6 °C, en la superficie del suelo, a 5 cm y a 10 cm profundidad del suelo respectivamente. El acolchado plástico negro elevó la temperatura del suelo en 3.1, 2.7 y 2.4 °C, respectivamente, en la superficie del suelo y en la mismas profundidades (Yaghi et al, 2013).

### **c. Respecto al color del acolchado**

En el cultivo de la sandía el acolchado de plástico transparente aumentó significativamente la temperatura del suelo, en comparación con el plástico negro. El plástico claro transmite la mayor parte de la radiación solar al suelo, y retarda la pérdida de calor del suelo. Sin embargo, el acolchado negro re-irradia la mayor parte de la energía solar como calor al aire o al suelo (Ibarra et al., 2006).

El color del acolchado también tiene efecto sobre el ataque de áfidos, las plantas cultivadas en acolchado de plástico de color plateado producen rendimientos más altos que las cultivadas en el suelo desnudo. Otros colores (blanco, amarillo y negro) de acolchado de plástico fueron intermedios en sus efectos sobre la población de áfidos y la reducción de la enfermedad ocasionada por virus. Acolchado de plata reflectante más insecticida fueron superiores a otros colores de acolchados de plástico en la reducción de las poblaciones de áfidos. El acolchado de plástico de plata reflectante, con o sin insecticida, dio como resultado el retraso entre 10 a 13 días la aparición de los síntomas de virus de mosaico (Brown et al., 1993).

La capa de grava-arena de 0,10 m utilizadas actualmente por los cultivadores en invernaderos sin calefacción del sur de España parece desempeñar un papel positivo en

relación con el microclima térmico y el ciclo día-noche de almacenamiento de calor del suelo, presentando un comportamiento intermedio entre el acolchado negro y de acolchado transparente (Bonachela et al., 2012).

Hubo un efecto significativo con el uso de las coberturas en el desarrollo fisiológico del cultivo de sandía. El tratamiento que mostró mayor precocidad del material de siembra fue la cobertura con la combinación de plástico N/N (plástico negro/negro), con diferencias estadísticamente significativas con los demás tratamientos, produciendo una cosecha adelantada hasta de 30 días (Hernández et al., 2011).

#### **d. Ahorro de agua**

En el cultivo de sandía bajo riego por goteo, según el color del acolchado en la comparación de medias para la productividad media del agua no hubo diferencias estadísticas pero estos tratamientos con acolchado si fueron superiores estadísticamente a los tratamientos sin acolchar (Cenobio et al., 2006). En el cultivo de tomate, acolchado más riego por goteo ahorraron 1,800 m<sup>3</sup> (8,000 vs. 6,200) con respecto a suelo desnudo (Ibarra et al., 2004).

El acolchado es un método apropiado para reducir el consumo de agua. Diferentes materiales de acolchado (plástico, hormigón y paja) reduce la evapotranspiración en aproximadamente 40 a 90 mm, sin comprometer el rendimiento de fruto (Sun et al., 2012).

En el cultivo de sandía, la evaporación del suelo disminuyó con el aumento del grosor del acolchado de grava, pero no cambió la evapotranspiración. Esto demuestra que la disminución de la evaporación aumento la transpiración del cultivo. En condiciones áridas, el uso de agua para la transpiración aumento el crecimiento del cultivo, a fin de mejorar la producción de cultivos y la eficiencia del uso del agua (Wang et al., 2014).

Acolchado de grava disminuyó significativamente la evaporación de la superficie del suelo. La evaporación aumenta linealmente con el tamaño de la grava. La evaporación se reduce cuando la superficie de grava en el campo de la sandía se acolcha con plástico (Xie et al., 2006).

En el cultivo de pepino el coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) de los valores fueron reducidos en un promedio del 35 por ciento debido al uso de riego por goteo con acolchado. El porcentaje de reducción de consumo de agua fue de 65 por ciento, 64 por ciento y 57 por ciento para el riego por goteo con acolchado transparente, riego por goteo con acolchado negro y riego por goteo sin acolchado, respectivamente, en comparación con el tratamiento riego por surcos o superficie (Yaghi et al, 2013).

#### **e. Densidad de plantas**

Se estudió distintas densidades en el cultivo de sandía con cobertura y sin cobertura, los tratamientos con cobertura aumentaron los rendimientos en todas sus densidades (distintos distanciamientos entre plantas y surcos). Sus efectos sobre el número de frutos y rendimiento por hectárea fueron ligeramente superiores a densidades de siembra más altas (Sanders et al., 1999).

#### **f. Respecto a la absorción de nutrientes**

En las plantas de sandía la extracción N, P, Ca, y Mg se incrementó en 18 por ciento, 16 por ciento, 22 por ciento, y 15 por ciento en el uso de acolchado de plástico negro. La temperatura del suelo se incrementó en promedio 2 °C a 10 cm de profundidad con el uso de este acolchado (Earhart et al., 1991).

En el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), el acolchado de grava y el de plástico no aumentó las emisiones de el N<sub>2</sub>O acumulado, además ambos tratamientos redujeron drásticamente las emisiones de N<sub>2</sub>O debidas al alto rendimiento de masa vegetal en comparación con la del tratamiento sin acolchado. Por otra parte, el tratamiento de plástico fue el más eficaz en la disminución de la emisión de N<sub>2</sub>O que el tratamiento de acolchado de grava. Los resultados también indicaron que una entrada de N fraccionada es esencial para lograr un alto rendimiento y de bajo emisión de N<sub>2</sub>O (Liu et al., 2014).

#### **g. Otros**

Se evaluó el acolchado completo total del área y acolchado sólo en los costados del surco en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), obteniéndose que los tratamientos con acolchado reduzcan la evapotranspiración alrededor de 24.0 a 45.0 por ciento durante la emergencia, luego la evapotranspiración en los tratamientos con acolchado solamente se reducirá en 18.7 por ciento, principalmente debido al rápido aumento foliar en la fase de desarrollo más rápido del cultivo, así como una mayor relación raíz/tallo (Zhao et al., 2014).

En el cultivo de sandía se ha observado que hay un impacto negativo del acolchado reflectante en la población de algunas plagas de insectos como en mosca blanca de la batata (*Bemisia tabaci*). Ningún impacto adverso se observó en dos especies benéficas (un depredador coleópteros y parasitoides himenópteros), esto sugiere una utilidad adicional del uso de mulch reflexivo para la producción sostenible de sandía (Simmons et al., 2010).

Se evaluó el desempeño de cinco acolchados de plástico biodegradables en comparación con el acolchado de polietileno convencional, en la producción de fresa (*Fragaria vesca L.*) Los acolchados de plástico biodegradables tuvieron resultados igualmente buenos

cuando se comparan con el convencional, sin diferencias significativas en la productividad o la calidad (Costa et al., 2014).

Las prácticas de acolchado indujeron grandes cambios en las comunidades de bacterias del suelo y la mejora de rendimiento de la planta en los huertos de manzana. Después de cinco temporadas de cultivo los cambios en las comunidades bacterianas y condiciones físico-químicas del suelo se correlacionaron con el rendimiento de la planta (Chen et al., 2014).

En el cultivo de pepino se reportó que el acolchado de plástico transparente eleva la temperatura del suelo y el de plástico negro es ventajoso para el control de malezas (Yaghi et al., 2013).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del ensayo

La investigación se llevó a cabo en un lote del Fundo “San Felipe” que se encuentra localizada en el km 271 Panamericana sur, distrito Salas, provincia y departamento de Ica, Perú, entre el mes de agosto y diciembre del año 2014, ubicada geográficamente en las coordenadas 13°52'30'' de latitud sur, 75°57'18'' de longitud oeste y con una altitud de 329 metros sobre el nivel del mar. La Figura 1, muestra el lugar del ensayo.



Figura 1: Vista del Fundo San Felipe, la señalización amarilla indica el campo donde se realizó el presente trabajo de investigación.

FUENTE: Google Earth

### 3.2 Características del agua para riego

En el cuadro 1, se muestran los resultados del análisis químico del agua de riego que se utilizó. Se clasifica según su conductividad eléctrica como C4. Su clasificación según el valor del RAS (Relación de Absorción de Sodio) indica que es S1, es decir que se puede usar para el riego, sin peligro de destrucción de la estructura. La dureza del agua es de 1345 ppm, siendo muy dura. El nivel de cloruros es alto. En cuanto a los micro elementos no presenta riesgo de toxicidad ya que están en nivel bajo.

**Cuadro 1: Análisis químico del agua**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
<b>pH</b>	7.92	
<b>C.E</b>	3.56	dS/m
<b>Calcio</b>	22.53	meq/l
<b>Magnesio</b>	4.32	meq/l
<b>Potasio</b>	0.31	meq/l
<b>Sodio</b>	9.31	meq/l
<b>Nitratos</b>	2.9	meq/l
<b>Alcalinidad (CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup>)</b>	0.93	meq/l
<b>Sulfatos</b>	8.51	meq/l
<b>Cloruros</b>	23.82	meq/l
<b>Boro</b>	0.19	ppm
<b>Hierro</b>	<0.05	ppm
<b>Manganeso</b>	<0.05	ppm
<b>Zinc</b>	<0.05	ppm
<b>Cobre</b>	<0.05	ppm
<b>RAS</b>	2.54	
<b>Dureza</b>	1345	ppm

FUENTE: Agriquem (2012)

### **3.3 Características del suelo**

Para la determinación de las características físicas – químicas del suelo del área experimental se obtuvo una muestra compuesta al azar. En el cuadro 2, se muestran los resultados del análisis físico - químico del suelo. Se puede apreciar que el suelo es moderadamente alcalino, ligeramente salino, buen drenaje por ser de textura arenosa. En cuanto a los carbonatos son de nivel medio. Presenta un nivel bajo de fósforo, medio de potasio y nitrógeno nivel bajo. Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) muy bajo y Materia orgánica en un nivel bajo.

### **3.4 Clima**

En el cuadro 3, se muestran los datos climáticos que fueron tomados de una estación meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), ubicada en Villacuri, Latitud 13 52 29.17, longitud 75 56 50.92, altitud 320 metros sobre el nivel del mar, en la región y provincia de Ica, distrito de Salas.

El cultivo de sandía se desarrolla en clima cálido entre 23 y 28 °C para su desarrollo (Agrolanzarote Servicio Insular Agrario, 2012). Por lo tanto el clima en Ica en los meses de Agosto e inicios de setiembre la temperatura no fue la ideal para el cultivo. Siendo la mínima y máxima media mensual del mes de Agosto de 13.8 y 24.5 °C, para Setiembre fue de 13.7 y 25.3 °C y para Octubre fue de 26.4 y 13.9 °C. En Ica se siembra normalmente sandía a partir de mediados de setiembre, por lo tanto si se siembra anteriormente podría tener problemas en su desarrollo si es que no se encuentra una forma de aumentar la temperatura. En el anexo 1 se muestra la data de la temperatura en Ica del año 2012 como referencia.

**Cuadro 2: Análisis físico - químico del suelo**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
<b>Textura</b>		
Arena	90.22	%
Arcilla	6.00	%
Limo	3.78	%
Clase textural	Arena	
Porcentaje de saturación	24.2	%
Carbonato de calcio	1.15	%
C.E (Extracto de saturación)	7.97	dS/m
pH	7.92	
Fosforo disponible	4.58	ppm
Materia orgánica	<0.03	%
Nitrógeno total	<0.0017	%
Potasio disponible	115.54	ppm
<b>Cationes Cambiables</b>		
Calcio	1.54	meq/100
Continuación		
Magnesio	0.59	meq/100
Sodio	0.59	meq/100
Potasio	0.28	meq/100
P.S.I	19.67	%
C.I.C.	3	
<b>Sales solubles</b>		
Cloruro	50.42	meq/100
Sulfato	30.86	meq/100
Nitrato	2.91	meq/100
Carbonato	0	meq/100
Bicarbonato	1.8	meq/100
Calcio	45.05	meq/100
Magnesio	8.76	meq/100
Sodio	31.43	meq/100
Potasio	0.49	meq/100
Boro	2.2	ppm

FUENTE: Valle grande – Instituto rural (2010)

**Cuadro 3: Datos meteorológicos entre Enero y Diciembre del 2014**

Mes	Temperatura (°C)			Horas y decimos de sol total mensual
	Máxima media mensual	Mínima media mensual	Media mensual	
<b>Enero</b>	31.0	18.1	23.1	221.2
<b>Febrero</b>	30.8	18.9	23.4	242.2
<b>Marzo</b>	32.4	20.2	25.4	279.2
<b>Abril</b>	30.3	17.7	24.4	248.6
<b>Mayo</b>	26.5	15.3	22.3	156.2
<b>Junio</b>	24.6	12.4	18.4	242.8
<b>Julio</b>	23.5	11.5	17.5	167.2
<b>Agosto</b>	24.5	13.8	19.2	188.6
<b>Septiembre</b>	25.3	13.7	19.7	199.4
<b>Octubre</b>	26.4	13.9	21.2	234.5
<b>Noviembre</b>	27.4	14.7	21.2	229.6
<b>Diciembre</b>	28.6	16.5	23.3	221.1

FUENTE: Senamhi (2014)

### 3.5 Material Vegetal

El cultivar que se uso fue el híbrido de sandía “Santa Amelia” Presenta un color de piel rayada en tonalidad de color verde. Su peso del fruto varía entre 11 a 15 kg. El color de la pulpa es rojo intenso, su precocidad varía entre 85 – 90 días.

Inicialmente las plántulas se desarrollaron en invernadero. Luego fueron transportadas, y plantadas al campo definitivo a los 45 días después de siembra. La densidad de siembra fue de 3333 plantas/ha. Con un marco de plantación de: 3 metros entre surcos y 1 metro entre plantas.

### 3.6 Acolchado

El acolchado está hecho de polietileno de alta densidad, con resinas y aditivos de alta calidad que permiten una resistencia a la radiación UV. Acolchado de color negro, blanco y transparente tuvieron 2.0 m de ancho para uso en el experimento.

### 3.7 Manta térmica

La manta térmica, es una cubierta de polipropileno flotante de tela no tejida, ultraligera y resistente, que sin interferir con el crecimiento de las plantas, permite el paso de la luz solar, el aire y el agua. La manta térmica tuvo 2.5 m de ancho la cual se usó en el experimento.

### 3.8 Tratamientos evaluados

En el cuadro 4, se resumen los tratamientos evaluados en el presente ensayo.

**Cuadro 4: Tratamientos con acolchado o manta térmica evaluados**

<b>Código</b>	<b>Tratamientos</b>
N	Acolchado negro
B	Acolchado blanco
T	Acolchado transparente
NM	Acolchado negro + manta térmica
BM	Acolchado blanco + manta térmica
TM	Acolchado transparente + manta térmica
M	Manta térmica
TES	Testigo (sin acolchado o manta térmica)

### 3.9 Aplicación de los tratamientos

Luego de la preparación del suelo he instalación de las cintas de riego, los acolchados de plásticos fueron colocados por encima de cada surco y cintas de riego,

enterrando 0.3 metros por cada lado del acolchado para poder fijarlo y pegarlo al suelo. El ancho del acolchado fue de 2.0 metros. Luego de la instalación del acolchado se procedió a hacer los respectivos orificios para sembrar las plántulas. Luego se trasplantó inmediatamente y se procedió a colocar la manta térmica en los tratamientos correspondientes por encima de la plántula enterrándola a 0.3 metros por cada lado para poder fijarla. La manta térmica no se sostuvo por ninguna estructura, posándose sobre la planta y el acolchado. El ancho de la manta térmica fue de 2.5 metros. En el inicio del periodo de floración se procedió a quitar la manta térmica para que las flores sean polinizadas por los insectos (abejas).

### **3.10 Manejo del cultivo**

- Arado en seco
- Gradeo y planchado
- Trazado surcos
- Instalación cintas de riego
- Instalación del Acolchado y perforado
- Riego antes de siembra
- Inmersión plantines
- Trasplante: Se realizó el 08 de agosto del 2014.
- Recalce
- Instalación de la manta térmica
- Revisión de cintas de riego
- Desmalezado
- Cosecha: Fueron 5 y se realizaron a los 80, 84, 90, 97, 118 días después de trasplante.

La fecha y las etapas fenológicas del cultivo se encuentran en el anexo 2. El uso de productos fitosanitarios, dosis, intercalado de materias activas dependió de la evaluación del nivel de la plaga en campo. Las aplicaciones se realizaron con los equipos y vestimentas adecuadas, además se tomó las medidas de seguridad correspondientes después de las aplicaciones fitosanitarias. No se presentaron mayores problemas fitosanitarios ya que las aplicaciones fueron eficientes. Mayores detalles sobre las labores y los insumos utilizados a lo largo del ensayo se encuentran en los anexos 3 al 5.

### 3.11 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones, con ocho unidades experimentales por repetición. Para la comparación de medias se utilizó la prueba Duncan, para comparar el efecto de manta térmica se comparó los tratamientos dentro de un mismo tipo de tratamiento de acolchado, es decir por ejemplo se comparó el tratamiento NM (acolchado negro más manta térmica) con el tratamiento N (acolchado negro) en la cual se utilizó la prueba de T para comparar pares de medias y para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente y las variables independientes se usó el modelo de regresión lineal. En el cuadro 5, se muestra el esquema general de ANOVA (DBCA) del presente ensayo.

**Cuadro 5: Esquema general del ANOVA (DBCA)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
<b>Bloques</b>	3
<b>Tratamientos</b>	7
<b>Error</b>	21
<b>Total</b>	31

El modelo estadístico DBCA que se utilizó es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Observación del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto aleatorio del j-ésimo bloque

$E_{ij}$  = Error experimental

El modelo estadístico para la regresión lineal fue el siguiente:

$$Y = B_0 + B_1 * X + E$$

Y = Variable dependiente

$B_0$  = Término constante (valor de y cuando x y  $B_1$  son cero).

$B_1$  = Parámetro de pendiente en la relación entre X e Y: Es el cambio en Y cuando se multiplica por el cambio en X.

X = Variable Dependiente

E = Término de error o perturbación: factores distintos a X que afectan a Y

Los análisis de variancia del presente experimento se encuentran en el anexo 6 al 21. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS 8.0 y Excel 2010.

### **3.12 Características del área experimental.**

El sistema de riego utilizado fue de alta frecuencia (goteo). Las cintas estuvieron separadas cada tres metros, el distanciamiento entre goteros fue de 0.2 metros, su caudal fue de 2.5 lt hora metro. Pendiente menor a 0.5 metros por cada 100 metros de longitud.

• Numero de camas por parcela	3, distanciadas a 3 metros entre ellos.
• Largo de cada parcela	5 m
• Ancho de cada parcela	9 m
• Largo de cada calle	1 m
• Numero de Bloques	4
• N° de tratamientos	8
• Número de unidades experimentales	32
• Área de la unidad experimental	45 m <sup>2</sup>
• Área del bloque	360 m <sup>2</sup>
• Área neta del experimento	1440 m <sup>2</sup>
• Área total del experimento	1800 m <sup>2</sup>

### 3.13 Variables evaluadas

- **Temperatura del suelo (°C)**

Se tomó este dato utilizando un termómetro digital, se introdujo al suelo el punzón del termómetro en cada cama lateral por unidad experimental, a 15 cm del centro de una planta marcada y a 10 cm de profundidad, las mediciones se realizaron a las 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm, dos veces por semana, luego se obtuvo la media de la temperatura del día por tratamiento.

- **Longitud del brote (m)**

Antes de la cosecha se tomó la longitud de dos plantas (una de la izquierda y una de la derecha de las camas laterales por parcela experimental) desde el cuello hasta el meristema de la guía o tallo rastrero más largo. El instrumento que se utilizó fue una cinta métrica.

- **Número de frutos por planta**

En cada cosecha se tomó el número los frutos de cada cama central por parcela experimental.

- **Rendimiento total ( $Tn\ ha^{-1}$ )**

Se pesó y registro el rendimiento obtenido por cada cosecha de cada parcela experimental.

- **Porcentaje del rendimiento por cosecha**

Se obtuvo y registro el rendimiento de cada cosecha de la cama central por parcela experimental, luego se sacó la media aritmética. En base al rendimiento medio total por tratamiento se obtuvo del porcentaje respectivo de cada cosecha.

- **Relación entre las temperaturas del suelo ( $^{\circ}C$ ) y el rendimiento ( $Tn\ ha^{-1}$ )**

Se estableció una relación entre la temperatura con el rendimiento, para esto se utilizó el promedio de las temperaturas de todas las parcelas experimentales, considerando todas las observaciones de temperatura del experimento (periodo con y sin manta térmica) y se relacionó con el rendimiento.

- **Peso promedio del fruto (kg)**

Se evaluó y registro el peso todos los frutos de la cama central por parcela experimental en cada cosecha. Se usó una balanza digital.

- **Largo y ancho de fruto (cm)**

Se evaluó y registro, la longitud y ancho de todos los frutos de la cama central por parcela experimental en cada cosecha. Se empleó un calibrador.

- **Grados Brix de la pulpa del fruto**

La muestra se tomó de un fruto por parcela experimental en la segunda cosecha de la cama central. El instrumento que se usó para la medición fue el refractómetro.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Temperatura del suelo**

En el cuadro 6, se encuentra la temperatura media del suelo por tratamiento con manta térmica que abarca los primeros 37 días después de trasplante y luego sin ella desde el día 38 hasta el día 73 (7 días antes de cosecha). En el periodo con manta térmica el tratamiento TM con 29.17 °C resulto ser mayor estadísticamente a los demás, el segundo, tercer, cuarto y quinto lugar lo ocuparon los tratamientos T, NM, BM y N con 27.77, 27.32, 26.74 y 25,94 °C, el sexto lugar lo ocuparon los tratamientos M y B con 24.58 y 24.56 °C con temperaturas similares y quedando en último lugar el tratamiento TES con 22.34 °C. En el periodo sin manta térmica el tratamiento T con 27.22 °C obtuvo el primer lugar superando estadísticamente a los demás, el segundo lugar lo ocupó el tratamiento TM con 26.85 °C, en tercer lugar lo ocuparon los tratamientos NM y N con 25.83 y 25.78 °C, en cuarto lugar lo ocuparon los tratamientos B y BM con 25.22 y 25.14 °C y en el último lugar los ocuparon los tratamientos TES y M con 23 y 22.96 °C.

La temperatura del suelo en los tratamientos con la manta térmica hasta los 37 días después de trasplante así como los tratamientos que tuvieron acolchado y la combinación acolchado con manta térmica fueron superiores al testigo esto se debe a que el acolchado negro absorbe la radiación de la luz y el blanco la refleja en mayor medida, el transparente deja pasar la radiación solar. Estos eventos aumentan la temperatura del suelo. La manta térmica tuvo un efecto “invernadero” creando un efecto rebote de la radiación en su interior por lo que aumenta también la temperatura del suelo.

**Cuadro 6: Temperatura media del suelo (°C) con manta térmica durante 37 días y luego sin ella hasta los 73 días después de trasplante, longitud de brote (m) y número de frutos por planta.**

Tratamientos	Temperatura (°C) media				Longitud del brote (m)	Numero de frutos por planta
	del suelo en dos etapas					
	Con manta térmica	Sin manta térmica				
	Días 0 - 37	Días 38 - 73				
<b>N</b>	25.94 e	25.78 c			4.20 a	2.82 a*
<b>B</b>	24.56 f	25.22 d			3.78 b	2.52 b
<b>T</b>	27.77 b	27.22 a			4.02 a	2.41 b
<b>NM</b>	27.32 c	25.83 c			3.68 b	2.57 b
<b>BM</b>	26.74 d	25.14 d			3.73 b	2.23 c
<b>TM</b>	29.17 a	26.85 b			3.67 b	2.53 b
<b>M</b>	24.58 f	22.96 e			3.52 c	2.11 c
<b>TES</b>	22.34 g	23.00 e			3.66 b	1.88 d
<b>C.V (%)</b>	1.03	0.47			6.87	4.97
<b>Promedio</b>	26.05	25.25			3.78	2.38

\*Medias con una letra en común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

C.V. (%): Coeficiente de variación en porcentaje.

Respecto al color del acolchado los tratamientos con acolchado transparente presentaron una mayor temperatura en el suelo, el tratamiento TM con 29.17 °C fue superior al NM con 27.32 °C seguido del BM con 26.74 °C con diferencia estadísticas, esto se repite con los tratamientos que usaron solo acolchado, el tratamiento T con 27.77 °C fue superior al N con 25.94 °C seguido del B con 24.56 °C con diferencias estadísticas, además esto se aprecia mejor cuando se extrae la manta térmica, los tratamientos T y TM con 27.22 y 26.85 °C respectivamente son superiores estadísticamente al NM y N con 25.83 y 25.78 °C respectivamente seguido de B y BM con 25.22 y 25.14 °C con diferencias estadísticas entre

colores de acolchado, por lo tanto la mayor temperatura en el suelo lo genera el acolchado transparente luego el negro y por último el blanco. Esto se debe a que el acolchado transparente deja pasar la radiación solar llegando directamente al suelo y evita que se pierda el calor del suelo, el acolchado negro absorbe la radiación solar lo almacena en calor y lo transfiere al suelo de manera indirecta y el acolchado blanco tiene el mismo principio que el acolchado negro pero este absorbe menor energía solar porque la refleja, por lo tanto su transferencia de calor hacia el suelo es menor. Estos resultados fueron similares a los reportados por Acharya et al., (2005) quien dice que el acolchado influye en el régimen hidrotermal del suelo influyendo en el balance de radiación e índice de calor, también Bonachela et al., (2012) reportaron que el acolchado negro instalado en estrecho contacto con el suelo en un invernadero sin calefacción en los cultivos de pepino, melón, sandía, aumentó sustancialmente la recuperación de energía y la eficiencia de almacenamiento de calor del suelo, aumentando la temperatura del aire, además Earhart et al., (1991) en plantas de sandía con el uso de acolchado negro la temperatura del suelo se incrementó en promedio 2 °C a 10 cm de profundidad.

Los tratamientos TM, T, N, NM obtuvieron resultados similares a Yaghi et al, (2013) los cuales reportaron que en el cultivo de pepino los resultados indicaron que el acolchado de plástico generalmente eleva la temperatura del suelo, mientras que el acolchado de plástico transparente levantó los límites de la temperatura del suelo (6.4, 5.9 y 5.6 °C, respectivamente, medidos en la superficie del suelo), a la profundidad del suelo de 5 cm y en el suelo a 10 cm profundidad. El acolchado plástico negro elevó los límites de la temperatura del suelo (3.1, 2.7 y 2.4) ° C, respectivamente, en la misma profundidad. También Cenobio et al., (2006) menciona que en el cultivo de sandía el plástico claro transmite la mayor parte de la radiación solar al suelo, y retarda la pérdida de calor del

suelo, sin embargo, el acolchado negro re-irradia la mayor parte de la energía solar como calor al aire o al suelo.

Con respecto a acolchados de grava cabe mencionar que Bonachela et al., (2012) menciona que la capa de grava-arena de 0,10 m utilizadas por los invernaderos sin calefacción del sur de España parece desempeñar un papel positivo en relación con el microclima térmico y el ciclo día-noche de almacenamiento de calor del suelo, presentando un comportamiento intermedio entre el acolchado negro y de acolchado transparente además Wang et al., (2014) reportaron que el acolchado de grava en el cultivo de sandía disminuye la conducción de calor desde el suelo durante la noche, lo que reduce la fluctuación de la temperatura del suelo entre el día y la noche, ya que el aire en el espacio poroso limita la conducción térmica en la capa de acolchado.

Cabe recalcar que el acolchado transparente en la investigación tuvo problemas con malezas, mientras que los demás acolchados no, tal como lo recalca Yaghi et al, (2013) quien menciona que el acolchado de plástico transparente eleva la temperatura del suelo y el de plástico negro es ventajoso para el control de malezas.

#### **4.2 Longitud de brote**

En el cuadro 6, respecto a la longitud del brote, se observa que los tratamientos N y T presentaron resultados similares, siendo significativamente superiores a los demás tratamientos con 4.20 y 4.02 m. Los tratamientos con menor longitud con valores similares estadísticamente fueron B, BM, NM, TM y TES con 3.78, 3.73, 3.68, 3.67 y 3.66 m respectivamente. El tratamiento M quedó en último lugar con 3.52 m.

Teniendo en cuenta que los tratamientos que ocuparon el primer lugar en el orden de mérito fueron N y T que no cuentan con manta térmica, además el tratamiento M que

cuenta solo con manta térmica mostro la menor longitud y esta último en el orden de mérito siendo significativamente diferentes a los demás, se puede mencionar que la manta térmica no favorece el incremento de la longitud del brote, esto se puede deber a que el posible incremento de la Temperatura registrada del suelo por el uso de manta térmica no fue suficiente para un mejor crecimiento del brote.

### **4.3 Número de frutos por planta**

En el cuadro 6, respecto al número de frutos por planta, se observa que el tratamiento que ocupó el primer lugar siendo diferente significativamente a los demás fue N con 2.82 frutos por planta, los tratamientos que quedaron en segundo lugar en el orden de mérito fueron NM, TM, B y T, con 2.57, 2.53, 2.52, 2.41, siguiendo en el orden los tratamientos BM y M con 2.23 y 2.11 y el tratamiento que quedó en último lugar fue el TES con 1.88 frutos por planta respectivamente.

Los tratamientos con acolchados y su combinación con manta térmica aumentan el número de frutos por planta. Wilson et al., (1995) reportaron que el uso de acolchado resultó en un aumento significativo del número de frutos de sandía que cumplían con los parámetros para poder comercializarlas. Acharya et al., (2005) reportaron que el uso del acolchado modifica el microclima favoreciendo al cultivo mejorando su productividad. Sanders et al., (1999) reportaron que en el cultivo de sandía los tratamientos con acolchado aumentaron ligeramente el número y el rendimiento por hectárea con respecto a densidades de siembra más alta. El número de frutos por planta está relacionado a una mayor cuaja por parte de la planta además de la masa foliar suficiente para poder mantenerlos, pero para obtener un desarrollo adecuado la planta tiene que tener condiciones favorables para su desarrollo, en este caso la temperatura jugó un papel muy importante, asumiendo que en la época en que se realizó el experimento fue en invierno teniendo temperaturas menores a 10 °C y al

aplicar acolchados y manta térmica elevamos la temperatura del suelo y posiblemente en el ambiente (parte foliar) de la planta dándole condiciones más favorables para la cuaja de frutos.

#### **4.4 Efecto de la manta térmica en la temperatura del suelo**

En el cuadro 7, se muestra la comparación de los tratamientos con manta térmica y sin manta térmica, comparándolo por pares dentro del mismo color de acolchado y también comparando el tratamiento M (con manta térmica) con el tratamiento TES (sin acolchado y sin manta térmica). Los grupos fueron: NM con N, BM con B, TM con T y M con TES de dichas comparaciones los  $t$  calculados ( $t_c$ ) fueron 7.26, 11.46, 7.4 y 11.8 respectivamente, en las cuales en todos los casos los valores fueron mayores a 1.72 ( $t$  tabular) al 95 por ciento de confianza con 21 grados de libertad ( $t(0.95, 21)$ ). Por lo tanto se puede decir que al 95 por ciento de confianza existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. Entonces se puede afirmar que la temperatura media del suelo durante el periodo en el cual estuvo puesta la manta térmica (hasta los 37 días después de trasplante) los tratamientos con manta térmica tuvieron mayor temperatura del suelo en todas las comparaciones independientemente al tipo de acolchado o si no lo tenía (tratamiento NM es mayor al N, BM es mayor al B, TM es mayor al T y M es mayor al TES.)

Al realizar esta prueba estadística solo se prueba que efectivamente la manta térmica influye en la temperatura del suelo aumentándola, esto es por el efecto invernadero al poner la manta térmica encima de la planta. Estos resultados se deben al efecto de microclima que crea, como lo dice Ortiz et al., (2010) que el uso de cubierta de polipropileno flotante de tela no tejida (manta térmica) conserva mayor humedad y temperatura bajo de

esta, así favorece el desarrollo del cultivo. Las figuras 2 al 5, muestran los tratamientos con el mismo color de acolchado, a dos días luego de retirada la manta térmica.

**Cuadro 7: Comparación de la temperatura del suelo (°C) de tratamientos con el mismo color de acolchado con y sin manta térmica utilizando la prueba de T.**

<b>Prueba de T</b>				
<b>Ho</b>	<b>Ha</b>	<b>tc</b>	<b>t (0.95,21)</b>	<b>Criterio de decisión</b>
<b>NM - N = 0</b>	<b>NM - N &gt; 0</b>	7.26	1.72	tc > t(0.95,21)
<b>BM - B = 0</b>	<b>BM - B &gt; 0</b>	11.46	1.72	tc > t(0.95,21)
<b>TM - T = 0</b>	<b>TM - T &gt; 0</b>	7.4	1.72	tc > t(0.95,21)
<b>M - TES = 0</b>	<b>M - TES &gt; 0</b>	11.8	1.72	tc > t(0.95,21)

N= Acolchado negro, B= Acolchado blanco, T= Acolchado transparente, NM= Acolchado negro más manta térmica, BM= Acolchado blanco más manta térmica, TM= Acolchado transparente más manta térmica, M= Manta térmica, TES= Testigo.

Ho: Hipótesis nula, Ha: Hipótesis alternativa, tc: Estadístico de prueba t(0.95,21)= Valor t tabla al 95 por ciento de confianza con 21 grados de libertad.



Figura 2: Izquierda tratamiento N (Acolchado negro), derecha tratamiento NM (Acolchado negro más manta térmica), 2 días después de retirada la manta térmica, 41 días después de trasplante.



Figura 3: Izquierda tratamiento B (Acolchado blanco), derecha tratamiento BM (Acolchado blanco más manta térmica), 2 días después de retirada la manta térmica, 41 días después de trasplante.



Figura 4: Izquierda tratamiento T (Acolchado transparente), derecha tratamiento TM (Acolchado transparente más manta térmica), 2 días después de retirada la manta térmica, 41 días después de trasplante.



Figura 5: Izquierda tratamiento TES (Testigo), derecha tratamiento M (manta térmica), 2 días después de retirada la manta térmica, 41 días después de trasplante.

#### 4.5 Rendimiento

En el cuadro 8, se muestra el rendimiento total, se observa que los tratamientos que ocuparon el primer lugar siendo significativamente diferente a los demás fueron NM, B, TM y N con 81.37, 75.95, 74.53 y 74.45 Tn ha<sup>-1</sup> respectivamente, el siguiente en el orden de mérito es el tratamiento T con 69.72 Tn ha<sup>-1</sup>, luego el tratamiento BM con 63.30 Tn ha<sup>-1</sup> y los tratamientos que quedaron últimos en el orden fueron M y TES con 51.20 y 45.27 Tn ha<sup>-1</sup>.

El cultivo de sandía ve limitado su desarrollo cuando las temperaturas ambientales son bajas. La temperatura media mensual mínima que llegó a registrarse durante el ensayo fue de 13.8 °C en el mes de agosto y para su desarrollo normal el cultivo necesita entre 23 y 28 °C. Los tratamientos que usaron acolchado y su combinación con manta térmica tuvieron rendimientos superiores al testigo y al que solo uso manta térmica, el incremento de producción se debe al aumento de la temperatura del suelo y posiblemente del ambiente, lo que puede aumentar el metabolismo y procesos fisiológicos además de una mejor toma de agua y nutrientes de la planta, resultando en un mejor desarrollo. El tratamiento donde solo se usó manta térmica su rendimiento fue estadísticamente igual al testigo, quizá porque la manta se extrajo en el momento de floración y sus condiciones ambientales se volvieron

igual al testigo, entonces el aumento de temperatura por la manta térmica hasta la floración no fue suficiente para influir en la producción.

**Cuadro 8: Rendimiento total (Tn ha<sup>-1</sup>) y distribución de las cosechas en sandía empleando acolchado y/o manta térmica.**

Tratamientos	Rendimiento (Tn ha <sup>-1</sup> ) (100%)	Porcentaje del rendimiento por cosecha				
		Numero de cosecha				
		1	2	3	4	5
<b>N</b>	74.45 a	34.75 a	9.93 c	11.80 c	37.48 a	6.00 b*
<b>B</b>	75.95 a	25.15 a	40.40 a	6.33 d	14.50 d	13.60 a
<b>T</b>	69.72 b	31.33 a	32.35 a	20.60 b	11.08 e	4.68 b
<b>NM</b>	81.37 a	27.68 a	43.28 a	19.23 b	5.35 f	4.43 b
<b>BM</b>	63.30 c	28.00 a	28.33 b	21.75 b	17.95 c	3.98 b
<b>TM</b>	74.53 a	31.00 a	36.38 a	10.60 d	15.10 d	6.93 b
<b>M</b>	51.20 d	17.38 b	26.03 b	22.35 b	28.55 b	5.68 b
<b>TES</b>	45.27 d	5.10 c	36.20 a	33.05 a	22.83 c	2.83 c
<b>C.V. (%)</b>	8.60	24.30	21.70	30.23	17.65	39.61
<b>Promedio</b>	66.97	25.05	31.61	18.21	19.10	6.01

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

C.V. (%): Coeficiente de variación en porcentaje.

Hernández et al., (2011) reportaron resultados similares a los resultados obtenidos en el presente ensayo logrando 82.43 Tn ha<sup>-1</sup> empleando plástico negro, 67.98 Tn ha<sup>-1</sup> con plástico blanco y 39.34 Tn ha<sup>-1</sup> sin acolchado. También en el cultivo de sandía Ibarra et al., (2006) coinciden en el uso de plásticos son efectivos para aumentar el total de la cosecha además que las temperatura del suelo y aire registradas ayudan a explicar este efecto.

Cenobio et al., (2006) reportaron que en el cultivo de sandía que los tratamientos que usaron acolchado de plástico incrementaron la temperatura del suelo influyendo en un desarrollo más rápido, aumentando la producción, con respecto a los tratamientos sin acolchar.

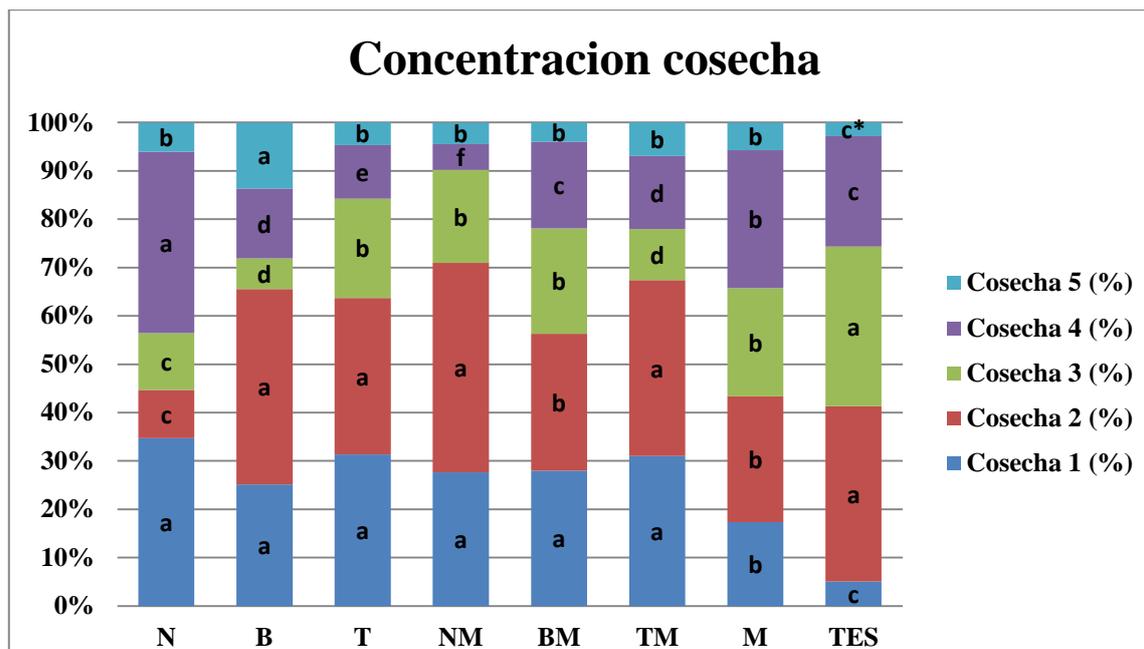
Para poder apreciar el análisis económico del cultivo ver el anexo 22.

#### **4.6 Porcentaje del rendimiento por cosecha**

En el cuadro 8, también muestra el porcentaje de rendimiento por cada cosecha en base al rendimiento total, en la cosecha 1 los tratamientos que ocuparon el primer lugar en el orden de mérito siendo estadísticamente diferentes a los demás fueron N, T, TM, BM, NM y B con 34.75, 31.33, 31.00, 28.00, 27.68 y 25.15 por ciento, siguiendo en el orden de mérito el tratamiento M con 17.38 por ciento y quedando en último lugar el tratamiento TES con 5.1 por ciento. En la cosecha 2 los tratamientos que tienen el mayor porcentaje de la cosecha además de ser estadísticamente superiores a los demás fueron NM, B, TM, TES y T, con 43.28, 40.40, 36.38, 36.20 y 32.35 por ciento, siguiendo en el orden los tratamientos BM y M con 28.33 y 26.03 y el tratamiento último en el orden es el N con 9.93 por ciento. En la cosecha 3 solo un tratamiento quedo en primer lugar siendo superior estadísticamente a los demás el cual es el TES con 33.05 por ciento, siguiendo en el orden los tratamientos M, BM, T y NM, con 22.35, 21.75, 20.60 y 19.23, luego siguen en el orden el tratamiento N con 11.80 por ciento y quedando en último lugar los tratamientos TM y B con 10.60 y 6.33 por ciento. Con los que respecta a la cosecha 4 el tratamiento que quedo en primer lugar siendo diferente estadísticamente a los demás es el N con 37.48 por ciento, siguiendo en el orden de mérito el tratamiento M con 28.55 por ciento, luego siguen en el orden los tratamientos TES y BM con 22.83 y 17.95 por ciento, después de estos tratamientos siguen TM y B con 15.10 y 14.50 por ciento, luego sigue el tratamiento

T con 11.08 por ciento y quedando en último lugar en el orden es el tratamiento NM con 5.35 por ciento. Finalmente en la cosecha 5 el tratamiento B supero estadísticamente al resto con 13.60 por ciento, luego quedando en segundo lugar y con resultados similares se encuentran los tratamientos TM, N, M, T, NM y BM con 6.93, 6.00, 5.68, 4.68, 4.43 y 3.98 por ciento y en último lugar se encuentra el tratamiento TES con 2.83 por ciento. Cabe recalcar que en la cosecha 1 los tratamientos que tienen acolchado y más su combinación con manta térmica fueron superiores estadísticamente al M y al TES.

En la figura 6, se aprecia que los tratamientos con acolchado y acolchado más la combinación con manta térmica fueron los que presentaron mayor precocidad, coincidiendo con Cenobio et al., (2006) según su investigación en el cultivo de sandía los tratamiento con acolchado tuvieron incrementos de temperatura del suelo, influyen en un desarrollo más rápido, así como en el adelanto de la cosecha (9 a 11 días) con respecto a los tratamientos sin acolchar y Hernández et al., (2011) reportaron que en el cultivo de sandía híbrido Santa Amelia el tratamiento con cobertura de plástico negro la cosecha se adelantó hasta 30 días. Además se observa que en la tercera cosecha el tratamiento NM alcanza el 90.18 por ciento del total de su cosecha, entonces el uso de acolchado y manta térmica también influye en la concentración de la cosecha por el incremento de temperatura del suelo, resultando en un aceleramiento metabólico de la planta. El tratamiento TES se encuentra primero en el orden de mérito en la segunda y tercera cosecha, sin embargo esto se debe a su reducido número frutos.



\*Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Duncan.

Figura 6: Distribución de las cosechas en sandía empleando acolchado y/o manta térmica.

El tratamiento M que solamente usó manta térmica solo fue superior al tratamiento TES (testigo sin acolchar y sin manta térmica) coincidiendo con Ortiz et al., (2010) quien dice que por las características de la cubierta de la manta térmica crea un efecto microclima el cual conserva mayor humedad y temperatura bajo la cubierta y logrando incrementos al cultivo en calidad y rendimiento. Sanders et al., (1999) reportaron que en el cultivo de sandía los tratamientos con cobertura aumentaron los rendimientos en todas sus densidades. Acharya et al., (2005) coincide con estos resultados, recalcando que el uso de acolchados mejora la productividad de cultivos. Yaghi et al, (2013) reportaron en el cultivo de pepino para todos los tratamientos con riego por goteo el uso de acolchado de plástico transparente, negro y sin acolchar aumento la producción en 70, 53 y 17 por ciento. Ibarra et al., (2004) reportaron en el cultivo de tomate que el uso del acolchado más uso de riego por goteo incrementó el rendimiento hasta en 39 por ciento.

Además también se tiene que tomar en cuenta el aspecto fitosanitario que según Ortiz et al., (2010) reportaron que el uso de manta térmica es eficiente como anti-afidos para que

estos no puedan hacer contacto con las plantas además de evitar la transmisión de virus al menos mientras la manta esta puesta logrando producir casi al 100 por ciento. Brown et al., (1993) reportaron que el acolchado los colores de plástico blanco, amarillo y negro fueron intermedios sobre la población de áfidos y la reducción de la enfermedad ocasionada por virus, el plástico reflectante retraso de 10 a 13 días los síntomas de la enfermedad.

El aumento de producción también pueda deberse a una mejor absorción de nutrientes por la raíz. Según Earhart et al., (1991) en las plantas de sandía la extracción N, P, Ca, y Mg se incrementó en 18 por ciento, 16 por ciento, 22 por ciento, y 15 por ciento respectivamente, con el uso de acolchado de plástico. Liu et al., (2014) reportaron en el cultivo de maíz que el acolchado de grava y el de plástico redujeron drásticamente el rendimiento de las emisiones de N<sub>2</sub>O con respecto al tratamiento sin acolchar, por otra parte, el tratamiento de plástico fue el más eficaz en la disminución de la emisión de N<sub>2</sub>O que el tratamiento de grava. No solamente el acolchado de plástico incrementa las producciones, según Wang et al., (2014) en el cultivo de sandía el acolchado de grava y arena tuvieron un efecto significativo en la producción de sandía. En las figuras 7 al 10, se muestran los tratamientos con el mismo color de acolchado, con y sin manta térmica a los 59 días después de trasplante.



Figura 7: Izquierda tratamiento N (Acolchado negro), derecha tratamiento NM (Acolchado negro más manta térmica), 59 días después de trasplante.



Figura 8: Izquierda tratamiento B (Acolchado blanco), derecha tratamiento BM (Acolchado blanco más manta térmica), 59 días después de trasplante.



Figura 9: Izquierda tratamiento T (Acolchado transparente), derecha tratamiento TM (Acolchado transparente más manta térmica), 59 días después de trasplante.



Figura 10: Izquierda tratamiento TES (Testigo), derecha tratamiento M (manta térmica), 59 días después de trasplante.

#### 4.7 Relación entre las temperaturas del suelo y el rendimiento

Para tratar de determinar la posible relación entre la temperatura registrada por los diferentes tratamientos en el suelo con los rendimientos obtenidos se procedió a hacer un análisis de regresión lineal donde se relacionó la temperatura del suelo con el rendimiento.

En el cuadro 9, se aprecia la relación entre estas dos variables lo cual explica que definitivamente la temperatura del suelo afecta directamente al rendimiento. Los tratamientos T y TM fueron estadísticamente superiores al resto en la temperatura del suelo pero su rendimiento no fue el superior, quizá porque este tratamiento hizo que salga maleza por debajo de este porque deja pasar la luz al suelo, se desmalezo constantemente levantando el acolchado transparente. Al aumentar la temperatura del suelo posiblemente también aumente la temperatura en la parte foliar de la planta resultando en un mayor desarrollo y rendimiento.

En análisis de regresión lineal entre la temperatura con el rendimiento, la variable X (temperatura) es muy significativo, también el intercepto es significativo, por lo que la siguiente ecuación será:  $Y = B_0 + B_1 * X$

$$B_0 = -74836.00$$

$$B_1 = 5536.43$$

$$X = \text{Temperatura}$$

En la figura 11, se aprecia que por cada grado de temperatura el rendimiento sube en 5.5368 Tn.

**Cuadro 9: Análisis de la regresión lineal**

Variable	Parámetro Estimator	Estandar Error	T value	Pr > t
Intercept	-74.84652	25.18915	-2.97	0.0058
X ( temperatura)	5.53686	0.98133	5.64	<0.0001

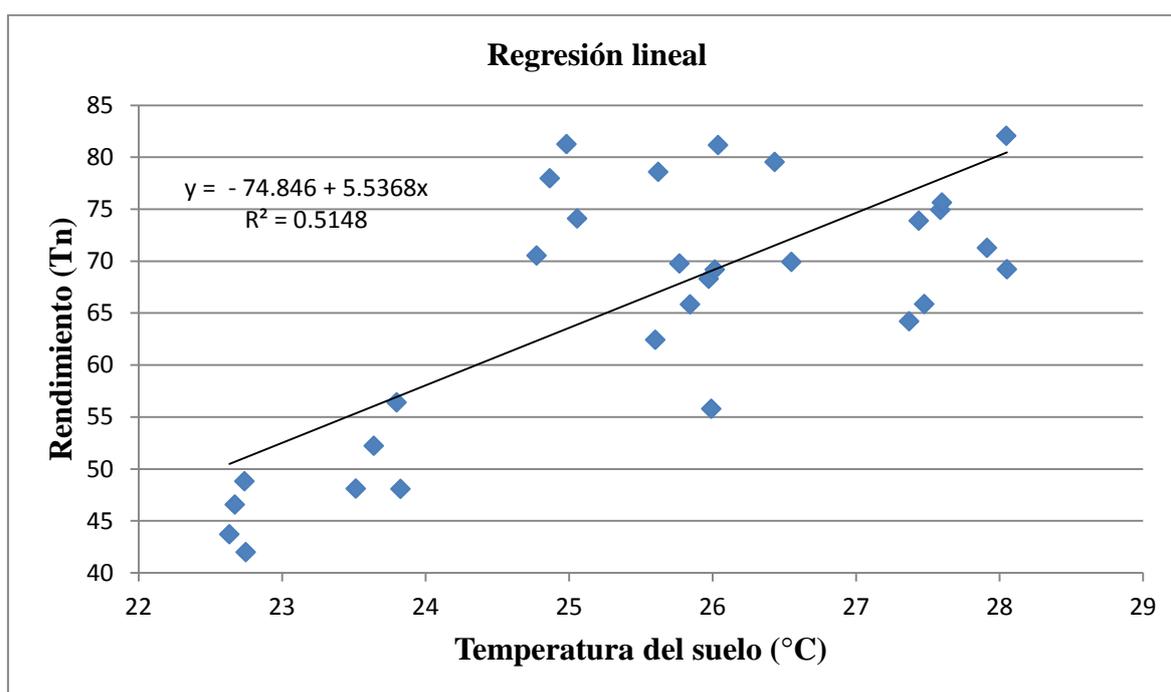


Figura 11: Regresión lineal entre la rendimiento y la temperatura del suelo (°C).

#### 4.8 Peso promedio del fruto

En el cuadro 10, respecto al peso promedio del fruto, se aprecia que los tratamientos que superaron estadísticamente a los demás fueron NM, B y TM, con 9.50, 9.08 y 8.85 kg por fruto respectivamente y los tratamientos T y BM presentaron un peso promedio de fruto de 8.68 y 8.53 kg, el tratamiento N con 7.9 kg por fruto y los frutos menos pesados se observaron en los tratamientos M y TES con 7.28 y 7.2 kg. Cabe mencionar, que los tratamientos con acolchado y su combinación con manta térmica fueron superiores estadísticamente a los pesos promedios por fruta de los tratamientos M y TES.

Estos resultados favorecen a los tratamientos que emplean acolchado coincidiendo con Acharya et al., (2005) quien reporto que mejora la productividad de los cultivos.

**Cuadro 10: Peso promedio (kg), largo (cm) y ancho (cm), relación largo/ancho y solidos solubles (%) en frutos de sandía empleando acolchado y/o manta térmica.**

Tratamientos	Peso promedio (kg)	Calibre (cm)		Relación largo/ancho	°Brix
		Largo	Ancho		
N	7.90 c	30.67 b	24.25 a	1.27 b	11.83 c*
B	9.08 a	31.36 a	24.61 a	1.28 b	12.00 b
T	8.68 b	31.03 a	24.14 a	1.29 b	11.38 d
NM	9.50 a	32.53 a	24.05 a	1.36 a	12.50 a
BM	8.53 b	31.61 a	23.67 a	1.34 a	11.25 e
TM	8.85 a	31.52 a	24.03 a	1.31 a	12.18 a
M	7.28 d	29.39 c	23.15 b	1.27 b	10.50 f
TES	7.20 d	30.28 b	24.11 a	1.26 b	12.68 a
C.V (%)	5.49	3.56	2.48	2.36	2.98
$\bar{X}$	8.38	31.05	24.00	1.29	11.79

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

C.V. (%): Coeficiente de variación en porcentaje.

#### 4.9 Largo y ancho del fruto

En el cuadro 10, se muestra el calibre del fruto tanto en largo y ancho, además la relación largo/ancho que corresponde al dividir el largo sobre al ancho. Se observa que los tratamientos que presentaron mayor longitud de fruto fueron NM, BM, TM, B y T, con 32.53, 31.61, 31.52, 31.36 y 31.03 cm respectivamente y los tratamientos N y TES muestran 30.67 y 30.28 cm de largo respectivamente. La menor longitud lo muestra el tratamiento M con 29.39 cm. Respecto al ancho del fruto los tratamientos con valores similares son B, N, T, TES, NM, TM y BM con 24.61, 24.25, 24.14, 24.11, 24.05, 24.03 y 23.67 cm respectivamente el menor valor inferior estadísticamente lo mostro el tratamiento

M con 23.15 cm. En cuanto a la relación largo/ancho los tratamientos que mostraron una mayor relación significativamente diferente a los demás fueron NM, BM y TM con 1.36, 1.34 y 1.31, los menores valores lo mostraron los tratamientos T, B, M, N y TES con 1.29, 1.28, 1.27, 1.27 y 1.26 respectivamente.

Se observa que los tratamientos que contaron con acolchado y manta térmica NM, BM y TM tuvieron resultados similares, estos tratamientos presentaron los valores más altos en largo y ancho del fruto, además tienen la mayor relación largo/ancho siendo superiores a los demás, este resultado pudo haberse debido al aumento de temperatura por la manta térmica con el acolchado al inicio del cultivo y dio lugar a una mejor polinización. La relación largo/ancho, nos indica la tendencia de la forma del fruto, cuando la relación es mayor a uno la sandía tiende a ser más alargada y a medida que se acerca a uno tiende a ser de forma más circular o redonda. Estas ventajas del uso de la manta térmica lo recalca Ortiz et al., (2010) reportaron que la cubierta flotante (manta térmica) crea un efecto de microclima favoreciendo al desarrollo del cultivo, logrando incrementos en calidad y rendimiento, además de ser eficiente como anti-afidos.

#### **4.10 Grados Brix de la pulpa del fruto**

En el cuadro 10, también muestra el °Brix del centro de la pulpa del fruto, los tratamientos TES, NM y TM son superiores estadísticamente con 12.68, 12.50 y 12.18 grados respectivamente, el tratamiento B muestra 12.00 °Brix y el N con 11.83 °Brix, luego sigue el T con 11.38 °Brix, después el tratamiento BM con 11.25 °Brix y el tratamiento que quedo en el último lugar en el orden de mérito es el M con 10.5 °Brix.

El tratamiento TES se encuentra en el primer lugar en el orden de mérito, sin embargo sin diferencias estadísticas con los tratamientos NM y TM, este mayor valor pudo deberse a

que este tratamiento mostro menos frutos por planta, lo que puede asumirse que tuvo una mayor disponibilidad de azucars para ser derivados a los frutos.

## V. CONCLUSIONES

1. El uso de acolchado con o sin manta térmica incremento el rendimiento en sandía.
2. La temperatura del suelo fue incrementada con el uso de acolchado y/o manta térmica.
3. Con el uso de manta térmica la temperatura del suelo aumenta aún más con o sin acolchado.
4. La cosecha se concentró en respuesta al uso de acolchado con o sin manta térmica.
5. Existió una relación directa entre la temperatura del suelo y el rendimiento.
6. El número de frutos y su peso promedio fue incrementado con el uso de acolchados, manta térmica o combinación de ambos.
7. El empleo de manta térmica con acolchado influyó la forma del fruto haciéndolo más alargado.
8. La longitud del brote principal y °Brix no hubo efecto al usar acolchados y manta térmica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Evaluar el daño por plagas con el empleo de la manta térmica.
2. Usar acolchados en otra estación del año con temperaturas más altas, para probar si su efecto aún sigue siendo positivo para el desarrollo del cultivo.
3. Debido a que su desarrollo varía utilizando acolchados y manta térmica, considerar medir la extracción y curva de absorción de nutrientes en experimentos futuros, además del efecto sobre los microorganismos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Acharya, CL; Hati, KM; Bandyopadhyay, KK. 2005. Mulches. Bhopal, Madhya Pradesh, IN. Elsevier. p. 521.
2. Agrolanzarote servicio insular agrario. 2012. Fichas técnicas de cultivos de Lanzarote. Lanzarote, ES, s.e. 5 p.
3. Bonachela, S; Granados, MR; López, JC; Hernández, J; Magán, JJ; Baeza, EJ; Baille, A. 2012. How plastic coverings affect thermal and radiation microclimate in a greenhouse low cost without heating. Almería, ES. Meteorología Agrícola y Forestal. Tomo 152, p. 65-72.
4. Brown, JE; Dangler, JM; Woods, FM; Tilt, KM; Henshaw, MD; Griffey, WA; West, MS. 1993. Delay in Mosaic Virus Onset and Aphid Vector Reduction in Summer Squash Grown on Reflective Mulches. Estados Unidos. HortScience. p. 895-896.
5. Cenobio, P; Inzunza-Ibarra, MA; Mendoza-Moreno, SF; Sánchez-Cohen, I; Román-López, A. 2006. Acolchado plástico de color en sandía con riego por goteo. Chapingo, MX. TERRA Latinoamericana. V. 24, número 4, p. 515-520.
6. Chen, Y; Wen, X; Sun, Y; Zhang, J; Wu, W; Liao, Y. 2014. Practices padding alter the structure of the soil bacterial community and improve the productivity of the orchard and apple quality after five seasons Growth. Yan'An, CN. HortScience. Tomo 172, p. 248-257.
7. Costa, R; Saraiva, A; Carvalho, L; Duarte, E. 2014. The use of biodegradable mulch films in strawberry crops in Portugal. Ribatejo, PT. HortScience. Tomo 173. P. 65-70.

8. Earhart, DR; Dainello, FJ; Baker, ML. 1991. Yield responses and nutrient uptake of triploid watermelon as affected by fertilizer source, mulch, and row cover. Abstracts of the ASHS southern region 51st annual meeting 26(5): 495.
9. Fernández, G; Johnston, M. 2006. Crecimiento y temperatura. La Serena, CL. Editorial Universidad de La Serena. 28 p.
10. Hernández J, FE; Medina R, C; Hernández O, YK. 2011. Evaluación del híbrido de sandía Santa Amelia (*Citrullus lanatus* Thunb.) en tres tipos de cobertura. Manizales, CO. Agron. p. 54-66. (ISSN 0568-3076).
11. Ibarra-Jiménez, L; Flores, J; Quezada, MR; Zermeño, A. 2004. Acolchado, riego y microtúneles en tomate, Chile Anaheim y Chile Pimiento. Saltillo, Coah., MX. Revista Chapingo. p. 179-187. (Serie Horticultura 10(2)).
12. Ibarra-Jiménez, L; Quezada-Martín, R; Cedeño-Rubalcava, B; Lozano-del Río, AJ; Rosa-Ibarra, M de la. 2006. Watermelon Response to Plastic Mulch and Row Covers. Saltillo, Coah., MX. Europ.J.Hort.Sci. p. 262-266.
13. Litec. 2016a. Acolchado mulch blanco/negro. (en línea). Lima, PE. Corporación Litec S.A.C. 21 de may. 2016. Disponible en <http://www.litecperu.com/wp-content/uploads/2012/06/Acolchado-Mulch-blanco-negro2014.pdf>
14. Litec. 2016b. Manta térmica. (en línea). Lima, PE. Corporación Litec S.A.C. 21 de may. 2016. Disponible en <http://www.litecperu.com/wp-content/uploads/2012/06/Manta-Termica.pdf>.
15. Liu, J; Zhu, L; Luo, S; Bu, L; Chen X; Yue, S; Shiqing, L. 2014. Response nitrous oxide emissions for mulching the soil and nitrogen fertilizer on farmland semi -arid. Meseta de Loess, CN. Agriculture , Ecosystems and Environment. Tomo 188, p. 20-28.

16. Ortiz C, M; Medina T, R; Valdivia B, R; Ortiz C, A; Alvarado C, S; Rodríguez B, JR. 2010. Mosquitas blancas plaga primaria de hortalizas en Nayarit. México, s.e. P.31-40. (ISSN 2007 – 0713).
17. Sanders, DC; Cure, JD; Schultheis, JR. 1999. Yield Response of Watermelon to Planting Density, Planting Pattern, and Polyethylene Mulch. Carolina del Norte, US. HortScience. V. 34 p. 1221–1223.
18. Seminis vegetable seeds. 2003. Sandia Santa Amelia. Buin, Maipo, CL. Semilla SEMINIS Sudamerica S.A. 3 p.
19. Simmons, AM; Kousik, CS; Levi, A; 2010. Combining padded reflective and host plant resistance to sweetpotato whitefly : management (Hemiptera Aleyrodidae ) in watermelon. Charleston, SC., US, Crop Protection. v. 29 número 8, p. 898-902.
20. Sun, H; Shao, L; Liu, X; Miao, W; Chen, S; Xiying, Z. 2012. Determination of water consumption and water-saving potential of three methods in an orchard chopped jujube. Nanpi, jì., CN. European Journal of Agronomy. v. 45, p. 87-95.
21. Wang, Y; Xie, Z; Malhi, SS; Vera, CL; Zhang, Y. 2014. ravel - sand thickness mulch effects on soil temperature , evaporation, water use efficiency and watermelon production in semi-arid Loess Plateau , China. Lanzhou, Gan., CN. Acta Ecológica Sínica. v. 34, número 5, p. 261-265.
22. Wilson, M; Khan, V; Stevens, C. 1995. Influence of several nondegradable mulches and one biodegradable mulch on yield of Crimson Sweet Watermelon. Abstracts of the ASHS Southern Region 55th Annual Meeting 30(3): 427.
23. Xie, Z; Wang, Y; Jiang, W; Wei, X. 2006. Evaporation and evapotranspiration in a field of watermelon mulched with gravel of different sizes in northwest China. Lanzhou, Gan., CN. Water management Agriculture. v. 81, p. 173-184.

24. Yaghi, T; Arslan, A; Naoum, F. 2013. Cucumber ( *Cucumis sativus* L. ) water use efficiency (EUA) under plastic mulch and drip irrigation. Hama, SY. Water management Agriculture. Tomo 128, p. 149-157.
25. Zhao, H; Wang, RY; Ma, BL; Xiong, UC; Qiang, SC; Wang, CL; Liu, CA; Li, FM. 2014. Canto- groove with full plastic film mulching improves the efficiency of water use and tubers potato yields in rainfed semiarid ecosystem. Dingxi, Gan., CN. The Field Crops Research. Tomo 161, p. 137-148.

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1: Datos históricos de la temperatura según SENAMHI. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) desde el mes de Agosto hasta Diciembre del año 2012.**

La estación es la más cercana a la zona en la cual se realizó el experimento.

Los datos meteorológicos del 2013 no están disponibles por avería de la estación.

Estación meteorológica ubicada en:

Departamento: Ica

Provincia: Ica

Distrito: Salas

Latitud: 13° 52' 29.17''

Longitud: 75° 56' 50.92''

Altitud: 430 metros sobre el nivel del mar.

Día del mes	Temperatura (°C)									
	Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
<b>1</b>	22.4	12.3	26.0	13.6	25.2	12.2	28.0	14.5	30.0	17.5
<b>2</b>	22.4	12.7	25.0	10.5	23.9	11.6	25.4	15.0	27.6	16.0
<b>3</b>	24.0	12.4	29.2	11.6	26.0	13.0	22.8	15.2	29.0	16.5
<b>4</b>	22.0	13.0	24.2	12.6	25.9	13.8	25.0	14.5	26.4	16.2
<b>5</b>	23.0	12.5	22.8	14.5	22.0	14.0	28.0	15.0	25.0	18.2
<b>6</b>	26.0	13.2	27.4	14.6	27.0	13.2	26.0	15.5	27.0	16.5
<b>7</b>	27.0	13.5	25.2	10.0	29.2	13.6	24.6	14.0	27.6	17.5
<b>8</b>	23.0	15.5	25.0	12.6	26.2	14.0	27.2	14.5	26.0	17.0
<b>9</b>	22.2	11.6	26.2	12.0	27.6	13.5	26.6	15.0	25.6	16.5
<b>10</b>	22.8	11.2	24.0	12.5	19.2	14.6	26.0	16.6	22.0	18.0
<b>11</b>	24.2	12.0	28.2	12.0	25.0	14.6	26.5	16.8	28.0	16.5
<b>12</b>	23.5	9.0	25.6	13.5	23.2	12.6	24.6	13.0	29.0	17.0
<b>13</b>	22.0	9.6	23.6	14.0	24.8	14.5	25.8	15.0	30.0	15.0
<b>14</b>	25.0	10.5	27.2	13.6	25.0	14.0	26.6	14.6	30.2	17.5
<b>15</b>	24.0	11.2	28.0	14.6	25.9	13.5	25.2	14.5	25.2	16.5
<b>16</b>	22.0	12.0	27.2	14.0	26.9	14.6	27.0	15.0	27.0	18.0
<b>17</b>	25.5	12.0	24.6	15.6	26.0	11.6	28.6	15.5	26.2	16.5
<b>18</b>	24.9	12.5	25.2	15.5	27.8	13.6	27.2	16.2	29.0	20.0
<b>19</b>	23.6	12.0	26.0	15.0	26.0	12.5	25.6	15.0	30.0	18.0
<b>20</b>	23.6	16.0	24.4	13.0	26.6	12.0	28.0	17.0	31.0	18.6
<b>21</b>	24.0	13.6	28.2	11.6	25.4	12.6	26.6	13.5	27.4	16.5
<b>22</b>	24.0	11.0	24.2	12.5	27.9	14.5	22.0	16.5	28.0	18.6
<b>23</b>	26.0	11.6	24.2	12.0	22.0	15.5	27.0	17.5	30.2	18.0
<b>24</b>	23.0	13.0	26.4	11.6	27.0	13.6	26.2	14.0	27.6	16.5
<b>25</b>	22.0	13.2	26.0	10.5	29.0	15.6	25.0	17.0	28.0	18.6
<b>26</b>	26.5	12.0	26.6	13.5	26.9	16.0	27.0	13.5	31.0	19.5
<b>27</b>	25.2	12.6	27.4	15.2	31.0	16.5	29.0	14.5	32.0	19.0
<b>28</b>	22.4	13.6	24.8	15.0	26.0	15.5	23.6	14.2	29.0	18.5
<b>29</b>	23.6	14.0	25.0	14.0	20.9	16.5	29.2	14.0	28.0	18.0
<b>30</b>	22.0	13.2	25.6	13.0	26.6	17.0	29.0	16.5	31.0	17.6
<b>31</b>	23.0	13.5			27.0	14.0			30.6	19.0
<b>Temperatura media</b>	23.7	12.5	25.8	13.1	25.8	14.0	26.3	15.1	28.2	17.5

Máx: Temperatura máxima

Mín: Temperatura mínima

FUENTE: SENAMHI – Oficina de Estadística

## Anexo 2: Fecha de las etapas fenológicas y cosecha

<b>Etapas fenológicas</b>	<b>Fecha</b>	<b>DDT</b>
<b>Trasplante</b>	08/08/2014	0
<b>Crecimiento acelerado</b>	04/09/2014	27
<b>Plena floración, cuaja</b>	16/09/2014	39
<b>Crecimiento acelerado del fruto</b>	06/10/2014	59
<b>Maduración del fruto</b>	15/10/2014	68
<b>Cosecha 1</b>	27/10/2014	80
<b>Cosecha 2</b>	31/10/2014	84
<b>Cosecha 3</b>	06/11/2014	90
<b>Cosecha 4</b>	13/11/2014	97
<b>Cosecha 5</b>	04/12/2014	118

DDT: Días después de trasplante

## Anexo 3: Descripción de las labores del cultivo

- Arado en seco: Consiste en acondicionar la parte superficial del suelo, volteándolo y aireándolo, con la finalidad de que este más blando sin embargo pueden quedar terrones en el campo luego de esta labor.
- Gradeo y planchado: En esencia esta labor es para destruir los terrones de la parte superficial del suelo con el fin de que el suelo quede mullido, aparte este implemento lleva arrastrando un tubo de metal pesado para planchar el suelo.
- Trazado surcos: Sirve solo para marcar el terreno antes de su surcado definitivo. Si se obvia esta labor es posible que los surcos no queden paralelos entre sí.
- Instalación cintas de riego: Se tienden las cintas de riego, luego dar un riego pesado antes de trasplante.
- Instalación del Acolchado: El acolchado se pone en la superficie de las líneas trazadas anteriormente. Para fijarlo a la línea se pone tierra a los costados de este.

- Perforado Acolchado: Se perfora de forma circular el acolchado en donde se plantaran los plantines.
- Riego antes de siembra: Antes de plantar se dará un riego de gran volumen con la finalidad que baje en nivel de salinidad en la superficie del suelo y la humedad sea la adecuada.
- Inmersión plantines: En la solución fungicida y enraizador antes de su trasplante. Se sumerge la bandeja en la solución hasta que esté totalmente mojado el sustrato, después se retira y ya está listo para trasplantarse.
- Trasplante: Los plantines se trasplantan cogiéndolo del sustrato, colocarlo en el hoyo y apretarlo con el suelo con la finalidad de que no queden espacios porosos.
- Corrección del trasplante: Luego de 5 días se trasplanta nuevamente en los lugares en que el plantin plantado anteriormente se encuentra muy débil o se ha muerto.
- Instalación de la manta térmica: Se coloca sobre los plantines recién trasplantados e acolchado. Se asegura poniendo tierra a los costados de la manta.
- Revisión de cintas de riego: Consiste en reparar fugas en las cintas.
- Desmalezado: Esta labor se realiza a los 15 días en el suelo sin acolchar y en el orificio que se hizo en el acolchado.
- Cosecha: Se cosecharan los frutos maduros. Se colocan estos al costado del campo, e inmediatamente se trasladan a sombra.

#### **Anexo 4: Unidades totales de fertilización (kg ha<sup>-1</sup>)**

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	B	Zn	Fe	Mn
250	120	300	50	40	6	5	4	4

Se tomó los nitratos aportados por el agua de riego al 100 por ciento.

**Anexo 5: Cuadro de aplicaciones foliares y vía sistema de riego**

<b>Fecha</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Dirigido:</b>	<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Dosis (ha)</b>	<b>Und</b>	<b>Volumen lt (ha)</b>	<b>pH</b>
08/08/2014	Bio-Regulación de insectos plagas y nemátodos	Suelo, vía Fertirriego	Metarhizium anisopliae y Paecilomyces lilacinus	0.1	kg		
	Rhizoctonia, Fusarium, Sclerotium, Sclerotinia spp, Phythium spp, Rosellinia sp.		Trichoderma harzianum	0.6	kg		
01/09/2014	Fungicida: Oidium	Foliar	Penconazol	0.1	lt	200	
	Biorregulador		Aminoacidos Alcohol Polyglycol ether	0.5	lt		
	Surfactante			0.1	lt		
08/09/2014	Fungicida: Oidium	Foliar	Penconazol	0.1	lt	200	5
	Fungicida: Mildiu		Mancozeb	1	lt		
	Insecticida biológico: Lepidopteros		Bacillus thuringiensis var. kurstaki	0.2	kg		
	Insecticida, acaricida		Aceite vegetal de Soya Alcohol Polyglycol ether	1	lt		
15/09/2014	Estimulante	Suelo, vía Fertirriego	Extractos de algas marinas (Asco phyllum nodosum)	2.5	lt		
	Estimulante		Auxinas	1.25	lt		
	Biorregulador		Aminoacidos	1.25	lt		

Continuación

		Calcio	5	lt		
		Boro	2	lt		
	Nutricional	Boro	2.005	lt		
		Boro	2.01	lt		
22/09/2014		Boro	2.015	lt	500	5
		Boro	2.02	lt		
	Biorregulador	Boro	2.025	lt		
	Biorregulador	Boro	2.03	lt		
	Surfactante	Boro	2.035	lt		
	Insecticida biológico: Lepidopteros	Bacillus thuringiensis var. kurstaki	0.5	kg		
24/09/2014	Insecticida: Lepidopteros, thrips	Carpat	1.35	kg	500	5
	Fungicida: Oidium	Mancozeb	2.5	kg		
	Fungicida: Oidium	Penconazol	0.25	lt		
	Surfactante	Alcohol Polyglycol ether	0.25	lt		
	Insecticida: Lepidopteros, thrips	Carpat	1.35	kg		
06/10/2014	Fungicida: Mildiu	Mancozeb	2.5	lt	500	5
	Fungicida: Oidium	Penconazol	0.25	lt		
	Surfactante	Alcohol Polyglycol ether	0.25	lt		
15/10/2014	Nutricional	Calcio	2.5	lt	500	
		Potasio	2.5	lt		
		Boro	2.5	lt		
		Magnesio	1.25	lt		
		Manganeso	1.25	lt		
		Silicio	0.5	lt		
		Molibdeno	0.25	lt		
	Biorregulador	Aminoacidos	1.25	lt		
	Activador de defensas, nutricional	Fosfito de Potasio	2.5	lt		
	Surfactante	Alcohol Polyglycol ether	0.25	lt		

Continuación

03/11/2014	Insecticida biológico: Lepidopteros	Foliar	Bacillus thuringiensis var. kurstaki	0.6 kg	600	5
	Surfactante		Alcohol Polyglycol ether	0.3 lt		

**Anexo 6: ANVA de la temperatura del suelo (°C) con la manta térmica puesta y para la comparación de medias con la prueba t**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F cal	Sig
<b>Bloques</b>	3	0.16927360	0.05642453	0.78	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	131.73701790	18.81957399	260.47	**
<b>Error</b>	21	1.51728840	0.07225183		
<b>Total</b>	31	133.42357990			

**Anexo 7: ANVA de la temperatura media del suelo (°C) sin manta térmica**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F cal	Sig
<b>Bloques</b>	3	0.03496313	0.01165438	0.83	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	69.64548588	9.94935513	706.13	**
<b>Error</b>	21	0.29588887	0.01408995		
<b>Total</b>	31	69.97633788			

**Anexo 8: ANVA Longitud del brote (m)**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F cal	Sig
<b>Bloques</b>	3	0.82053750	0.27351250	4.05	*
<b>Tratamientos</b>	7	1.36298750	0.19471250	2.88	*
<b>Error</b>	21	1.41756250	0.06750298		
<b>Total</b>	31	3.60108750			

**Anexo 9: ANVA del número de frutos por planta**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	0.114575	0.03819167	2.72	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	2.473000	0.35328571	25.15	**
<b>Error</b>	21	0.295025	0.01404881		
<b>Total</b>	31	2.882600			

**Anexo 10: ANVA del rendimiento total (Tn ha<sup>-1</sup>)**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	74.584063	24.861354	0.75	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	4568.451338	652.635905	19.69	**
<b>Error</b>	21	696.115687	33.148366		
<b>Total</b>	31	5339.151088			

**Anexo 11: ANVA del porcentaje de la primera cosecha en base al rendimiento total**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	0.00553834	0.00184611	0.50	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	0.25655172	0.03665025	9.89	**
<b>Error</b>	21	0.07778591	0.00370409		
<b>Total</b>	31	0.33987597			

**Anexo 12: ANVA del porcentaje de la segunda cosecha en base al rendimiento total**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	0.00576934	0.00192311	0.41	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	0.30795197	0.04399314	9.35	**
<b>Error</b>	21	0.09879341	0.00470445		
<b>Total</b>	31	0.41251472			

**Anexo 13: ANVA del porcentaje de la tercera cosecha en base al rendimiento total**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	0.02006275	0.00668758	2.21	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	0.19875700	0.02839386	9.37	**
<b>Error</b>	21	0.06364975	0.00303094		
<b>Total</b>	31	0.28246950			

**Anexo 14: ANVA del porcentaje de la cuarta cosecha en base al rendimiento total**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	0.00565059	0.00188353	1.66	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	0.29310572	0.04187225	36.82	**
<b>Error</b>	21	0.02388066	0.00113717		
<b>Total</b>	31	0.32263697			

**Anexo 15: ANVA del porcentaje de la quinta cosecha en base al rendimiento total**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	0.00167250	0.00055750	0.98	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	0.03085500	0.00440786	7.77	**
<b>Error</b>	21	0.01190800	0.00056705		
<b>Total</b>	31	0.04443550			

**Anexo 16: ANVA de la relación entre la temperatura del suelo (°C) con el rendimiento (Tn ha<sup>-1</sup>)**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Regresión</b>	1	2748.77230	2748.77230	31.83	**
<b>Error</b>	30	2590.37879	86.34596		
<b>Total</b>	31	5339.15109			
<b>C.V. (%)</b>	13.87				

C.V. (%): Coeficiente de variación.

**Anexo 17: ANVA del peso promedio del fruto (kg)**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	1.2225	0.40750000	1.93	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	19.6400	2.80571429	13.28	**
<b>Error</b>	21	4.4375	0.21130952		
<b>Total</b>	31	25.3000			

**Anexo 18: ANVA del largo del fruto (cm)**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	4.70755938	1.56918646	1.28	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	25.34412188	3.62058884	2.96	*
<b>Error</b>	21	25.68916562	1.22329360		
<b>Total</b>	31	55.74084687			

**Anexo 19: ANVA del ancho del fruto (cm)**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	0.34262500	0.11420833	0.32	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	5.16775000	0.73825000	2.09	N.S
<b>Error</b>	21	7.40897500	0.35280833		
<b>Total</b>	31	12.91935000			

**Anexo 20: ANVA de la relación largo/ancho del fruto**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	0.00590938	0.00196979	2.11	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	0.03452188	0.00493170	5.29	*
<b>Error</b>	21	0.01956563	0.00093170		
<b>Total</b>	31	0.05999688			

**Anexo 21: ANVA de los grados Brix de la pulpa del fruto**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>Sig</b>
<b>Bloques</b>	3	1.1350	0.37833333	3.07	N.S
<b>Tratamientos</b>	7	14.4350	2.06214286	16.75	**
<b>Error</b>	21	2.5850	0.12309524		
<b>Total</b>	31	18.1550			

**Anexo 22: Análisis económico (ha)**

<b>I. Costos de cultivo</b>						
<b>Labores</b>	<b>Jornales</b>		<b>Hora maquina</b>		<b>Costo total S/.</b>	<b>Costo total U.S. \$</b>
	<b>Nº</b>	<b>Costo</b>	<b>Nº</b>	<b>Costo</b>		
<b>Preparación del terreno</b>						
<b>Arado en seco</b>			3.00	80.00	240.00	72.73
<b>Gradeo y planchado</b>			3.00	80.00	240.00	72.73
<b>Trazado surcos</b>	2	47.26			94.51	28.64
<b>Instalación cintas de riego</b>	4	47.26			189.03	57.28
<b>Instalación del Acolchado</b>	2	47.26	2.00	80.00	254.51	77.13
<b>Inmersión plantines (solución estimulante)</b>	0	47.26			0.00	0.00
<b>Perforado Acolchado</b>	6	47.26			283.54	85.92
<b>Trasplante</b>	5	47.26			236.28	71.60
<b>Corrección del trasplante.</b>	2	47.26			94.51	28.64
<b>Instalación del Manta térmica</b>	4	47.26	2.00	80.00	349.03	105.77
<b>Acomodado manta termina</b>	2	47.26			94.51	28.64
<b>Fertirrigación</b>	20	47.26			945.13	286.40
<b>Riegos</b>	5	47.26			236.28	71.60
<b>Revisión de cintas de riego</b>	2	47.26			94.51	28.64
<b>Desmalezado</b>	8	47.26			378.05	114.56
<b>Control fitosanitario y foliares</b>	6	47.26	17.00	80.00	1643.54	498.04
<b>Cortador</b>	3	200			600.00	181.82
<b>Cosecha</b>	40	47.26			1890.25	572.80
<b>Estiba de camiones</b>	6	47.26	3.00	80.00	523.54	158.65
<b>Guardianía</b>	3	47.26			141.77	42.96
<b>Sub total</b>	<b>120</b>		<b>30</b>		<b>8528.9897</b>	<b>2584.54</b>

<b>II. Costos especiales</b>					
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo und S/.</b>	<b>Costo total S/.</b>	<b>Costo total U.S.\$</b>
<b>Plántulas</b>	3.50	Millar	106	371.00	112.42
<b>Semilla</b>	0.66	5 millares	1440	950.40	288.00
<b>Agua</b>	4000	m <sup>3</sup>	0.15	600.00	181.82
<b>Cintas de riego</b>	0.88	rollos	660	682.00	206.67
<b>Sub total</b>				<b>2603.40</b>	<b>788.91</b>
<b>Insecticidas y fungicidas</b>					
<b>Bacillus thruringiensis var. kurstaki</b>	1.30	kg	51.00	66.30	20.09
<b>Metarhizium anisopliae y Paecilomyces lilacinus</b>	0.10	kg	151.00	15.10	4.58
<b>Trichoderma harzianum</b>	0.60	kg	151.50	90.90	27.55
<b>Aceite vegetal de Soya</b>	1.00	lt	16.00	16.00	4.85
<b>Carpat</b>	2.70	kg	40.00	108.00	32.73
<b>Penconazol</b>	0.70	lt	255.00	178.50	54.09
<b>Mancozeb</b>	6.00	lt	25.00	150.00	45.45
<b>Sub total</b>				<b>624.80</b>	<b>189.33</b>
<b>Fertilización foliares y estimulantes</b>					
<b>Calcio</b>	7.5	lt	27.67	207.51	62.88
<b>Boro</b>	4.5	lt	27.67	124.51	37.73
<b>Zinc</b>	2.5	lt	27.67	69.17	20.96
<b>Manganeso</b>	2.5	lt	27.67	69.17	20.96
<b>Potasio</b>	2.5	lt	36.38	90.95	27.56
<b>Magnesio</b>	1.25	lt	27.67	34.58	10.48
<b>Molibdeno</b>	0.5	lt	27.67	13.83	4.19
<b>Silicio</b>	1	lt	27.67	27.67	8.38
<b>Extractos de algas marinas (Ascophyllum nodosum)</b>	3.75	lt	72.20	270.75	82.05
<b>Aminoacidos</b>	4.25	lt	81.00	344.25	104.32
<b>Auxinas</b>	1.25	lt	100.00	125.00	37.88
<b>Alcohol Polyglycol ether</b>	1.5	lt	36.50	54.75	16.59
<b>Sub total</b>				<b>1432.14</b>	<b>433.98</b>

<b>Fertilización suelo</b>					
<b>Nitrato de amonio</b>	0.00	kg	1.38	0.00	0.00
<b>Ácido fosfórico</b>	196.72	kg	4.7	924.58	280.18
<b>Nitrato de Potasio</b>	666.67	kg	3.96	2640.00	800.00
<b>Nitrato de calcio</b>	188.68	kg	2.24	422.64	128.07
<b>Sulfato de Mg</b>	243.90	kg	1	243.90	73.91
<b>Fertibagra</b>	28.57	kg	6.6	188.56	57.14
<b>Sulfato de Zinc</b>	21.74	kg	2.7	58.70	17.79
<b>Sulfato de Fierro</b>	20.00	kg	1.52	30.40	9.21
<b>Sulfato de Manganeso</b>	16.00	kg	4.2	67.20	20.36
<b>Sub total</b>				<b>4575.99</b>	<b>1386.66</b>

<b>III. Gastos Generales</b>		
	<b>S/.</b>	<b>US\$</b>
<b>Gastos Administrativos</b>	300.00	90.91
<b>Transporte</b>	200	60.61
<b>Asesoría técnica</b>	300.00	90.91
<b>Uso del terreno ( depreciación sistema de riego)</b>	1200.00	363.64
<b>Sub total</b>	<b>2000.00</b>	<b>606.06</b>

<b>Resumen costos y gastos</b>		
	<b>S/.</b>	<b>US\$</b>
<b>I. Costos de cultivo</b>	8528.99	2584.54
<b>II. Costos especiales</b>	9236.32	2798.89
<b>III. Gastos generales</b>	2000.00	606.06
<b>Total</b>	<b>19765.31</b>	<b>5989.49</b>

<b>Costo acolchado y manta térmica</b>							
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad acolchado</b>	<b>Cantidad manta térmica</b>	<b>Costo acolchado</b>	<b>Costo manta térmica</b>	<b>Und</b>	<b>Total</b>	
						<b>S/.</b>	<b>US\$</b>
<b>Acolchado negro</b>	6667		0.63	0.42	m <sup>2</sup>	<b>4217</b>	<b>1278</b>
<b>Acolchado blanco</b>	6667		0.73	0.42	m <sup>2</sup>	<b>4889</b>	<b>1481</b>
<b>Acolchado transparente</b>	6667		1.00	0.42	m <sup>2</sup>	<b>6667</b>	<b>2020</b>
<b>Acolchado negro + manta térmica</b>	6667	8333	0.63	0.42	m <sup>2</sup>	<b>7733</b>	<b>2343</b>
<b>Acolchado blanco + manta térmica</b>	6667	8333	0.73	0.42	m <sup>2</sup>	<b>8404</b>	<b>2547</b>
<b>Acolchado transparente + manta térmica</b>	6667	8333	1.00	0.42	m <sup>2</sup>	<b>10182</b>	<b>3085</b>
<b>Manta térmica</b>		8333		0.42	m <sup>2</sup>	<b>3515</b>	<b>1065</b>
<b>Testigo</b>	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>

<b>Costo total tratamiento</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Costo cultivo</b>		<b>Costo acolchado más manta térmica</b>		<b>Total</b>	
	<b>S/.</b>	<b>US\$</b>	<b>S/.</b>	<b>US\$</b>	<b>S/.</b>	<b>US\$</b>
<b>Acolchado negro</b>	19765	5989	4217	1278	<b>23982</b>	<b>7267</b>
<b>Acolchado blanco</b>	19765	5989	4889	1481	<b>24654</b>	<b>7471</b>
<b>Acolchado transparente</b>	19765	5989	6667	2020	<b>26432</b>	<b>8010</b>
<b>Acolchado negro + manta térmica</b>	19765	5989	7733	2343	<b>27498</b>	<b>8333</b>
<b>Acolchado blanco + manta térmica</b>	19765	5989	8404	2547	<b>28170</b>	<b>8536</b>
<b>Acolchado transparente + manta térmica</b>	19765	5989	10182	3085	<b>29947</b>	<b>9075</b>
<b>Manta térmica</b>	19765	5989	3515	1065	<b>23281</b>	<b>7055</b>
<b>Testigo</b>	19765	5989	0	0	<b>19765</b>	<b>5989</b>

### Análisis de rentabilidad

Tratamientos	Precio de venta promedio	Rendimiento (kg)	Ingreso	
	S/.		S/.	US\$
Acolchado negro	0.52	74449	38713	11731
Acolchado blanco	0.52	75950	39494	11968
Acolchado trasparente	0.52	69721	36255	10986
Acolchado negro + manta térmica	0.52	81370	42312	12822
Acolchado blanco + manta térmica	0.52	63300	32916	9975
Acolchado trasparente + manta térmica	0.52	74530	38756	11744
Manta térmica	0.52	51196	26622	8067
Testigo	0.52	45266	23538	7133

Tratamientos	Utilidad		Porcentaje de rentabilidad	Costo / beneficio
	S/.	US\$		
Acolchado negro	14731	4464	61%	1.61
Acolchado blanco	14840	4497	60%	1.60
Acolchado trasparente	9823	2977	37%	1.37
Acolchado negro + manta térmica	14815	4489	54%	1.54
Acolchado blanco + manta térmica	4746	1438	17%	1.17
Acolchado trasparente + manta térmica	8808	2669	29%	1.29
Manta térmica	3341	1012	14%	1.14
Testigo	3773	1143	19%	1.19

