

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE ACOLCHADO (MULCH) SOBRE
VARIABLES ASOCIADAS AL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO EN EL
CULTIVO DE SANDIA (*Citrus lanatus*) EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA,
SANTANDER.**

ÁLVARO HUGO ROA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE ACOLCHADO (MULCH) SOBRE
VARIABLES ASOCIADAS AL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO EN EL
CULTIVO DE SANDIA (*Citrus lanatus*) EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA,
SANTANDER.**

ÁLVARO HUGO ROA

**Anteproyecto de grado para Optar Al Título de Profesional en Producción
Agroindustrial**

Director:

JORGELI LIBARDO PINTO

Ingeniero Agrónomo

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2015

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 13 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 13 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN..... | 14 |
| 1.3. HIPÓTESIS..... | 15 |
| 1.4. OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 15 |
| 2. MARCO DE REFERENCIA | 16 |
| 2.1. MARCO TEÓRICO | 16 |
| 2.1.1 Generalidades del cultivo de patilla o sandía..... | 16 |
| 2.2 MARCO CONTEXTUAL | 20 |
| 2.2.1 Importancia de los acolchados. | 20 |
| 2.2.2 Resultados y avances de las investigaciones con acolchados | 22 |
| 3. DISEÑO METODOLÓGICO | 24 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN | 24 |
| 3.2 LOCALIZACIÓN | 24 |
| 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS | 25 |
| 3.4 MATERIAL VEGETATIVO..... | 27 |
| 3.5 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO | 27 |
| 3.6 VARIABLES EVALUADAS | 30 |
| 3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 32 |
| 3.8 ANÁLISIS ECONÓMICO | 32 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 33 |
| 4.1 EFECTO DE LOS TIPOS DE ACOLCHADO (MULCH) SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PATILLA O..... | 33 |
| 4.1.1 Rendimiento total acumulado del fruto (RETAC)..... | 33 |
| 4.1.2 Numero de frutos por planta (NFPP) | 35 |
| 4.1.3. Peso promedio de frutos (PPF) | 36 |
| 4.2 EFECTO DE LOS TIPOS DE ACOLCHADO (MULCH) SOBRE LOS COMPONENTES DE LA CALIDAD DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE LA PATILLA O SANDÍA..... | 37 |
| 4.2.1 Porcentaje de sólidos totales (°Brix)..... | 38 |
| 4.2.2 Clasificación de la fruta de acuerdo a las exigencias del mercado local | 39 |
| 4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO | 40 |

| | |
|-------------------------|----|
| 5. CONCLUSIONES | 42 |
| 6. RECOMENDACIONES..... | 44 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 45 |
| ANEXOS..... | 47 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Planta de la patilla o sandía..... | 17 |
| Figura 2. Flores y frutos de la patilla o sandía. | 18 |
| Figura 3. Tipo de acolchados..... | 22 |
| Figura 4. Localización GEE “El Hangar”. Municipio de Piedecuesta Santander. | 24 |
| Figura 5. Diagrama teórico de campo..... | 26 |
| Figura 6. Disposición de los acolchados y plantas sobre los surcos de cultivo. | 27 |
| Figura 7. Preparación lote para siembra experimento | 28 |
| Figura 8. Plantas de sandía en acolchado plástico, acolchado orgánico y testigo comercial. | 29 |
| Figura 9. Balanza digital tipo laboratorio..... | 30 |
| Figura 10. Cosecha en el tratamiento acolchado plástico doble faz plateado/negro..... | 31 |
| Figura 11. Refractómetro óptico. | 32 |
| Figura 12. Rendimiento promedio total acumulado del cultivo de sandía para los tratamientos estudiado | 35 |
| Figura 13. Numero promedio de frutos por planta para los tratamientos estudiados. | 36 |
| Figura 14. Peso promedio de los frutos para los tratamientos estudiados. | 37 |
| Figura 15. Porcentaje de solidos solubles (°Brix) de los frutos en los tratamientos estudiados. | 39 |
| Figura 16. Porcentaje para las categorías de fruto de acuerdo a su calibre. | 40 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Descripción de los Tratamientos..... | 26 |
| Tabla 2. Cuadrados medios del análisis de varianza para los diferentes componentes del rendimiento en los tratamientos estudiados. GEE “El Hangar”. Piedecuesta, Santander, 2014. | 33 |
| Tabla 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para los componentes de la calidad de los frutos, en los tratamientos estudiados. GEE “El Hangar”. Piedecuesta, Santander. 2014 | 38 |
| Tabla 4. Análisis económico (beneficio/costo) de los tratamientos estudiados | 41 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|-------------------------------------|-------------|
| ANEXO A. Análisis de varianza | 47 |

RESUMEN

TÍTULO: EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE ACOLCHADO (MULCH) SOBRE VARIABLES ASOCIADAS AL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrus lanatus*) EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA, SANTANDER

AUTOR: ÁLVARO HUGO ROA**

PALABRAS CLAVES: Sandía, acolchado plástico, acolchado orgánico, rendimiento, calidad.

DESCRIPCIÓN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar dos tipos de cubierta de suelo (acolchado o mulch), en las variables rendimiento y calidad de los frutos en el cultivo de sandía variedad Ponny Red. Los tipos de acolchado evaluados fueron: plástico plateado/ negro y residuos de pasto estrella. El estudio se realizó en la Granja Educativa Experimental "El Hangar" de propiedad de la Universidad Industrial de Santander, municipio de Piedecuesta, departamento de Santander. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones, para un total de 9 unidades experimentales. Los componentes de las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta y peso promedio del fruto para rendimiento, porcentaje de sólidos solubles (Brix) y calibre frutos clasificados en primera, segunda, tercera y descarte para la calidad. Se realizó además un análisis económico (beneficio/costo) para determinar el mejor tratamiento. Los resultados obtenidos indican que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas para las variables en estudio y sus componentes. Se encontró que el mejor tratamiento fue el acolchado plástico plateado/negro para la variable rendimiento con valores que superan al tratamiento acolchado orgánico en un 30.72% y al tratamiento testigo comercial (suelo desnudo) en un 14.13%. De igual forma en la variable calidad de los frutos, el tratamiento acolchado plástico plateado/negro el que presenta los mayores valores de grados Brix con 12.11, al compararlo con el tratamiento acolchado orgánico con 11.38° y el testigo comercial con 11.28°. En relación con el calibre de los frutos, el acolchado plástico presenta la mayor cantidad de fruta apta para comercializar superando al acolchado orgánico en el 9.61% y al testigo comercial el 11.53%. Las pérdidas por descarte son superiores en el testigo comercial con el 22.84% de fruta no comercial al compararlo con el tratamiento acolchado orgánico con el 21.15% y el tratamiento acolchado plástico que tuvo solamente el 12.78%. Desde el punto de vista económico el tratamiento con acolchado plástico doble faz plateado/negro presenta la mayor rentabilidad con el 1.30%.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa Tecnología y Producción Agroindustrial. Director: Jorgeli Libardo Pinto, Ingeniero Agrónomo

ABSTRACT

TITLE: Evaluation of two types of padding (MULCH) on VARIABLES associated with performance and quality of the fruit in the CULTIVATION of watermelon (*Citrus lanatus*) in the municipality of PIEDECUESTA, SANTANDER

AUTHOR: ALVARO HUGO ROA **

KEYWORDS: Watermelon, padded plastic, organic mulch, yield, quality.

DESCRIPTION

The objective of the present study was to assess two types of cover (upholstery or mulch), soil in the variable performance and quality of fruits in watermelon crop variety Ponny network. Padding types evaluated were: plastic silver / black and grass residues star. The study was conducted in the Experimental educational farm "The Hangar" owned by the Universidad Industrial de Santander, municipality of Piedecuesta, Santander Department. The experimental design used was blocks at random with three treatments and three replications for a total of 9 experimental units. The components of the variables evaluated were: number of fruits per plant and weight average of the fruit yield, percentage of soluble solids (Brix) and caliber fruit classified in first, second, third and discard for the quality. In addition an economic analysis (benefit/cost) was conducted to determine the best treatment. The results obtained indicate that highly significant statistical differences for the variables in study and its components are. We found that the best treatment was plastic silver/black padding for the variable performance with values exceeding organic padding treatment in a 30.72% and the commercial control treatment (bare soil) in a 14.13%. In the same way in the variable quality of the fruits, silver/black plastic padding treatment which presents the highest Brix degrees with 12.11 values, when compared with the organic padding treatment with 11.38 and the commercial control with 11.28. In relation to the caliber of the fruits, the plastic padding presents the most suitable to market fruit beating organic padding in the 9.61% and the commercial control the 11.53%. Losses on disposal are superior in the commercial control with the 22.84% fruit not shopping to compare it with organic padding treatment to the 21.15% and plastic padding treatment that had only the 12.78%. From the economic point of view the treatment with padded plastic double sided plated/black presents greater profitability with the 1.30%.

* Degree work

** Institute of Regional and Projection Distance Education. Production Technology and Agribusiness program. Director: Jorgeli Libardo Pinto, Agronomist

INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrus lanatus*) ha venido convirtiéndose en un renglón de importancia económica y social, en muchos países del continente Americano en razón a la gran demanda que se tiene de la fruta en los mercados regionales, nacionales e internacionales, lo que ha originado el incremento de áreas de siembra y el uso de suelos considerados marginales para el cultivo, debido a las condiciones climáticas adversas. Por lo tanto es importante explorar en aspectos relacionados con el crecimiento y desarrollo de la planta especialmente en la etapa de formación de los frutos, para optimizar la calidad y rendimiento del cultivo.

En Colombia y específicamente en el departamento de Santander, la sandía es un renglón fuente de empleo y de ingresos de las familias campesinas ubicadas en las regiones áridas y semiáridas donde la agricultura es altamente riesgosa y costosa principalmente por las condiciones agroecológicas que condicionan la aridez. Esta situación crea la necesidad de buscar alternativas que permitan mejorar las condiciones de cultivo para tener mejores producciones y alta rentabilidad.

El uso de acolchados (mulch o mantillo) plásticos y orgánicos es una práctica muy utilizada en melón, tomate, calabacita, sandía y otras hortalizas que ha mostrado beneficios directos como es el incremento de los rendimientos, la precocidad, el mejoramiento de la calidad de los frutos debido a que no hay contacto de estos con el suelo y por lo tanto no se manchan ni se pudren. Además, de estos beneficios directos con el uso del acolchado se aprovecha mejor el agua y fertilizantes aplicados y se evita la presencia de malezas cerca de la planta que son competencia para el cultivo.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se diseñó este trabajo cuyo objetivo primordial fue evaluar el efecto de dos tipos de acolchado, teniendo como testigo la forma convencional de cultivo realizada por el agricultor, sobre variables asociadas al rendimiento y calidad del fruto de la sandía, cuyos resultados se presentan a continuación.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo de la agricultura moderna y competitiva está basada en el uso de principios agroecológicos que permitan involucrar aspectos de orden social y tecnológico de fácil adaptación y muy económicas para su aplicación. Es así como la tendencia actual de los agricultores es obtener mejores producciones acomodadas a las exigencias del consumidor en cuanto a calidad e inocuidad.

En el departamento de Santander existen varias zonas que reúnen las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de sandía, cuya producción puede abrir mercados de exportación hacia países como Estados Unidos, China y Alemania que demandan alrededor del 48% de la producción mundial (FAO, 2005). El consumo estimado de sandía en el país durante el año 2004 fue de 93.731 ton, con una producción de 91.098 ton, evidenciando una demanda que no se compensa y falta volumen de producción.¹

Aunque el área destinada a la producción es relativamente pequeña al ser comparada con otros cultivos. Estudios realizados en las regiones productoras del departamento reportan que en el cultivo es relativamente poca la inversión y en la tecnología de producción se desconoce las diferentes técnicas de manejo relacionadas con el empleo de coberturas, acochados o mulch que pueden optimizar los recursos según se ha visto otros lugares del país donde con su uso se ha duplicado la producción.

En la actualidad se ha incrementado el uso de herbicidas en la producción de sandía en el departamento, desplazando poco a poco otras técnicas de tipo cultural y físico para el control de arvenses nocivas lo que ha traído problemas de fito-toxicidad. También como el cultivo es de periodo vegetativo corto e intenso en sus rotaciones favorece que los herbicidas aplicados en un cultivo sigan activos en el siguiente, sobre el que pueden producir daños.

De otra parte las áreas de producción de la sandía están cercanas a lugares con el nivel freático muy superficial y a fuentes de agua y ríos, por lo que agrava el problema medio ambiental por el uso de estos herbicidas en el cultivo. Además,

¹ AGRONET. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Evaluaciones Agropecuarias. Corporación Colombiana Internacional. 2006. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/>

como el producto que se consume es el fruto en forma directa sin ningún tipo de procesamiento, origina una presión por parte de los consumidores que no desean encontrar residuos de productos fitosanitarios en el producto.

Estos aspectos al igual que otros, crean obstáculos e incluso temor al uso de los herbicidas y otros plaguicidas, aumentando el interés general por los métodos de manejo de los cultivos hortícolas con técnicas menos peligrosas para la nutrición, el control de arvenses, insectos plagas y enfermedades en el cultivo.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El productor de patilla requiere mayor rendimiento y calidad en el fruto, a menores costos, Actualmente se están implementando varias herramientas técnicas que permiten diferenciar el rendimiento y la calidad del fruto de la sandía en condiciones más orgánicas que las convencionales, siendo el cubrimiento del suelo con acolchados sea plástico u orgánico una alternativa de solución a la problemática de producción y calidad para encontrar en el corto y mediano plazo la combinación económica y social más rentable y ecológicamente sustentable.

La producción de Patilla o sandía en el departamento de Santander ha venido creciendo en la región del Magdalena Medio pero aun así es insignificante debido a que se ve limitada por muchos factores de tipo climático, edafológico y económico, como la falta de agua, suelos pobres y elevada evapotranspiración que limitan la producción, es por ello que la tendencia de utilizar la técnica de los acolchados (mulch, coberturas) ha venido en aumento.

El trabajo aporta conocimiento técnico al evaluar dos tipos de acolchado (plástico y orgánico) y su adaptabilidad a las condiciones de la región que permiten verificar la ventaja comparativa de estas dos metodologías sobre la forma tradicional de cultivar patilla lo que garantiza la producción de alimentos sanos sin alterar el ecosistema en el departamento de Santander.

Desde el valor técnico aporta a profesionales, docentes, productores nuevos conocimientos sobre el cultivo de sandía y nuevas recomendaciones para su desarrollo en el departamento de Santander y desde el punto de vista profesional el poder aplicar los conocimientos adquiridos a través de la estadía en el claustro Universitario.

1.3. HIPÓTESIS

Ho: Todos los tratamientos estudiados son iguales en cuanto al rendimiento y calidad de la los frutos en el cultivo de sandía, en la Granja Educativa Experimental UIS “El Hangar”, municipio de Piedecuesta, Santander.

Ha: Al menos uno de los tratamientos estudiados son diferentes en cuanto al rendimiento y calidad de la los frutos en el cultivo de sandía, en la Granja Educativa Experimental UIS “El Hangar”, municipio de Piedecuesta, Santander.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general. Evaluar el efecto de los tipos de acolchado (mulch) cuando se utilizan como cobertura del suelo, sobre variables asociadas al rendimiento y calidad del fruto en el cultivo de patilla o sandia., en la Granja Educativa Experimental UIS “El Hangar”, municipio de Piedecuesta, Santander.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Determinar el efecto de los tipos de acolchado (mulch) cuando se utilizan como cobertura del suelo, sobre variables asociadas al rendimiento del cultivo de patilla o sandía, en el sitio en estudio.
- Determinar el efecto de los tipos de acolchado (mulch) cuando se utilizan como cobertura del suelo, sobre variables asociadas a la calidad del fruto del cultivo de patilla o sandía, en el sitio en estudio
- Valorar económicamente (relación beneficio/costo) de los tipos de acolchado (mulch) ensayados.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1 Generalidades del cultivo de patilla o sandía

Origen e Historia de la sandía.

La sandía tiene su origen en el desierto de Kalahari en el continente africano, donde aún hoy en día crece de forma silvestre. Pero los primeros vestigios de su cultivo se encontraron concretamente en Egipto y datan del 3.000 a.C. Las fértiles márgenes del río Nilo fueron sin duda una de las zonas donde se expandió el cultivo de esta fruta, ayudando en la producción el agua del río y el clima cálido de estas latitudes. Desde aquí, ascendiendo el Nilo, llegó hasta el Mar Mediterráneo y se comercializó en los países ribereños como Italia, Grecia, o España. Desde las costas del mediterráneo fue traída al continente Americano por esclavos, aunque también se sabe que los colonizadores Europeos la trajeron con ellos. La especie se ha extendido por todo el mundo y se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Aunque el uso predominante de la sandía es para consumir su fruto succulento, en China y otras regiones del medio oriente se cultivan y mejoran variedades para consumir su semilla.²

Taxonomía y morfología

La clasificación taxonómica de la patilla o sandía según INFOAGRO, es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida, Dilleniidae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae, Cucurbitoideae

Tribu: Benincaseae, Benincasinae

Género: *Citrullus*

Especie: *C. lanatus* (Thunb)

Sinonimos: *C. Vulgaris* y *Colocynthis citrullus*.

² González Ramírez, J. y L. J. Poveda Álvarez. Cucurbitaceae. En: Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. 5. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds.). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 2010. 119: 137–181

Características botánicas

Descripción.

Es una planta herbácea, anual, monoica (con flores masculinas y femeninas separadas), El sistema radicular es amplio y superficial, aunque la raíz principal puede llegar a gran profundidad. Los tallos son largos, delgados y rastreros. Están recubiertos por pelos, tienen zarcillos y pueden alcanzar una longitud entre 4 a 6 metros (Figura 1).

Figura 1. Planta de la patilla o sandía



Las hojas son grandes, pecioladas divididas en 3 a 5 lóbulos; son suaves al tacto en el haz y áspero con nervaduras pronunciadas en el envés. Las flores son de color amarillo formadas por 5 pétalos que están unidos en su base y corola de simetría regular, siempre aparecen solitarias en las axilas. El fruto es de forma globosa con un peso que varía entre 2 y 20 kilogramos; el color de la corteza es variable entre verde, verde claro, amarillo que van desde el verde oscuro al verde claro y con manchas intercaladas. De igual forma, la pulpa puede ser de color rojo, rosado o amarillo (Figura 2).

Figura 2. Flores y frutos de la patilla o sandía.



Clima.

El desarrollo óptimo lo alcanza a altas temperaturas, temperaturas promedio mayores a 21 °C con óptimas de 35 °C y máxima de 40 °C. La humedad relativa del aire óptima es del 50 % al 60 %y requiere alrededor de 10 horas luz al día.

Suelos.

Prospera en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los profundos, de textura franca, bien drenados y ricos en materia orgánica. Catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, siendo su pH óptimo entre 5.5 y 6.8; en lo que se refiere a la salinidad, se reporta como medianamente tolerante.

Siembra.

Se utiliza generalmente la siembra directa, aunque también el trasplante se realiza con mucha efectividad en prendimiento en campo, siempre y cuando se utilicen bandejas de plástico o polietileno de 72 a 128 cavidades debido a su amplio sistema de raíces. Se trasplanta cuando las plántulas tienen de 2 a 3 hojas verdaderas. En la patilla o sandía se obtienen poblaciones de 1.100 a 1.600 plantas por hectárea.

Elección del material vegetal de siembra.

Para seleccionar el material de siembra, se deben tomar en cuenta algunos criterios:

- Exigencias de los mercados de destino.

- Características de la variedad comercial, dentro de las que podemos tomar en cuenta las siguientes: el vigor de la planta, las características del fruto, resistencias a enfermedades, etc.
- Ciclos de cultivo y alternancia con otros cultivos.

Variedades de sandía

Según el siguiente cuadro las variedades de sandía se pueden clasificar:

| Forma | Color cáscara | Tipo |
|------------------|---------------------------------|-----------------|
| De forma larga | Cáscara gris | Charleston Gray |
| | Cáscara verde con venas oscuras | Jubilee |
| | Cáscara verde con venas oscuras | Crimson Sweet |
| De forma oblonga | Cáscara verde | Peacock |
| De forma redonda | Cáscara verde | Sugar Baby. |

Cosecha.

La cosecha deberá realizarse cuando el fruto esté completamente maduro. Cuando es tiempo de cosecha se marchita el zarcillo más próximo al área de contacto entre la fruta y el pedúnculo. En la mayor parte de los cultivos, la primera cosecha se realiza a los 85 días después de germinadas las semillas; se puede tomar en cuenta el sonido que debe ser seco y hueco cuando se golpea con la palma de la mano, el color del fruto que también es indicador de maduración del fruto. Adicionalmente, los vellos del péndulo caen y este se pone más delgado. Finalmente, el fruto cubre de un polvo blanquecino. Es recomendable realizar la cosecha temprano dejando una porción del péndulo al fruto de aproximadamente 5 cm para evitar que penetren patógenos a la pulpa. Luego se procederá al manejo post cosecha, en donde se clasificarán a los frutos para comercialización, que deben estar libres de daños por insectos y enfermedades, sin lesiones físicas, contener el azúcar adecuada y pulpa roja Intensa (INFOAGRO).

Calidad.

Los frutos deben ser simétricos y uniformes y la apariencia de la superficie cerosa y brillante. No deben presentar cicatrices, quemaduras de sol, heridas por el transporte, áreas sucias u otros defectos de la superficie. Tampoco evidencias de magullamiento.

Los films plásticos, al actuar de barrera de separación entre el suelo y la parte aérea, evita que los frutos estén en contacto directo con la tierra, proporcionando mayor calidad y presentación. Mejoran la sanidad, la limpieza y el tamaño de fruta.

2.2 MARCO CONTEXTUAL

2.2.1 Importancia de los acolchados.

Ventajas y desventajas.

Robledo y Vicente (1981) citados por Alejandro (2011) señalan que con el uso de los acolchados, se tienen como beneficios: cosechas abundantes, precoces, limpias y sanas. Sin embargo acotan que su continuo uso puede traer muchos efectos negativos por lo que son solo algunos cultivos, los que son aptos para que se les implemente la técnica de acolchado. También puntualizan que otro efecto benéfico que trae el uso de acolchado es la mejora de la calidad de frutos, esto debido a que no hay contacto de los frutos con el suelo y por lo tanto el fruto no se mancha o se pudre.

Zapata et al (1989) y Maroto (1994) citados por Castagnino et a (2007) señalan que el uso de coberturas, acolchados o mulch sobre el suelo es una práctica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, cascara de arroz, papel o plástico para el control de arvenses nocivas. En tiempos precolombinos ya se utilizaba la técnica del “corte y tumbe” en la que se cortaba la vegetación natural y se dejaba como cubierta del suelo para luego sembrar maíz. Ésta cubierta además de controlar arvenses, suplía de nutrientes al cultivo, evitaba la evaporación del agua del suelo y servía como controladora de la erosión.

Taber (1993) citado por Alejandro (2011) afirma que con el uso de acolchado se logra intensificar la producción y aumentar la eficiencia de uso de los recursos. De igual forma señala que con el uso de plásticos en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar auge debido a sus efectos positivos, mayores que los que se obtenían con la utilización de materiales orgánicos.

Los acolchados, coberturas o mulch son una alternativa de manejo, como parte para solucionar los problemas planteados y fomentar un equilibrio en el sistema suelo. Por definición, son prácticas agrícolas que procuran cubrir la superficie del suelo con una capa de materiales ya sea orgánicos o inorgánicos distribuidos uniformemente, con el fin de prevenir el crecimiento de plantas arvenses, conservar la humedad del suelo, estabilizar su temperatura, reducir la erosión del suelo en pendientes y mantener frutas, hortalizas y flores limpias, entre otras.³

³ Rose, M.A; E. Smith. Mulching landscap plant. Ohio State University. Extension Fact Sheet. Columbus. ohioline.osu.edu/hyg-fact/1000/1083.html. 2001

Investigaciones desarrolladas por Orozco et al (2002) en el cultivo de melón permitieron concluir los acolchados plásticos tuvieron un efecto positivo sobre el manejo de insectos, enfermedades y en la producción del cultivo, cuando se sembró en fecha tardía bajo las condiciones de trópico seco. Afirman además que el uso de coberturas plásticas en el suelo representa un componente importante en la producción hortícola moderna.

Martínez (2007) mencionan como ventajas del uso de acolchado, las siguientes:

- 1.- Incrementa la temperatura del suelo; el efecto del incremento de temperatura se refleja en cosecha precoz e incremento en rendimiento total.
- 2.- Reduce la compactación del suelo permaneciendo el suelo suelto y bien aireado;
- 3.- Reduce la lixiviación de fertilizantes;
- 4.- Reduce el ahogamiento de la planta por exceso del agua; esto debido a que el agua de la lluvia escurre por el acolchado hacia la parte inferior de los surcos.
- 5.- Reduce la evaporación del agua; normalmente hay un crecimiento de hasta el doble de la planta.
- 6.- Se obtienen productos más limpios; con el acolchado se reduce la pudrición de frutos causados el contacto con el suelo húmedo o gotas que salpican suelo al caer la lluvia.
- 7.- Reduce la presencia de malezas; en el caso del acolchado negro provee un buen control de malezas.
- 8.- Precocidad; con el uso de acolchado negro se puede adelantar la cosecha entre 2 y 14 días y en el caso de acolchado claro puede ser de hasta 21 día de precocidad en la cosecha.
- 9.- Incremento en concentraciones de CO₂; El acolchado no permite el paso del CO₂ por lo tanto, el CO₂ producido por la respiración de las raíces se concentra y salen por la perforación por debajo de las plantas ayudando a la parte aérea de las plantas. Este efecto se le denomina efecto chimenea.

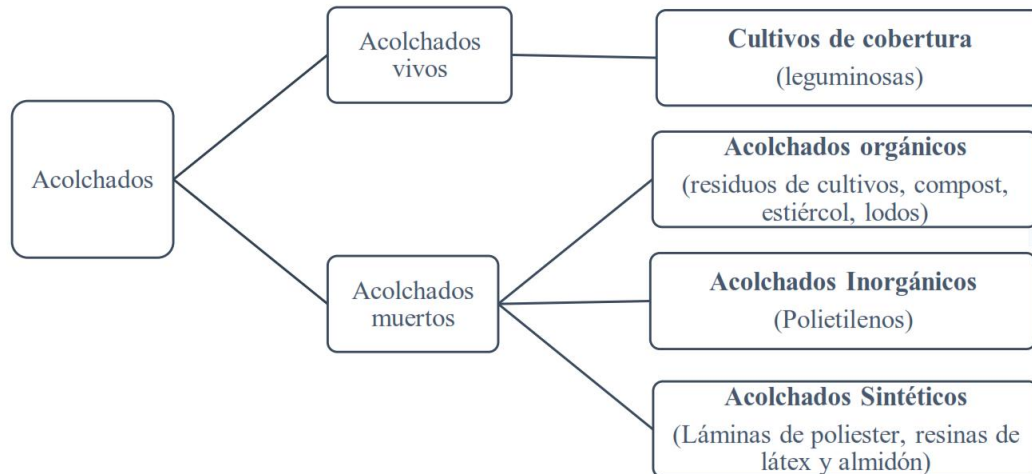
Molinar, R. et al (2000) citados por Alejandro (2011) mencionan como desventajas: en el uso de acolchados.

- 1.- La remoción del acolchado después de la cosecha resulta costoso; este debe removerse anualmente y esto es costoso y al no removerlo se convierte en un problema ecológico de gran envergadura.
- 2.- Los costos de producción se elevan con el uso de acolchado. Sin embargo, al evaluar la utilidad por sus beneficios, normalmente se justifica.
- 3.- Incrementa la erosión del suelo; debido a que la precipitación se concentra en las zanjas de drenaje situadas entre las camas, con la velocidad del agua se incrementa la erosión del suelo.
- 5.- Competencia; existe mayor competencia entre las plántulas y malezas que se desarrollan entre las perforaciones.
- 6.- en cultivos con alta densidad de siembra tales como el ajo, cebolla, cilantro, zanahoria entre otros no es práctico ni muy aconsejable el uso de acolchados.

Tipos de acolchado

La figura 3 resume los tipos de acolchado más utilizados a nivel mundial para la cobertura del suelo en cultivos de hortalizas:

Figura 3. Tipo de acolchados



Fuente: Barche y Nair, 2004.

2.2.2 Resultados y avances de las investigaciones con acolchados. Castillo (1998) trabajando con brócoli, donde los tratamientos consistieron en cobertura de suelo con filmes de polietileno de baja y alta densidad, transparente y de colores: blanco, gris humo, negro, gris aluminio, verde, azul, blanco-negro y café-negro, además de un testigo con suelo desnudo, encontró que las temperaturas de suelo mínimas y máximas bajo los diferentes acolchados de polietileno, siempre fueron superiores al testigo sin acolchar, siendo los polietilenos transparentes de alta y baja densidad los que registraron las más altas temperaturas de suelo.

Mendoza et al (2000) trabajando con lechuga encontraron que el uso de coberturas vegetales aumentó significativamente la actividad biológica y el contenido de materia orgánica en los suelos, resaltando las ventajas que posee tal sistema sobre otros tratamientos; además, afirman que es relativamente bajo el costo de implementación. Encontraron también, una precocidad del material hasta de 30 días después de trasplante a causa del uso de coberturas sobre el suelo.

Investigaciones realizadas por Orozco et al (2002) concluyen que hubo un efecto benéfico de las coberturas plásticas en el manejo de insectos plaga, enfermedades y rendimiento del melón cuando se siembra en fecha tardía bajo las condiciones del trópico. Además determinan que el uso de coberturas plásticas representa un componente importante y significativo en la producción hortícola moderna.

Radillo et al (2006) evaluaron el efecto de diferentes acolchados orgánicos en las producción y calidad del fruto fresco y encontraron que los acolchados orgánicos no interfieren significativamente en el rendimiento y contenido de azúcares, solo en el tamaño del fruto.

Anzalone (2008) al evaluar el uso de las alternativas, restos de vegetales, plásticos biodegradables y papel como cubiertas del suelo comparándolas con el uso del polietileno en tomate de mesa,, concluye que con el polietileno se logran los mejores rendimientos, y los mejores beneficios económicos pero no difieren en cuanto a calidad del fruto. Además, afirma que si se aplican algunas mejoras agronómicas y económicas, las técnicas de cobertura del suelo con restos vegetales y papel podrán constituirse en alternativas viables al uso del polietileno y ser de gran utilidad para la producción agroecológica.

No obstante, a diferencia de las investigaciones realizadas en países templados, en el trópico y especialmente en Colombia la investigación obtenida en esta práctica agrícola se ha centrado en la cuantificación de los rendimientos de los cultivos y en los costos de producción, dejando de lado la calidad de los frutos y el conocimiento básico de los cambios biofísicos que realmente ocurren en el suelo que permitirían explicar el efecto producido por los acolchados.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

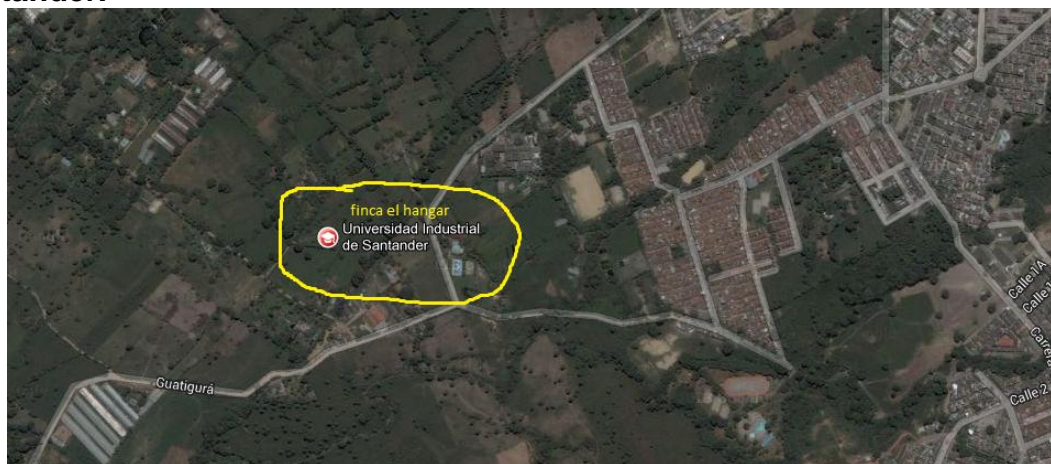
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio fue de tipo Experimental exploratorio y fue concebido para en el futuro dar apoyo a investigaciones tipo documental y de campo, en la elaboración de una propuesta alternativa para el manejo del cultivo de la patilla o sandía con altos rendimientos y excelente calidad de los frutos cosechados.

3.2 LOCALIZACIÓN

El experimento se desarrolló durante el primer semestre de 2015, bajo condiciones de campo, en la Granja Educativa Experimental “El Hangar” de propiedad de la Universidad Industrial de Santander-UIS, ubicada en el municipio de Piedecuesta (Santander, Colombia) a $6^{\circ}59'37''$ de latitud norte y $73^{\circ}04'53''$ de longitud oeste, a una altura de 1050 msnm, con temperatura promedio de 23° centígrados, precipitación anual promedio de los últimos 10 años de 1.800 mm, y una humedad relativa de 85% en la época lluviosa y 65% en la época seca, suelos con una pendiente del 5%, franco arenosos y franco arcillosos (Figura 4).

Figura 4. Localización GEE “El Hangar”. Municipio de Piedecuesta Santander.



3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluaron tres (3) tratamientos, que corresponden a dos tipos de acolchado inorgánico (plástico de color plateado/negro) y orgánico (residuos de pasto estrella) y el tratamiento convencional (suelo desnudo) utilizado como testigo. Los acolchados se mantuvieron durante el ciclo vegetativo del cultivo de patilla, por aproximadamente 95 días.

Los tratamientos evaluados se indican en la Tabla 1: Específicamente, cada uno de los tratamientos presentaron las características que se mencionan a continuación:

Acolchado plástico doble faz: Se usó plástico blanco negro de calibre 1.5 mm, con un ancho de 1.3 m. La cara de color blanco estuvo expuesta a la luz. El acolchado se mantuvo sobre las camas de cultivo durante el ciclo vegetativo del cultivo de la sandía o patilla.

Acolchado muerto orgánico: se usaron residuos de corte de pasto Estrella Africana manteniendo una capa de 3.5 kilogramos por metro cuadrado durante desde antes de la siembra y durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

Testigo comercial (suelo desnudo, tecnología convencional del agricultor): el control de arvenses nocivas se realizó en forma manual, mecánica y química, manteniendo el suelo completamente desnudo.

El control de arvenses nocivas cuando se requiero en los demás tratamientos se hizo en forma manual para las unidades experimentales en todas las repeticiones. Se eligieron los plásticos doble faz y residuos de pasto estrella porque son los acolchados de mayor uso actualmente en el departamento de Santander.

Tabla1. Descripción de los Tratamientos.

| Tratamiento | Acolchados | Repeticiones |
|----------------|--|--------------|
| T ₁ | Acolchado plástico doble faz (plateado/ negro) eficiente en la difusión de la luz. | 3 |
| T ₂ | Acolchado orgánico, residuos de pasto estrella (<i>Cynodon niemfuensis</i>), colocando 3.5 kg por m ² . | 3 |
| T ₃ | Testigo comercial (suelo desnudo, tecnología convencional del agricultor) | 3 |

El área total del ensayo fue de 1404 m². Cada una de las unidades experimentales (figura 5) estuvo conformada por cuatro camas de 10 metros de longitud, 1,5 m. de ancho y 0.3 m de altura. La distancia entre camas fue de 0.3 m. El área de la unidad experimental fue de 90 m². La parcela útil fue de 36 m² por tratamiento, donde se evaluaron cuatro plantas en el centro de la unidad experimental para eliminar efecto de bordes. La densidad de población fue de 1111 plantas por hectárea.

El experimento se llevó a cabo durante un (1) ciclo de cultivo. El ciclo tuvo una duración promedio de 80 y 95 días. La duración total del experimento fue de 100 días.

Figura 5. Diagrama teórico de campo



3.4 MATERIAL VEGETATIVO

El material de patilla utilizado fue la variedad Ponny Red tipo mini sandía, suministrada por Semillas Arroyave. La característica de la variedad es que presenta plantas vigorosas que se adaptan bien a suelos franco arcillosos, es tolerante a períodos lluviosos y secos. Los frutos son de calibre entre los 0.450 y 1.56 Kg muy homogéneos. De color externo verde claro con beta verde más oscura. Color de pulpa rojo intenso, crujiente y de buen sabor debido a su alto contenido en azúcar. Esta variedad es de ciclo corto y se adapta muy bien a diversas regiones del país (Figura 6).

Figura 6. Disposición de los acolchados y plantas sobre los surcos de cultivo.



3.5 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

El experimento se estableció durante el segundo semestre del año 2014. En el proceso de preparación del suelo para la siembra del experimento se usaron las prácticas de mecanización que los agricultores realizan habitualmente, es decir, una arada y un pase de rastrillo y la elaboración de las camas de cultivo con un ancho de 1.5 m y con una altura de 30 cm, entre cama y cama se hizo una zanja de 0.30 m para ayudar al drenaje (Figura 7) Con base en el análisis químico del suelo y a los requerimientos del cultivo se realizó la fertilización edáfica. Así mismo, todas las prácticas de cultivo tales como el manejo fitosanitario y cosecha fueron homogéneas en todo el ensayo, con el fin de que el único factor diferente fuera el acolchado.

Figura 7. Preparación lote para siembra experimento



Las plántulas de sandía se sembraron en cuadro a una distancia de siembra de 3m x 3m para una densidad de población de 1100 plantas por hectárea. Cuando las plantas iniciaron su desarrollo y crecimiento se realizó la labor de direccionamiento de la guías (crecimiento apical de las yemas) hacia el centro de la cobertura para permitir su movilidad y evitar el cruce entre los tratamientos. El manejo de arvenses nocivas en el tratamiento testigo comercial se realizó en forma manual y química, cuando se requirió en el tratamiento orgánico este se realizó en forma manual con azadón. Para evitar el daño de los frutos por el contacto con el suelo o con los acochados se voltearon constantemente, con esto se pretendió garantizar una mejor calidad del fruto (Figura 8).

Figura 8. Plantas de sandía en acolchado plástico, acolchado orgánico y testigo comercial.



Se estableció un plan de fertilización igual para los tres tratamientos de acuerdo al análisis de suelos y de acuerdo a los requerimientos del cultivo y siguiendo las recomendaciones establecidas por Semillas Arroyave para esta material genético y que se determinaron así: 200 kg de N cuya fuente fue la urea del 46%, 150 kg de P cuya fuente fue DAP, 280 kg de K cuya fuente fue el cloruro de potasio, 50 kg de Ca y 30 kg de Mg cuyas fuentes fueron Sulfato de calcio y de magnesio. Además se realizaron tres fertilizaciones dirigidas al suelo en mezcla con agua utilizando una bomba de espalda.

También se estableció un sistema de riego por goteo independiente para cada una de las unidades (goteros turboline de 4 L), con el fin de suministrar el riego requerido para mantener el suelo en condiciones de capacidad de campo.

Las labores de cultivo relacionadas con el control fitosanitario se realizaron con base en los índices de incidencia y severidad que arrojó el monitoreo semanal y las estrategias de control se efectuaron en forma homogénea para los tres tratamientos, teniendo como estrategia fundamental el Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP).

3.6 VARIABLES EVALUADAS

Evaluación de los componentes asociados a la variable rendimiento. El rendimiento en toda especie vegetal esta manifiesto por la relación Genotipo-ambiente, suelo y manejo, lo que obligó a definir que los componentes para este experimento que más influencia tienen son el número de frutos por planta y el peso promedio del fruto. El peso fue medido sobre 4 frutos tomados en la parcela efectiva de cada la unidad experimental, por cada tratamiento y por cada repetición, con la utilización de una balanza electrónica tipo laboratorio (Figura 9).

Figura 9. Balanza digital tipo laboratorio



La cosecha se realizó en el momento en que más del 50% de los frutos de la patilla o sandía tuvieran las características requeridas para ser comercializadas. Se evaluaron dos momentos de cosecha y los principales índices de madurez que se utilizaron fueron: el tiempo desde el trasplante (aproximadamente 90 días) y el tamaño, en todos los tratamientos para mantener la uniformidad en las actividades de cosecha. Para determinar los rendimientos, se cosecharon seis plantas de la parcela efectiva por unidad experimental, por tratamiento, por repetición, (Figura 9). Los frutos se pesaron en campo y posteriormente se calcularon los rendimientos en kg /ha para las evaluaciones económicas y estadísticas.

Figura 10. Cosecha en el tratamiento acolchado plástico doble faz plateado/negro.



Evaluación de los componentes asociados a la variable calidad del fruto.

El calibre de los frutos y porcentaje de sólidos solubles (°Brix) son componentes que influyen considerablemente en la calidad del fruto de la sandía y otras especies frutales. Para el calibre se establecieron cuatro categorías de acuerdo a las exigencias del mercado regional, se tomó el porcentaje de rendimiento para cada categoría en relación con el rendimiento total acumulado en cada uno de los tratamientos estudiados. Las categorías establecidas fueron: Primera: frutos sanos, con un peso mayor a 1 Kg, Segunda: frutos sanos, con un peso entre 0.990 y 0.800 kg, Tercera frutos sanos con un peso entre 0.799 y 0.700 Kg, Descarte: frutos dañados, con características indeseables en cuanto a color y maltrato y un peso menor a 0.699 Kg.

Para medir los sólidos solubles (grados Brix) se tomaron tres frutos de los cosechados para la toma de los datos de las demás variables estudiadas, sobre estos frutos con ayuda de un punzón se tomaron gotas del zumo para hacer la medición correspondiente mediante el uso de un refractómetro óptico (Figura 11).

Figura 11. Refractómetro óptico.



3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos en la experimentación fueron sometidos a análisis de varianza y al encontrar significancia en la prueba F para las fuentes de variación se procedió a la comparación de medias de las variables analizadas mediante el procedimiento de la diferencia mínima significativa (DMS) con $p < 0.05$.

3.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para realizar el análisis económico se calcularon los costos totales que variaron en cada tratamiento y que estuvieron directamente relacionados con: insumos comprados, y mano de obra. Este análisis se basó en la relación beneficio/costo. Con este análisis económico se quiso encontrar el tratamiento más rentable y que represente mayores beneficios para el agricultor.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los siguientes son los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias de las variables analizadas mediante el procedimiento de la diferencia mínima significativa (DMS) con $p < 0.05$

4.1 EFECTO DE LOS TIPOS DE ACOLCHADO (MULCH) SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PATILLA O SANDÍA.

La Tabla 2 presenta los resultados obtenidos para los diferentes componentes de la variable rendimiento acumulado del cultivo de sandía. El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados.

Tabla 2. Cuadrados medios del análisis de varianza para los diferentes componentes del rendimiento en los tratamientos estudiados. GEE “El Hangar”. Piedecuesta, Santander, 2014.

| FUENTES DE VARIACIÓN | RENTO | NFPP | PPF |
|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tratamientos | 12114449,42** | 14,33333** | 0,11109 ^{NS} |
| Repeticiones | 20992,35 ^{NS} | 0,02083 ^{NS} | 0,00029 ^{NS} |
| Error | 8559,38 | 0,16667 | 0,00551 |

RETAC: Rendimiento total acumulado; **NFPP:** Número de frutos por planta; **PPF:** Peso promedio de los frutos

4.1.1 Rendimiento total acumulado del fruto (RETAC). Esta variable es de tipo dependiente porque está determinada por otras variables como lo son: Numero de frutos por planta y peso promedio de frutos por planta. Además es la variable que determina la capacidad de las plantas para hacer uso de los recursos existentes y el potencial del material genético utilizado.

Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 9, como se puede ver, el análisis de varianza y el procedimiento DMS presenta diferencias altamente significativas, el mayor rendimiento acumulado lo presenta el Tratamiento acolchado plástico plateado/negro con 12869,97 kilogramos por hectárea, seguido por el tratamiento de la tecnología utilizada por los productores de patilla o sandía (Testigo convencional) con 11046.3 kilogramos por hectárea y en último lugar el tratamiento orgánico (residuos de pasto estrella) con 8856.5 kilogramos por hectárea.

Las bondades del Tratamiento acolchado plástico en el estudio puede deberse a que se presentan condiciones de tipo físico que influyen directamente en la producción como lo son: el mantenimiento de la humedad y temperatura del suelo que permite el desarrollo de la planta, la mejor penetración de las raíces porque el suelo no se compacta, menor lixiviación y mejor absorción de los nutrientes y menos competencia de arvenses nocivas. Los resultados coinciden con investigaciones realizadas en otras hortalizas y frutales como son tomate, melón, zapallo, fresa, lechuga y brócoli.^{4,5,6}

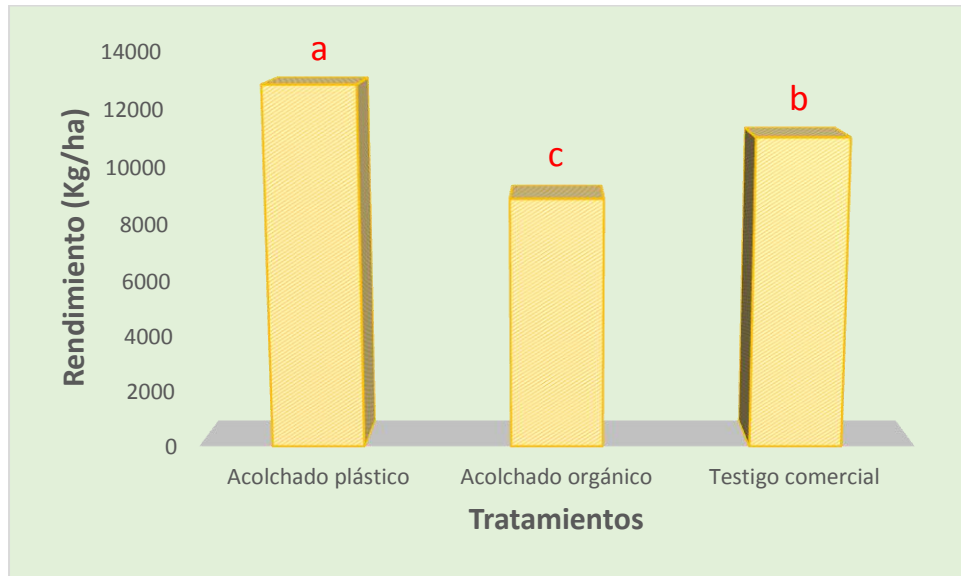
La práctica es una alternativa importante para el cultivo de sandía en el departamento de Santander, sin embargo el mal manejo de los acolchados plásticos en las etapas posteriores a las cosechas puede causar grandes daños al medio ambiente, por lo que es necesario darle una buena disposición de los residuos después de su uso.

⁴ Mendoza, S. F. M., Vargas, A. J. A. & Moreno, D. L. Producción de melón (*Cucumis melo* L.) mediante acolchado plástico y riego por cintilla. Revista Chapingo Serie Zona Áridas. Volumen 1. Número 2. 2000. p. 65

⁵ Castillo, M. Efecto de diversos tipos de acolchados plásticos sobre la temperatura del suelo y su influencia sobre el desarrollo de malezas, precocidad y rendimiento de un cultivo de brócoli. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Fac. Ciencias Agronómicas. 1998.

⁶ Orozco, S.; Faría, L. J., López, A.J. Evaluación de coberturas plásticas para el manejo de plagas en el occidente de México. Manejo Integrado de Plagas/Agroecología (Costa Rica) No. 64. 2002. P 48-54.

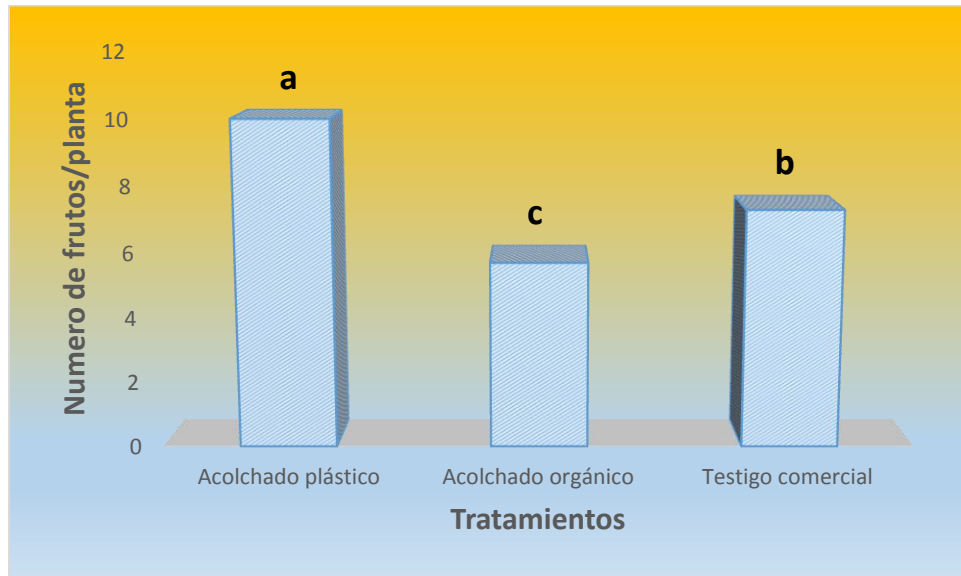
Figura 12. Rendimiento promedio total acumulado del cultivo de sandía para los tratamientos estudiado



Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes $P > 0.05$

4.1.2 Numero de frutos por planta (NFPP). Este es un componente muy importante de la variable rendimiento que se ve afectado por las condiciones ambientales en cuanto a clima y el contacto que puedan tener los frutos con la superficie del suelo en cuanto a cantidad y calidad. El número de frutos cosechados tiene una relación directa con las plantas cosechadas, mientras que con el tamaño de los frutos la relación es inversamente proporcional. Como se puede determinar en la Figura 10, hay diferencias altamente significativas donde el mayor efecto para la variable la tuvo el Tratamiento acolchado plástico con un valor promedio de 10.01 frutos por planta seguido del Tratamiento testigo convencional (7.33 FPP) y el Tratamiento orgánico obtuvo el menor valor (5.7 FPP). Esto puede deberse a que el acolchado plástico, limita la evaporación directa del agua, disminuye los efectos adversos del déficit hídrico y aumenta la asimilación de los nutrientes del suelo, condiciones estas que expresan un mayor rendimiento en la cantidad de frutos por planta.

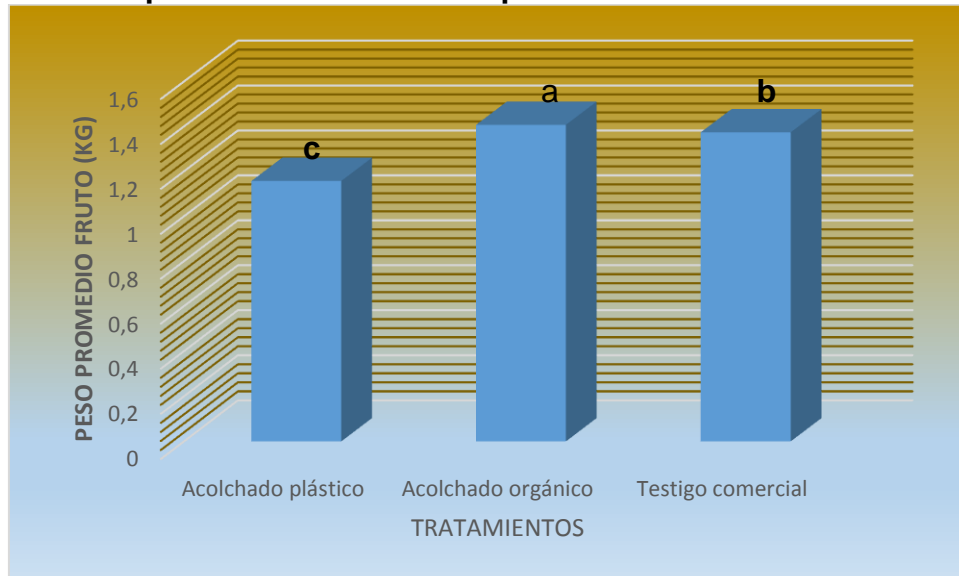
Figura 13. Numero promedio de frutos por planta para los tratamientos estudiados.



Promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P > 0.05$

4.1.3. Peso promedio de frutos (PPF). El peso promedio de los frutos es uno de los componentes de importancia para la variable rendimiento y para la comercialización de la sandía. Como se puede observar en la Figura 11 existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, el procedimiento DMS presenta al Tratamiento acolchado orgánico como el que arrojó los mejores resultados con 1.42 kilogramos por fruto, seguido del Tratamiento testigo convencional con 1.37 kilogramos y el menor valor fue el Tratamiento acolchado plástico con 1.17 kilogramos. Esto puede deberse a que cuando hay mayor cantidad de frutos el peso de los mismos es menor, lo que coincide con resultados de investigaciones realizadas en hortalizas afines a la sandía como lo es el melón y la calabacita entre otras..

Figura 14. Peso promedio de los frutos para los tratamientos estudiados.



Promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P > 0.05$

4.2 EFECTO DE LOS TIPOS DE ACOLCHADO (MULCH) SOBRE LOS COMPONENTES DE LA CALIDAD DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE LA PATILLA O SANDÍA.

La calidad de la fruta de sandía está tomando mucha importancia debido a los cambios en el gusto de los consumidores que anteponen al precio, la calidad como medio de decisión de compra. Esto ha hecho que los productores y distribuidores den más atención a las exigencias de los consumidores.

El análisis de varianza en relación con el efecto de los tratamientos sobre los componentes de la variable calidad presenta diferencias altamente significativas para los tratamientos estudiados (Tabla 3).

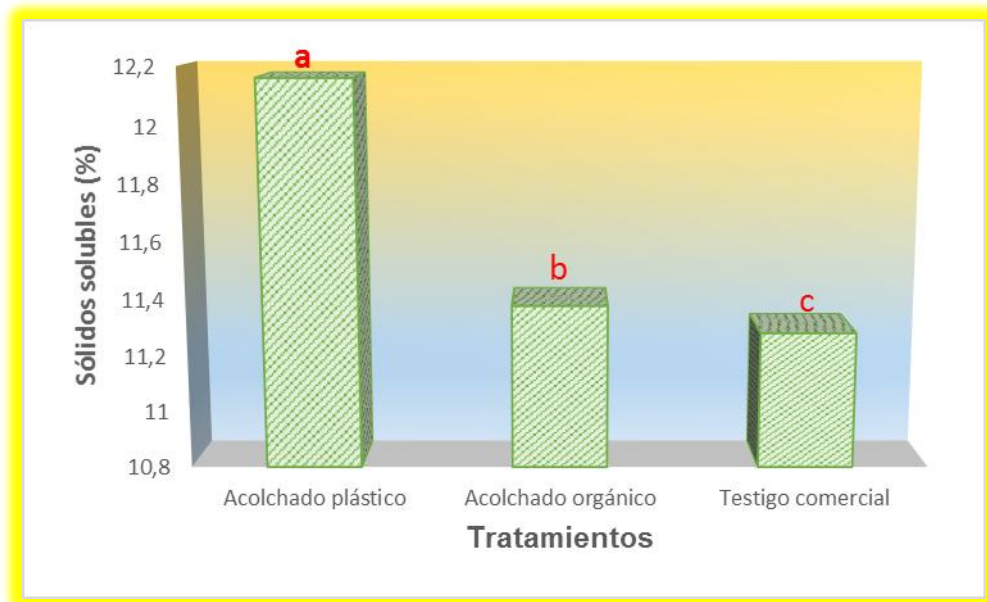
Tabla 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para los componentes de la calidad de los frutos, en los tratamientos estudiados. GEE “El Hangar”. Piedecuesta, Santander. 2014

| FUENTES DE VARIACIÓN | ° BRIX | CATEGORÍAS (Calibre fruto) | | | |
|----------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| | | Primera >1.0 Kg | Segunda 0.8 – 0.999 Kg | Tercera 0.600-.799 Kg | Descarte <0.600Kg |
| Tratamientos | 0,698777** | 22,0289** | 40,0459** | 3,33767778** | 87,0023** |
| Repeticiones | 0,013144 ^{NS} | 0,0155 ^{NS} | 0,0268 ^{NS} | 0,0193777 ^{NS} | 0,0445 ^{NS} |
| Error | 0,01219444 | 0,0254 | 0,0143 | 0,01272222 | 0,026178 |

4.2.1 Porcentaje de sólidos totales (°Brix). En la maduración de los frutos se suceden cambios que determinan el sabor del fruto. La Figura 12 muestra que el Tratamiento acolchado plástico presenta diferencias estadísticas altamente significativas en relación con el Tratamiento orgánico y el Testigo convencional., de igual forma entre estos dos. Esto pudo deberse a que las hojas de las plantas del acolchado plástico tuvieron buenas condiciones fitosanitarias en comparación a los otros dos Tratamientos y esto es importante porque las hojas son las encargadas de llevar el azúcar a los frutos.

La calidad también se mide por la cantidad de azúcar que contenga el fruto pues es esencial ya sea para el consumo en fresco porque mejora su sabor como para la elaboración de ciertos productos y la normatividad exige que se mantenga un contenido determinado de sólidos de azúcar en los procesos de transformación. Los resultados pasan los rangos establecidos para la fruta con valores altos, lo que significa que los tratamientos estudiados presentan frutos de calidad de acuerdo a las normas técnicas de calidad y las exigencias del mercado en fresco.

Figura 15. Porcentaje de sólidos solubles (°Brix) de los frutos en los tratamientos estudiados.



Promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P > 0.05$

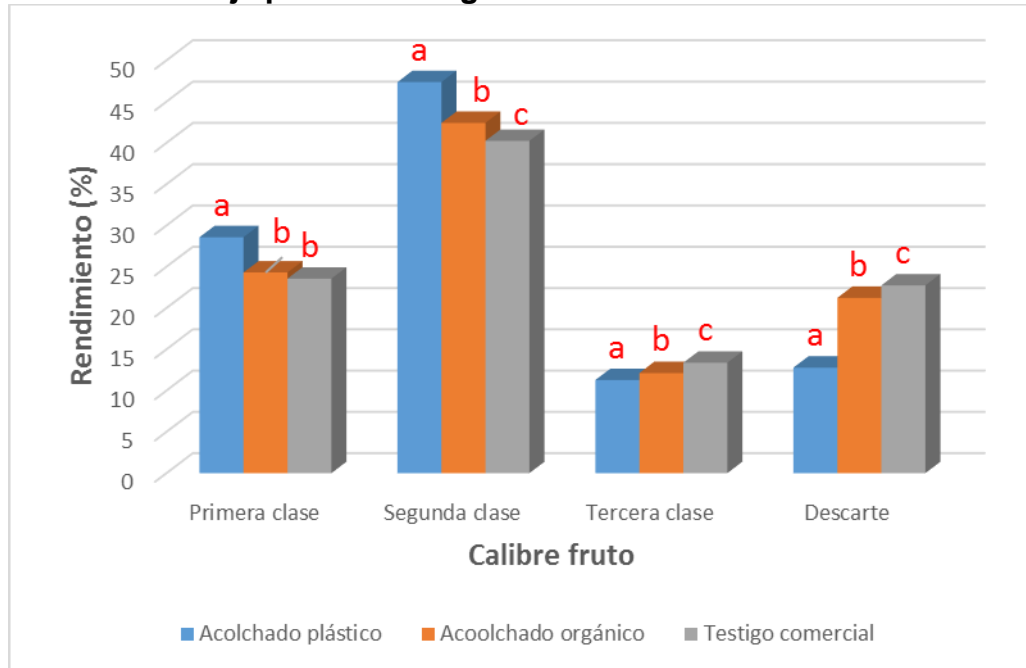
4.2.2 Clasificación de la fruta de acuerdo a las exigencias del mercado local.

La calidad del fruto es determinante en la comercialización de la Sandía cuando se trata de consumo en fresco y mercados especiales de cadena, donde el productor se enfrenta comúnmente con castigos por el incumplimiento de las normas de calidad de fruto, que ocasionan pérdidas acumulativas de pos-cosecha. Por lo anterior, algunos productores seleccionan el fruto antes de comercializarlo, lo que les da mejores dividendos.

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 3), por lo general, los tratamientos ensayados tuvieron un comportamiento similar los demás componentes estudiados, con diferencias estadísticas altamente significativas para todas las clases de frutos observadas. De acuerdo con el procedimiento de la DMS es el que resulta con los mejores en cuanto a cada una de las clasificaciones determinadas. Es importante destacar que el acolchado plástico supera a los demás tratamientos en lo que respecta a la clase de fruta que se va a comercializar y en el bajo porcentaje de frutos de descarte que supera en un 72.80% al Tratamiento orgánico y en un 85.18% al Testigo convencional (Figura 13), lo que se convierte en un factor importante en lo que tiene que ver con la

reducción de pérdidas y el beneficio que pueden recibir los productores de la fruta en lo que se refiere a ingresos económicos.

Figura 16. Porcentaje para las categorías de fruto de acuerdo a su calibre.



Promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P > 0.05$

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Los resultados de la parte Agronómica fueron sometidos a un análisis económico (Beneficio/costo) para determinar la rentabilidad de los tratamientos, con el fin de recomendar esta práctica de acuerdo a la perspectiva y objetivos de cada productor (Tabla 4). El análisis indica que el tratamiento Acolchado plástico de doble faz (plateado/negro) ofrece la mayor rentabilidad porque por cada peso que invierta se le retribuirá 1.30, el tratamiento testigo comercial le retribuye 0.98 y el tratamiento acolchado orgánico 0.81.

Tabla 4. Análisis económico (beneficio/costo) de los tratamientos estudiados

| | Acolchado plástico (P/N) | Acolchado orgánico (PE) | Testigo comercial (Suelo desnudo) |
|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|
| Rendimiento (Kg/ha) | 12.869,79 | 8.856,5 | 11.046,39 |
| Precio al productor (\$/Kg) | 952,5 | 952,5 | 952,5 |
| Costos de producción (\$/ha) | 5.378.275 | 4.658.745 | 5.288.256 |
| Valor de la producción (\$/ha) | 12.258.474 | 8.435.816 | 10.521.686 |
| Beneficio neto (\$/ha) | 6.880.199 | 3.777.071 | 5.233.430 |
| Rentabilidad (%) | 1,30. | 0,81 | 0,98 |

5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo se concluye:

- El rendimiento del tratamiento acolchado plástico con 12869.79 Kg/ha con una densidad promedio de 1100 plantas/ha presenta diferencias estadísticas altamente significativas, superando en forma amplia a los tratamientos testigo convencional con 11046.39 Kg/ha y al tratamiento orgánico 8856.5 Kg/ha. Además tuvo la tendencia a la cosecha más temprana (aproximadamente 80 días) mientras que en los otros dos tratamientos se amplió a 95 días.
- En lo que respecta a los componentes del rendimiento: número de frutos por planta (NFPP) presentó la misma tendencia, donde el tratamiento acolchado plástico con 10.01 frutos por planta supera a los tratamientos testigo convencional con 7.52 frutos/planta y al tratamiento orgánico con 5.7 frutos/planta. Sin embargo en el componente peso promedio de los frutos (PPF) el tratamiento orgánico con 1.56 Kg/fruto supera al tratamiento testigo comercial con 1.37 kg/fruto y al testigo orgánico con 1.28 Kg/fruto. Esto explica que el peso de los frutos es inversamente proporcional al número de frutos por planta.
- La cobertura con el acolchado plástico plateado/negro, ofrece las mejores condiciones para la producción de la mini sandía Ponny Red con respecto al rendimiento, ya que se puede alcanzar un aumento hasta de un 30.72% y 14.13% comparado con los rendimientos del testigo comercial y el acolchado orgánico respectivamente.
- En lo que respecta a la variable calidad de los frutos, el tratamiento acolchado plástico plateado/negro presenta los mayores valores de grados Brix con 12.11, al compararlo con el tratamiento acolchado orgánico con 11.38° y el testigo comercial con 11.28°. En relación al calibre de los frutos (fruta comercializable) el acolchado plástico presenta la mayor cantidad de fruta comercializable superando al acolchado orgánico en el 9.61% y al testigo comercial el 11.53%. De otra parte las pérdidas por descarte son superiores en el testigo comercial con el 22.74% al compararlo con el tratamiento acolchado orgánico con el 21.22% y el tratamiento acolchado plástico que tuvo solamente el 12.78%.

- Con el acolchado plástico y el acolchado orgánico se consiguen ventajas con respecto al cultivo tradicional, tales como: prevenir la erosión del suelo, mejor control en arvenses nocivas, plagas y enfermedades, mejor aprovechamiento de los nutrientes, no pérdida de estos por lixiviación y mantener húmedo el suelo importante en áreas semiáridas y secas, cosecha de frutos sanos y dulces. In embargo el acolchado plástico si no se tienen las precauciones necesarias para darle un manejo inmediato después de la cosecha, puede convertirse en un problema serio desde el punto de vista ambiental
- Con base en el análisis económico realizado el acolchado plástico plateado/negro es económicamente viable bajo las condiciones agroecológicas de la Granja Educativa Experimental “El Hangar” de propiedad de la Universidad Industrial de Santander, ubicada en el municipio de Piedecuesta, Santander.

6. RECOMENDACIONES

- Seguir con las investigaciones sobre el uso de las diferentes clases de acolchados, ya que este trabajo permitió conocer algunos importantes para el desarrollo de esta práctica en el cultivo de sandía y otras especies vegetales hortícolas y de frutales.
- Realizar trabajos que implique el manejo en pos-cosecha de las coberturas sobre todo plásticas, con el fin de que se les dé una disposición final que no cause problemas con el medio ambiente.
- Es necesario que se vaya diversificando el mercado con mini sandías como la variedad Ponny Red, ya que presenta excelentes cualidades para su comercialización, transporte y su posible incursión en los mercados especializados a nivel nacional e internacional.

BIBLIOGRAFÍA

AGRONET. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Evaluaciones Agropecuarias. Corporación Colombiana Internacional. 2006. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/>

Anzalone, G.A. L. Evaluación de alternativas al uso de polietileno como cubierta del suelo para el manejo de malas hierbas y otros aspectos agronómicos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L) en España y Venezuela. Tesis PH.D Universidad de Zaragoza. 2008. 170 pp.

Castillo, M. Efecto de diversos tipos de acolchados plásticos sobre la temperatura del suelo y su influencia sobre el desarrollo de malezas, precocidad y rendimiento de un cultivo de brócoli. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Fac. Ciencias Agronómicas. 1998.

FAO. Acuerdo sobre la agricultura de la OMC (Organización Mundial del Comercio) la experiencia de su ejecución. 2004. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/007/Y4632s/y4632s1b.htm>

G.J., Alejandro R. Uso de acolchados plásticos de colores y su efecto sobre el rendimiento y calidad de semilla de calabacita (*Cucurbita pepo* L). Tesis de Ingeniero Agrónomo en Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 2011. 47 pp.

González Ramírez, J. y L. J. Poveda Álvarez. Cucurbitaceae. En: Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. 5. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds.). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 2010. 119: 137–181

Mendoza, S. F. M., Vargas, A. J. A. & Moreno, D. L. Producción de melón (*Cucumis melo* L.) mediante acolchado plástico y riego por cintilla. Revista Chapingo Serie Zona Áridas. Volumen 1. Número 2. 2000. p. 65

Moreno, M. M, & Moreno, A. Efecto de diferentes acolchados de polietileno biodegradables en la productividad y propiedades térmicas y biológicas en el cultivo de tomate. Crop. Scientia Horticulturae. 2008. 116. 256-263.

Orozco, S.; Faría, L. J., López, A.J. Evaluación de coberturas plásticas para el manejo de plagas en el occidente de México. Manejo Integrado de Plagas/Agroecología (Costa Rica) No. 64. 2002. P 48-54.

Radillo, J. F; Bazan, T.M; Michel, R.A; Juarez, M.A.. Uso de residuos vegetales como acolchados orgánicos para la producción y calidad de la sandía (*Citrullus lannatus* Sehard). Disponible en: www.somas.Org.Mx/pdf. 2006

Rose, M.A; E. Smith. Mulching landscap plant. Ohio State University. Extension Fact Sheet. Columbus. ohioline.osu.edu/hyg-fact/1000/1083.html. 2001

Semillas Arroyave. Ficha técnica para Sandía híbrida Ponny red. 2008. Disponible en: [http://www.semillasarroyave.com/uploads/fi cha%20 sta%20amelia.pdf](http://www.semillasarroyave.com/uploads/fi%20cha%20sta%20amelia.pdf)

Zambrano, J; Pineda, A; & Mosquera, M. Acolchados orgánicos (mulch). Universidad Nacional. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira. 2002.

Zribi, W; Faci, J. M; & Aragúes. R. Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de los suelos agrícolas. Información Técnica Economía Agraria. (107 (2). 2011. 48-162.

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de varianza

| | RENTO (Kg/ha) | | | | | | | | |
|--------------|---------------|------------|------------|------------|----------|------------|------------|----------|----------|
| | Repeticiones | | | | | | | | |
| Tratamiento | I | II | III | Total | Promedio | SDCtotal | SDCTrat | SDCRep | SDCError |
| T1 | 13049,4 | 12855,5 | 12705 | 38609,9 | 12869,97 | 24305121,1 | 24228898,8 | 41984,71 | 34237,52 |
| T2 | 8911,5 | 8812,5 | 8845,5 | 26569,5 | 8856,5 | | | | |
| T3 | 11056,8 | 11116,4 | 10965,7 | 33138,9 | 11046,3 | | | | |
| Total | 33017,7 | 32784,4 | 32516,2 | 98318,3 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| ANOVA | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| F.de V. | GL | SC | CM | FcaLc. | FT | | | | |
| | | | | | 0,05 | 0,01 | | | |
| Tratamientos | 2 | 24228898,8 | 12114449,4 | 1415,34202 | 6,94 | 18 | | | |

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|--------------|----------|------------|----------|----------|---------|--------|----------|
| Repeticiones | 2 | 41984,71 | 20992,35 | 2,45255565 | 6,94 | 18 | | | |
| Error | 4 | 34237,52 | 8559,38 | | | | | | |
| Total | 8 | 24305121,1 | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | | | |
| | | | NFPP | | | | | | |
| | | Repeticiones | | | | | | | |
| Tratamiento | I | II | III | TotalL | Promedio | SDCtotal | SDCTrat | SDCRep | SDCError |
| T1 | 9,5 | 10 | 10,5 | 30 | 10 | 29,38 | 28,67 | 0,04 | 0,67 |
| T2 | 5,75 | 5,5 | 5,75 | 17 | 5,67 | | | | |
| T3 | 7,5 | 7,5 | 7 | 22 | 7,33 | | | | |
| Total | 22,75 | 23 | 23,25 | 69 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| ANOVA | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| F.de V. | GL | SC | CM | FcaLc. | FT | | | | |
| | | | | | 0,05 | 0,01 | | | |
| Tratamientos | 2 | 28,67 | 14,33 | 86 | 6,94 | 18 | | | |
| Repeticiones | 2 | 0,04 | 0,02 | 0,125 | 6,94 | 18 | | | |
| Error | 4 | 0,67 | 0,16667 | | | | | | |
| Total | 8 | 29,38 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | |
|----------------------|-------|--------------|------------|------------|------|
| Total | 76,22 | 76,65 | 76,4 | 229,27 | |
| | | | | | |
| ANOVA | | | | | |
| | | | | | |
| F.de V. | GL | SC | CM | FcaLc. | FT |
| | | | | | 0,05 |
| Tratamientos | 2 | 44,0577556 | 22,0288778 | 865,763755 | 6,94 |
| Repeticiones | 2 | 0,03108889 | 0,01554444 | 0,61091703 | 6,94 |
| Error | 4 | 0,10177778 | 0,02544444 | | |
| Total | 8 | 44,1906222 | | | |
| | | | | | |
| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
| | | | | | |
| | | Repeticiones | | | |
| | | | | | |
| Tratamiento | | I | II | III | |
| T1 | | 47,48 | 47,35 | 47,29 | |
| T2 | | 42,35 | 42,51 | 42,41 | |
| T3 | | 40,31 | 40,4 | 40,02 | |
| Total | | 130,14 | 130,26 | 129,72 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ANOVA | | | | | |
| | | | | | |
| F.de V. | | GL | SC | CM | |
| | | | | | |

| | | | |
|----------------------|-------|--------------|------------|
| Tratamientos | 2 | 80,0918 | 40,0459 |
| Repeticiones | 2 | 0,0536 | 0,0268 |
| Error | 4 | 0,0572 | 0,0143 |
| Total | 8 | 80,2026 | |
| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | |
| | | | |
| | | Repeticiones | |
| Tratamiento | I | II | III |
| T1 | 11,42 | 11,15 | 11,26 |
| T2 | 12,05 | 12,13 | 12,19 |
| T3 | 13,53 | 13,24 | 13,35 |
| Total | 37 | 36,52 | 36,8 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| ANOVA | | | |
| | | | |
| F.de V. | GL | SC | CM |
| | | | |
| Tratamientos | 2 | 6,67535556 | 3,33767778 |
| Repeticiones | 2 | 0,03875556 | 0,01937778 |
| Error | 4 | 0,05084444 | 0,01271111 |
| Total | 8 | 6,76495556 | |
| | | | |

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | |
|----------------------|-------|------------|--|
| | | | |
| | | | |
| Tratamiento | I | II | |
| T1 | 12,78 | 13,01 | |
| T2 | 21,31 | 21,03 | |
| T3 | 23,01 | 22,81 | |
| Total | 57,1 | 56,85 | |
| | | | |
| | | | |
| ANOVA | | | |
| | | | |
| F.de V. | GL | SC | |
| | | | |
| Tratamientos | 2 | 174,004622 | |
| Repeticiones | 2 | 0,08908889 | |
| Error | 4 | 0,10471111 | |
| Total | 8 | 174,198422 | |
| | | | |
| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | |
| | | | |
| | | | |
| Tratamiento | I | II | |
| T1 | 12,14 | 12,28 | |
| T2 | 11,4 | 11,31 | |
| T3 | 11,36 | 11,37 | |
| Total | 34,9 | 34,96 | |

| | | | |
|--------------|----|------------|--|
| | | | |
| | | | |
| ANOVA | | | |
| | | | |
| F.de V. | GL | SC | |
| | | | |
| Tratamientos | 2 | 1,39735556 | |
| Repeticiones | 2 | 0,02628889 | |
| Error | 4 | 0,04877778 | |
| Total | 8 | 1,47242222 | |