

EFFECTO DE DOS COBERTURAS PLÁSTICAS Y TRES LÁMINAS DE AGUA EN UN CULTIVO DE FRESA

EFFECT OF TWO PLASTIC MULCHES AND THREE LEVELS OF WATER IRRIGATION ON A STRAWBERRY CROP

Ángela Chaves V.¹, Zahara Lasso P.¹, Hugo Ruiz E.², Orlando Benavides B.³

Fecha de recepción: Abril 25 de 2012

Fecha de aceptación: Abril 30 de 2013

RESUMEN

La investigación se realizó en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, con el objetivo de evaluar el efecto de tres coberturas plásticas: color negro (CN), color plata (CP) y sin cobertura (SC), con la aplicación de tres láminas de riego, baja (LB), media (LM), y alta (LA) cuyo efecto se mide a través de la evaporación medida en un evaporímetro (0,6; 0,75 y 0,9 de la evaporación medida en un tanque evaporímetro) sobre la producción y calidad de fresa. El experimento se realizó empleando un diseño de bloques completos al azar con un arreglo de tratamientos en parcelas divididas, donde la parcela principal correspondió a las coberturas plásticas y las sub-parcelas a las tres láminas de riego. Las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta (NFP), peso del fruto (PF), sólidos solubles totales (SST), longitud del fruto (LF) y rendimiento (RTO). Los resultados mostraron que la cubierta plata (CP) ejerce una influencia positiva sobre sólidos solubles totales (SST) al aumentar la cantidad de estos en el fruto. En la interacción cobertura x lámina, los valores más altos se presentaron para peso del fruto y longitud del fruto (PF y LF) en presencia de cubierta negra x lámina alta (CN x LA). Resultados similares fueron obtenidos para número de frutos por planta (NFP) con cubierta negra (CN) en las tres láminas de riego con valores que fluctuaron entre 2,59 y 2,30 frutos; el menor valor se obtuvo en los tratamientos sin cobertura (SC). Con respecto al rendimiento (RTO) se destaca cubierta negra (CN) con

1 Universidad de Nariño, Ingeniera Agrónoma. angeladrx@hotmail.com

1 Ingeniera Agrónoma. zaharalasso@gmail.com

2 Profesor tiempo completo. I. A. Ph. D. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. hugoruize@yahoo.com

3 Profesor tiempo completo. I.A.MS.c. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. orlando.benavides2@gmail.com

lámina alta (LA) donde se obtuvieron los mayores resultados ($31,46 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$); los tratamientos sin cobertura (SC) con las tres láminas de riego se obtuvieron los rendimientos más bajos sin haber diferencias estadísticas entre ellos.

Palabras claves: Calidad, rendimiento, cantidad de agua, polietileno plata-negro.

ABSTRACT

This research was carried out at the Experimental Farm Botana of the University of Nariño to evaluate the effect of black (BC) and silver plastic (SC) cover and without cover (WC) and the application of three levels of water irrigation, low (LL), medium (ML) and high (HL) (0.6, 0.75 and 0.9 of evaporation measured in a pan evaporimeter) on yield and quality of strawberry crop; a randomized complete block design with split plot arrangement, where the main plot corresponded to the plastic covers and subplots to the three levels of irrigation water. Variables evaluated were: number of fruits per plant (NFP), fruit weight (FW), fruit length (FL), total soluble solids (TSS), and yield (Y). The results showed that silver cover (SC) acts positively on total soluble solid (TSS) increasing the amount in the fruit; in the interaction cover x levels, the highest values were gotten for fruit weight and fruit length (FW and FL) using black cover (BC) and high level (HL); similar results were observed for number of fruits per plant (NFP) with black cover (BC) and the three levels of water irrigation with values ranged between 2,59 y 2,30 fruits; lower number of fruits per plant (NFP) was gotten in treatments without cover (WC). With respect to yield, black cover x the high level of water irrigation got the best results. Treatments without cover with the three levels of water irrigation got lowest yield without statistical differences between them.

Keywords: Yield, quality, amount of water, silver polyethylene, black polyethylene.

INTRODUCCIÓN

En el departamento de Nariño, Colombia, la producción de fresa, se concentra en los municipios de Yacuanquer, Pasto, Ipiales, y Potosí. Para el año 2009 la producción de fresa en Nariño fue de 42 toneladas con un rendimiento de $5.3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño, 2009). Sin embargo, Nariño, no se encuentra entre los mejores departamentos productores como lo son Cundinamarca, Antioquia y Valle del Cauca, que para este mismo año obtuvieron rendimientos de 47.9, 42.7 y $35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente. (Agronet, 2009). Este bajo rendimiento en el departamento de Nariño, es debido a la escasez de un sistema de producción adecuado que influya positivamente en la producción y rendimiento del cultivo.

La fresa es exigente en agua, una buena disponibilidad representa la base necesaria para un cultivo rentable en zonas donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta, por lo que es necesario el riego. Se considera que una hectárea de fresa tiene un consumo hídrico de 400 y 600 mm por año (Branzanti, 2001). En general, la fresa es una planta cuyo desarrollo se ve influenciado por la temperatura, la luminosidad y la duración del día, desarrollándose bien a alturas entre los 1800 y 2350 msnm, con una temperatura optima de 14°C , sin embargo se desarrolla bien entre los 10 a 20°C (Barahona y Sancho, 1998).

Para la producción de fresa, se han implementado coberturas plásticas de polietileno de forma en que la planta va alojada en oquedades reali-

zadas sobre dichas láminas. El uso de la cobertura plástica tiene la finalidad de aumentar los rendimientos del cultivo, evitar el crecimiento de malezas, disminuir la evaporación del agua de riego mejorando la retención de humedad por lo que se mantiene un régimen más uniforme de la humedad del suelo y la frecuencia de la irrigación puede ser reducida y evita el contacto de los frutos con el suelo, entre otros (Santos y Obregón, 2009).

En este sentido, la necesidad de alcanzar una agricultura más competitiva y rentable cada día es más grande, obligando a los productores a conseguir una mayor productividad en sus explotaciones. Ante dicha necesidad el manejo adecuado del agua y un sistema de riego eficiente, constituyen unos de los factores más importantes que aseguran las altas inversiones que requiere todo proyecto de producción; por lo tanto la cantidad y oportunidad con que se efectúan los riegos son determinantes en el rendimiento del cultivo.

Por tal motivo el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la cobertura plástica color negro, plata y un testigo sin cobertura bajo el efecto de la aplicación de tres láminas de riego, con miras a contribuir al desarrollo de nuevas técnicas que induzcan al mejoramiento del sistema productivo, que conlleven a un mayor rendimiento y una mejor calidad del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se realizó en la Granja Experimental Botana, municipio de Pasto, departamento de Nariño, Colombia, su temperatura promedio es de 13°C, precipitación media anual es de 910,3 mm, humedad relativa del 75% y una altura de 2820 msnm (IDEAM, 2010), ubicada en un bosque seco montano bajo (Bs-mb), según la clasificación de Holdrige.

Características físicas y químicas del suelo. El lote de evaluación pertenece a un suelo Vitric haplustand. La capa arable corresponde a un suelo arcillo-arenoso, con 7,67% de materia orgánica, pH de 5,5; además presenta contenidos altos de fósforo, magnesio, potasio y calcio con una baja capacidad de intercambio catiónico (Tab. 1).

Tabla 1. Características Físico - Químicas del lote de evaluación en la Granja Experimental Botana, municipio de Pasto, departamento de Nariño

Parámetro	Unidad Medida	Nivel
pH	5,5	Acido
M.O	7,67 %	Alto
P	77,8 mg/kg	Alto
K	2,32 cmolcarga/kg	Alto
Ca	13,4 cmolcarga/Kg	Alto
Mg	8,7 cmolcarga/Kg	Alto
Textura	Ar-A	
CIC	23,2	Bajo

Preparación del terreno y siembra. Se trazaron camas de 1 m de ancho y 21 m de largo separadas 0,50 m entre sí, se utilizaron plantas provenientes de estolones y se sembró a una distancia de 0,45 x 0,45 en tresbolillo. Según los tratamientos las camas se cubrieron con plástico de polietileno Mulch de color negro y plata y además se dejaron camas sin plástico. Antes del trasplante se aplicó 100 g de material de origen orgánico provenientes de residuos vegetales por sitio desinfectando posteriormente, con el fin de prevenir el ataque de plagas y enfermedades.

La variedad que se utilizó fue "camino real" la cual se caracteriza por poseer poco follaje, lo que permite mayores densidades de plantación, disminución de labores culturales y facilidad de recolección. Su fruto es grande ligeramente más largo que ancho, cónico de color rojo negro, con

gran firmeza y pulpa rojo oscuro. Esta variedad posee buenas producciones de fruta, de gran tamaño, muy buen sabor, baja deformación de fruta, aceptada para mercado en fresco e industrial. Además es tolerante a *Phytophthora* sp., *Verticillium* sp. y antracnosis del fruto y es susceptible a *Botrytis* sp. Al inicio del cultivo la planta es algo débil, y puede ser susceptible al ataque de plagas, (Marín, 2006).

Fertilización y manejo agronómico. La fertilización se realizó según el resultado del análisis de suelos presentado en la Tabla. 1, teniendo en cuenta que la aplicación del mismo se hizo en mezcla con el agua de riego. Para la fertirrigación se tuvo en cuenta la cantidad de agua aplicada para cada tratamiento, realizándose una vez por semana, con fuentes compuestas de fertilizantes como son 8-43-16, 30-4-4 y 5-10-40, además se realizaron fertilizaciones foliares con calcio y boro.

El manejo sanitario para plagas y enfermedades se efectuó teniendo en cuenta el umbral económico e integrando labores culturales y de manejo químico con insecticidas y fungicidas disponibles en el comercio para cada problema fitosanitario.

Diseño Experimental. El diseño correspondió a parcelas divididas en un arreglo de bloques completos al azar. La parcela principal correspondió a las coberturas (Cobertura negra, cobertura plata y sin cobertura) y la sub-parcela a las láminas de riego (Baja, Media y Alta), utilizando 3 repeticiones. Aquellos tratamientos que se encontraron sin cobertura correspondieron a los testigos. El tamaño de la unidad experimental correspondió a tres parcelas de 7 x 1 metros, dejando 0,5 m de calle, para un área de 21m². El área útil de la unidad experimental fue de 11 m². Cada bloque tuvo un área experimental total de 189 m², para un total de 567 m².

Riego. Se instaló un sistema de riego por goteo, que suministró las tres láminas de riego. La lámina a aplicarse se calculó con la siguiente fórmula a partir de la evapotranspiración y la precipitación: .

$$Uc = \text{área} * Kc * Ev$$

Donde; Uc: Uso consuntivo m³; Área: 189 m² (área total a regar por modulo); Kc: coeficientes (0,6, 0,75, 0,9 de acuerdo al tratamiento); Ev: evaporación diaria en mm (se la calculó diariamente mediante el tanque A de evaporación).

La evapotranspiración fue determinada por medio de un tanque evaporímetro tipo A, y la precipitación a través de un pluviómetro, instrumentos ubicados en la estación meteorológica de la granja Botana, que fueron registrados diariamente a las 7:00 a.m.

Tiempo de Riego. Para la aplicación del riego, se calibró la presión de cada modulo de tal manera que se logrará un caudal aproximado de 3 l/h/m lineal; para ello se instalaron tres manómetros, uno para cada módulo de riego y se realizó aforos en campo. Cada módulo manejó una lámina de riego. Las presiones donde se consiguió un caudal aproximado de 3l/h/m lineal fueron:

Modulo	Kc	Caudal	Presión
Modulo 1	0,75 (Lámina Media)	3,84 l/h/m	24 PSI
Modulo 2	0,6 (Láminas Baja)	3,60 l/h/m	30 PSI
Modulo 3	0,9 (Lámina Alta)	3,44 l/h/m	15 PSI

Se calculó el caudal total (QT) de cada módulo de la siguiente manera:

Módulo 1:

$$QT1 = 189 \text{ m} * 3,84 \text{ l/h/m}$$

$$QT1 = 725,75 \text{ l/h}$$

Módulo 2:

$$QT2 = 189 \text{ m} * 3,60 \text{ l/h/m}$$

$$QT2 = 680,41 \text{ l/h}$$

Módulo 3:

$$QT3 = 189 \text{ m} * 3,44 \text{ l/h/m}$$

$$QT3 = 650,16 \text{ l/h}$$

Nota: 189 metros corresponden a los metros lineales de la cinta de riego que ocupa el modulo

Para calcular el tiempo de riego se utilizó la siguiente fórmula: $t = UC * 60 / QT$

Donde,

t = Tiempo de riego en minutos

QT = Caudal total del modulo a regar, expresado en l/hora

La cantidad de agua total aplicada para las láminas altas, media y baja fue de 107,04; 89,20 y 71,36 mm respectivamente durante el periodo de evaluación de cuatro meses.

Variables evaluadas

Peso del fruto (PF): Se registró el peso de 15 frutos al azar de la parcela útil (11 m²) y se calculó el promedio en gramos.

Longitud del fruto (LF): Se midió 15 frutos de la parcela útil tomados al azar desde la base del pedúnculo hasta el ápice de la fruta utilizando un pie de rey. Se registró el promedio en mm.

Contenidos de sólidos solubles (SST): Se midió el contenido de sólidos solubles totales a 15 frutos de la parcela útil tomados al azar. Se determinó según la siguiente fórmula:

$$SST_{CORREGIDOS} = 0.194 * A + SST$$

Donde,

A = % Acido Cítrico

SST = Sólidos solubles totales en °Brix (Norma Técnica Colombiana 5093)

Número de frutos por planta (NFP): Se contó

el número total de frutos totales producidos en las 62 plantas de la parcela útil y se obtuvo el promedio.

Rendimiento (RTO) (t.ha⁻¹): Se cosechó la parcela útil y se obtuvo el rendimiento en t.ha¹.

Análisis estadístico. Todas las variables se sometieron a un Análisis de Varianza. Aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas se sometieron a la Prueba de Comparación de Medias Tukey al 95% de probabilidad.

Análisis Económico. El análisis económico, se evaluó por medio de la metodología del presupuesto parcial descrita por Perrin *et al.* (1976), el cual analiza las variables parciales de presupuesto que están incluidas en el sistema productivo. Para ello se tomó los ingresos obtenidos y los gastos directos como: Costo de riego, preparación del terreno, material vegetal, costos de insumos y labores culturales entre otros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en los resultados del Cuadrado Medio (Tab. 2), se observaron diferencias estadísticas significativas en la parcela principal (Cobertura Negra, Cobertura Plata y Sin Cobertura) para las variables: número de frutos por planta (NFP), rendimiento (RTO), sólidos solubles totales (SST). Con respecto a las sub-parcelas (Lámina Alta, Lámina Media, Lámina Baja) se presentaron diferencias estadísticas en todas las variables, situación similar se presentó en cuanto a la interacción cobertura por lámina. Con respecto a (SST), no presentándose diferencias estadísticas en esta variable.

Tabla 2. Cuadrado Medio de las variables Peso de Fruto por Planta (PFP), Longitud de Fruto (LG), Sólidos Solubles Totales (SST), Número de Frutos por Planta (NFP) y Rendimiento (RTO), Fuente de variación (FDV), Grados de Libertad (GL) bajo el efecto de dos coberturas plásticas y tres láminas de agua en un cultivo de fresa

FDV	GL	PFP (g)	LF (mm)	SST (°Brix)	NFP	RTO (t.ha ⁻¹)
Cobertura	2	10,74ns	1,50ns	6,21**	4,00**	467,52**
BLOQUES	2	3,29ns	0,21ns	0,05ns	0,32*	24,98**
Lámina	2	45,87**	4,25**	0,64*	0,50**	54,13**
Cobertura*Lámina	4	25,43*	6,98**	0,29ns	0,19*	30,88**
ERROR		3,12	0,58	0,12	0,05	2,81
CV		6,48	1,73	3,20	11,07	8,56
MEDIA		27,27	44,19	1,09	2,00	19,58

* = diferencias significativas; $p < 0.05$ ** = diferencias altamente significativas; $p < 0.01$
ns = diferencias no significativas.

Sólidos Solubles Totales (SST). Como se indica en la Tabla. 3, la comparación de promedios para coberturas indica que la cobertura plata presentó el mejor promedio con un valor de 11,87 °Brix en comparación a la cobertura negra y sin cobertura las cuales no presentaron diferencias estadísticas entre ellas, con valores de 10,56 y 10,33 °Brix respectivamente. En el mismo sentido, se observaron diferencias significativas para láminas, donde la lámina media presentó el mejor promedio con un valor de 11,23°Brix, diferenciándose estadísticamente de la lámina alta y baja con promedios de 10,771 y 10,772°Brix las cuales no presentaron diferencias estadísticas entre ellas.

Al respecto Perkins-Veazie (1995), menciona que los azúcares son los principales compuestos solubles en los frutos de fresa, de los cuales fructosa, glucosa y sacarosa son los que se encuentran en mayor cantidad y determinan los grados °Brix. Queiroga *et al.* (2007), sostienen que los sólidos solubles son influenciados por factores genéticos y ambientales, de este último en particular la

temperatura y radiación. De esta manera es posible que los resultados obtenidos en este estudio se deban a que en la cobertura plata se refleja una mayor cantidad de luz que en la cobertura negra, en este sentido la luz reflejada sobre la cobertura plata es capturada y absorbida por la hoja, incrementando la tasa fotosintética de la planta lo cual conduce a una mayor producción de azúcares disponibles y la consecuente translocación de estos a los frutos, lo cual se ve reflejado en frutos más dulces (Miura *et al.*, 1993; Watson *et al.*, 2002 en Karhu *et al.*, 2007). Wang *et al.* (1998), afirman que diferentes tipos de coberturas probablemente provocan diferencias en la temperatura y cantidad de humedad del suelo, como también en la cantidad y calidad de luz transmitida, reflejada o absorbida. Estas diferencias pueden afectar el crecimiento y desarrollo de la planta, calidad del fruto y el metabolismo de los carbohidratos en plantas de fresa.

Karhu *et al.* (2007), Indican que los frutos de fresa en un acolchado de color blanco fueron más dulces que los frutos obtenidos con un

acolchado de color negro, afirmando que la baja concentración de sólidos solubles totales en los frutos con acolchado de color negro posiblemente se deba a las altas temperaturas del día, debido a que la concentración de SST en los frutos de fresa han mostrado ser sensibles a altas temperaturas (Wang y Camp, 2000).

En el mismo sentido, se observaron diferencias significativas para láminas, donde la media presentó el mejor promedio con un valor de 11,23

°Brix, diferenciándose estadísticamente de la alta y baja con promedios de 10,771 y 10,772 °Brix las cuales no presentaron diferencias estadísticas entre ellas. Al respecto Ortega *et al.* (2001), encontraron que restricciones de agua a plantas de tomate reducen el contenido de agua en frutos, pero incrementan el contenido de sólidos solubles. En este sentido la lámina media aplicada resulta óptima para que se incrementen el contenido de azúcares en los frutos al disminuir el contenido de agua en ellos.

Tabla 3. Comparación de Promedios (DMS) para las Variables Peso de Fruto por Planta (PFP), Longitud de Fruto (LG), Sólidos Solubles Totales (SST), Número de Frutos por Planta (NFP) y Rendimiento (RTO) bajo el efecto de dos coberturas plásticas y tres láminas de agua en un cultivo de fresa.

Cobertura	PF (g)	LF (mm)	SST (°Brix)	NFP	RTO (t.ha ⁻¹)
CN	26,2156	A 43,7889	A 10,5689	B 25,1222	A 24,9289
CP	28,3967	A 44,6044	A 11,8756	A 22,4111	A 22,4289
SC	27,1911	A 44,1744	A 10,3333	B 12,5778	B 11,3844
Tukey	2,6064	1,6726	0,6863	0,3339	1,9337

Láminas	PF	LF	SST	NFP	RTO
A	29,8611	A 44,9022	A 10,7711	B 2,2322	A 22,1167
M	26,2022	B 43,53	AB 11,2344	A 1,7611	B 17,2211
B	25,74	B 44,1356	B 10,7722	B 2,0178	AB 19,4044
Tukey	2,2208	0,9589	0,4399	0,2788	2,108

Comparador Tukey 5%; promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

Peso del fruto (PF). Como se muestra en la Tabla 4, la interacción significativa entre el factor coberturas plásticas y láminas de riego, permitió determinar que en las parcelas con cobertura negra, la lámina alta presentó el mejor promedio con un valor de 30,76 g con respecto a la lámina baja y media con promedios de 24,09 y 23,78 g respectivamente. Por otra parte, la cobertura plata no presentó diferencias estadísticas entre

las láminas alta y media, con valores de 30,65 y 29,5 g, sin embargo, el promedio más bajo lo obtuvo la lámina baja con un valor de 25,08 g; en el mismo sentido, para las parcelas sin cobertura, se obtuvo que la lámina alta y baja presentaron los mejores promedios con valores de 28,16 y 29,42 g, diferenciándose estadísticamente de la lámina media la cual obtuvo el promedio más bajo.

Las diferencias observadas en la parcela cobertura negra permiten considerar que con el uso de la lámina de riego alta se obtienen frutos entre 22 y 23% más pesados en comparación a los frutos obtenidos con una lámina de riego media y baja, esto se debe a que al aumentar la cantidad de agua suministrada a la planta se aumenta la cantidad de agua en el fruto por tanto aumenta su peso. En este sentido Ortega *et al.* (2003), encontraron que al aumentar la cantidad de agua aplicada en plantas de tomate, aumenta el contenido de agua en los frutos, lo cual corrobora los resultados obtenidos en esta investigación.

Tabla 4. Comparación de promedios de la lámina de riego en mm para la variable peso de fruto (PF) con cobertura negra (CN), cobertura plata (CP) y sin cobertura (SC) bajo tres láminas de agua en un cultivo de fresa

LÁMINA	COBERTURA			Medias
	CN	CP	SC	
A	30,76 A	30,65 A	28,16 A	29,86
B	24,09 B	25,08 B	29,42 A	26,20
M	23,78 B	29,45 A	23,98 B	25,74

Comparador Tukey (0,05) = 2,71

Longitud del Fruto (LF). En la Tabla.5 se puede observar que la interacción entre el factor cobertura negra y láminas permitió determinar que la lámina Alta con 45,75 mm, presentó diferencias estadísticas significativas respecto a las láminas baja y media que mostraron promedios de 43,15 y 42,46 mm respectivamente. Por otra parte en la cobertura plata, las láminas Alta, Baja y Media no presentaron diferencias estadísticas entre sus promedios los cuales variaron entre 43,68 y 44,61 mm. Finalmente, para el factor sin cobertura se observa que las láminas Alta, Baja y Media si presentaron diferencias estadísticas entre sus

promedios en donde la lámina baja con un promedio de 45,57 mm supero a la lámina alta y media con promedios de 44,34 y 42,60 mm respectivamente habiendo diferencias entre estas.

Tabla 5. Comparación de promedios de tres láminas de riego en mm para la variable longitud del fruto (LF), con cobertura negra (CN), cobertura plata (CP) y sin cobertura (SC) en un cultivo de fresa

LÁMINA	COBERTURA			Medias
	CN	CP	SC	
A	45,75 A	44,61 A	44,34 B	44,90
B	43,15 B	43,68 AB	45,57 A	44,14
M	42,46 B	45,52 A	42,60 C	43,53

Comparador Tukey (0,05) = 1,17

Al respecto, Parra *et al.* (2005), evaluaron el rendimiento y tamaño del fruto del manzano sometido al estrés hídrico donde encontraron que las precipitaciones bajas del periodo de evaluación se reflejó en un crecimiento reducido del fruto, arrojando que la planta cuando se ve sometida a estrés hídrico, activa mecanismos de defensa que protegen a la planta de la deshidratación, sin embargo cuando el estrés hídrico pasa, el crecimiento del fruto se reanuda de forma normal. Para la evaluación, en el presente estudio lo anterior corrobora que a mayor cantidad de agua se aumenta el tamaño del fruto, ya que tanto en la cobertura negra como en la plata, las láminas altas presentaron los mejores promedios en cuanto a longitud del fruto.

Número de Frutos por Planta (NFP). La interacción entre cobertura plástica y lámina de riego (Tab. 6), mostró que para la cobertura negra no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre laminas, sin embargo en la cobertura plata se encontró que la lámina alta y

baja presentan los mejores promedios con valores de 2,35 y 2,45 frutos por planta, siendo la lámina media la de más bajo promedio con 1,92 frutos. Por otra parte, en las parcelas sin cobertura, la lámina alta posee el mejor promedio, 1,74 frutos, diferenciándose estadísticamente de la lámina baja y media con promedios de 0,96 y 1,06 frutos por planta respectivamente.

Tabla 6. Comparación de promedios de tres láminas de riego en mm para la variable número de frutos por planta (NFP), con cobertura negra (CN), cobertura plata (CP) y sin cobertura (SC) en un cultivo de fresa

LÁMINAS	COBERTURA			Medias
	CN	CP NFP	SC	
A	2,59 A	2,35 A	1,74 A	2,23
B	2,64 A	2,45 A	0,96 B	2,02
M	2,3 A	1,92 B	1,06 B	1,76

Comparador Tukey (0,05) = 0,34

Rodríguez (2007), evaluó el efecto de la cobertura del suelo con cascarilla de arroz en el crecimiento y rendimiento del tomate de ramillete, se encontró que en el número total de frutos normales y dañados por planta durante el tiempo de cosecha, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de cobertura en estudio.

Sin embargo, Luna y Meraz (2007), evaluaron volúmenes de riego y coberturas en el rendimiento y calidad de frutos de guayaba, donde encontraron que el número de frutos por m² de superficie fructificante no fue afectado por los volúmenes de agua aplicados y por las coberturas. Este resultado informa de la respuesta de la planta a la disponibilidad de agua. Al analizar los promedios para las coberturas se aprecia que la de plástico produce el mayor número de frutos, lo que corrobora los resultados obtenidos en esta evaluación del presente estudio.

Rendimiento (RTO): Se determinó que en la cobertura negra, la lámina alta presentó el mejor rendimiento con un promedio de 31,46 t.ha⁻¹, diferenciándose estadísticamente de las láminas baja y media, siendo esta última la que obtuvo el promedio de menor valor 20,30 t.ha⁻¹. En este sentido, en la cobertura plata, la lámina alta presentó un promedio de 24,24 t.ha⁻¹, diferenciándose de la lámina media la cual presentó el menor valor, 20,58 t. ha⁻¹. Por otra parte en las parcelas sin cobertura no se presentaron diferencias estadísticas entre las láminas cuyos rendimientos oscilaron entre 12,74 y 10,63 t. ha⁻¹ (Tab.7).

Tabla 7. Comparación de promedios de tres láminas de riego en mm para la variable rendimiento (RTO), con cobertura negra (CN), cobertura plata (CP) y sin cobertura (SC) en un cultivo de fresa

LAMINAS	COBERTURA			Medias
	CN	CP t.ha ⁻¹	SC	
A	31,46 A	24,24 A	10,63 A	22,12
B	23,01 B	22,45 AB	12,74 A	19,40
M	20,30 C	20,58 B	10,77 A	17,22

Tukey (0,05) = 2,58

Al respecto Cenobio *et al.* (2006), al trabajar con seis colores de acolchado plástico (verde, azul, naranja, negro, blanco, café y sin acolchar) en sandía, encontraron que para el rendimiento, los colores de acolchado fueron estadísticamente iguales entre sí, pero significativamente superiores a los tratamientos sin acolchar.

Locascio *et al.* (2005), al evaluar el efecto del acolchado plástico rojo y negro en un cultivo de fresa en varias localidades, encontraron que el rendimiento fue similar tanto en los tratamientos con acolchado rojo como en los tratamientos con acolchado negro, sin embargo en la localidad "Gainesville" el rendimiento fue más alto con el acolchado rojo y en la localidad "Quincy" el mayor rendimiento se lo obtuvo con el acolchado

negro. Por su parte Albregts y Chandler (1993), reportaron los mejores rendimientos de fresa con la cobertura amarilla en tres épocas diferentes de estudio, pero en dos temporadas se obtuvo los mejores resultados con la cobertura blanca en comparación con la cobertura negra o roja.

En el mismo sentido, Inzunza *et al.* (2010), obtuvieron resultados similares donde evaluaron la extracción de nutrientes y producción de chile jalapeño bajo acolchado plástico y diferentes niveles de riego, se observó que el aumento de la temperatura del suelo generado por el acolchado de color explica la precocidad. Además, la mayor disponibilidad de agua y el incremento de la temperatura del suelo debido a las condiciones creadas por las películas plásticas, promueve una mayor producción de materia seca, lo que finalmente se traduce en mayor extracción de nutrientes y rendimiento de fruto fresco del chile jalapeño.

El uso de acolchado con materiales plásticos, ejercen una influencia notable sobre el microclima en que viven las plantas, hay un calentamiento del suelo marcado por el efecto invernadero ejercido sobre el pequeño espesor de aire que permanece entre el suelo y la cobertura plástica, lo cual favorece un inicio más precoz en la vegetación y una anticipación en la floración, ejerciendo un efecto favorable en el rendimiento al igual que en una cosecha ligeramente más precoz. Además, el uso de cobertura logra un uso más eficiente del agua ya que el agua evaporada del suelo se condensa en la cara inferior de la cubierta plástica y se restituye al suelo (Branzanti, 2001).

Análisis económico. En la tabla 8 se muestra los costos totales de producción por hectárea, cabe anotar que los tratamientos con coberturas negra y plata acompañados de una lámina de riego alta, presentan los mayores costos totales.

Tabla 8. Costos e ingresos por hectárea en la evaluación del efecto de dos coberturas plásticas y tres láminas de riego bajo un sistema de riego por goteo en un cultivo de fresa

Trat.	Descripción del Tratamiento	Costos Totales por Hectárea (\$)	Produc. Kg/Ha/año	Precio de venta (\$ Kilo)	Ingreso Bruto (\$)	Ingreso Neto (\$)	Rentabilidad anual%
1	Cobertura negra y lámina alta	31770589,9	31460	3500	110110000	78339410,1	246,58
2	Cobertura negra y lámina media	31511853,9	20300	3500	71050000	39538146,1	125,47
3	Cobertura negra y lámina baja	31253883,9	23010	3500	80535000	49281116,1	157,68
4	Cobertura plata y lámina alta	31770589,9	24240	3500	84840000	53069410,1	167,04
5	Cobertura plata y lámina media	31511853,9	20580	3500	72030000	40518146,1	128,58
6	Cobertura plata y lámina baja	31253883,9	22540	3500	78890000	47636116,1	152,42
7	Sin Cobertura y lámina alta	22448589,9	10630	3500	37205000	14756410,1	65,73
8	Sin Cobertura y lámina media	22189853,9	10770	3500	37695000	15505146,1	69,87
9	Sin Cobertura y lámina baja	21931833,9	12740	3500	44590000	22658166,1	103,31

Por su parte los tratamientos sin cobertura, muestran costos de producción inferiores, debido a que no se implementa los acolchados plásticos lo que se ve reflejado en sus bajos rendimientos.

Ingresos netos y rentabilidad. El tratamiento con cobertura negra y lámina de riego alta presentó el mayor ingreso neto para el ensayo, seguido por el tratamiento con cobertura plata y lámina alta. Los tratamientos que presentaron los menores ingresos fueron los que no poseían cobertura, sin embargo dentro de los tratamientos sin cobertura la lámina baja mostro el mejor ingreso neto. En cuanto a la rentabilidad anual, el plástico negro presentó una rentabilidad superior al 200% frente a los demás tratamientos. Por lo anterior, se puede afirmar que al sembrar con coberturas de color oscuro y láminas altas de fertirrigación se pueden obtener mayores beneficios económicos, frente a cultivar sin ningún tipo de acolchado.

CONCLUSIONES

El uso de cobertura plástica de color plata, presentó mayor concentración de sólidos solubles totales logrando frutos con mayor contenido de azúcares con respecto a los tratamientos con cobertura negra y sin cobertura.

La aplicación de láminas de riego altas produjo los mejores rendimientos cuando estos se instalaron con coberturas de color negro.

La mejor rentabilidad anual, se presentó con el tratamiento de plástico negro en conjunto con una lámina de riego alta, superando considerablemente a los demás tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

AGRONET. 2009. Sistema de Información de Precios e Insumos y Factores Asociados a

la Producción. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/>. Consulta: Noviembre, 2011.

ALBREGTS, E. E. Y CHANDLER, C. K. 1993. Effect of polyethylene mulch color on the fruiting response of strawberry. Soil and Crop Science Society of Florida. 52:40 - 43.

BARAHONA, M. Y SANCHO, E. 1998. Manzana, Melocotón, Fresa y Mora, Fruticultura Especial, BUEND, San José. Costa Rica. 144 p.

BRANZANTI, E. 2001. La fresa. Ediciones Mundi-prensa, Madrid España. 279 p.

CENOBIO, P., INZUNZA M., MENDOZA M., Y SANCHES F. 2006. Acolchado plástico de color en sandía con riego por goteo. TERRA Latinoamericana. 24(4):515 - 520.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). 2010. Pasto - Nariño. Boletín divulgativo de información climatológica anual.

INZUNZA, M., VILLA, M., CATALAN, E. Y ROMAN, A. 2010. Extracción de nutrientes y producción de chile jalapeño bajo acolchado plástico y niveles de riego. Terra Latinoamericana. 28(3):211 - 218.

KARHU, S., PURANEN, R., Y AFLATUNI, A. 2007. White mulch and a south facing position favour strawberry growth and quality in high latitude tunnel cultivation. Canadian Journal of Plant Science. Canadian. 87(2):317 - 325.

LOCASCIO, S., GILREATH, J., OLSON, S., HUTCHINSON, C. Y CHASE C. 2005. Red and black mulch color affects production of Florida strawberries. HortScience. 40(1):69 - 71.

LUNA, A Y MERAZ, A. 2007. Volúmenes de riego y coberturas en el rendimiento y calidad

- de frutos de guayaba. *Investigación y Ciencia*. 39(1):4 - 10.
- MARÍN, J. 2006. Fresa: cultivo en suelo y en hidroponía. Universidad Politécnica de Cartagena y Liceo Superior Agronómico. Almería. 53 p.
- MIURA, H., YOSHIDA, M. Y YAMASAKI A. 1993. Effect of light intensity on growth and ripening of strawberry fruit. *Acta Horticulturae*. 348:393 - 394.
- NORMA TECNICA COLOMBIANA 5093. 2002. Frutas Frescas. ICONTEC. Bogotá D.C. 16 p.
- ORTEGA, S., LEYTON B. Y PAILLAN H. 2001. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. fa-144) de invernadero producido en otoño. *Revista Agricultura Técnica*. 61(4):479 - 487.
- ORTEGA, S., LEYTON B. Y PAILLAN H. 2003. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. fa-144) de invernadero producido en primavera - verano. *Revista Agricultura Técnica*. 63(4):394 - 402.
- PARRA, R., OROZCO, J., GONZALES, M., AMADO, J. y ORTIZ, P. 2005. Rendimiento y tamaño del fruto del manzano sometido a estrés hídrico planificado en Chihuahua, México. *Agricultura Técnica de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 31:11 - 20.
- PERKINS-VEAZIE, P. 1995. Growth and ripening of strawberry fruit. *Horticultural Reviews*. 17:267 - 297.
- PERRIN, R., WINKELMAN, D., MOSCARDI, E. Y ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México. CYMMYT. 54 p.
- QUEIROGA, R., PUIATTI, M. Y FONTES, P. 2007. Yield and quality of muskmelon fruits cultivated in green house with doses of nitrogen. *Horticultura Brasileira*. 25(4):550 - 556.
- RODRIGUEZ, G. 2007. Efecto de la cobertura del suelo con cascarilla de arroz en el crecimiento y rendimiento del tomate de ramillete. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, Cuba. 12 p.
- SANTOS, B. M. Y OBREGÓN, H. A. 2009. Prácticas Culturales para la Producción Comercial de Fresas en Florida. University of Florida IFAS Extension. Pub. #HS1160. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/hs1160>. Consulta: Noviembre, 2011.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE NARIÑO. 2009. Consolidado agropecuario, Nariño. 153 p.
- WANG, S., GALLET, G. Y CAMP, M. 1998. Mulch types affect fruit quality and composition of two strawberry genotypes. *Scientia Horticulturae*. 33(4):636 - 640.
- WANG, S. Y. Y CAMP, M. J. 2000. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*. 85(3):183 - 199.
- WATSON, R., WRIGHT C. J., Mc BURNEY, T., TAYLOR, A. J. Y LINFORTH, R. S. T. 2002. Influence of harvest date and light integral on the development of strawberry flavour compounds. *Iranian Journal Microbiology*. 53:2121 - 2129.