

EFECTO DEL COLOR DEL ACOLCHADO Y NIVEL DE AGUA APLICADO SOBRE RENDIMIENTO Y ABSORCIÓN DE MACRONUTRIENTES EN SANDÍA (*Citrullus lanatus* Thunb) BAJO RIEGO POR GOTEO – CINTA

M.Y. Santiago-Rafael¹, C. Potisek-Talavera², R. Trejo-Calzada¹, I. Sánchez-Cohén², E. Santamaría-César¹, S. Mendoza-Moreno¹, M. Sepúlveda-Bojorquez¹.

¹URUZA – UACH Apartado Postal No. 8 Bermejillo, Dgo., C.P. 35230, ²CENID- RASPA – INIFAP Apartado Postal No. 41. Cd. Lerdo, Dgo. C.P. 35150, México.

RESUMEN

El estudio se realizó en el 2001 en el campo experimental del CENID – RASPA ubicado en la Comarca Lagunera, evaluándose el rendimiento, área foliar y la absorción nutrimental de sandía desde el trasplante hasta fructificación en un sistema de riego por goteo-cinta con acolchado de diferentes colores (verde, azul, naranja, negro, blanco y café) bajo dos niveles de riego: IR₁, IR₂ (correspondientes al 20 y 30% de la reposición de la evaporación diaria en una primer etapa y de 55 y 60% en la segunda etapa), incluyendo el testigo sin plástico. Los tratamientos se arreglaron de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar con diseño de tratamientos factorial en parcelas divididas. En las tres variables de estudio los resultados mostraron que los colores de acolchado presentan diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$), con respecto al testigo. Los rendimientos obtenidos con el acolchado azul y el negro fueron 56.51 y 56.44 ton ha⁻¹ respectivamente, superando al testigo sin acolchar con 30.81 ton ha⁻¹ bajo riego IR₂. Los máximos valores de área foliar en la etapa de inicio de fructificación fueron de 4658.2 y 3607.8 cm² en los acolchados verde y negro respectivamente bajo el nivel de riego IR₂, mientras que el tratamiento testigo IR₂ produjo 457.3 y el testigo IR₁ 412 cm². El comportamiento de absorción de macroelementos fue similar entre colores de plástico, incrementándose gradualmente a los 16 días después del trasplante para maximizarse a los 46 días después del trasplante; en los tratamientos no acolchados se observó desde el trasplante y presentando su máxima absorción a los 46 días después del trasplante, a excepción del calcio el cual disminuye su absorción a los 33 días después del trasplante.

Palabras clave: colores de acolchado, riego, rendimiento, área foliar, absorción nutrimental.

ABSTRACT

This study was carried out at the experimental station of the CENID-RASPA, INIFAP. A watermelon crop was established using a split-plot design with two randomly distributed treatments; treatment one consisted of applying two drip irrigation levels R₁, R₂, (corresponding to 20 and 30% of the daily evaporation replacement rate at the first stage, then 55 and 60% at the second stage, respectively). The second treatment was the use of six colored mulches (green, blue, orange, black, white, and brown), and a control (without mulching), given a total of 14 treatments. Leaf area, nutrient uptake, and crop yield were evaluated from establishment to fructification. Statistical differences ($p < 0.05$) were found among the plastic mulches in IR₂; the yield for the blue and black plastic mulches, and control was 56.5, 56.4, and 30.8 ton ha⁻¹, respectively. Leaf area at the start of fructification for the green and black plastic films in IR₂, was 4658.2 and 3607.8 cm², respectively, whereas the control treatment had leaf area values of 457.3 and 412 cm² for IR₂, IR₁, respectively. Macronutrients uptake was similar among colored plastic mulches. However, their uptake rate was gradually increased from 16 to 46 days after establishment. Calcium ion uptake behavior was slightly different and its uptake rate dropped after 33 days from planting.

Key words: colored plastic mulches, irrigation, yield, leaf area, nutrient uptake

INTRODUCCION

La sandía es un alimento muy refrescante y ligeramente laxante a consecuencia de la celulosa que contiene, se convierte en una fruta excelente en los meses de verano. México es el segundo exportador mundial de sandía, después de España, exportando entre el 35 y 40% de la producción anual nacional principalmente hacia los Estados Unidos (ASERCA, 1999) en donde el consumo de sandía per cápita anual

fue de 4.8 kg. en 1996 aumentando hasta llegar a 7.4 kg (Agronegocios Horticom, 2001). El cultivo de esta planta se practica en casi todas las entidades federativas de México, quedando al margen el Distrito Federal, Hidalgo y Tlaxcala. Sonora es el principal productor, seguido de Chihuahua, Jalisco, Sinaloa y Tabasco. El rendimiento promedio nacional ha sufrido variaciones, estas siempre han permitido que se mantenga una tendencia a la alza.

En 1990 el rendimiento promedio nacional fue

de 13.603 ton ha⁻¹. y para 1997 alcanzó un total de 18.656 ton ha⁻¹, lo que significa 37.2% de incremento total durante este periodo (ASERCA, 1999).

Los cultivos que mayor demanda tienen de tecnología en agroplasticultura son aquellos de alta rentabilidad destinados tanto para consumo en fresco como a la industria que buscan colocarse en los mercados de exportación y su implementación se logra en cultivos determinados respondiendo a necesidades de abastecimiento básico (Papaseit *et al*, 2001). Los cultivos manejados de forma intensiva (acolchado plástico, riego por goteo, fertirrigación, invernaderos, etc.) tienen una capacidad de síntesis de biomasa muy importante: en plena producción, estas plantas pueden fabricar el equivalente de su peso fresco cada dos días (la composición de la hoja varía muy lentamente en relación con la velocidad de crecimiento) (Burgueño, *et al*. 1994). En el país se requiere de un aumento en su utilización debido a la creciente necesidad de optimizar los recursos agua, suelo, planta, nutrientes, etc., conseguible mediante la cobertura plástica del suelo (Ibarra y Rodríguez, 1997). El riego por goteo aunado con el acolchado plástico podrá proporcionar mayores beneficios, y estos a su vez se convierten en una técnica ecológica y económica al fertilizar el cultivo a través del sistema de riego por goteo, según sean sus requerimientos (García *et al*, 1999). Así Méndez *et al* (1999) señalan la importancia del uso del acolchado plástico ya que permite reducir la evaporación e incrementar la productividad en algunos cultivos. El melón y la sandía son por lo general cultivos que crecen muy rápidamente en período de tiempo relativamente corto. Este último bajo riego y con alta densidad de plantas produce cosechas de más de 100 toneladas por hectárea. Para producir una cosecha de tal magnitud se requiere, indiscutiblemente, de programas de fertilización bien balanceados en dosis y épocas oportunas de aplicación (Chirinos, 2000).

El agua es necesaria para transportar minerales y alimentos en la planta, e interviene también en muchas reacciones químicas necesarias para el crecimiento de las plantas. El potasio mejora el tamaño y la calidad de los frutos y hortalizas y aumenta la resistencia de las plantas al invierno (Soil Improvement Committee California Fertilizer Association, 1995). El fósforo se puede considerar como un factor de calidad: favorece todos los procesos relacionados con la fecundación, la fructificación y la maduración. Una planta bien provista de nitrógeno adquiere un color verde oscuro debido a la abundancia de clorofila; la brotación se adelanta y se produce un gran desarrollo de hojas y tallos, lo que su vez incrementa la actividad fotosintética. Por ello el nitrógeno es el principal factor que determina los

rendimientos cuantitativos (Pizarro, 1996). Demasiado nitrógeno da lugar a un exceso de vegetación: la planta tarda en madurar, los frutos pierden calidad y los tejidos permanecen verdes y tiernos más tiempo, con lo que aumenta la sensibilidad a las enfermedades y a las bajas temperaturas. Los tallos no adquieren la rigidez necesaria; es el caso típico del encamado de los cereales (Burgueño, 1996).

El calcio juega un papel importante en la neutralización de los ácidos orgánicos, en suelos alcalinos donde la disponibilidad del calcio puede ser muy baja, suele ser necesario aplicar fertilizantes de calcio para mantener un suministro adecuado de este nutriente para las plantas (Muñoz, 1983, citado por Martínez, 1992). El magnesio se desplaza dentro de las plantas y es traslocado fácilmente de los tejidos maduros a los tejidos jóvenes cuando es deficiente su suministro. Se comporta de manera similar a como lo hace el calcio en el suelo (Soil Improvement Committee California Fertilizer Association, 1995).

Es importante conocer los niveles nutricionales iniciales, así como la concentración y tipo de sales presentes en el agua de riego; esto permite hacer una buena selección de la forma química de los fertilizantes a utilizar, así como reducir al máximo el riesgo de taponamiento de los goteros (Burgueño, *et al*. 1994). Para programas correctos del fertirriego se debe conocer la demanda de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del ciclo del cultivo. La curva óptima de consumo de nutrientes define la tasa de aplicación los nutrientes, evitando así posibles deficiencias o consumos de lujo (Imas, 1999).

El análisis de tejidos vegetales es particularmente útil en el seguimiento del estado nutricional de las plantas a lo largo de la estación de crecimiento y en el manejo de los factores de calidad (Soil Improvement Committee California Fertilizer Association, 1995); la extracción de nutrientes por las plantas representa en sí, el método más directo y concreto del análisis del suelo (Marín y Pérez, 1992). Los análisis químicos de suelos que se emplean para el diagnóstico de su estado nutrimental son de dos tipos: a) Los que miden la fertilidad de los suelos (pH, CE, materia orgánica, capacidad de intercambio de cationes, porcentaje de saturación de bases, porcentaje de carbonato de calcio, relación de absorción de sodio, porcentaje de sodio intercambiable, acidez y aluminio intercambiable) y, b) Los que miden el índice de la disponibilidad de un nutriente en el suelo. Se asume, hasta cierto punto, que el contenido de un nutriente en la planta está directamente relacionado con la producción (Instituto de la Potasa y el Fósforo INPOFOS, 1993).

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CENID-RASPA-INIFAP), situado en la Comarca Lagunera (103° 22' y 104° 47' LW) y (24° 22' y 26° 23' LN) y altura media de 1139 msnm; durante el ciclo primavera – verano 2001.

Manejo y diseño experimental. Las plantas de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) fueron sembradas el 14 de febrero del 2001 en charolas de germinación de 200 cavidades en condiciones de invernadero, se realizó el trasplante en húmedo el día 23 de marzo del 2001. La cosecha el 30 de mayo del 2001 para terminar el 5 de julio del 2001.

Los tratamientos fueron aleatorizados de acuerdo a un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones. La densidad de población fué de 5,333 plantas por hectárea a doble hilera por línea regante, con una separación entre plantas de 75 cm y entre hileras de plantas a 30 cm y las líneas regantes con una separación de 5 metros. Se utilizó la variedad Peacock WR –124 recomendada por el Campo Experimental La Laguna (CELALA). El suelo del área experimental es de textura migajón – arcilloso con una velocidad de infiltración de 1.1 cm hr⁻¹. Los contenidos de humedad a capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP) así como otras características físicas y químicas del suelo Se observaron valores de N-NO₃, Fósforo, Potasio, Carbonatos, Conductividad Eléctrica, potencial de Hidrógeno, Materia Orgánica, en la profundidad de 0 – 30 cm clasificados, como muy alto, muy alto, extremadamente rico, moderadamente altos, normal, alcalino y medianamente pobre respectivamente.

El sistema de riego fue por cinta 15 mil T-Tape con un gasto de 3.1 lph por metro lineal, colocando líneas regantes a 5 m de separación y con emisores separados a 0.2 m de entre ellos. Cada línea regante fue separada a 30 cm entre ellas. La unidad experimental consistió de tres hileras regantes de 9 m de longitud y la parcela útil donde se midieron rendimientos fueron las dos hileras de plantas ubicadas en la línea regante central. Se utilizaron seis colores de plástico y estos fueron verde, azul, anaranjado, negro, blanco y café; calibre 150, de 10 m de largo por 1 m de ancho.

Riego. La aplicación del agua de riego fue diario reponiendo 20% y 30% de la evaporación tomada de un tanque estándar tipo "A", con láminas de riego de 326.26

y de 390.43 mm durante el ciclo vegetativo. Esta lámina de riego solo fue para la etapa de evaluación de este trabajo (de trasplante a inicio de fructificación), la siguiente etapa que fue de fructificación a cosecha se regó con un 55 y 60% de evaporación.

Fertilización. La fertilización se realizó con la fórmula 160 – 80 – 00 de N-P-K respectivamente, aplicada en 9 fracciones cada 10 ó 15 días a través del ciclo vegetativo del cultivo en forma de solución disuelta en el agua de riego, se utilizó urea y sulfato de amonio como fuente de nitrógeno, fórmula 05 – 30 – 00 como fuente de fósforo. Durante el período de evaluación de este proyecto solo se aplicaron 7 fracciones de este fertilizante.

Área Foliar y Materia Seca. Se realizaron cuatro muestreos de planta aproximadamente cada semana a partir del trasplante para medir el área foliar, se tomó una planta representativa por parcela útil de cada tratamiento, fue necesario dibujar cada tamaño de hojas de la planta y leer la lectura en el medidor de Área Foliar. En materia seca se realizaron 4 muestreos a partir del trasplante con intervalos entre ellos de aproximadamente quince días, las plantas se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante, se pesaron y se prepararon para la determinación de los nutrientes N, P, K, Ca y Mg. Las mediciones solo se realizaron hasta las etapas de crecimiento y desarrollo de fruto, sin llegar al final del ciclo.

Muestreo de suelos. Se realizó un muestreo de suelo del terreno experimental a dos profundidades, de 0-30 y 30-60 cm en cada tratamiento al momento del trasplante después se muestreo al final del ciclo diferentes puntos para obtener una muestra compuesta de cada bloque, determinando las propiedades físico-químicas del suelo y de planta, en el laboratorio del CENID-RASPA.

Análisis foliares y de suelo. Para Nitrógeno se utilizó el método de Kjeldahl para el Fósforo el método de Molibdo vanato; K y Na por medio de Flamometría, Ca y Mg por el Método de Digestión ácida por Absorción Atómica (espectrofotómetro de absorción atómica), pH mediante el potenciómetro, CE por medio del conductímetro, Carbonatos por el Método del Calcímetro, y la Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.

Análisis estadístico. Los análisis de los datos de Rendimiento, Área Foliar y Absorción de Nutrientes se realizaron con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) en un modelo lineal GLM y la comparación de medias de Rangos Múltiples Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de rendimiento. La cosecha se realizó del 30 de mayo al 5 de julio del 2001 iniciando con los tratamientos acolchados quedando el testigo con fechas más tardías. El mayor rendimiento obtenido fue de 56.51 Ton ha⁻¹ con el tratamiento IR₂ 2 que corresponde al acolchado azul bajo el nivel de riego mayor. El menor rendimiento se obtuvo con los tratamientos sin plástico con valores de 22.59 Ton ha⁻¹ bajo el nivel de riego IR₁ y de 30.81 Ton ha⁻¹ bajo el nivel de riego IR₂.

El análisis de varianza indicó que el acolchado presentó una respuesta altamente significativa al 1% y el riego significativa al 5%, con lo que influyeron en el rendimiento de la sandía, la interacción no mostró efecto significativo.

En la variable riego el nivel IR₂ mostró mayores rendimientos con respecto al riego IR₁, produciendo en promedio 49.47 y 37.17 ton ha⁻¹ estos efectos se pueden observar en la Figura 1.

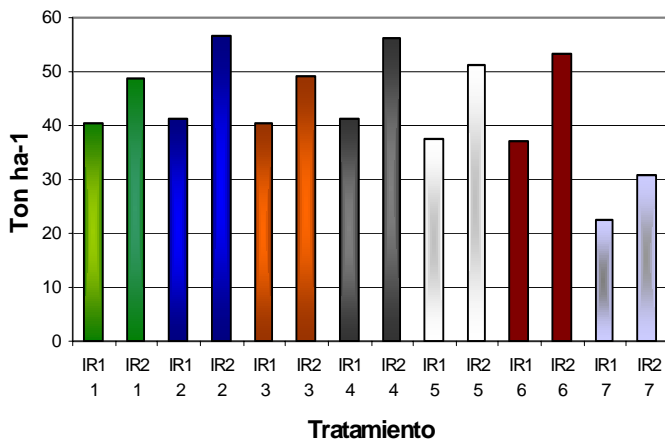


Figura 1. Rendimiento total de sandía bajo seis colores de acolchado y dos niveles de riego.

El rendimiento obtenido en el testigo bajo riego por cinta iguala la media de la Región Lagunera bajo riego tradicional. La producción lograda con el tratamiento acolchado azul con riego por cinta (56.51 ton ha⁻¹) incrementó hasta 142% con respecto a la media regional de los años 1996 a 1999. Los colores de acolchado mediante el arreglo de medias por prueba Tukey entre los acolchados plásticos no se encontró diferencia significativa siendo solo el tratamiento sin acolchar el que mostró diferencia significativa con los menores rendimientos bajo los dos niveles de riego.

Estos resultados indican que el fruto concentró mayor cantidad de agua al encontrarse con mayor

humedad el suelo, al llegar a la fructificación los niveles de riego aumentaron debido a la necesidad de incrementarlo por las condiciones extremas del clima presentadas para abastecer a la planta y evitar un estrés hídrico conllevando a una menor producción. Aunque los colores de plástico no fueron diferentes significativamente, el mejor rendimiento se obtuvo con el color de plástico azul ya que este color se encuentra en la longitud de onda donde existe una mayor tasa fotosintética, los resultados obtenidos indican que la planta incrementó el rendimiento en el plástico azul como en el naranja aunque no en las mismas proporciones.

El color azul favoreció el rendimiento total de sandía tal como lo reportan Flores e Ibarra (1998) quienes establecieron tratamientos con pimiento con tres dosis de fertilización y acolchados de color azul, verde, negro y un testigo sin acolchar, encontraron que los mayores rendimientos se obtuvieron con el acolchado azul; contrario a los resultados presentados por Mancillas (2001) en sandía, quien encontró que los mejores rendimientos de brócoli se obtuvieron con el acolchado blanco con 9.34 ton ha⁻¹, seguido por el acolchado verde y naranja con 7.8 y 6.9 ton ha⁻¹ en condiciones de invierno; el acolchado naranja fue el que menor temperatura registró. Estos resultados indican que los colores de plástico responden de acuerdo a la estación de producción del cultivo.

Área foliar. El área foliar de la etapa de inicio de fructificación (31 ddt) y el análisis de varianza realizado por factores (riego y acolchado) indicó que solo el acolchado es altamente significativo al 1%, mientras que el riego y la interacción de estos no son estadísticamente significativos. Las medias de los niveles de riego no presentaron diferencia estadística entre los dos, colocando al riego IR₂ con la mayor área foliar con 3012.6 cm² y el riego IR₁ con 2469.4 cm², los tratamientos acolchados no mostraron diferencia significativa entre ellos siendo solo el tratamiento testigo el único diferente estadísticamente (Cuadro 1) con menor área foliar.

Materia Seca. La materia seca fue medida a lo largo del ciclo solo hasta el momento de fructificación, se analizó solo la última fecha de muestreo (46 ddt). En el análisis de varianza por factoriales (riego y acolchado) se observó que el nivel de riego tiene influencia significativa al 5% y el acolchado es altamente significativo al 1% para el peso seco de la planta a los 46 ddt, la interacción de estos dos factores resultó significativa al 1%. En cuanto a las medias de los dos factores, se encontró que cada nivel de humedad es diferente estadísticamente del otro, el nivel de riego IR₁ es mejor con una producción de materia seca de 231.25

Cuadro 1. Comparación de Medias por Prueba de Rangos Múltiples Tukey factor colores de acolchado para la variable Área Foliar de sandía a los 31 ddt. $\alpha = 0.01$

Rendimiento Ton ha ⁻¹	Acolchado		Área foliar Cm ²	Acolchado	
48.845	a	Azul	3795.9	a	Verde
48.812	a	Negro	3378.1	a	Azul
45.030	a	Café	3178.1	a	Naranja
44.883	a	Naranja	2920.5	a	Café
44.552	a	Verde	2850.4	a	Negro
44.403	a	Blanco	2619.2	a	Blanco
26.700	b	Testigo	444.70	b	Testigo

gr pl⁻¹ y el nivel de riego IR₂ produjo una media de 185.72 g pl⁻¹. Los tratamientos acolchados mostraron diferencias no significativas excepto el color negro el cual produjo la menor materia seca de los acolchados, siendo el color naranja el de mayor peso por planta de 288.02 g pl⁻¹, el testigo resultó el tratamiento con mayor diferencia estadística en materia seca con 44.56 g pl⁻¹.

Mancillas (2001) mostró resultados diferentes en cuanto a la producción de materia seca cuando probó colores de acolchado utilizando el verde, naranja, blanco y un testigo en brócoli durante el invierno, encontrando que el acolchado verde y el testigo presentaron una tasa de producción de materia seca acelerada, resultados que difieren a los obtenidos en sandía en el presente estudio.

En la Figura 2 se observa que no hubo diferencia significativa en el aumento de materia seca entre

tratamientos para este nivel de riego, el color naranja, azul y café fueron los mejores tratamientos seguidos del verde, negro y con menor peso el blanco y testigo, todos los tratamientos en este nivel de humedad incrementaron su peso seco a partir de la etapa de fructificación excepto el testigo que permaneció bajo durante la evaluación.

En este experimento la mayor concentración de materia seca ocurrió bajo el menor nivel de riego (IR₁) contrario a lo observado en área foliar, por lo que menciona Mitchell (1970), citado por Hernández (1986) que para una mayor producción de materia seca, el área foliar debe ser suficiente para ofrecer la máxima capacidad de intercepción de la radiación solar. Sin embargo, el área foliar excesiva puede crear condiciones de sombreado para gran parte de las hojas situadas en

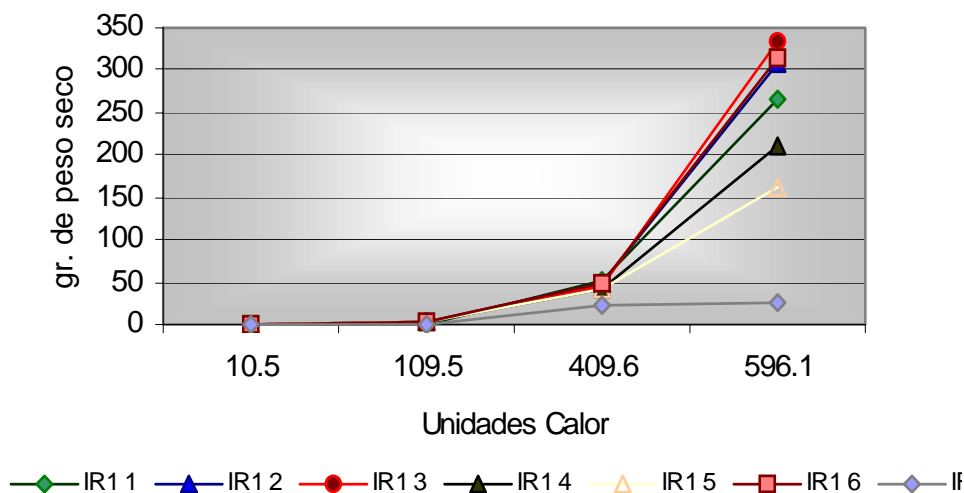


Figura 2. Producción de materia seca en sandía en las etapas iniciales de crecimiento hasta la fructificación bajo riego IR_i.

el interior de la cubierta vegetal, por lo que los carbohidratos son consumidos a una mayor velocidad de la que son producidos, las hojas interiores actúan como hojas parásitas, consumiendo fotosintatos y no produciéndolos, lo cual la materia seca bajo el riego IR₂ pudo haber tenido el mismo comportamiento hasta la etapa de inicio de fructificación ya que las hojas grandes sombreaban a las hojas interiores las cuales eran muy pequeñas.

Macronutrientes en el tejido vegetal. Esta variable fue evaluada desde el trasplante hasta el período de fructificación.

En el Cuadro 2 se resume el comportamiento de los factores de variación a lo largo del período de evaluación con respecto a las variables respuesta donde en general solo el acolchado tuvo efecto significativo en los resultados de éstas. El riego no presentó gran influencia según los análisis realizados por período, la interacción de los dos factores para los elementos fue solo significativa del período de trasplante hasta el momento en que la planta entró a la fase de mayor consumo de nutrientes (inicio de fructificación 33 ddt). En los colores de acolchado se observó que es hasta los 33 ddt donde se reflejó mayor absorción de los nutrientes evaluados, mientras que en los parámetros de área foliar, materia seca y rendimiento (en diferentes etapas) el uso de acolchado ayudó a incrementar sus valores finales a diferencia del testigo sin plástico.

Extracción de nutrientes por la planta

Nitrógeno total. La extracción de N total fue mayor en los tratamientos acolchados que en el tratamiento sin acolchar bajo los dos niveles de aplicación de riego. A los 46 ddt se observó que el acolchado es el único factor que tiene una influencia altamente significativa al 1%, no siendo así para el riego, mientras que la interacción de estos factores es significativa solo al 5%. La cubierta plástica es significativamente diferente al tratamiento testigo, mientras que entre colores no

hay una diferencia estadísticamente significativa.

P₂O₅. Las extracciones de potasio más altas se encuentran en los tratamientos acolchados comparados con el testigo. El análisis de varianza realizado indica que a los 46 ddt el acolchado es significativo al 1% sobre la disponibilidad de este elemento, el factor riego al 5% mientras la interacción de los dos factores no mostró significancia alguna. En cuanto a los seis colores diferentes de plástico no se encontró diferencia significativa entre acolchados mostrando esta diferencia significativa entre los acolchados con el tratamiento testigo sin acolchar.

Extracción de K₂O. La aportación de potasio no se consideró vía fertilización, ya que bajo análisis de suelo previamente elaborados, mostraron que el suelo del área experimental es muy rico en este elemento ya que contiene 1083.29 ppm, por lo que en la planta no fue notorio algún síntoma de deficiencia con respecto a este nutriente. El acolchado fue el único factor que afectó la absorción de este nutriente por la planta ya que fue altamente significativo con un nivel al 1%, siendo el nivel de riego no significativo para las concentraciones de este elemento en la planta, así como la interacción de ambos factores.

Ca O. Al igual que el potasio, este nutriente no se aplicó en la fórmula de fertilización por la abundancia de este elemento en el suelo. Para este elemento se mostró que acolchado solo es significativo con un nivel del 1%, la interacción no fue significativa para la absorción del calcio.

Mg O. El magnesio en este estudio no se aportó pero las concentraciones de este en el suelo fueron suficientes para que la planta no sufriera un estrés por deficiencia de este elemento. El acolchado fue altamente significativo al 1% en concentraciones mayores al testigo, y el riego solo interviene con un nivel de significancia al 5%, la interacción no mostró significancia. En cuanto a las medias de todo el período de evaluación, no se encontró diferencia significativa en colores de acolchado,

existiendo esta diferencia significativa solamente para el tratamiento testigo.

Absorción y acolchado. La absorción máxima para el elemento Nitrógeno fue con el plástico azul (56.02 kg ha⁻¹), mientras que la mínima extracción fue con el testigo sin acolchar (7.93 kg ha⁻¹). La absorción de fósforo como P₂O₅ tuvo el máximo valor de 4.55 con el acolchado café y el valor mínimo fue de 0.64 Kg ha⁻¹ con el testigo. El potasio absorbido con el mayor valor de 47.24 fue con el plástico naranja y el mínimo extraído fue de 8.47 kg ha⁻¹ con el tratamiento sin acolchar. Para el elemento Ca en forma de CaO la máxima absorción se observó con el acolchado café con un valor de 8.50 kg ha⁻¹, teniendo la mínima extracción con el testigo (0.89 kg ha⁻¹). El elemento Mg en forma de MgO presentó su máxima absorción con el acolchado azul con un valor de 4.19 kg ha⁻¹; siendo la mínima absorción con el testigo (0.60 kg ha⁻¹).

Acolchado Azul. La extracción de los elementos mayores fue siempre superior en la planta que en el fruto. El incremento de extracción de estos elementos en la planta fue a los 16 ddt; en el fruto el incremento se presentó a los 33 ddt. Los valores de absorción total bajo este color fueron de 56.02, 4.32, 44.06, 8.50 y 4.19 kg ha⁻¹ para N total, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO respectivamente (Fig. 2).

Acolchado Negro. La absorción de los elementos para N total, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO fue mayor

en la planta que en el fruto; aumentando a partir de los 16 ddt en la planta y en el fruto la extracción se observó a los 33 ddt en todos los elementos. Los valores de extracción total para N total, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO fueron 34.81, 2.88, 32.84, 5.43, 2.48 valores correspondientes a cada uno (Fig. 3).

Testigo-Sin Acolchar. El comportamiento de absorción de N total, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO fue diferente a los tratamientos con acolchado; ya que la absorción en la planta se presentó desde el trasplante y siempre mayor con respecto al fruto donde se observó a partir de los 33 ddt como se muestra en la Figura 4. Los valores totales de absorción fueron bajos en todos los elementos comparados a los tratamientos acolchados, con valores de 7.93, 0.64, 8.47, 0.89 y 0.60 kg ha⁻¹ correspondientes a cada elemento.

Al incrementarse el tamaño de la planta se produce un efecto de dilución de nutrientes. Es decir, la planta con menor tamaño concentra mayor cantidad de nutrientes en ciertos órganos (fruto, planta u hojas) los cuales al incrementar el tamaño disminuye la concentración de estos nutrientes de manera considerable, así se explica que en el presente estudio, a mayor área foliar menor fue la concentración nutricional (IR₂) y cuando se tuvo la mayor concentración de nutrientes fue con menor área foliar (IR₁).

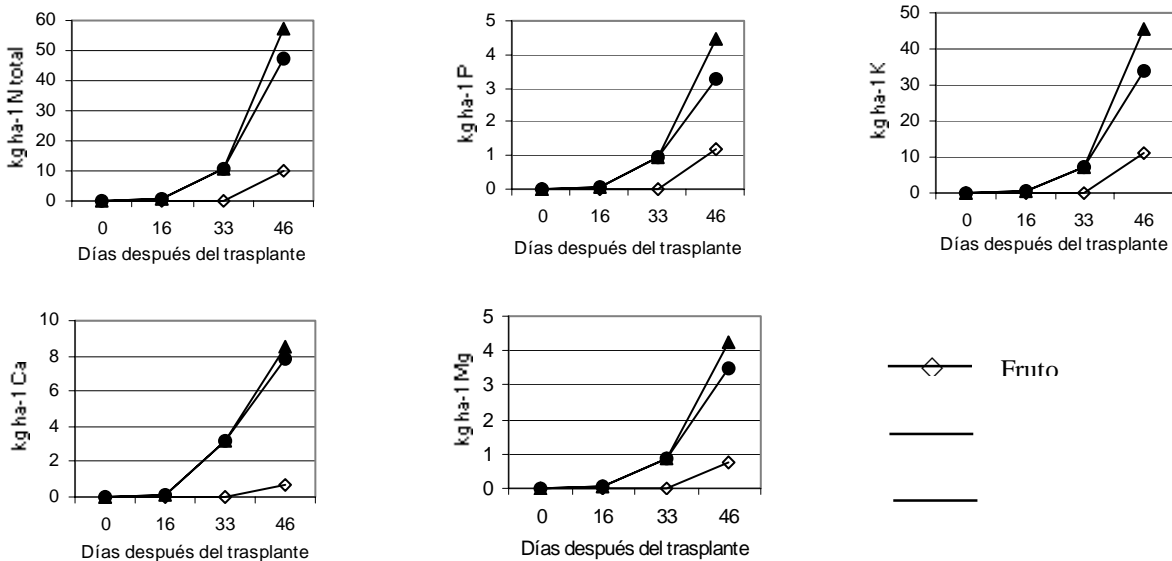


Figura 2. Absorción de N, P, K, Ca y Mg en kg ha⁻¹ de la parte vegetativa, fruto y planta completa de sandía sobre acolchado azul en función del tiempo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No es necesario aplicar una cantidad de agua mayor al 20% de la evaporación registrada en tanque evaporimetro tipo "A" antes del periodo reproductivo, ya que no causa efecto sobre el rendimiento.

Los beneficios del acolchado y riego por goteo permiten adelantar la cosecha del fruto en 9 días, e incrementan el rendimiento hasta en un 142%, comparado con la media regional bajo riego superficial.

En los suelos ricos en K, Ca y Mg como los del sitio de estudio, se concentran cantidades suficientes para que la planta no sufra estrés o deficiencias, no es necesario fertilizar con estos elementos en las primeras etapas de crecimiento del cultivo hasta el período de fructificación donde es más alta la demanda por la planta.

En el cultivo de sandía no es necesario aplicar fertilizante en los primeros 16 días después del trasplante en los tratamientos acolchados, mientras que en los no acolchados deberá fertilizarse desde el momento del trasplante. Las máximas absorciones de macronutrientes en la sandía se produjeron durante el período de emisión de guías (16 ddt) hasta la fructificación (46 ddt) observadas bajo los tratamientos acolchados.

En los colores de plástico no existió diferencia significativa por lo que en la Comarca Lagunera. El color de acolchado negro puede remplazarse por otro color (azul, naranja, café, verde o blanco) siempre y cuando cumplan con la calidad de espesor y costo óptimo.

El rendimiento, área foliar y la absorción nutrimental fueron favorecidos con el uso del acolchado azul, verde, naranja, negro y café; asimismo se encontró que el color blanco tiene un comportamiento semejante a los tratamientos a suelo desnudo.

La respuesta de los colores de plástico para acolchado esta vinculada a la época del año o ciclo de producción a que sean sometidos los cultivos, por esta razón los resultados de esta investigación recomiendan a los productores de las regiones cercanas a la zona de estudio para el ciclo primavera - verano el uso del color azul, naranja y café, los cuales brindaron mejor respuesta además del color negro tradicional.

LITERATURA CITADA

Agronegocios Horticom. 2001. Disponibilidad de láminas en el mercado. Propiedades de los films plásticos agrícolas y principales aplicaciones. España. [En línea]. http://www.horticom.com/tem_aut/plastic/laminas.html

ASERCA. 1999. De Nuestra Cosecha. Claridades Agropecuarias. (Revista Mensual) Noviembre No. 75°3-23 [en línea]: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/>

Burgueño, H.; F. Uribe y M. Valenzuela 1994. La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico. 3 ed. Impre- Jal. Jalisco, México. 46 Pág.

Burgueño, H. 1996. La Fertigación: Los Elementos Minerales de la Fertilización y su Relación Suelo – Planta. Ed. Bursag, México 118 p.

Chirinos, U. H. 2000. Fertilización de melón (*Cucumis melo*) y de sandía (*Citrullus lanatus*). Boletín Laboratorios A&L de México.

Flores, V. J. y J. L. Ibarra 1998. Cultivation of peppers using plastics mulch with coloured films and nutrient irrigation. *Plasticulture*. 1998, No. 116: 16-26.

García, G. L.; D. O. Fraire, V. A. Aguilar y Z. P. Sánchez 1999. Rendimiento y calidad de tomate bajo patrón de fertirrigación con estacado ya colchado. *In: Memorias IX Congreso Nacional de Irrigación*. 27-29 Oct. Culiacán, Sin., México.

Hernández, R. P. 1986. Estudio Morfofisiológico Mediante El Análisis de Crecimiento de Cuatro Híbridos de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Tesis profesional. Escuela Superior de Biología - UJED. México. 98 p.

Ibarra, J. L. y P. A. Rodríguez 1997. Acolchado de Suelos con Película Plástica. Ed. Limusa Noriega Editores. México. 132 p.

Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). 1993. Diagnóstico del Estado Nutricional de los Cultivos. Western Diversification Program. Quito, Ecuador.

Imas, P. 1999. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en sistemas Frutihortícolas. International Potash Institute. *In: XXII Congreso Argentino de Horticultura*. Argentina. 28 Septiembre – 1 Octubre. Tucuman, Argentina.

Mancillas, N. T. 2001. Acolchados plásticos de colores y su efecto sobre eventos micrometeorológicos y rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica). Tesis profesional. URUZA – UACH. Bermejillo, Dgo., México.

Marín, M. y R. Pérez. 1992. Importancia del análisis foliar en la evaluación de la fertilidad de suelos en Venezuela. *Revista de Agronomía*. Vol. 9-1, [En línea]: http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v09_1/0901z010.html.

Martínez, S. J. 1992. Ácidos húmicos y fertilización en el cultivo de Brocolí (*Brassica oleracea* L. Var. Italica).

- Tesis Maestría. UAAAN- Programa de Graduados. 94 p.
- Mendoza, M. S.; H. G. García, S. J. Martínez, y R. H. Macías, 1999. Productividad del agua en tres sistemas de producción en sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) con riego por cintilla y acolchado plástico. *In: Memorias IX Congreso Nacional de Irrigación*. 27-29 octubre, Cul., Sin., México.
- Papaseit, P.; A. Vilarnau, y X. Carbonell, 2001. XII Congreso internacional de plásticos en la Agricultura. Comité Español de Plásticos en Agricultura. [En línea] http://www.horticom.com/tem_aut/plastic/congres2.html
- Pizarro C., F. 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia: Goteo, Aspersión, Exudación. 3 ed. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Soil Improvement Committe California Fertilizer Association. 1995. Manual de Fertilizantes para Horticultura. Ed. Limusa. México.