

**EFFECTOS DE COBERTURA DE SUELO Y PLAGUICIDAS EN EL  
RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* [Thunberg]  
Matsumura et Nakai) EN UN SISTEMA ORGÁNICO EN PUERTO RICO**

Por

Mabel Vega Almodóvar

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS  
en  
Horticultura

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2013

Aprobado por:

\_\_\_\_\_  
José Pablo Morales Payán, Ph.D.  
Presidente de comité

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Elvin Román Paoli, Ph.D.  
Miembro de comité

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Sonia L. Martínez Garrastazú, M.S.  
Miembro de comité

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Skip Van Bloem, Ph.D.  
Director del Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Jay Omar Soto Vélez, M.S., M.I.S.  
Representante Oficina de Estudios Graduados

\_\_\_\_\_  
Fecha

## ABSTRACT

Experiments were conducted during 2007 and 2008 at the Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico-Mayaguez Campus at Lajas, to determine the effect of biopesticides acceptable for organic production with and without mulching of the planting bed in organically-managed watermelon. Before watermelon planting, beds were either covered with cut foliage of the grass *Hyparrhenia rufa* or left as bare soil. Watermelon plants were sprayed weekly with the following biopesticides: (1) a formulation of oils of *Rosmarinus officinalis*, *Eugenia caryophyllata*, *Thymus vulgaris* and *Gaultheria procumbens* with lecithin and buthyl lactate (Sporan™); (2) an agricultural formulation of hydrogen dioxide (OxiDate™); (3) a formulation of *Melaleuca alternifolia* oil (Timorex™); (4) a clarified hydrophobic oil formulation of neem (*Azadirachta indica*) (Trilogy™); (5) a formulation of oils of *Mentha* sp., *Gaultheria procumbens*, and *Rosmarinus officinalis*, and vanillina, with lecithin and buthyl lactate (Ecotrol™); (6) a formulation of potassium bicarbonate (Milstop™); (7) *Bacillus pumilis* strain QST 2808 (Sonata™); (8) *Bacillus subtilis* strain QST 713 (Serenade™); (9) whole milk (dissolved in water at a 1:10 ratio); (10) a concentrated extract of garlic (*Allium sativum*: Garlic Barrier™); and (11) *Bacillus thuringiensis* (Javelin™) tank-mixed with a cupric fungicide (NuCop™) alternated with *Bacillus thuringiensis* (Agree™) tank-mixed with another cupric fungicide (NuCop™); (12) a control treatment sprayed with water was used. In 2007 only ‘Crimson Sweet’ watermelon was planted. In 2008, ‘Allsweet’ and ‘Crimson Sweet’ watermelons were grown. Throughout the growing seasons, one or two days prior to re-application of the biopesticides, we assessed pest presence and damage to the leaves, disease incidence and severity, weed abundance, and soil coverage by the crop. At harvesting we determined marketable yield by fruit number and weight, fruit size, pulp soluble solid

concentration, firmness and coloration. Fruit samples were stored for 14 days at 16°C and 90% relative humidity, then fruit weight, size, and soluble solid concentration in the pulp juice, firmness and coloration were assessed. Insect pests caused little damage to the watermelon canopy, and in general biopesticides did not reduce foliar damage associated with disease and had little impact on fruit yield, but some of them affected internal fruit quality. In contrast, plots with mulching had lower weed populations, higher fruit yield and fruit with higher soluble solid concentration than bare-soil plots. The ‘Allsweet’ watermelon was less affected by weed interference than ‘Crimson Sweet’. In summary, biopesticides were not effective in containing fungal disease, but mulching had a dramatic impact on the organic crop by increasing fruit yield and soluble solid content in the fruit pulp.

## RESUMEN

Se realizaron experimentos en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayagüez en Lajas, en el suroeste de Puerto Rico, para evaluar el efecto de cobertura del banco de siembra y plaguicidas orgánicos en el cultivo de sandía. La investigación se realizó durante los años 2007 y 2008. Las parcelas fueron cubiertas y no cubiertas con biomasa de la gramínea *Hyparrhenia rufa* y asperjadas semanalmente con plaguicidas orgánicos (1) una mezcla comercial de aceites de romero (*Rosmarinus officinalis*), clavo dulce (*Eugenia caryophyllata*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y gualteria o pirola (*Gaultheria procumbens*), con lecitina y butil lactato (Sporan™); (2) una formulación agrícola de dióxido de hidrógeno (OxiDate™); (3) un extracto de aceite de *Melaleuca alternifolia* (Timorex™); (4) una formulación agrícola de extracto hidrofóbico clarificado de nim (*Azadirachta indica*) (Trilogy™); (5) una mezcla comercial de aceites de menta (*Mentha* sp.) y de romero, con aceite de *Gaultheria procumbens*, vanillina, lecitina y butil lactato (Ecotrol™); (6) una formulación agrícola de bicarbonato de potasio (Milstop™); (7) *Bacillus pumilis* raza QST 2808 (Sonata™); (8) *Bacillus subtilis* raza QST 713 (Serenade™); (9) leche entera (disuelta al 10% en agua); (10) un extracto concentrado de ajo (*Allium sativum*) (Garlic Barrier™); (11) *Bacillus thuringiensis* (Javelin™) mezclado en tanque con un fungicida cúprico (NuCop™), alternado en semanas consecutivas con *Bacillus thuringiensis* (Agree™) mezclado en tanque con un fungicida cúprico (NuCop®); y (12) un control asperjado con agua. En el 2007, el experimento se realizó con la variedad Crimson Sweet; en el 2008 se usaron las variedades Crimson Sweet y Allsweet. Uno o dos días previos a la reaplicación de los plaguicidas se determinó la cubierta del suelo por vegetación del cultivo, la densidad y tipo de malezas, la incidencia y severidad de enfermedades, así como la presencia y daño de insectos. Al momento de la cosecha de las frutas, se determinó

su peso, tamaño, coloración interna, firmeza y concentración de sólidos solubles en la pulpa. Una muestra de frutas fue almacenada a 16 °C y 90% de humedad relativa durante 14 días, al final de los cuales se tomaron su peso, tamaño, coloración interna, firmeza y concentración de sólidos solubles en la pulpa. Los resultados muestran que las parcelas con cobertura tuvieron rendimientos de frutas más altos y mayor concentración de sólidos solubles que las parcelas sin cobertura. ‘Allsweet’ fue menos afectada por la interferencia de malezas que ‘Crimson Sweet’. En general, los bioplaguicidas tuvieron poco efecto reduciendo el porcentaje de área foliar del cultivo destruida por hongos y esta no tuvo relación directa con la productividad de la sandía. El daño causado por insectos plaga al follaje del cultivo fue relativamente bajo. Varios de los bioplaguicidas evaluados tuvieron efecto significativo en algunos atributos de la calidad de la pulpa de la fruta recién cosechada respecto a plantas control, como la concentración de sólidos solubles, la firmeza y la coloración. En resumen, el efecto de los bioplaguicidas en el daño foliar no tuvo relación directa con el rendimiento del cultivo, pero el uso de cobertura del banco de siembra (follaje cortado de gramíneas) resultó en mayor productividad de frutas y mayor concentración de sólidos solubles en la pulpa, en comparación con parcelas sin cobertura.

**© Mabel Vega Almodóvar, 2013**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar doy gracias a Dios porque ha sido mi fortaleza siempre. Por haber sido mi guía y mi mayor consejero. El que me ha permitido gozar de buena salud para llevar adelante mis planes y lograr mis metas.

A mi familia, mis padres Berto y Lizzie; a mi hermano Bertito; a mis abuelos Maggie y Bello, Maruca y Carlos; a mis tíos Carlitos, Carlos y Betsy; y a mis primos Karla, Zahira, Eduardo, Carlos y Carlitos por formar parte de mi vida y haber sido mi motivación. A toda mi familia por su amor y apoyo incondicional. Por haber sido ustedes quienes moldearon mi vida y me fueron guiando hasta lograr que sea la persona que hoy soy.

A mis amigos, o esos seres especiales que han pasado a ser parte de mi familia, les doy las gracias por su amistad incondicional, por estar siempre en mis buenos momentos y nunca abandonarme en los no tan buenos.

A mi comité graduado, los profesores José Pablo Morales Payán, Sonia Martínez Garrastazú, Elvin Román Paoli, por transmitirme sus conocimientos y encaminarme a completar mi proyecto de investigación, el cual me hizo crecer como profesional y como persona.

A todos los empleados de la Estación Experimental Agrícola de Lajas y en especial a quienes colaboraron incansablemente junto a mí en las tareas de campo y fueron mi mayor motivación en esa etapa de la investigación: a los agrónomos Luisa Flores y Juan Toro, al Dr. Bryan Brunner y a todos los estudiantes graduados y sub-graduados del Colegio de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. A la Dra. Mariangie Ramos del Departamento de Tecnología Agrícola de la Universidad de Puerto Rico en Utuado por toda su colaboración en ésta investigación.

Al Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales por toda la ayuda brindada durante todo el transcurso de ésta investigación.

A todas las personas que han sido parte de mis experiencias de trabajo por brindarme la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante años de estudio. Son ellos quienes me enseñaron que la práctica es el elemento fundamental que hace al agrónomo.

Por todas las bendiciones que he recibido de su parte, y por haber sido parte de mis logros, hoy les doy las gracias a ustedes por haberme ayudado a cumplir una de mis metas.

¡Sin ustedes no hubiese podido llegar a donde estoy!

## **DEDICATORIA**

*A Dios, mi familia y amigos...por el apoyo y sustento que me brindaron durante la trayectoria de éste trabajo, pero aún más por el apoyo y sustento que me han brindado durante la trayectoria de mi vida.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>COPYRIGHT</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>viii</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xiiiv</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS GENERALES</b> .....	<b>6</b>
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>7</b>
3.1 CULTIVO DE LA SANDÍA .....	7
3.2 MALEZAS EN SANDÍA.....	8
3.3 COBERTURAS DE LOS BANCOS DE SIEMBRA .....	12
3.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN SANDÍA.....	13
3.5 PLAGUICIDAS PARA AGRICULTURA ORGÁNICA .....	13
<b>4. EFECTO DE PLAGUICIDAS ORGÁNICOS Y COBERTURA DE BANCO DE SIEMBRA EN SANDIA ORGÁNICA TRASPLANTADA</b> .....	<b>16</b>
4.1 INTRODUCCIÓN .....	16
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.3.1 <i>Cubrimiento del suelo por el follaje de sandía</i> .....	24
4.3.2 <i>Incidencia de insectos plaga en el experimento de campo</i> .....	25
4.3.3 <i>Incidencia y severidad de daño por enfermedades del follaje</i> .....	28
4.3.4 <i>Malezas</i> .....	35
4.3.5 <i>Producción y rendimiento de frutas de sandía</i> .....	39
4.3.6 <i>Calidad de la fruta de sandía</i> .....	47
<b>5. EFECTO DE COBERTURA DE BANCO DE SIEMBRA Y PLAGUICIDAS EN LA PRODUCTIVIDAD DE DOS VARIEDADES DE SANDÍA EN SIEMBRA DIRECTA ....</b>	<b>56</b>
5.1 INTRODUCCIÓN .....	56
5.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
5.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
5.3.1 <i>Cubrimiento del suelo por follaje de planta de sandía</i> .....	63
5.3.2 <i>Cubrimiento del suelo por follaje de malezas</i> .....	65
5.3.3 <i>Control mecánico de malezas en bancos de siembra con y sin cobertura</i> .....	66
5.3.4 <i>Producción y rendimiento de la fruta de sandía</i> .....	67
5.3.4.1 <i>Número y peso total de frutas producidas</i> .....	68
5.3.4.2 <i>Número y peso de frutas mercadeables</i> .....	70

5.3.4.3 Número y peso de frutas no mercadeables inmaduras .....	734
5.3.4.4 Número y peso de frutas no mercadeables a causa de daños.....	74
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>7. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>80</b>
<b>8. APÉNDICES .....</b>	<b>89</b>
<b>APÉNDICE 1.</b> DATOS CLIMÁTICOS MENSUALES (PROMEDIO DE 30 AÑOS) REGISTRADOS POR NOAA EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO .....	89
<b>APÉNDICE 2.</b> ANÁLISIS DEL SUELO UTILIZADO PARA LOS EXPERIMENTOS 2007 Y 2008, ESTACIÓN EXPERIMENTAL EN LAJAS, PUERTO RICO. ....	90
<b>APÉNDICE 3.</b> ANÁLISIS DE ÁREA BAJO LA CURVA, PARA DAÑO FOLIAR EN SANDÍA CAUSADO POR INSECTOS EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO. ....	91
<b>APÉNDICE 4.</b> ANÁLISIS DE ÁREA BAJO LA CURVA, PARA DAÑO FOLIAR EN SANDÍA CAUSADO POR ENFERMEDAD EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO. ....	92
<b>APÉNDICE 5.</b> ANÁLISIS DEL CUBRIMIENTO DE SUELO POR FOLLAJE DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO DE CAMPO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO, PARA EL AÑO 2007. ....	93
<b>APÉNDICE 6.</b> ANÁLISIS DEL CUBRIMIENTO DE SUELO POR FOLLAJE DE MALEZAS EN EL EXPERIMENTO DE CAMPO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO, PARA EL AÑO 2007. ....	94
<b>APÉNDICE 10.</b> ANÁLISIS DEL NÚMERO DE TUBÉRCULOS DE <i>CYPERUS ROTUNDUS</i> AL TERMINAR LA COSECHA DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO. ....	98
<b>APÉNDICE 11.</b> ANÁLISIS DEL PESO DE TUBÉRCULOS DE <i>CYPERUS ROTUNDUS</i> AL TERMINAR LA COSECHA DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO. ....	99
<b>APÉNDICE 12.</b> ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE NÚMERO DE FRUTAS DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO.....	100
<b>APÉNDICE 13.</b> ANÁLISIS DEL NÚMERO DE FRUTAS COMERCIALES DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO.....	101
<b>APÉNDICE 14.</b> ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN PESO DE FRUTAS DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO.....	102
<b>APÉNDICE 15.</b> ANÁLISIS DEL PESO DE FRUTAS COMERCIALES DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO.....	103
<b>APÉNDICE 16.</b> ANÁLISIS DEL DIÁMETRO DE FRUTAS DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO. ....	104
<b>APÉNDICE 17.</b> ANÁLISIS DE LA LONGITUD DE FRUTAS DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO. ....	105
<b>APÉNDICE 18.</b> ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES EN LA PULPA DE FRUTAS DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO. ..	106
<b>APÉNDICE 19.</b> ANÁLISIS DEL COLOR (H°) DE LA PULPA DE FRUTA DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO.....	107
<b>APÉNDICE 20.</b> ANÁLISIS DE LA FIRMEZA DE LA PULPA DE FRUTAS DE SANDÍA EN EL EXPERIMENTO 2007, ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LAJAS, PUERTO RICO.....	108

<b>APÉNDICE 21.</b> ANÁLISIS DEL CUBRIMIENTO DE SUELO POR FOLLAJE DE SANDÍA ‘CRIMSON SWEET’, DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	109
<b>APÉNDICE 22.</b> ANÁLISIS DEL CUBRIMIENTO DE SUELO POR FOLLAJE DE SANDÍA ‘ALLSWEET’, DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	110
<b>APÉNDICE 23.</b> ANÁLISIS DEL CUBRIMIENTO DE SUELO POR FOLLAJE DE MALEZAS EN SANDÍA ‘CRIMSON SWEET’, DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	111
<b>APÉNDICE 24.</b> ANÁLISIS DEL CUBRIMIENTO DE SUELO POR FOLLAJE DE MALEZAS EN SANDÍA ‘ALLSWEET’, DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	112
<b>APÉNDICE 25.</b> ANÁLISIS DEL NÚMERO TOTAL DE FRUTAS PRODUCIDAS DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	113
<b>APÉNDICE 26.</b> ANÁLISIS DEL PESO TOTAL DE FRUTAS PRODUCIDAS DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	114
<b>APÉNDICE 27.</b> ANÁLISIS DEL NÚMERO DE FRUTAS MERCADABLES, PRODUCIDAS DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	115
<b>APÉNDICE 28.</b> ANÁLISIS DEL PESO DE FRUTAS MERCADABLES, PRODUCIDAS DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	116
<b>APÉNDICE 29.</b> ANÁLISIS DEL NÚMERO DE FRUTAS NO MERCADABLES INMADURAS, PRODUCIDAS DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	117
<b>APÉNDICE 30.</b> ANÁLISIS DEL PESO DE FRUTAS NO MERCADABLES INMADURAS, PRODUCIDAS DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	118
<b>APÉNDICE 31.</b> ANÁLISIS DEL NÚMERO DE FRUTAS NO MERCADABLES A CAUSA DE DAÑO, PRODUCIDAS DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	119
<b>APÉNDICE 32.</b> ANÁLISIS DEL PESO DE FRUTAS NO MERCADABLES A CAUSA DE DAÑO, PRODUCIDAS DURANTE EL EXPERIMENTO DE CAMPO 2008. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE LAJAS, PUERTO RICO.....	120

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Porcentaje del cubrimiento de suelo por follaje de sandía (%) desde 0 días después del trasplante en el campo. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007. ....	25
<b>Figura 2.</b> Pérdida foliar en sandía causado por insectos, expresado como área bajo la curva de daño acumulado (AUDPC) durante el experimento de campo, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico, 2007.....	28
<b>Figura 3.</b> Hojas de sandía con añublo lanoso, enfermedad causada por el hongo <i>Pseudoperonospora cubensis</i> . ....	29
<b>Figura 4.</b> Valores promedios acumulados (AUDPC) para evaluar el daño foliar causado por enfermedad en parcelas experimentales con cobertura y sin cobertura, para el experimento 2007, en la Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico. ....	30
<b>Figura 5.</b> Valores promedios acumulados (AUDPC) para evaluar el daño foliar causado por enfermedad en parcelas experimentales asperjadas con bioplaguicidas, durante el experimento de campo, en la Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2007. ....	31
<b>Figura 6.</b> Número promedio de brotes de malezas, desde el trasplante del cultivo de sandía al campo hasta 55 días después, durante el experimento 2007, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas. ....	36
<b>Figura 7.</b> Densidad de brotes de coquillo (número por m <sup>2</sup> ) en bancos de sandía con y sin cobertura de suelo, desde la primera a la quinta semana después del trasplante del cultivo al campo experimental. Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2007. ....	37
<b>Figura 8.</b> Efecto de bioplaguicidas en la población de tubérculos de <i>Cyperus rotundus</i> , evaluadas en el experimento 2007, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico. ....	38
<b>Figura 9.</b> Efecto de bioplaguicidas, en el peso de tubérculos de <i>Cyperus rotundus</i> , evaluadas en el experimento 2007, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico. ....	39
<b>Figura 10.</b> Número total y mercadeable de frutas de sandía por unidad de área, con cobertura y sin cobertura, en la Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2007. ....	40
<b>Figura 11.</b> Rendimiento total y rendimiento comercial de frutas de sandía, con cobertura y sin cobertura, en la Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2007.....	41
<b>Figura 12.</b> Efecto de cobertura orgánica, sobre el diámetro de frutas de sandía, evaluadas en el experimento de campo, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007.....	47
<b>Figura 13.</b> Efecto de coberturas orgánicas, en la longitud de frutas de sandía, evaluadas en el experimento de campo, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007.....	48
<b>Figura 14.</b> Valores promedio de la concentración de sólidos solubles en la pulpa de frutas de sandía bajo el efecto de combinaciones de bioplaguicidas y coberturas de suelo, colectadas en el experimento de campo, Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, .....	49
<b>Figura 15.</b> Valores promedio del efecto de combinaciones de bioplaguicidas y coberturas de suelo sobre la firmeza (libras) de pulpa en frutas de sandía el día de la cosecha, en el experimento de campo en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, año 2007. ....	54
<b>Figura 16.</b> Experimento de campo establecido, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2008. ....	58

<b>Figura 17.</b> Porcentaje de cubrimiento de suelo por follaje de sandía ‘Crimson sweet’ (0.28 m2), desde 0 días hasta 75 días después de la siembra directa de semillas en el campo. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.....	63
<b>Figura 18.</b> Cubrimiento de suelo por follaje de sandía ‘Allsweet’ (%/0.28 m2), con combinaciones de bioplaguicidas y coberturas, en el experimento de campo, Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.....	64
<b>Figura 19.</b> Cubrimiento de suelo por follaje de maleza (%/0.28m2) sobre bancos de sandía ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’, desde la primera a la séptima semana después de la siembra directa de semillas de sandía al campo experimental. Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2008.....	65
<b>Figura 20.</b> Bancos de siembra con y sin cobertura de suelo, en el experimento de campo 2008, Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico.....	67
<b>Figura 21.</b> Efecto de variedad y cobertura de suelo en el número de frutas total en sandía ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola Lajas, Puerto Rico, 2008. ....	68
<b>Figura 22.</b> Efecto de variedad y cobertura de suelo en el peso de frutas total en sandía ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola Lajas, Puerto Rico, 2008. ....	69
<b>Figura 23.</b> Efecto de bioplaguicidas en el número de frutas mercadeables de sandía. Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2008. ....	71
<b>Figura 24.</b> Efecto de bioplaguicidas en el peso de frutas mercadeables de sandía. Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2008. ....	72
<b>Figura 25.</b> Efecto de variedad en el número de frutas no mercadeables inmaduras en sandías ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008. ..	73
<b>Figura 26.</b> Efecto de variedad en el peso de frutas no mercadeables inmaduras en sandías ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008. ..	74
<b>Figura 27.</b> Efecto de variedad y cobertura de suelo en el número de frutas maduras y no mercadeables en sandías ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.....	75
<b>Figura 28.</b> Efecto de variedad y cobertura de suelo en el peso de frutas maduras y no mercadeables en sandías ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.....	76
<b>Figura 29.</b> Parámetros de calidad observados en la cosecha para ambas variedades de sandía, ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’, en el experimento de campo, Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2008.....	77

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Ingredientes activos, nombres comerciales y cantidades utilizadas de plaguicidas orgánicos evaluados en sandía durante el experimento de campo en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico-Recinto de Mayagüez en Lajas, Puerto Rico, 2007.....	21
<b>Cuadro 2.</b> Valores promedio del color ( $h^\circ$ ) (CIELCH) de la pulpa de frutas de sandía, en porcentaje con respecto al control, bajo el efecto de combinaciones de bioplaguicidas y coberturas, en la Estación Experimental Agrícola en Lajas, Puerto Rico, 2007. ....	52
<b>Cuadro 3.</b> Ingredientes activos, nombres comerciales y cantidades utilizadas de plaguicidas orgánicos evaluados en sandía durante el experimento de campo en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico-Recinto de Mayagüez en Lajas, Puerto Rico, 2008.....	59

# 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica es el uso de prácticas agrícolas que como sistema de manejo de predios restauran, mantienen y mejoran la armonía ecológica. Estas prácticas incluyen el uso de insumos externos a la finca aceptados en sistemas orgánicos, la exclusión de sustancias sintéticas y naturales consideradas contaminantes, el manejo integrado de plagas, y otras prácticas que promueven y mejoran la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica en el suelo (United States Department of Agriculture, 2012).

Impulsado por la percepción de los consumidores de que los sistemas orgánicos de producción tienen menor impacto ambiental negativo y que los alimentos producidos orgánicamente son más saludables que los producidos en agricultura convencional (Badgley, 2006), el sector de agricultura orgánica creció de manera sostenida en la primera década del siglo XXI, duplicándose el área de terrenos con certificación de producción orgánica entre el 2000 y el 2009 (Willer & Kilcher, 2011; Willer & Yuseffi, 2001). Así, en el año 2000 habían productores orgánicos certificados en 86 países, ocupando un área de cerca de 15 millones de hectáreas, mientras que en el 2009 habían 1.6 millones de productores orgánicos certificados en 160 países ocupando cerca de 37 millones de hectáreas (Willer & Lukas, 2012). Esta cifra corresponde aproximadamente a 42 veces el tamaño de Puerto Rico.

En el 2010 las compras de productos orgánicos ascendieron a aproximadamente \$59,000 millones a nivel global, superando las compras por \$23,000 millones del 2002 y las compras por \$40,000 del 2006. En los Estados Unidos de América, aproximadamente un 2% de los alimentos consumidos en el 2000 fueron producidos con métodos orgánicos, con ventas de \$7,800 millones; en el 2009 ese país fue el líder mundial de gasto en compra de alimentos orgánicos, con \$24,800 millones (Dimitri & Greene, 2007; Kortbech-Olsen, 2002; Willer & Kilcher, 2011).

Al igual que en la agricultura convencional, sostener y mejorar la productividad, calidad y rentabilidad de la agricultura orgánica requiere de investigaciones que confronten las limitaciones tecnológicas de los productores. La mayoría de las investigaciones en el tema de agricultura orgánica han sido realizadas en condiciones de zonas templadas y no necesariamente enfocan problemas propios de la producción en el trópico (Wszelaki & Brunner, 2006). Aunque hay mucha producción orgánica en zonas tropicales, pocas de las prácticas orgánicas usadas en el trópico son producto de investigación local o han sido rigurosamente comparadas con otras alternativas orgánicamente aceptables para determinar cuáles son las mejores prácticas para determinadas condiciones de producción.

En Puerto Rico, la producción orgánica comercial y organizada está en sus inicios. Hay mucho entusiasmo por parte de consumidores y de productores para que exista una oferta constante de alimentos producidos orgánicamente en Puerto Rico. El Colegio de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez ha desarrollado desde el año 2006 proyectos de investigación, cursos formales a nivel de B.S y M.S., así como entrenamientos en sistemas orgánicos a productores y extensionistas. Además, tiene terrenos certificados para producción orgánica en sus estaciones de investigación en Lajas y Gurabo (Morales-Payán, 2011).

Resultados de encuestas locales revelan que muchos de los productores con sistemas alternativos o no convencionales de Puerto Rico tienden a auto-clasificarse como ecológicos y no como orgánicos, básicamente porque no están certificados según las regulaciones del *National Organic Program* (NOP) de los Estados Unidos (aunque lleven a cabo todas las prácticas necesarias para certificación) o no cumplen con todos los requisitos de certificación del NOP pero cumplen con prácticas de manejo que les confieren o pudieran conferir certificación con

organizaciones locales o internacionales de agricultura ecológica u orgánica (Morales-Payán & Morales-Cotto, 2008).

Las encuestas también muestran que cerca del 60% de los consumidores preferirían adquirir alimentos orgánicos producidos en Puerto Rico (Carlo, 2007) en lugar de alimentos orgánicos importados y que la sandía (*Citrullus lanatus* [Thunberg] Matsumura et Nakai) es una de las frutas que los consumidores de alimentos orgánicos de Puerto Rico quisieran tener disponible (Morales-Payán, 2009). En el año fiscal 2009-2010, la sandía producida en Puerto Rico tuvo un valor a precio de finca de aproximadamente \$2.1 millones (Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2012). La mayoría de los predios de este cultivo en Puerto Rico se manejan de manera convencional, pero es previsible que el interés de los consumidores promueva que en la isla aumente el área de siembra de sandía orgánica o ecológica (Morales-Payán, 2009).

El manejo de malezas, enfermedades y plagas es uno de los principales retos que enfrentan los productores convencionales y orgánicos de sandía en sistemas de campo abierto. La incidencia y daños causados por estos organismos indeseables suele ser mayor en lugares con condiciones tropicales que en localidades de clima templado, donde el invierno impone un periodo de inactividad casi total que no ocurre en el trópico (Mora, 1994; Wszelaki & Brunner, 2006).

Las enfermedades suelen ser un problema serio para los productores de sandía de Puerto Rico, sobre todo aquellas causadas por hongos que afectan al cultivo en el suroeste de la isla (Wszelaki & Brunner, 2006). En experimentos realizados en la costa sur de Puerto Rico, luego de períodos de lluvia, días nublados y temperaturas promedio de 24°C durante los años 2006 y 2007, se encontró añublo lanoso (causado por el hongo *Pseudoperonospora cubensis*)

dañando el follaje de sandía en todas las etapas de desarrollo del cultivo y causando su destrucción en tan solo una semana después de la aparición de los primeros síntomas (Rosa et al., 2007).

Otra de las enfermedades que constituye un factor limitante en la producción de sandía en la región sur de Puerto Rico es el decaimiento de los tallos o la muerte súbita del melón, causado por el potyvirus *Squash vein yellowing virus*, cuyo vector es la mosca blanca. En estudios realizados en el 2005 y el 2006, la incidencia del *Squash vein yellowing virus* fue de un 100% en la región suroeste de la isla. Bajas densidades de mosca blanca han sido asociadas con alta productividad de la sandía, mientras que altas densidades de mosca blanca durante las primeras ocho semanas del cultivo fueron asociadas a alta incidencia del virus y rendimiento de fruta muy bajo (Polanco et al., 2007).

Las malezas pueden causar pérdidas devastadoras si no se manejan apropiadamente o si se dejan crecer sin control. En experimentos realizados en Isabela, Puerto Rico, poblaciones no controladas de yerba Johnson (*Sorghum halepense*), bledo (*Amaranthus dubius*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), leche vana (*Euphorbia heterophylla*), vinagrillo morado (*Oxalis debilis*) y coquí o coquillo (*Cyperus rotundus*) causaron la pérdida total del cultivo (Fuentes Fuster, 2012); en otros experimentos en Isabela y Lajas, Puerto Rico, la interferencia no controlada de coquillo redujo el rendimiento de sandía en 85% (Morales-Payán, 2007; Roque et al., 2006; Wszelaki & Brunner, 2006).

Hay poca información sobre el efecto del manejo no convencional de enfermedades, malezas y plagas en sistemas orgánicos y ecológicos de sandía en Puerto Rico, tanto desde el punto de vista de la eficacia de plaguicidas alternativos (aceptados para uso en sistemas orgánicos) y coberturas de suelo para suprimir a los organismos indeseables asociados al cultivo,

así como en su impacto sobre el rendimiento y/o la calidad de la fruta. En Puerto Rico y lugares con ambientes similares hay demanda de investigación aplicada para atender estas necesidades de los productores orgánicos.

Esta investigación de tesis es parte del primer proyecto de la Estación Experimental Agrícola (EEA) de la Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayagüez, específicamente titulado, diseñado y conducido como investigación en agricultura orgánica (Proyecto H-405 de la EEA). Esta es también la primera tesis de maestría iniciada en el Recinto Universitario de Mayagüez explícitamente en el tema de experimentación en agricultura orgánica.

## **2. OBJETIVOS GENERALES**

Los objetivos generales de esta investigación fueron:

- (1) Comparar la productividad y calidad post-cosecha de sandía producida con prácticas orgánicas, manejando las malezas con deshierbo mecánico en suelo descubierto y en suelo cubierto con material vegetal cortado.
- (2) Evaluar la eficacia de plaguicidas para uso en sistemas orgánicos y su efecto en el rendimiento y calidad de fruta de sandía.

### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 CULTIVO DE LA SANDÍA**

La sandía, melón de agua, o patilla es una especie originaria de las zonas secas de África tropical y subtropical, perteneciente a la familia botánica Cucurbitaceae. Se ha documentado su cultivo en el área cercana al Mar Mediterráneo y la India en la antigüedad, desde al menos 2,000 años antes de Cristo (Janick & Paull, 2008). Diseminada en América y Oceanía por los exploradores europeos a partir del siglo XVI, actualmente la producción de sandía está extendida por todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Zohary & Hopf, 2000). Las plantas de sandía son anuales, herbáceas, rastreras o trepadoras. El cultivo prospera en ambientes cálidos y secos, prefiriendo las temperaturas ambientales de cerca de 30 °C (Janick & Paull, 2008).

El órgano consumido por los humanos es la fruta, que botánicamente es un pepo, de forma redonda u ovalada. El color externo de la corteza de la fruta depende de la variedad, pudiendo ser de color verde de un tono uniforme o en franjas de color amarillo, gris o verde claro sobre fondos de diversas tonalidades de verde. La pulpa es jugosa y dulce; en la mayoría de las variedades cultivadas, la pulpa de la fruta madura es de color rojo, rosado o amarillo. Nutricionalmente, el principal aporte de la pulpa es su contenido de caroteno, que suele ser de 6 a 7 mg por 100 g de pulpa roja fresca (Janick & Paull, 2008).

En las variedades tradicionales las semillas son pequeñas y de color café. En algunas variedades no produce semillas. En la mayoría de las variedades comerciales, las primeras frutas alcanzan la madurez cerca de los 80 a 90 días de la germinación, unos 30 a 35 días después de la floración. Una vez son separadas de la planta, las frutas tienden a cambiar poco en su concentración de azúcares, por lo que es importante cosechar la fruta en la etapa de plena madurez (Estación Experimental Agrícola, 2000).

La producción mundial de sandía del 2010 fue estimada en 89 millones de toneladas, siendo los países con producción mayor de un millón de toneladas en ese año China, Irán, Turquía, Estados Unidos de América, México, Rusia, Brasil, Uzbekistán y Egipto (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2012). Cifras del Departamento de Agricultura de Puerto Rico (2012) indican que en el año fiscal 2009-2010 a precio de venta en finca, el valor total (IBA) de la sandía producida en la isla fue de \$2.1 millones, ocupando el quinto lugar entre los cultivos frutales de Puerto Rico, solo superado por mango (*Mangifera indica*), cítricas (*Citrus spp*), aguacate (*Persea americana*) y piña (*Ananas comosus*).

El cultivo comercial de sandía en Puerto Rico ocurre principalmente en la costa sur de la isla, bajo sistemas convencionales de producción. Los consumidores de Puerto Rico han expresado interés en adquirir sandía orgánica cultivada localmente, pero la cantidad ofrecida a los consumidores es pequeña (Morales-Payán, 2009). Las pérdidas causadas por malezas, plagas y enfermedades no controladas o mal manejadas en el cultivo de sandía convencional o en sandía orgánica pueden ser significativas (Roque et al., 2006; Morales-Payán et al., 2008; Stall & Morales-Payán, 2005; Wszelaki & Brunner, 2006) y la falta de conocimiento sobre el manejo orgánico de enfermedades, plagas y malezas limita la expansión de la producción de esta modalidad de cultivo en Puerto Rico.

### **3.2 MALEZAS EN SANDÍA**

Se define como maleza una planta indeseable para los seres humanos creciendo en un lugar y momento determinado, independientemente del uso potencial que pudiera tener esa planta en otro lugar o momento. Estas plantas son indeseables por competir con plantas deseables (cultivos) por espacio, agua, luz, nutrientes y gases, por emitir al ambiente sustancias

que interfieren con el desarrollo normal de los cultivos, por interferir físicamente con actividades agrícolas y otras actividades humanas, o por provocar alergias a los seres humanos.

Varias investigaciones han demostrado que la interferencia de malezas no controladas o mal controladas puede causar pérdidas cuantiosas de productividad, llegando a la pérdida total de la cosecha. En experimentos realizados en Isabela, Puerto Rico, se encontró que cuando la sandía compitió toda la temporada con poblaciones mezcladas de coquillo, yerba Johnson (*Sorghum halepense*), bledo (*Amaranthus dubius*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), coquillo (*Cyperus rotundus*), leche vana (*Euphorbia heterophylla*) y vinagrillo morado (*Oxalis debilis*), el cultivo no produjo frutos (Fuentes Fuster, 2012).

En experimentos en la Estación Experimental Agrícola en Isabela, Puerto Rico, poblaciones de coquillo de 100 plantas por m<sup>2</sup> compitiendo con sandía desde siembra a cosecha redujeron la productividad del cultivo en 60%, comparado con plantas que crecieron sin competencia de coquillo (Morales-Payán et. al, 2008). En experimentos conducidos en la Florida, Estados Unidos de América, en que la sandía compitió toda la temporada con poblaciones monoespecíficas de coquillo de 300 plantas por m<sup>2</sup>, el cultivo produjo 85% menos frutos que en plantas que se mantuvieron libres de competencia de malezas durante toda la temporada (Morales-Payán, 2007).

Las pérdidas de rendimiento causadas por la interferencia de coquillo han sido documentadas para muchos otros cultivos hortícolas. Por ejemplo, la interferencia de 75 plantas de coquillo por m<sup>2</sup> durante 30 días causó la pérdida total de la cosecha de rábano (*Raphanus sativus*) (Santos et al., 2008); en tomate (*Lycopersicon esculentum*) el coquillo redujo el rendimiento de frutos comerciales en 24% (Morales-Payán & Stall, 2002); en berenjena (*Solanum melongena*) las pérdidas fueron de 28% de los frutos comerciales (Morales-Payán &

Stall, 2004); en cebolla (*Allium cepa*) se produjo un 49% menos producto comercial que en ausencia de malezas (Geretharan et al., 2011) y en pimiento (*Capsicum annuum*) se ha reportado una reducción de rendimiento de frutos comerciales de 70% (Morales-Payán & Stall, 2003).

La capacidad del coquillo de competir con cultivos y reducir su productividad se debe a la facilidad de su establecimiento y propagación, su condición de perenne persistente, su metabolismo fotosintético C4 y su agresividad para acumular nutrientes del suelo; adicionalmente, se ha demostrado que el coquillo produce sustancias alelopáticas que interfieren con la fisiología normal de los cultivos. Por estas razones, al coquillo le han dado varias veces el calificativo de “la peor maleza del mundo” (Holm et al., 1991).

El manejo de malezas tiene un costo elevado. En los Estados Unidos, el gasto de control de malezas en los años 2003 y 2010 fue estimado en aproximadamente \$11,000 millones, y \$13,000 millones, respectivamente (Fuentes Fuster, 2012; Kiely et al., 2004; Lingenfelter & Hartwig, 2007). Klonsky (2011) calculó que en California en el 2010 el control de malezas en tomate orgánico fue cerca del doble que en tomate convencional. En el año 2004 en California, Estados Unidos de América se emplearon 775 mil horas de desyerbo manual en sistemas orgánicos, a un costo de \$24 millones (Gianessi & Reginer, 2005). En calabazas orgánicas en California en el 2009, el costo de control de malezas fue de un 17% (\$1,900 por acre) de la inversión de producción (Fake et al., 2009). En Oklahoma, Estados Unidos de América, en el 2006 se estimó que el costo de manejo de malezas en sandía orgánica fue \$190 por acre o 9.5% del costo total de producción (Khanal, 2007), mientras que en Georgia, Estados Unidos de América, ese costo fue de cerca de \$450 por acre (aproximadamente 6% del costo total) para calabaza y sandía en sistemas orgánicos (Fonsah et al., 2009).

El control de malezas es una de las prácticas de mayor importancia en la producción de sandía en Puerto Rico (Morales-Payán & López, 2011). En Puerto Rico, para el año 2000, se estimó el costo de cobertura plástica, herbicidas y mano de obra empleada para el control de malezas en sandía convencional en aproximadamente \$400 por acre o cuerda, representando este valor aproximadamente un 20% de los costos directos de producción del cultivo (EEA, 2000). El costo de control de malezas en sandía convencional en Puerto Rico en 2012 se estimó en \$530 por cuerda (comunicación personal del Dr. José Pablo Morales Payán, UPR-RUM).

En sandía orgánica, el estrago de las malezas puede ser aún mayor que en sandía convencional, debido a que no hay disponibilidad de herbicidas sintéticos selectivos; los productores orgánicos deben realizar desyerbo manual o mecánico, sustancias orgánicas de acción herbicida no selectiva, lanzallamas y coberturas de polietileno o de materiales orgánicos sobre los bancos de siembra. Para un productor promedio de sandía en Puerto Rico, a precios de venta en finca del 2009, una reducción de rendimiento de 60% equivale a dejar de recibir \$1,880 por cuerda (Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2012; FAO, 2012a). Es decir, costos de control de malezas por debajo de \$1,880 por cuerda son económicamente justificables.

En sistemas de producción orgánica las malezas son controladas por la utilización de coberturas naturales, plásticos biodegradables o desyerbo mecánico. El control de malezas más efectivo es el desyerbo mecánico, pero este solo puede realizarse aproximadamente dos veces antes de que las plantas comiencen a desarrollarse y comiencen a alargar sus tallos. Además, este método de control de malezas tiene los inconvenientes de que la mano de obra agrícola en Puerto Rico es cara y escasa.

Aunque existen muchas prácticas de producción orgánica efectivas en el trópico, éstas no han sido evaluadas científicamente. En el trópico las malezas son un reto constante para los

productores orgánicos y existen numerosos materiales orgánicos disponibles y reutilizables en las fincas. Estas razones llevan a la necesidad de ampliar el conocimiento sustentado en investigación, promoviendo prácticas innovadoras y alternativas para la supresión de malezas.

### **3.3 COBERTURAS DE LOS BANCOS DE SIEMBRA**

La utilización de coberturas de suelo es una alternativa permitida en los sistemas orgánicos para el control de malezas. Las coberturas de suelo también son utilizadas por los productores convencionales, para conservar la humedad y los nutrientes del suelo.

Hay numerosas publicaciones que documentan la eficacia de las láminas de polietileno para suprimir malezas en cultivos hortícolas (Hochmuth et al., 2012; Lamont, 1991; Majek & Neary, 1991; Webber et. al, 2006; Webster, 2005a y 2005b). A pesar de que las coberturas de polietileno son permitidas en sistemas orgánicos, las certificadoras no permiten que los desechos de polietileno se dejen en los predios. Entonces, el productor debe tener en cuenta el costo de disponer de las láminas de polietileno al terminar la temporada de producción y cual será su destino final en el ambiente (Garthe, 2002; Sorkin, 2006). Los materiales biodegradables de fácil acceso en fincas de zonas tropicales, como la biomasa aérea de gramíneas, pudieran ser utilizados como alternativas eficaces, económicas y más amigables con el ambiente para control de malezas en cultivos orgánicos.

Residuos agrícolas y biomasa fresca o seca provenientes de gramíneas han sido evaluados como materiales de cobertura de suelo en sistemas agrícolas (Farias-Larios & Orozco, 1997; Sinkevičienė, 2009; Talavera & Padilla, 2000; Willer & Kilcher, 2009) para suprimir malezas y conservar humedad del suelo. En Isabela, Puerto Rico, el crecimiento y la interferencia de la maleza *Cyperus rotundus* fueron suprimidos en un 50 a 90% usando cobertura de suelo formada

por biomasa seca de gramíneas (Morales-Payán et al., 2008). En California, se demostró que en cucurbitáceas el uso de coberturas naturales a base de biomasa vegetal y coberturas plásticas resultó en rendimientos significativamente mayores de frutas que en suelo desnudo. También se han reportado mejor rendimiento y calidad en cebolla (*Allium cepa*) con coberturas de suelo (Rahman et al.; 1999).

### **3.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN SANDÍA**

Las plagas y enfermedades suelen atacar plantas que están bajo estrés. Generalmente, una vez que comienza a atacar una plaga, esta es seguida por una enfermedad (Hankins, 2003). Las plagas más comunes en el cultivo de sandía en Puerto Rico son la oruga verde del melón (*Diaphania hyalinata*), el minador de la hoja (*Liriomyza* spp.), la mosca blanca (*Bemisia argentifolii*) y los áfidos (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*). La mosca blanca y los áfidos son vectores de virus en este cultivo (Urias-López et al., 2005). Entre las enfermedades más importantes de la sandía están el añublo lanoso (ocasionado por el patógeno *Pseudoperonospora cubensis*), la pudrición blanda en frutas (ocasionado por las bacterias *Pseudomonas* sp. y *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*) y enfermedades causadas por virus como el mosaico (EEA, 2000) y decaimiento de los tallos o la muerte súbita (Polanco et al., 2007).

### **3.5 PLAGUICIDAS PARA AGRICULTURA ORGÁNICA**

Los bioplaguicidas o plaguicidas biológicos son formulaciones para control de organismos indeseables basadas en microorganismos o productos naturales (*Environmental Protection Agency*, 2012). Entre los plaguicidas orgánicos para la producción de cultivos se

encuentran formulaciones comercializadas con acción fungicida, bactericida, herbicida, entre otras.

Los insecticidas botánicos son derivados de plantas, árboles o arbustos. Algunos insecticidas botánicos son productos a base de aceites esenciales extraídos de flores, frutos, hojas, semillas, raíces o cortezas. Estos no dejan residuos en los alimentos o áreas de aplicación ya que son de corta duración, siendo degradados por la luz solar y el aire. Además, estos insecticidas pueden interferir sobre el crecimiento, alimentación, apareo, producción de huevos y fertilidad de insectos e invertebrados. Por ejemplo, el extracto de ajo (*Allium sativum*) funciona principalmente como repelente de plagas. La actividad del extracto de ajo ha sido atribuida al compuesto alicina (thio-2-propene-1-sulfinic acid S-allyl ester). La alicina no existe en el ajo intacto, sino que se forma al romperse las células de los tejidos del ajo a partir de la aliina (+-S-allyl-L-cysteine sulfoxide). La alicina puede funcionar también como antibiótico, afectando a hongos y bacterias (Koch y Lawson, 1996). Otros son insecticidas microbianos como los derivados del género *Bacillus*.

La leche ha sido utilizada para control de hongos en algunos cultivos. No se ha establecido claramente como la leche actúa suprimiendo hongos como los causantes de añublos. Se ha especulado que el efecto de la leche en los hongos fitopatógenos se debe a agentes antibióticos naturales, sales y/o aminoácidos que contiene la leche (Bettioli, 1999).

En el 2006 Chandler y coautores pronosticaron que los bioplaguicidas serían los plaguicidas más utilizados en la agricultura convencional en el futuro cercano. Los plaguicidas biológicos juegan ya un papel importante en el manejo integrado de plagas, ayudando a reducir la utilización de plaguicidas químicos sintéticos. Wszelaki y Miller (2005), al evaluar plaguicidas a base de sustancias orgánicas naturales (extractos de nim, menta, melaleuca y otros) y

bioplaguicidas (*Bacillus* spp.) en el cultivo orgánico de tomate, encontraron que al usar plaguicidas aceptados en producción orgánica lograron reducciones significativas en el desarrollo de enfermedades y aumentos en el rendimiento de frutos.

En otro estudio, se evaluaron un plaguicida sintético (methoxyfenozide) y una formulación comercial de *Bacillus thuringensis* (CAMB bt.) contra la mariposa del repollo (*Pieris brassicae*). La formulación comercial de *Bacillus thuringensis* fue más eficaz por su estabilidad en el campo y por su control sobre todos los estadios de la plaga, por lo que fue recomendada para el control de Lepidóptera en vegetales sin efecto negativo sobre sus depredadores (Zafar et al., 2002).

## **4. EFECTO DE PLAGUICIDAS ORGANICOS Y COBERTURA DE BANCO DE SIEMBRA EN SANDIA ORGANICA TRASPLANTADA**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

En sandía manejada orgánicamente, las malezas pueden ser causa de graves pérdidas de rendimiento y de rentabilidad. Se han reportado resultados de experimentos conducidos en Puerto Rico en los cuales la productividad de la sandía se redujo significativamente (60-80%) cuando se permitió que poblaciones de 100 coquillos por m<sup>2</sup> interfirieran con sandía toda la temporada de producción (Morales-Payán et al., 2008). Fuentes Fuster (2012) reportó pérdidas de rendimiento de 67% cuando la sandía compitió con poblaciones mal controladas de yerba Johnson y coquillo mezcladas con otras malezas, e incluso 100% cuando no se controlaron las malezas. Aunque las láminas de polietileno están permitidas en sistemas orgánicos, disponer legalmente de las láminas deterioradas es difícil, costoso y tiene un impacto ambiental. Los productores prefieren materiales de cobertura más amigables ambientalmente y fácilmente biodegradables.

En sandía y otras cucurbitáceas, enfermedades foliares causadas por hongos pueden ser devastadoras (Savory et al., 2011) y los productores invierten grandes sumas de dinero para proteger las cosechas. Por ejemplo, se estimó que a nivel mundial, en el 1996 se gastaron aproximadamente \$100 millones en control del añublo lanoso de cucurbitáceas causado por *Pseudoperonospora cubensis* (Colucci & Holmes, 2010). En el 2006, el costo de aplicar fungicidas para control de añublo lanoso en cucurbitáceas en el noreste de los Estados Unidos fue estimado en aproximadamente \$25 por hectárea por aplicación, con una frecuencia promedio de una aplicación semanal (McGrath, 2006).

Mientras los productores convencionales disponen de una variedad de fungicidas sintéticos para el combate de enfermedades que han sido evaluados en muchas regiones y cultivos, los productores orgánicos no cuentan con igual cantidad de estudios que evalúen la eficacia de las sustancias de protección de cultivos permitidas en sistemas orgánicos.

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos en rendimiento y calidad de fruta de coberturas de suelo del banco de siembra con follaje cortado de gramíneas para control de malezas y once plaguicidas permitidos en producción orgánica en sandía de trasplante.

## **4.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo durante los meses de junio a agosto del 2007, en la Estación Experimental Agrícola en Lajas (EEA Lajas) de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. La EEA en Lajas está ubicada en la zona suroeste de la isla, en los 18° 01' Latitud norte y 67° 04' Longitud oeste, a 26 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación promedio mensual cercana a los 9.5 cm y una temperatura de 15.9 °C (la del mes más fresco) a 33.0 °C (la del mes más cálido). Las condiciones de temperatura y precipitación pluvial durante el experimento de campo se presentan en el Apéndice 1.

El terreno en que se realizó esta investigación se estaba manejando orgánicamente desde un año antes del inicio del experimento aquí descrito, por lo que lo fue considerado en manejo de transición para fines de agricultura orgánica. El suelo es de la serie Fraternidad (arcilloso, de buen drenaje, levemente permeable, degradado de roca volcánica y caliza) (*USDA National Cooperative Soil Survey, 2006*). En el Apéndice 2 se muestra el resultado de un análisis de suelo realizado al terreno.

El cultivo de sandía fue manejado adaptando las recomendaciones de la Estación Experimental Agrícola de Puerto Rico (EEA, 2000) a las regulaciones del *United States National Organic Program Standards* vigentes durante el experimento (*USDA National Organic Program*, 2007). El terreno se preparó con dos cortes de arado y rastrillado. Se levantaron bancos de suelo los cuales fueron sembrados con la especie *Crotalaria juncea* y se establecieron parcelas de 6.1 m de largo por 1.5 m de ancho, dejando 1.5 m entre parcelas y 2.4 m entre calles, para un total de 72 parcelas en tres bloques. La especie *Crotalaria juncea* se sembró, se cortó al inicio de su florecida y fue incorporada al suelo como abono verde.

Se usó la variedad de sandía de fruta redonda ‘Crimson Sweet’ (Johnny’s Seeds, Winslow, Maine, Estados Unidos de América). Las semillas orgánicas certificadas de ‘Crimson Sweet’ se sembraron en bandejas preparadas con una mezcla 1:1:1 de perlita, musgo y composta, cumpliendo con las normas orgánicas del NOP. A las tres semanas después de la germinación, las plantas fueron sembradas sobre los bancos a una distancia de 0.6 m, para un total de 10 plantas por parcela.

Se estableció un sistema de riego por goteo para la aplicación de riego y fertilizantes aprobados para uso en sistemas orgánicos. Se realizaron fertirrigaciones cada 14 días utilizando el abono orgánico Biolink® 6-0.5-1 y 3-3-3 (BioLink®, Westbrige Agricultural Products, Vista, California, Estados Unidos de América), para suplir al cultivo sus requerimientos nutricionales (Baameur et al., 2009) según resultado de un análisis de suelo del terreno utilizado (Apéndice 2). La maleza en los pasillos entre parcelas fue cortada cuando alcanzaba 30 cm de altura, usando una podadora mecanizada.

Los tratamientos evaluados fueron 24 combinaciones de (1) cobertura de las superficies de los bancos sobre los cuales se sembró el cultivo y (2) aplicación de plaguicidas orgánicos

aceptados en sistemas orgánicos certificados de acuerdo con las regulaciones de los Estados Unidos de América. Los tratamientos se establecieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas correspondieron al factor cobertura (parcelas con los bancos de siembra sin cobertura o parcelas con los bancos de siembra cubiertos por una capa de 10 cm de espesor de follaje cortado de gramínea) y las sub-parcelas correspondieron a la aplicación de plaguicidas orgánicos seleccionados.

La biomasa para las coberturas se obtuvo cortando las hojas y tallos de la gramínea cola de caballo (*Hyparrhenia rufa*) de un predio de la EEA Lajas que no había sido expuesto a sustancias prohibidas en agricultura orgánica durante al menos cinco años. Las coberturas del banco de suelo fueron colocadas en capas de 10 cm de alto, minutos antes del trasplante de las plántulas en el campo.

Las parcelas cubiertas con biomasa cortada de gramínea no fueron desyerbadas durante el experimento. Las parcelas sin cobertura en el banco de siembra fueron desyerbadas a las 2 y 6 semanas después del trasplante del cultivo en el campo.

Los plaguicidas evaluados en el año 2007 son presentados en el cuadro 1. Los nombres comerciales de los plaguicidas y surfactante se mencionan solamente para especificar cuáles formulaciones se utilizaron en el experimento. Esto no constituye un endoso particular a estas marcas comerciales.

Siguiendo las instrucciones de los fabricantes, los bioplaguicidas a base de extracto de ajo, lecitina + butil lactato, *Bacillus subtilis* raza QST 713 y *Bacillus pumilis* raza QST 2808, fueron mezclados con 0.06 L/ha de un surfactante. Se usó un surfactante permitido en agricultura orgánica, a base de 10.1% de saponina + etoxilato de alquilfenol + polisacáridos (BioLink®, Westbrige Agricultural Products, Vista, California, Estados Unidos de América).

La formulación de *Bacillus thuringiensis* (Javelin™) fue mezclada en tanque con un fungicida cúprico (NuCop™). Esa mezcla fue alternada en semanas consecutivas con la mezcla en tanque de *Bacillus thuringiensis* (Agree™) y un fungicida a base de hidróxido cúprico (NuCop™).

**Cuadro 1. Ingredientes activos, nombres comerciales y cantidades utilizadas de plaguicidas orgánicos evaluados en sandía durante el experimento de campo en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico-Recinto de Mayagüez, en Lajas, Puerto Rico, 2007.**

Ingrediente activo y entre paréntesis nombre comercial de la formulación usada en la investigación	Acción principal según etiqueta del producto	Cantidad de agua para aplicación (L/ha)	Dosis de bioplaguicida (kg/ha)
<i>Bacillus thuringiensis</i> (Agree <sup>TM</sup> y Javelin <sup>TM</sup> )	Insecticida	57	0.45
Hidróxido cúprico (NuCop <sup>TM</sup> )	Fungicida	57	1.35
Bicarbonato de potasio (Milstop <sup>TM</sup> )	Fungicida	57	0.33
<i>Bacillus subtilis</i> raza QST 713 (Serenade <sup>TM</sup> )	Fungicida	112	0.37
			Dosis de bioplaguicida (L/ha)
Aceites de menta ( <i>Mentha</i> sp.), romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) y gualteria ( <i>Gaultheria procumbens</i> ), con vanillina, lecitina y butil lactato (Ecotrol <sup>TM</sup> )	Insecticida, acaricida	112	1.14
Extracto de ajo ( <i>Allium sativum</i> ) (Garlic Barrier <sup>TM</sup> )	Fungicida	92	2.24
Leche (disuelta en agua 1:10)	Fungicida	10	11.36
Dióxido de hidrógeno (OxiDate <sup>TM</sup> )	Fungicida	112	0.36
<i>Bacillus pumilis</i> raza QST 2808 (Sonata <sup>TM</sup> )	Fungicida	112	1.05
Aceites de romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), clavo dulce ( <i>Eugenia caryophyllata</i> ), tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) y gualteria ( <i>Gaultheria procumbens</i> ), con lecitina y butil lactato (Sporan <sup>TM</sup> )	Fungicida	112	1.14
Aceite de <i>Melaleuca alternifolia</i> (Timorex <sup>TM</sup> )	Fungicida	112	0.57
Extracto hidrofóbico clarificado de nim ( <i>Azadirachta indica</i> ) (Trilogy <sup>TM</sup> )	Fungicida, insecticida y acaricida	111	2.24
Agua	Control, testigo, o tratamiento de referencia	112	0

A los 27 días después del establecimiento del cultivo en el campo experimental, uno o dos días antes de la aplicación semanal de los plaguicidas orgánicos se determinaba en cada parcela el cubrimiento del suelo por vegetación del cultivo, la densidad y tipo de malezas, la incidencia y severidad de enfermedades, así como la presencia y daño causado por insectos. Para establecer el área de donde se colectaron los datos, se colocó al azar un cuadro de tubos de PVC de 0.28 m<sup>2</sup> sobre cada parcela.

Para determinar el daño por enfermedades y por ataque de insectos se observaban al azar seis hojas de dos plantas que quedaban dentro del cuadro de PVC, se calculó el porcentaje de lámina foliar dañada y se transformó a la escala modificada de Horsfall-Barratt (Madden et al., 2007). Las mismas hojas se muestreaban para registrar la presencia o ausencia de insectos plaga en el cultivo. Estas evaluaciones fueron registradas cada 7 días durante 28 días.

Durante las evaluaciones semanales se identificaron las malezas presentes en el área representativa de cada parcela determinada por el cuadro de PVC de 0.28 m<sup>2</sup>. Al finalizar la cosecha de las frutas, se removió 0.09 m<sup>2</sup> de suelo de cada parcela, con una profundidad de 20.32 cm, para registrar el peso y número de tubérculos, peso de raíces y peso del follaje de la maleza *Cyperus rotundus*.

A los 58, 65 y 72 días después del trasplante, se cosecharon las frutas maduras, según los criterios locales (EEA, 2000) y el mismo día de la cosecha, a las frutas representativas de cada tratamiento se les determinó en el laboratorio el peso, la longitud y el diámetro (atributos de rendimiento y tamaño), así como atributos de calidad interna de la fruta fresca (la coloración, la firmeza y la concentración de sólidos solubles en la pulpa).

La firmeza de la pulpa fue determinada usando un penetrómetro modelo Fruit Test™ FT327 (Wagner Instruments, Greenwich, Connecticut, Estados Unidos de América) instalado en

soporte vertical y con punta de 8 mm. La concentración de sólidos solubles fue determinada usando un refractómetro digital (Reichert AR200 Digital Refractometer r2 mini. Reichter. Depew, New York, Estados Unidos de América). Para determinación del color de la sandía se usó la carta de colores de plantas de la *Royal Horticulture Society* de Inglaterra (2007) y el valor  $h^\circ$  de CIELCH.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y separación de medias usando procedimientos en INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2009). Los modelos utilizados para el análisis del experimento fueron los siguientes:

Para las variables donde había efecto de cobertura y bioplaguicida:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + (\alpha\tau)_{il} + \beta_j + (\beta\alpha)_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Valores de las variables dependientes

$\mu$  = promedio general

$\alpha_i$  = efecto de cobertura i, donde i= Con cobertura, Sin cobertura

$(\alpha\tau)_{il}$  = efecto del bloque o error de parcela completa

$\beta_j$  = efecto bioplaguicida j donde j= Ajo, Bt Cu, Control, Ecotrol, Leche, Milstop, OxiDate, Serenade, Sonata, Sporan, Timorex, Trilogy

$(\beta\alpha)_{ij}$  = efecto aleatorio de la interacción de los bioplaguicidas j y cobertura i

$\epsilon_{ijkl}$  = error experimental

Para las variables donde había efecto de cobertura, bioplaguicida y semana:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + (\alpha\tau)_{il} + \beta_j + (\beta\alpha)_{ij} + (\alpha\beta\tau)_{ijl} + \delta_k + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\beta\alpha\delta)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Valores de las variables dependientes

$\mu$  = promedio general

$\alpha_i$  = efecto de cobertura i, donde i= Con cobertura, Sin cobertura

$(\alpha\tau)_{il}$  = efecto del bloque o error de parcela completa

$\beta_j$  = efecto bioplaguicida j donde j= Ajo, Bt Cu, Control, Ecotrol, Leche, Milstop, OxiDate, Serenade, Sonata, Sporan, Timorex, Trilogy

$(\beta\alpha)_{ij}$  = efecto aleatorio de la interacción de los bioplaguicidas j y cobertura i

$(\alpha\beta\tau)_{ijl}$  = error de la sub-parcela

$\delta_k$  = efecto de días después de trasplante k donde k= 27, 34, 41, 48, 55

$(\alpha\delta)_{ik}$  = efecto aleatorio de la interacciones cobertura i y días después de trasplante k

$(\beta\delta)_{jk}$  = efecto aleatorio de la interacción bioplaguicida j y días después de trasplante k

$(\beta\alpha\delta)_{ijk}$  = efecto de la interacción entre bioplaguicida j, cobertura i y días después de trasplante k

$\epsilon_{ijkl}$  = error experimental

Cuando se encontraron diferencias significativas, se usó la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Fisher (LSD) con un 5% de error, para separar las medias de los tratamientos.

## **4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### ***4.3.1 Cubrimiento del suelo por el follaje de sandía***

Los bioplaguicidas y coberturas de suelo no tuvieron efecto significativo sobre el cubrimiento de la planta de sandía sobre el terreno del banco de siembra. El follaje del cultivo cubrió cerca de 80% de la superficie del suelo al llegar a la etapa de floración (a los 27 días después del trasplante de la sandía a las parcelas) y a partir de entonces se mantuvo prácticamente constante (Figura 1). Este resultado coincide con los de Dittmar y colaboradores (2005), quienes reportaron que en los Estados Unidos la mayoría de las variedades evaluadas por su grupo llegó a su tamaño máximo de planta entre 24 y 35 días después de ser sembradas en el

predio, que corresponde a la fecha de la floración del cultivo. Este es un comportamiento típico de muchas cucurbitáceas anuales, en las que al iniciarse la producción de flores y frutos se reduce drásticamente el crecimiento del follaje, por ser los frutos en desarrollo receptores muy fuerte de nutrientes y productos de fotosíntesis (Marcelis, 1992; Pharr et al., 1985).

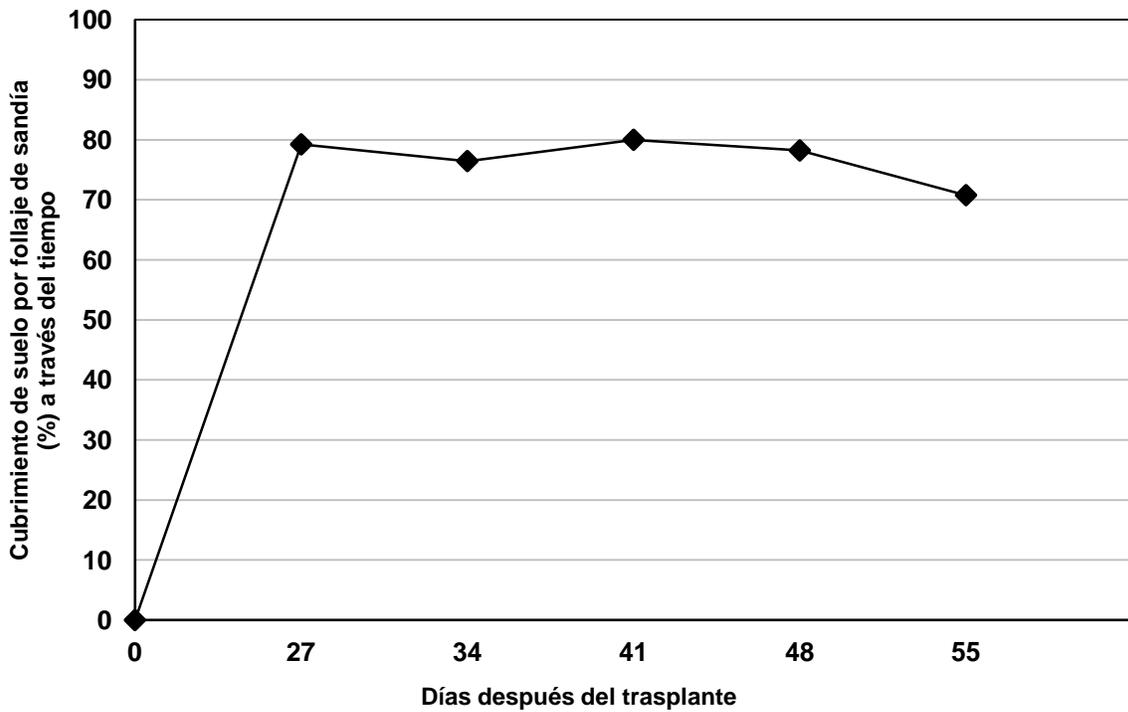


Figura 1. Porcentaje del cubrimiento de suelo por follaje de sandía (%) desde 0 días después del trasplante en el campo. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007.

#### 4.3.2 Incidencia de insectos plaga en el experimento de campo

Los insectos plaga detectados con mayor frecuencia en el experimento fueron áfidos (*Aphis* spp.) y mosca blanca (*Bemisia* sp.), ambos chupadores. El insecto asociado con pérdida de área foliar fue *Diabrotica* sp. (en promedio, se encontró de 0 a 1 adulto por hoja muestreada).

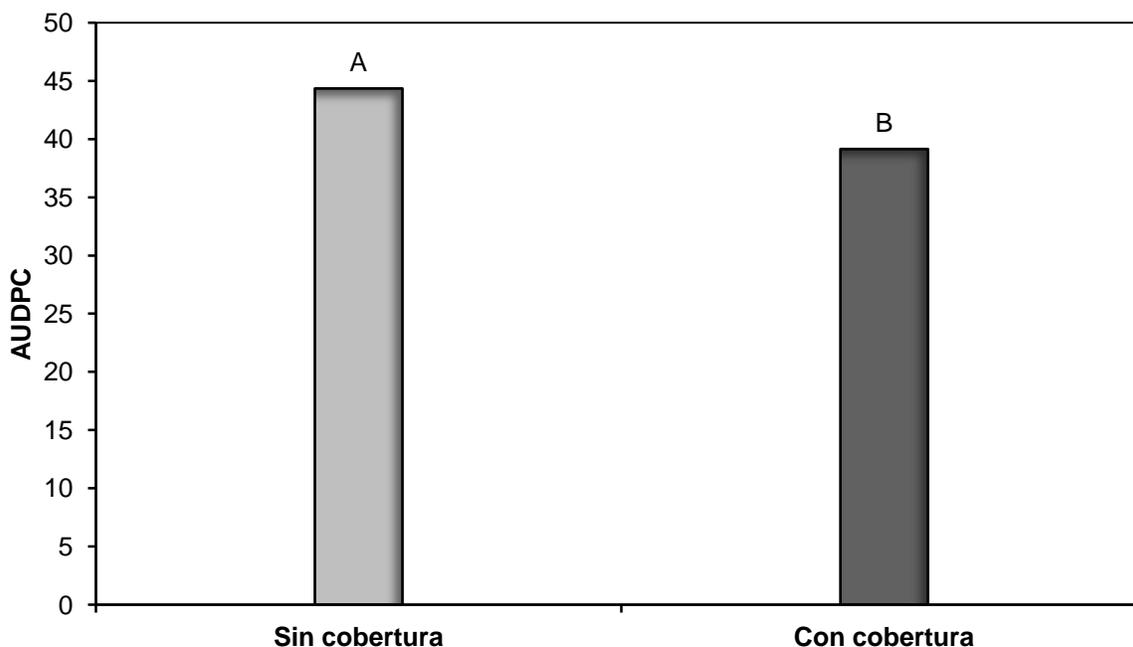
El daño estimado causado por *Diabrotica* en la fase de floración fue cercano a 15% del área foliar en parcelas con cobertura y 20% del área foliar en parcelas sin cobertura, sin diferencia por bioplaguicida; una semana antes de la primera cosecha, el daño foliar causado por insectos fue aproximadamente 35%, independientemente de cual bioplaguicida se usara. Wzselaki y Miller (2005) tampoco encontraron efectos significativos de bioplaguicidas orgánicos en plagas comunes de tomate. El extracto de nim ha sido reportado como deterrente de *Diabrotica* (Schmutterer, 1990), pero en esta investigación no redujo significativamente el daño foliar causado por insectos en la sandía. La falta de efecto de *Bacillus thuringiensis* en *Diabrotica* era de esperarse, pues se ha reportado su alta tolerancia a este insecticida en comparación con larvas de lepidópteros (Slaney et al., 1992). El bicarbonato de potasio ha sido patentado como agente adyuvante de formulaciones insecticidas (Lajoie et al., 1999) pero no parece tener efecto insecticida significativo en si mismo, al menos contra *Diabrotica*.

Varios aceites esenciales de plantas aromáticas como el romero, la menta, el tomillo y la gaulteria han sido reportados como repelentes o neurotóxicos para algunas plagas, efectos que son generalmente asociados a su contenido de terpenos (Isman, 2000). Sin embargo, también se ha documentado que generalmente se requieren dosis relativamente altas (>1% de aceite esencial activo) y aplicaciones frecuentes para lograr niveles de eficacia similares a los de insecticidas sintéticos en cultivos a campo abierto (Koul et al., 2008). Entre los aceites mencionados como tóxicos a especies en el género *Diabrotica* se encuentran el eugenol (extraído del clavo dulce) uno de los componentes de Sporan; sin embargo, Sporan<sup>TM</sup> es mercadeado como fungicida orgánico de contacto, no como insecticida. Las dosis utilizadas en esta investigación corresponden a las recomendadas por los fabricantes de los bioplaguicidas pero su efecto en *Diabrotica* en las condiciones de este experimento no fue significativo.

El nivel de daño promedio acumulado (AUDPC) en la planta atribuido a plagas en parcelas sin cobertura de suelo fue significativamente mayor (por aproximadamente 15%) que en parcelas con cobertura (Figura 2 y Apéndice 3). Ese resultado concuerda con los reportes de Necibi y colaboradores (1992) y Brust (1996), que investigaron los efectos de coberturas de suelo en el daño causado por insectos en el follaje de cultivos. Necibi y colaboradores (1992), trabajando en los Estados Unidos, reportaron que el uso de cobertura de polietileno para cubrir los bancos de siembra redujo significativamente las poblaciones de *Diabrotica* en melones; el resultado fue atribuido a que la cobertura del suelo pudo interferir con la multiplicación de la plaga, pues el adulto vive en el follaje de la planta y los estadios inmaduros viven en el suelo. Brust (1996) encontró que los niveles de defoliación de las plantas de papa (*Solanum tuberosum*) causadas por caculo de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*) fueron significativamente menores en suelo con cubiertas de paja que en suelo descubierto; la reducción en defoliación de la papa estuvo asociada con una reducción significativa de larvas pequeñas (primer y segundo estadio) y larvas grandes (tercer y cuarto estadio) del caculo en suelo cubierto en comparación con suelo descubierto. Por otro lado, Hoffmann y coautores (1996) reportaron que el nivel de daño foliar causado por *Diabrotica* en cucurbitáceas es directamente proporcional a la cantidad de adultos alimentándose de la planta.

En esta investigación, no se hicieron conteos de estadios inmaduros o de adultos de *Diabrotica* en sandía, pero los resultados concuerdan con los de Brust (1996), Hoffmann et al. (1996) y Necibi et al. (1992), por lo que se especula que la cobertura de suelo pudo haber interferido físicamente con el ciclo de vida de *Diabrotica*, cuyos estadios inmaduros viven en el suelo y los adultos en el follaje, limitando el aumento de las poblaciones de esta plaga durante la

fase de crecimiento del cultivo previo a la floración, lo que a su vez reduciría la magnitud del daño foliar que causarían al cultivo.



Barras con una letra en común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 2.** Pérdida foliar en sandía causado por insectos, expresado como área bajo la curva de daño acumulado (AUDPC) durante el experimento de campo, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico, 2007.

#### ***4.3.3 Incidencia y severidad de daño por enfermedades del follaje***

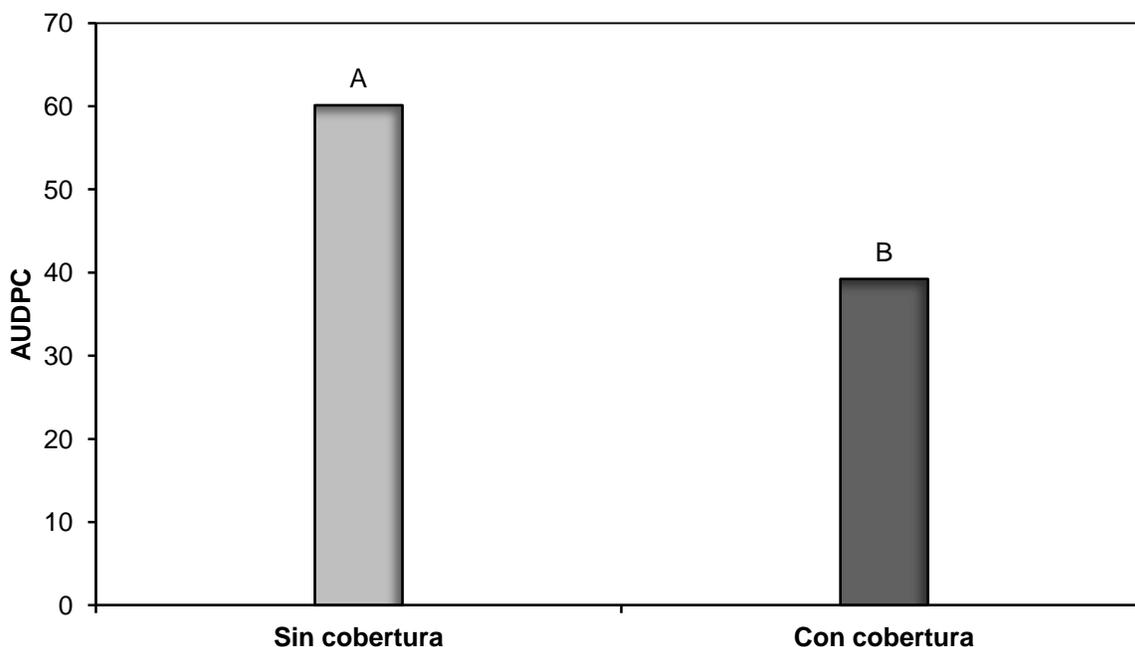
La enfermedad que predominó durante el desarrollo del cultivo fue el añublo lanoso, causado por el oomiceto *Pseudoperonospora cubensis*. El añublo lanoso es una de las principales enfermedades del cultivo de sandía y afecta el follaje de la mayoría de las cucurbitáceas bajo condiciones típicas de las zonas tropicales. Esta enfermedad puede estar presente durante todas las etapas de desarrollo del cultivo de sandía, siendo más severa y destructiva después de la etapa de florecida (Rosa et al., 2007).



**Figura 3. Hojas de sandía con añublo lanoso, enfermedad causada por el hongo *Pseudoperonospora cubensis*.**

Al comenzar las evaluaciones de daño foliar, tres días antes de la primera aplicación de los bioplaguicidas, no se observaron diferencias en la severidad de daño foliar atribuibles a enfermedades entre las parcelas, siendo este cerca de 5%. Las aspersiones de bioplaguicidas se comenzaron cuando las plantas estaban en la etapa de florecida, 28 días antes de la primera cosecha de frutas.

En el experimento no hubo interacción significativa entre los bioplaguicidas y coberturas en el daño promedio acumulado (AUDPC) en hojas de sandía causado por enfermedad, pero sí hubo efecto significativo individual de coberturas y de bioplaguicidas (Apéndice 4), observándose 33% más daño foliar en parcelas sin cobertura que en parcelas con cobertura (Figura 4).

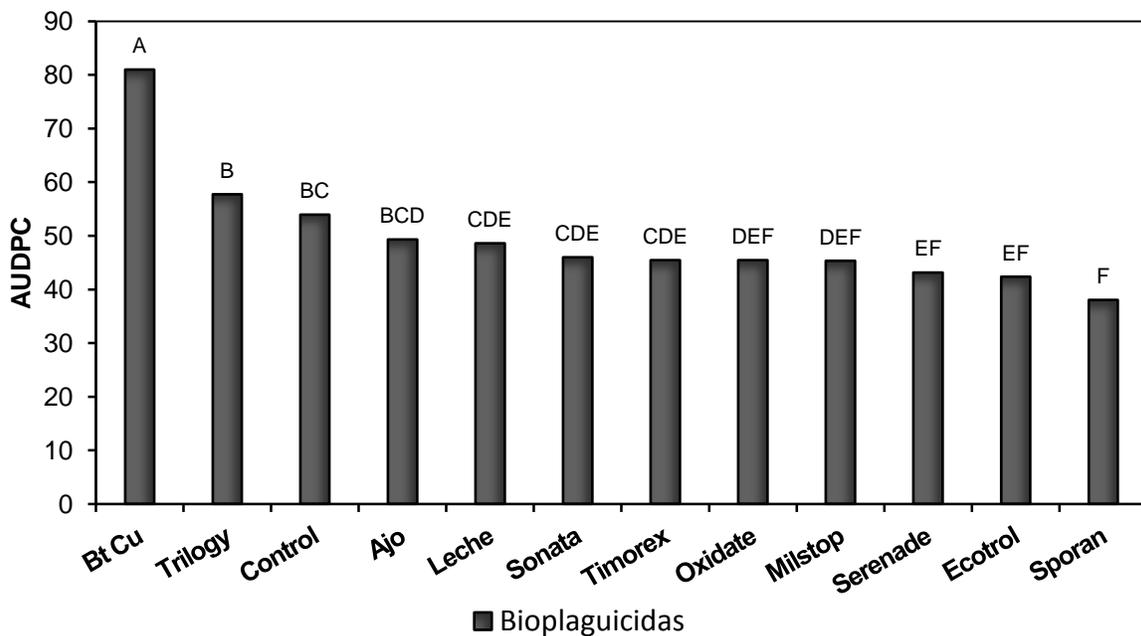


*Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).*

**Figura 4. Valores promedios acumulados (AUDPC) para evaluar el daño foliar causado por enfermedad en parcelas experimentales con cobertura y sin cobertura, para el experimento 2007, en la Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico.**

El tratamiento de bioplaguicida BtCu estuvo asociado con el mayor nivel de daño foliar por enfermedad, siendo incluso significativamente más alto que el del control sin bioplaguicida (Figura 5). Durante el experimento, a medida que pasaban las semanas, las plantas tratadas con BtCu mostraban una coloración progresivamente más amarillenta, de modo que varias semanas después del inicio del experimento visualmente se podían distinguir las parcelas con este tratamiento. Es posible que las aplicaciones semanales de fungicidas cúpricos haya causado una toxicidad por acumulación de cobre. Wzselaki y Miller (2005), trabajando en tomate, reportaron que aplicaciones de fungicidas cúpricos para el control de enfermedades foliares produjeron toxicidad en las hojas de ese cultivo. En cambio, Feliciano (2011) encontró que los fungicidas cúpricos fueron efectivos para el control de mancha por septoria y tizón temprano en tomate, sin reportar efectos fitotóxicos.

Se ha reportado que el cobre excesivo en las plantas compite con el hierro y puede resultar en bajas concentraciones de clorofila (Clijsters et al., 1991). También se ha documentado que las plantas con bajas concentraciones de clorofila en el mesófilo suelen ser más vulnerables a los patógenos como *Pseudoperonospora* (Xingfu, 1993; Zhen-fang et al., 2004) lo cual ayudaría a explicar el daño foliar más alto en plantas asperjadas semanalmente con fungicidas cúpricos en nuestra investigación.



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 5. Valores promedios acumulados (AUDPC) para evaluar el daño foliar causado por enfermedad en parcelas experimentales asperjadas con bioplaguicidas, durante el experimento de campo, en la Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2007.**

En variedades de sandía y otras cucurbitáceas susceptibles al añublo lanoso, el manejo de la enfermedad con fungicidas protectores requiere de aplicaciones frecuentes, porque el ciclo de la enfermedad se completa en una semana o antes. Sin embargo, estas aspersiones frecuentes

encarecen el costo de producción y no siempre son eficaces, además de que se incurre en el riesgo de desarrollar razas tolerantes a fungicidas y/o de causar toxicidad en los cultivos. Investigadores como Feliciano (2011), Koller (2011), Koul et al. (2007), McGrath (2007) y Wszelaki y Miller (2005) han reportado mucha variabilidad en eficacia de bioplaguicidas y no se han determinado de manera concluyente las causas o la variación de resultados al aplicar bioplaguicidas.

Uno de los factores importantes pudiera ser la presencia de inóculo antes de la primera aplicación de fungicidas y el nivel de daño en las hojas al iniciarse los tratamientos. Colucci y Holmes (2010) enfatizan que el manejo de la enfermedad es más fácil y eficaz si se inicia antes de que aparezcan los primeros síntomas, es decir, de manera preventiva y con productos protectores. En ese sentido, Keinath (2000), estudiando el control de añublo lanoso en sandía, encontró que la enfermedad progresó más lentamente en plantas asperjadas con el fungicida sintético clorotalonil antes de la aparición de los primeros síntomas visibles que en plantas asperjadas después de la aparición de los primeros síntomas.

En esta investigación de tesis, la primera aplicación se hizo cuando las hojas mostraban cerca de 5% de daño atribuido a patógenos y se repitieron cada semana. Aun empezando con un área foliar relativamente pequeña afectada por el añublo, en todos los tratamientos de bioplaguicidas evaluados la enfermedad continuó progresando con el paso del tiempo, llegando en general a niveles de 5 a 6 en la escala modificada de Horsfall-Barratt (equivalente a 13 a 50% de daño foliar) a pesar de aplicaciones semanales de los bioplaguicidas: aspersiones con Trilogy™, leche, extracto de ajo, Timorex™ y Sonata™ resultaron en la misma AUDPC que el control; BtCu tuvo AUDPC mayor que el control, mientras que OxiDate™, Milstop™, Serenade™, Ecotrol™ y Sporan™ tuvieron AUDPC significativamente menores que el control

(Figura 5). Sin embargo, es posible que 5% de daño sea ya un nivel importante que afecta los resultados del programa de manejo de la enfermedad, pues Koller (2011) reportó que en melón la eficacia de bicarbonato para control de anublo lanoso se redujo significativamente si se hacía la primera aplicación cuando ya habían síntomas de la enfermedad en el follaje.

En esta investigación de tesis, las plantas tratadas con el extracto de nim (Trilogy™) y el extracto de ajo (Garlic Barrier™) tuvieron daño foliar estadísticamente igual al de plantas sin aplicación de fungicidas, lo cual era de esperarse pues ambas formulaciones son promovidas principalmente para uso insecticida y ciertamente no tuvieron efecto controlando el desarrollo de la enfermedad. Sin embargo, es interesante que Ecotrol™, cuyo efecto principal según la etiqueta es insecticida, tuvo igual resultado de protección de área foliar que los fungicidas Sonata, Timorex™, OxiDate™, Milstop™ y Serenade™ (Figura 5 y Apéndice 4). El resultado con Trilogy™ coincide con el reportado por Feliciano (2011), quien no encontró reducción de enfermedades foliares en tomate al aplicar ese bioplaguicida.

En esta investigación, los tratamientos OxiDate™, Milstop™, Serenade™, Ecotrol™ y Sporan™ tuvieron menos área foliar afectada por enfermedad que las del tratamiento control. Ese resultado contrasta con los de McGrath (2007) quien reportó que aspersiones de bioplaguicidas a base de bicarbonato de potasio o de extractos de plantas evaluadas por su grupo no habían sido suficientemente efectivas para controlar añublo polvoriento en cucurbitáceas, pero concuerda con el de Koller (2011) en que el bicarbonato de potasio y algunos bioplaguicidas con aceites esenciales proveyeron cierta protección al cultivo. A su vez, Feliciano (2011) reportó que en experimentos de campo, Sonata™ y Serenade Max™ no redujeron las enfermedades foliares del tomate tizón temprano y mancha por septoria, mientras que los plaguicidas más efectivos para manejo de esas enfermedades fueron los cúpricos. En cambio, en experimentos *in vitro*, los

bicarbonatos, Sonata y pesticidas cúpricos tuvieron alta actividad fungicida, y junto con Serenade Max<sup>TM</sup> redujeron la severidad de antracnosis en melón *in vitro*.

Un factor decisivo en el desarrollo de las enfermedades es el ambiente. El añublo lanoso desarrolla mejor en ambientes con alta temperatura y alta humedad relativa (50 a 90%), con presencia de agua líquida sobre el follaje. Los síntomas aparecen 3 a 12 días después de la infección, dependiendo de las condiciones ambientales. La enfermedad progresa con temperaturas nocturnas entre 12° y 23° C, acelerándose con temperaturas diurnas cercanas a 25° C de modo que el ciclo de vida se acorta a menos de una semana. El progreso de la enfermedad tiende a ser menor si la temperatura nocturna es superior a 30° C. El patógeno produce más inoculo cada 4 a 12 días, siendo el proceso más rápido cuando las temperaturas son más favorables; el inoculo es más exitoso re infectando las hojas del cultivo si hay alta humedad relativa. (Colucci & Holmes, 2010).

Este experimento fue realizado en condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad, con una temperatura media de 27° C, máxima de 34° C, mínima de 20° C, y una precipitación mensual de 3.4 pulgadas, en promedio durante los meses de mayo a agosto. El cultivo recibió riego por goteo solamente cuando fue necesario y se usó principalmente para hacer las fertilizaciones, pero la lluvia frecuente proporcionó el agua líquida sobre las hojas y las temperaturas fueron adecuadas para el añublo. Por tanto, el experimento estuvo con alta presión de añublo prácticamente todo el tiempo y es probable que el ciclo de la enfermedad se acelerara, produciendo re infección de tejido nuevo en el tiempo entre dos aplicaciones de fungicida, lo cual explicaría el deterioro rápido del área foliar de las plantas de casi todos los tratamientos después de la floración del cultivo. El deterioro rápido del área foliar se comenzó a observar justo

cuando se presentaron las temperaturas más altas (34° F) y mayor precipitación (6.13 pulgadas), durante el ciclo del cultivo.

#### **4.3.4 Malezas**

En general, en condiciones agrícolas hay una relación directa entre la cantidad de malezas por unidad de superficie y la pérdida de productividad de los cultivos. Esa relación se debe a la interferencia de las malezas en el cultivo, que incluye la competencia por nutrientes, agua, espacio y a veces por gases, e incluye además la acción química de una planta contra otra, conocida como alelopatía (Cousens, 1985 y 1991). Las malezas más abundantes en el experimento de campo fueron el coquillo (*Cyperus rotundus*), las gramíneas yerba Johnson (*Sorghum halepense*) y yerba estrella (*Cynodon nlenfuensis*) y malezas de hoja ancha bejuco de puerco (*Ipomoea* spp.), lechera (*Euphorbia hyssopifolia*), leche vana (*Euphorbia heterophylla*), bledo (*Amaranthus dubius*) y quinino de pobre (*Phyllanthus niruri*).

En el experimento, la densidad total de las malezas fue aumentando a medida que progresaba el experimento (Apéndices 7, 8 y 9). En las primeras 4 semanas del experimento, el coquillo fue la maleza más abundante, mientras que después de la cuarta semana fue en ascenso la densidad de las demás malezas que emergieron más tarde y lograron pasar por la cobertura o trepar sobre ella desde los pasillos (Figura 6).

La interferencia de las malezas con la sandía durante las primeras cuatro o cinco semanas de crecimiento en el campo suele tener un efecto significativo de reducción de rendimiento del cultivo, mientras que la presencia de malezas en el cultivo después de la cuarta o quinta semana suele tener poco impacto en el rendimiento de la sandía (Buker et al., 2003; Monks & Schultheis. 1998; Morales-Payan, 2007; Stall, 2006; Terry et al., 1997). Como el coquillo fue la maleza

prevalente en el experimento en ese periodo, la presentación de resultados y su discusión de malezas en esta tesis se enfocarán principalmente en el coquillo.

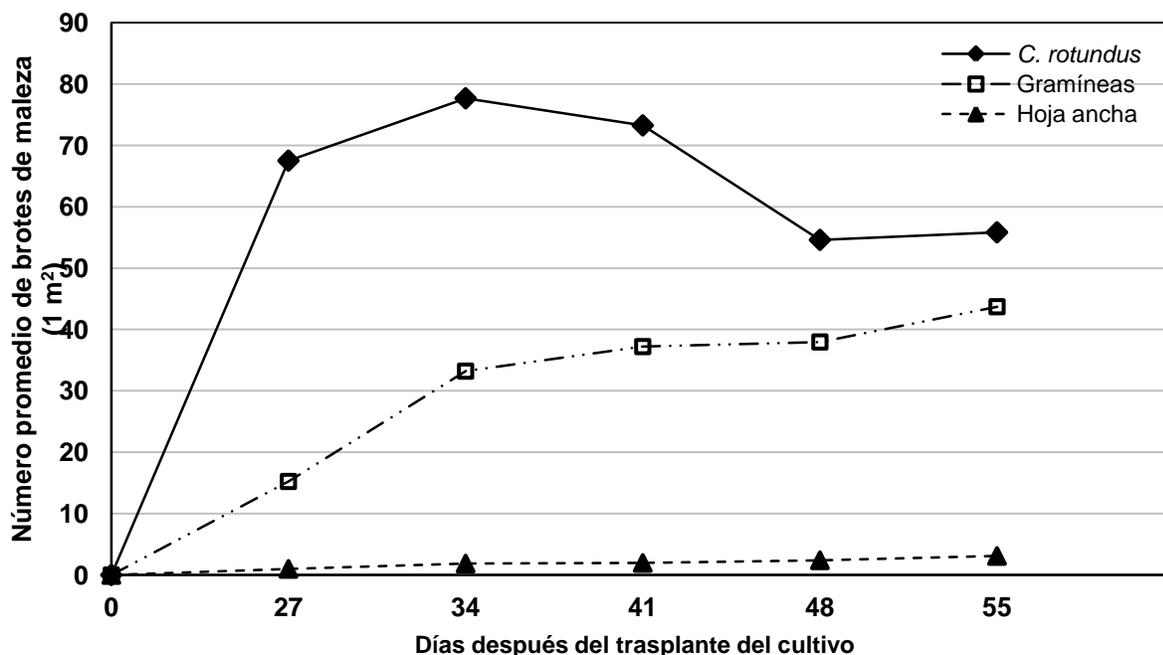
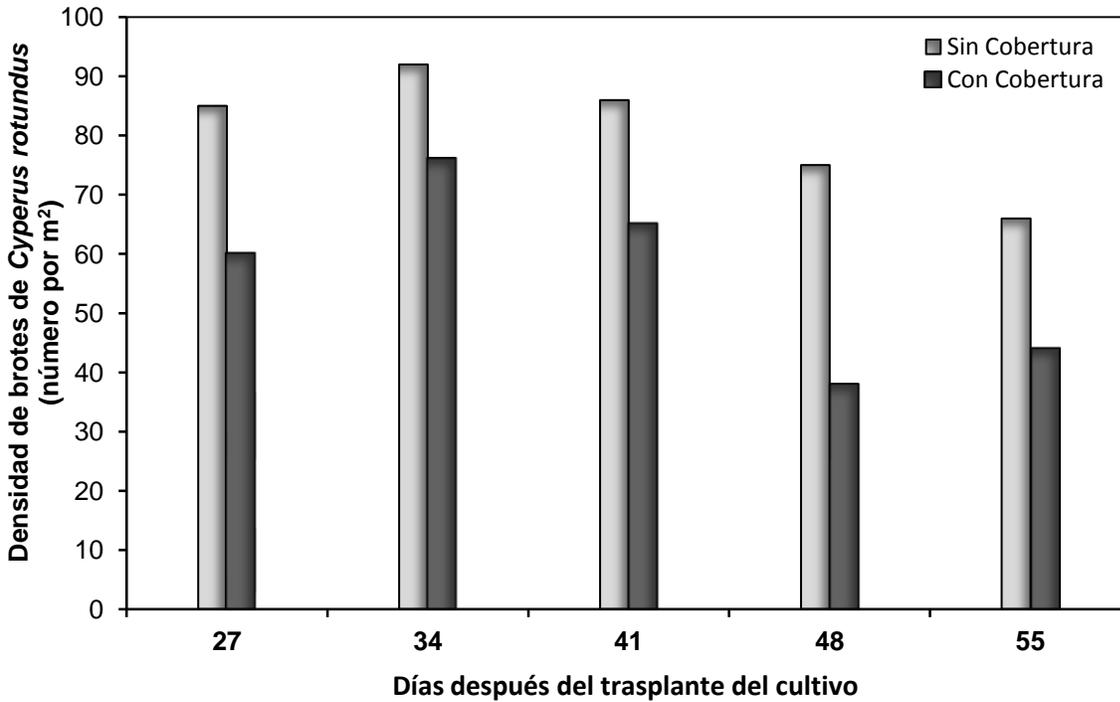


Figura 6. Número promedio de brotes de malezas, desde el trasplante del cultivo de sandía al campo hasta 55 días después, durante el experimento 2007, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas.

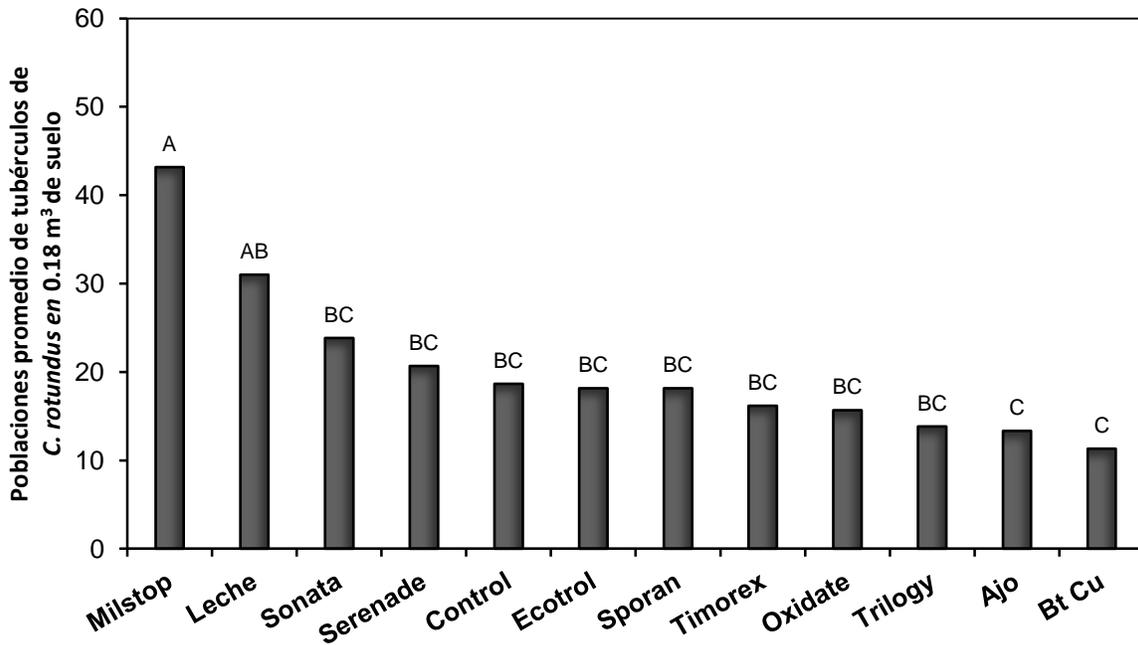
Independientemente del bioplaguicida aplicado, en bancos sin cobertura la cantidad de brotes de coquillos por unidad de área fue de cerca de 35% mayor que en bancos con cobertura, siendo estas en promedio aproximadamente 75 y 60 brotes por  $m^2$  entre la primera y la quinta semana después del trasplante (Figura 7). Las densidades de coquillo encontradas en parcelas sin cobertura fueron suficientemente altas como para causar reducción significativa de rendimiento en la sandía sin cobertura con respecto a la sandía con cobertura, pues se ha demostrado que densidades de 50 brotes de coquillo o más por  $m^2$  en las primeras semanas del cultivo son suficientes para causar reducción significativa de rendimiento en sandía (Morales-Payán, 2007).



**Figura 7. Densidad de brotes de coquillo (número por m<sup>2</sup>) en bancos de sandía con y sin cobertura de suelo, desde la primera a la quinta semana después del trasplante del cultivo al campo experimental. Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2007.**

Pensando más allá de la temporada de producción presente, también es importante conocer la población de tubérculos generada en la temporada, pues son el propágulo de esta maleza para la próxima temporada de producción de cultivos en ese suelo. En el experimento, no hubo interacción de efectos de bioplaguicidas y coberturas de suelo sobre el número y peso de tubérculos de coquillo colectados en un volumen de suelo de 0.03 m<sup>3</sup> (un cubo de 0.3 m de lado) al final del experimento, pero hubo efecto significativo de bioplaguicidas en esas variables del coquillo (Apéndice 10 y 11). En parcelas asperjadas con el bioplaguicida Milstop™ se produjo cerca del doble de tubérculos de coquillo que en parcelas control asperjado con agua (Figuras 8 y 9). Es posible que el bicarbonato de potasio asperjado sobre las parcelas actuara como una fuente de nutrientes o estimulante para su crecimiento; este resultado amerita estudios posteriores, ya

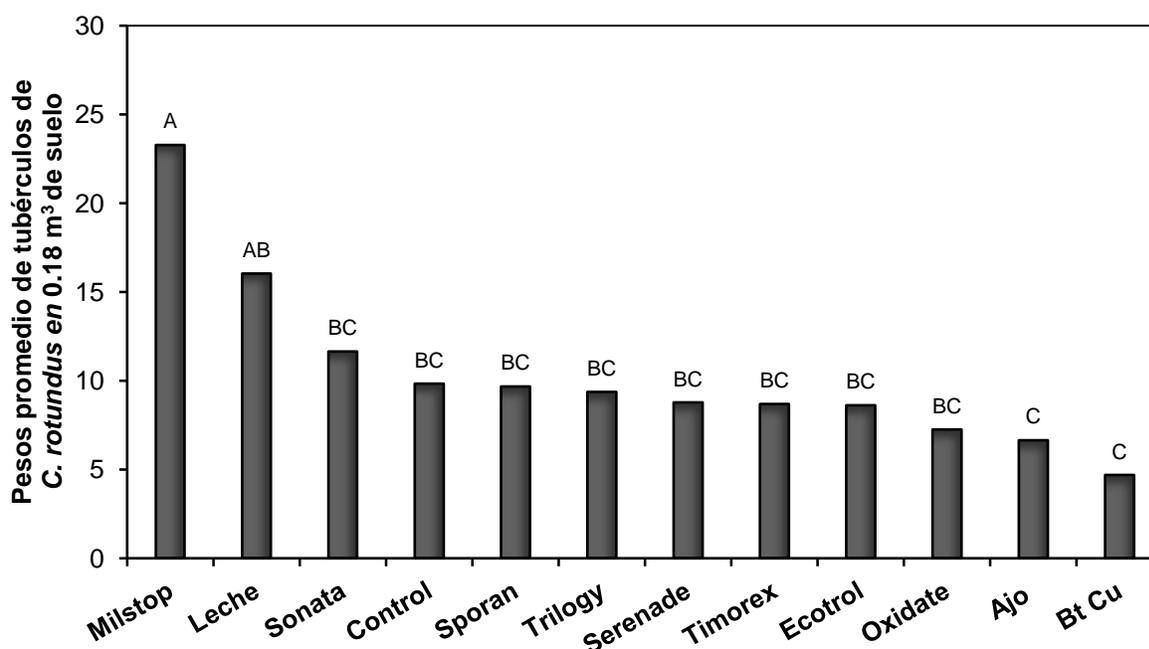
que prácticas que aumenten la capacidad de propagación de coquillo son contraproducentes para el productor.



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 8.** Efecto de bioplaguicidas en la población de tubérculos de *Cyperus rotundus*, evaluadas en el experimento 2007, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico.

En el otro extremo de los efectos en productividad de tubérculos de coquillo, la reducción de cerca de 25% en la población de tubérculos en parcelas que recibieron el tratamiento de *Bacillus thuringiensis* Javelin™/Agree™ + NuCop™ con respecto a la población en parcelas sin bioplaguicida pudiera deberse a toxicidad de cobre en la maleza. En ese sentido, Ramesh et al. (2013) publicaron que el coquillo es capaz de absorber y acumular cantidades relativamente grandes de cobre de su ambiente, pero no discutieron el efecto de la concentración de cobre en el crecimiento de la planta. La influencia del cobre proveniente de fertilizantes o de plaguicidas en el crecimiento de una maleza de amplia distribución como el coquillo debería ser estudiado en más detalle.



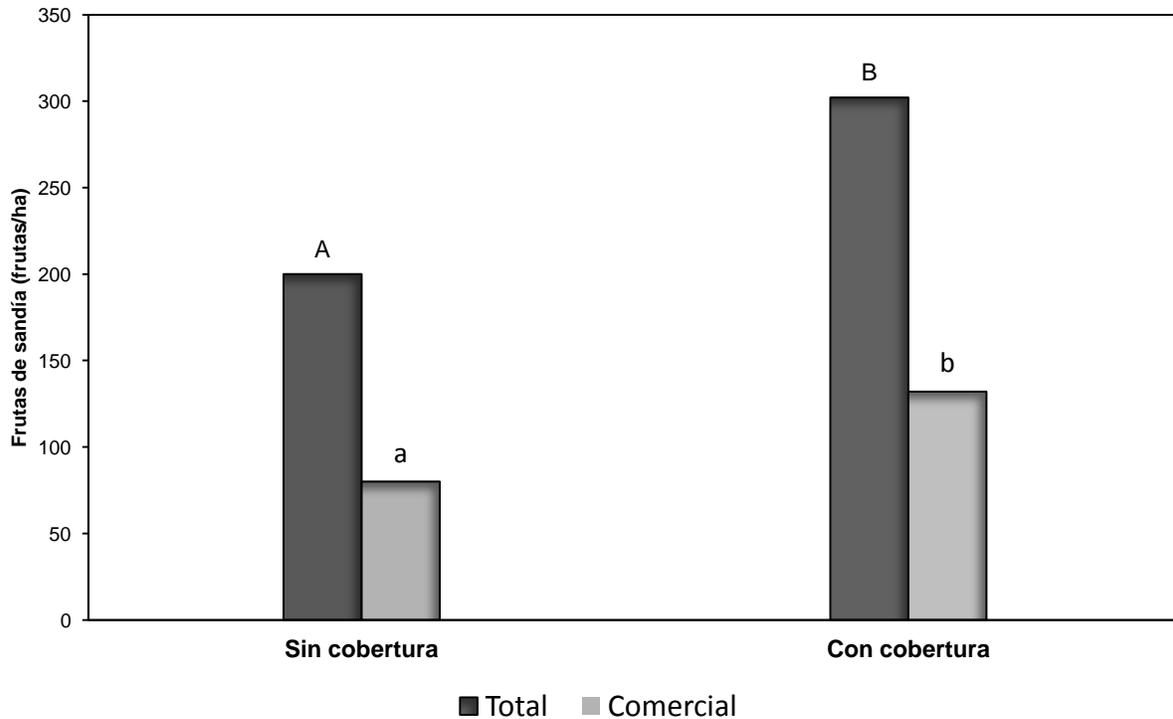
Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 9.** Efecto de bioplaguicidas, en el peso de tubérculos de *Cyperus rotundus*, evaluadas en el experimento 2007, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico.

#### 4.3.5 Producción y rendimiento de frutas de sandía

En el experimento no hubo interacción significativa en el efecto de bioplaguicidas y coberturas de suelo sobre la productividad de frutas de sandía. No se encontraron diferencias significativas que fueran atribuibles al uso de bioplaguicidas sobre la producción y rendimiento de frutas de sandía o sobre la cantidad y peso comercial de frutas. En cambio, el análisis de varianza reveló que hubo efecto significativo de coberturas de suelo sobre la cantidad total de frutas producidas por la sandía por unidad de área ( $p=0.04$ ), la cantidad de frutas mercadeables por unidad de área ( $p=0.02$ ) y en el peso de frutas mercadeables por unidad de área ( $p=0.02$ ) (Apéndices 12 y 13).

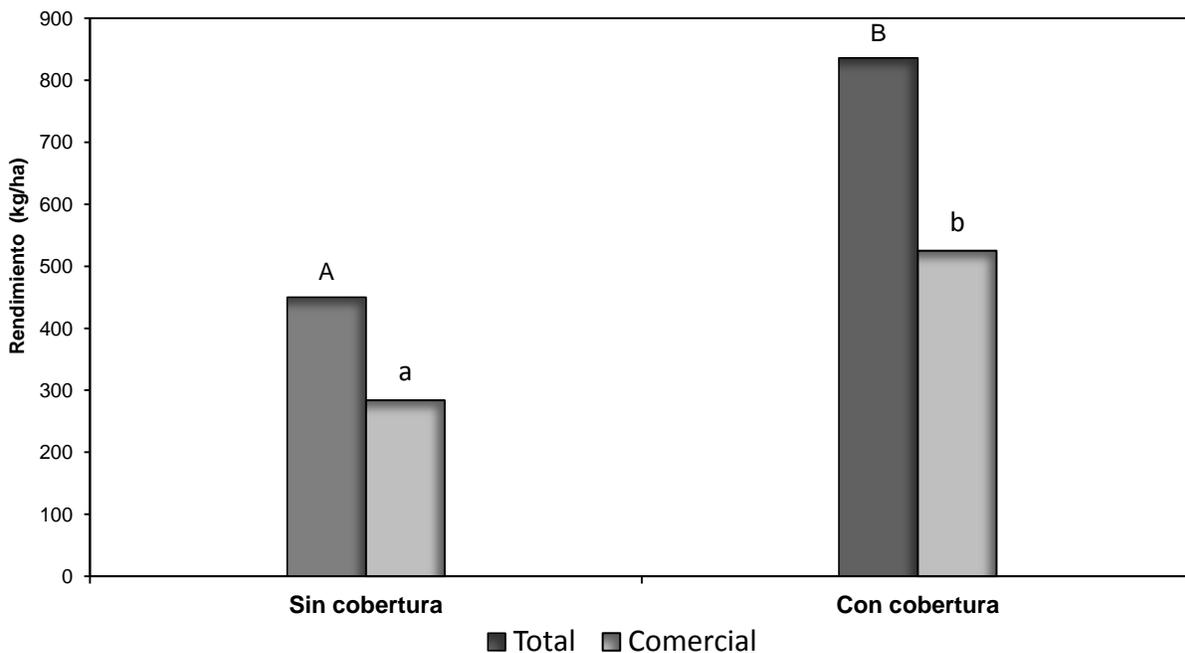
Las sandías que crecieron con cobertura produjeron 34% más frutas (mercadeables y no mercadeables) y 40% más frutas mercadeables por unidad de área que las sandías sin cobertura. Las frutas mercadeables fueron el 44% de todas las frutas producidas en bancos con cobertura y el 40% del total de frutas producidas en bancos sin cobertura (Figura 10).



**Figura 10. Número total y mercadeable de frutas de sandía por unidad de área, con cobertura y sin cobertura, en la Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2007.**

La presencia de cobertura de suelo afectó significativamente el rendimiento (peso por unidad de área) total de frutas ( $p=0.001$ ) y el rendimiento de frutas mercadeables ( $p=0.007$ ) (Apéndices 14 y 15). Tanto el rendimiento total de frutas (mercadeables + no mercadeables) como el rendimiento de frutas mercadeables por unidad de área fueron 46% más altos en bancos con cobertura que sin cobertura (Figura 11).

En sandía, la relación de fruta mercadeable comercial a no mercadeable es variable, dependiendo de la variedad, el clima y el manejo general del cultivo, en especial del agua disponible en el suelo para el cultivo, la nutrición mineral y las prácticas de protección contra plagas, enfermedades y malezas. El porcentaje de fruta no mercadeable en esta investigación es alto si se compara con los resultados de otras investigaciones en que se usó la variedad ‘Crimson Giant’, 13% reportado por Nepll (2001) usando cobertura de polietileno en Carolina del Norte, así como 13 y 20% reportado por Fuentes Fuster (2012) en Isabela, Puerto Rico, usando coberturas de hojas cortadas de *Pennisetum purpureum* y polietileno negro, respectivamente. La cantidad de fruta no mercadeable en esta investigación es atribuida principalmente a rajaduras, pudrición distal de la fruta (“*blossom end rot*”) y frutas pequeñas.



Barras de un mismo color, con la misma letra, no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 11. Rendimiento total y rendimiento comercial de frutas de sandía, con cobertura y sin cobertura, en la Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2007.**

El enfoque de la discusión siguiente es examinar el efecto de coberturas y bioplaguicidas sobre enfermedades, plagas y malezas presentes en el cultivo de sandía en la investigación y relacionar esos efectos con la productividad de fruta. Se encontraron resultados contrastantes de los efectos de bioplaguicidas, como algunos tratamientos que redujeron significativamente la enfermedad en el cultivo, mientras que el tratamiento BtCu estuvo asociado a mayor nivel de daño foliar que en plantas control (Figura 5); sin embargo, no hubo una relación directa entre la severidad de la enfermedad y número o peso de frutas de sandía por unidad de área. Es decir, en esta investigación, el daño foliar por la enfermedad no fue un buen estimador de reducción de rendimiento del cultivo. Por ejemplo, el AUDPC fue cerca de 28% mayor en el control que en Sporan™, uno de los bioplaguicidas asociados con menor AUDPC, pero no hubo diferencia significativa entre los rendimientos de plantas tratadas con Sporan™ y de plantas control; tampoco la hubo entre plantas control y plantas tratadas con BtCu, aunque las tratadas con BtCu tuvieron AUDPC cerca de 33% más alto que en plantas control (Figura 5).

Otros investigadores (Feliciano, 2011; Koller, 2011; McGrath 2007; Wszelaki y Miller, 2005) han encontrado mucha variabilidad en la eficacia de los bioplaguicidas y grandes diferencias de AUDPC para tratamientos de bioplaguicidas con respecto al control, pero no siempre han encontrado una relación entre AUDPC y rendimiento del cultivo. Wszelaki y Miller (2005) reportaron que en tomate con baja presión de *Alternaria solani* (máximo 24% de severidad), plantas tratadas con Sonata, Sonata + fungicida cúprico, Serenade™ + fungicida cúprico, OxiDate™ y Garlic Barrier™ tuvieron más daño foliar que plantas control tratadas con agua, mientras que plantas que fueron asperjadas con bicarbonato de potasio, fungicidas cúpricos solos, Sonata™, Serenade™, Timorex™ y Trilogy™ tuvieron daños foliares estadísticamente iguales a los del control. Aun más interesante es que en esa investigación el único tratamiento

que resultó con productividad significativamente más alta que el control fue Sonata. En otro experimento, los mismos autores encontraron que un ataque combinado de *Alternaria solani* y *Septoria lycopersici* causó entre 5 y 76% de daño al área foliar y AUDPC de 85 hasta 1165 en plantas tratadas con los bioplaguicidas mencionados en este párrafo. Esos resultados sugieren que el AUDPC y el porcentaje de área foliar afectado por la enfermedad son indicadores del proceso epidémico, pero no guardaron una relación directa con el rendimiento del cultivo.

En algunos casos la falta de relación entre daño foliar y rendimiento ha sido adjudicada a presión de enfermedad demasiado baja como para ver efectos de los plaguicidas en el rendimiento, mientras que en otros casos se ha postulado que hubo tanta presión del patógeno que los bioplaguicidas no llegaron a reducir la severidad de la enfermedad lo suficiente como para que se pudiera registrar una diferencia significativa en el rendimiento del cultivo (Feliciano, 2011; Wszelaki y Miller, 2005).

Otra posible explicación a la falta de relación entre daño foliar y rendimiento es que el cultivo pueda haber compensado parte de la función del área foliar perdida, aumentando significativamente la actividad fotosintética en el área foliar no afectada por la enfermedad, así como la exportación masiva de productos de fotosíntesis, hormonas y nutrientes hacia los frutos. Este fenómeno ha sido demostrado en pepino (*Cucumis sativus*), un cultivo de la misma familia botánica de la sandía, en que plantas compensan parcialmente la actividad del follaje consumido por plagas, aumentando la cantidad de carbono fijado en las hojas maduras y acelerando la exportación de productos de fotosíntesis hacia los tejidos en crecimiento (Thomson et al., 2003). Keinath (2000), trabajando en el control del tizón causado por el hongo *Didymella bryoniae* en sandía, tampoco encontró una relación clara entre pérdida de follaje por enfermedad y rendimiento del cultivo, por lo que especuló que la sandía pudo haber compensado el follaje

perdido aumentando la productividad del follaje sano, o que los fungicidas de acción preventiva no pudieron proteger al cultivo suficientemente como para prevenir reducciones significativas de rendimiento del cultivo.

Ante la evidencia provista por los investigadores mencionados en el párrafo anterior y por los resultados de esta investigación, parecería que en condiciones extremas (mucha presión de enfermedad o baja presión de enfermedad), los bioplaguicidas por si mismos no serían una herramienta confiable para el manejo de las enfermedades y plagas. Esta reflexión no está en desacuerdo con la filosofía orgánica, que promueve el uso de programas de manejo integrado de enfermedades, en los cuales el bioplaguicida es una herramienta más del programa y no se debería esperar una alta eficacia de control con su uso separado del de otros componentes del programa de manejo. Sin embargo, los resultados de esta investigación y los resultados reportados por otros investigadores muestran que es difícil establecer cuanta área foliar debe ser afectada antes de que se considere que hay alta presión de enfermedad que pueda asociarse a reducción significativa de rendimiento.

Aunque se encontró diferencia significativa en el área foliar afectada por plagas, el nivel de daño fue de hasta 20% en el periodo previo a la floración y hasta 35% al final de la cosecha. Según resultados de Thompson (2003) y de Du y colaboradores (2008) durante la fase de crecimiento vegetativo, las cucúrbitas calabacilla (*Cucurbita foetidissima*) y pepino pueden tolerar daños foliares de 15 y 80%, respectivamente, sin que eso ocasione pérdidas significativas de rendimiento. En esta investigación el daño causado por plagas en el periodo antes de la floración fue similar al reportado por Du y coautores (2008) y mucho más bajo que el reportado por Thompson (2003); no se encontraron referencias sobre la relación de pérdida de follaje en sandía y su impacto en el rendimiento.

Asumiendo que la sandía resista pérdidas de follaje similares a las de la calabacilla sin reducir su rendimiento significativamente, el daño atribuido a plagas en esta investigación tendría poco impacto en el rendimiento de la sandía. Si la relación de área foliar perdida por consumo de insectos y pérdida de rendimiento en calabacilla y pepino pudieran ser usados como referencia de daño foliar por enfermedad y pérdida de rendimiento en sandía, el daño foliar por enfermedad en esta investigación previo a la floración de la sandía (cerca de 5% de área foliar afectada) y durante la floración (promedio cercano a 4 en la escala modificada de Horsfall-Barratt, cerca de 7 a 12% de área foliar afectada) estarían por debajo del nivel de daño (15 a 80%) que causaría reducción significativa de rendimiento. Sin embargo, no hay evidencia de que esos umbrales sean aplicables a sandía. Aun si lo fueran, los resultados de esta investigación muestran que la mayoría de los fungicidas no tuvieron un efecto importante en el desarrollo de la enfermedad.

En contraste con los resultados de efectos de enfermedad y plagas, el efecto de la presencia de cobertura en el rendimiento del cultivo en esta investigación fue contundente, con productividad comercial de aproximadamente 40% mayor en parcelas con cobertura que en parcelas sin cobertura. Los resultados muestran que en esta investigación esa diferencia no puede atribuirse a efectos de bioplaguicidas en enfermedades o plagas. Otros aspectos del sistema de producción que pudieran haber sido afectados por la presencia de coberturas y haber tenido influencia en la productividad del cultivo de sandía incluyen la reducción de interferencia de malezas, moderación de cambios de la humedad y temperatura del suelo, la conservación de nutrientes (reduciendo pérdidas por evaporación, por lixiviación y por absorción de las malezas) (Farias-Larios & Orozco-Santos, 1997; Johnson et al., 2004). En esta investigación no se hicieron mediciones periódicas de temperatura del suelo o del contenido de humedad y nutrientes

en el suelo, por lo que no es posible atribuir a esos factores porciones específicas de contribución a la diferencia de rendimiento entre parcelas con cubierta y sin cubierta. Sin embargo, un factor que ha sido asociado a los beneficios de las coberturas de bancos de siembra y que si se midió en esta investigación fue la presencia de malezas.

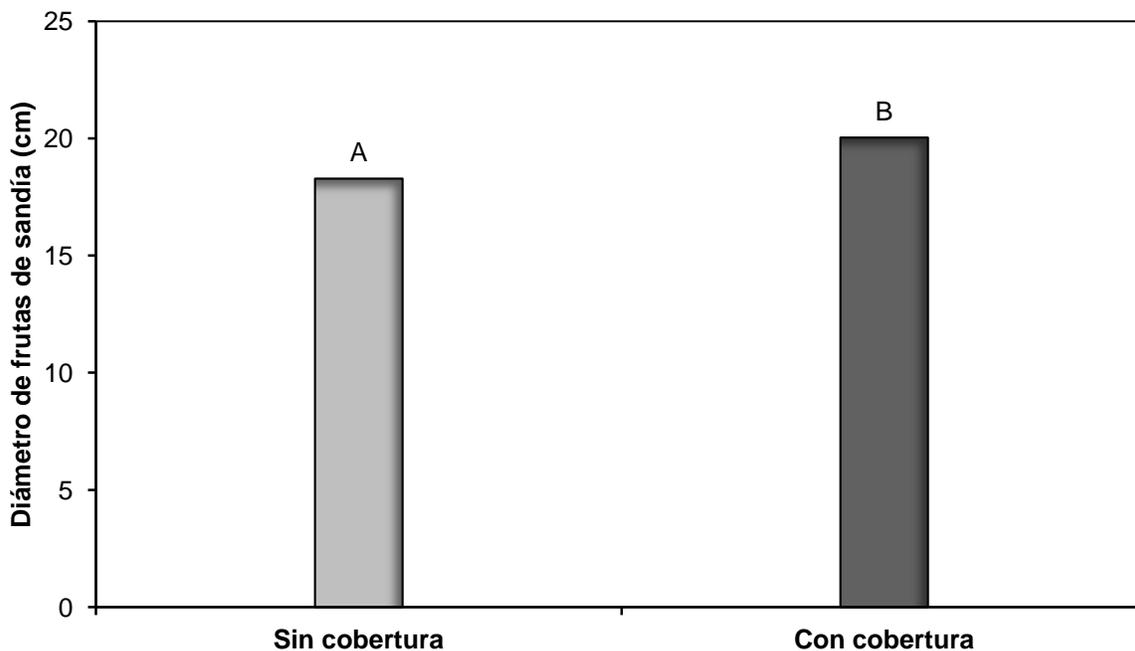
Otros investigadores han demostrado que las coberturas de suelo son efectivas reduciendo la densidad poblacional de malezas en sandía, su acumulación de materia seca y/o las pérdidas de rendimiento que causan en cultivos. Las cubiertas de polietileno generalmente han sido más eficaces suprimiendo las poblaciones de malezas que las coberturas de heno y otros materiales orgánicos, posiblemente porque su naturaleza discontinua permite el paso de agua y luz hacia el suelo, favoreciendo el crecimiento de malezas entre sus agregados (Abouziena et al., 2008; Fuentes Fuster, 2012; Morales-Payán et al., 2008a; Silvernail et al., 2006; Talavera y Padilla, 2000). El paso de malezas a través del cobertura orgánico no suele ser problemático si el número de plantas que logra pasar a través de la capa de cobertura es relativamente bajo y si ocurre después del periodo en que el cultivo es susceptible a interferencia severa por malezas.

Desde la semana después del trasplante hasta la cosecha, la cantidad de brotes de coquillo por unidad de área fue en promedio al menos 30% mayor en bancos sin cobertura que en bancos con cobertura, provenientes de brotes que lograron pasar a través de los 10 cm de espesor de la cobertura, como han reportado otros investigadores (Abouziena et al., 2008; Fuentes Fuster, 2012; Morales-Payán et al., 2008; Sinkevičienė et al., 2009). Las densidades de coquillo en bancos sin cobertura fueron cercanas a 75-90 brotes por m<sup>2</sup> (Figura 9) durante varias semanas después del trasplante, que típicamente son el periodo que el cultivo debe estar libre de malezas para evitar reducciones significativas de rendimiento por la interferencia de malezas. Las malezas que crecieron sin control durante las primeras cuatro semanas después del trasplante

estuvieron adquiriendo nutrientes y agua del suelo a expensas del cultivo. Esa competencia, en adición a la capacidad alelopática del coquillo, explicaría al menos parcialmente la diferencia de productividad entre las parcelas con cobertura y las parcelas sin cobertura.

#### 4.3.6 Calidad de la fruta de sandía

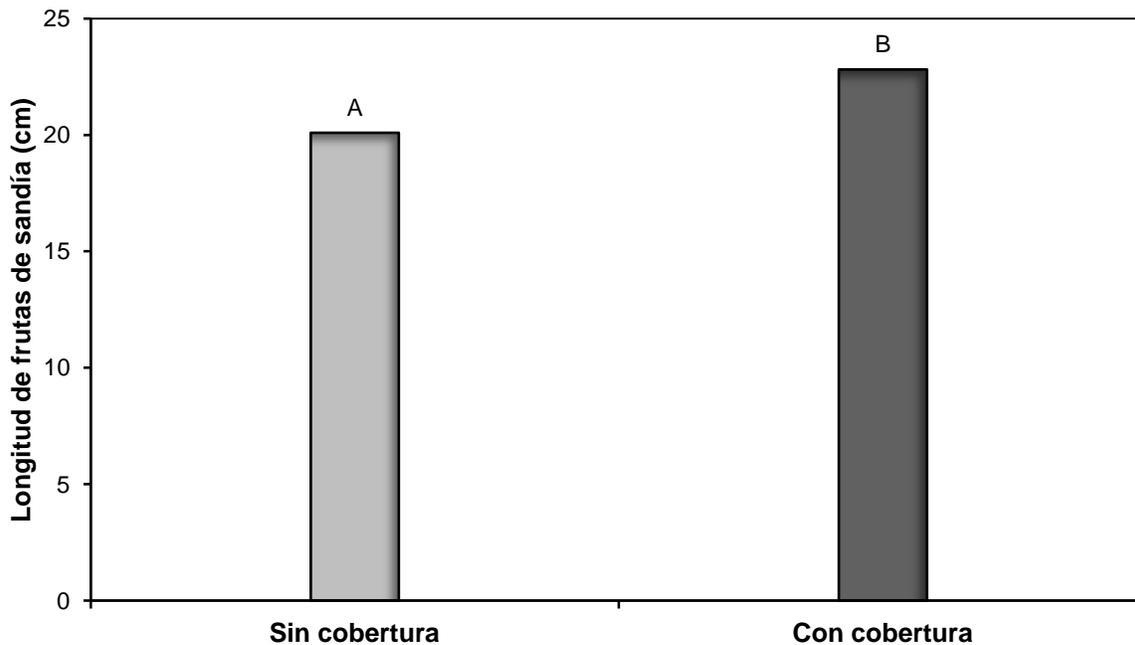
No hubo interacción significativa de bioplaguicidas y coberturas en el diámetro o en la longitud de las frutas de sandía, pero si se encontró diferencia significativa entre el diámetro y longitud de las frutas provenientes de bancos con cobertura y sin cobertura (Apéndices 16 y 17). En promedio, las frutas de sandía de parcelas con cobertura tuvieron diámetro y longitud 9 y 12% mayores, respectivamente, que en parcelas sin cobertura de suelo (Figuras 12 y 13).



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 12.** Efecto de cobertura orgánica sobre el diámetro de frutas de sandía, evaluadas en el experimento de campo, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007.

Este resultado es similar a los resultados reportados en sandía por Farías-Larios y Orozco (1997) y Hochmuth & Hochmuth (1994). El aumento en tamaño de la fruta cultivada en bancos con cobertura ha sido atribuido a menor interferencia de malezas, mayor disponibilidad de nutrientes y mayor estabilidad en la humedad y temperatura del suelo, factores que contribuyen a un crecimiento menos accidentado del fruto de la sandía que en terrenos descubiertos (Abouziena et al., 2008; Farias-Larios y Orozco, 1997; Hochmuth & Hochmuth, 1994).

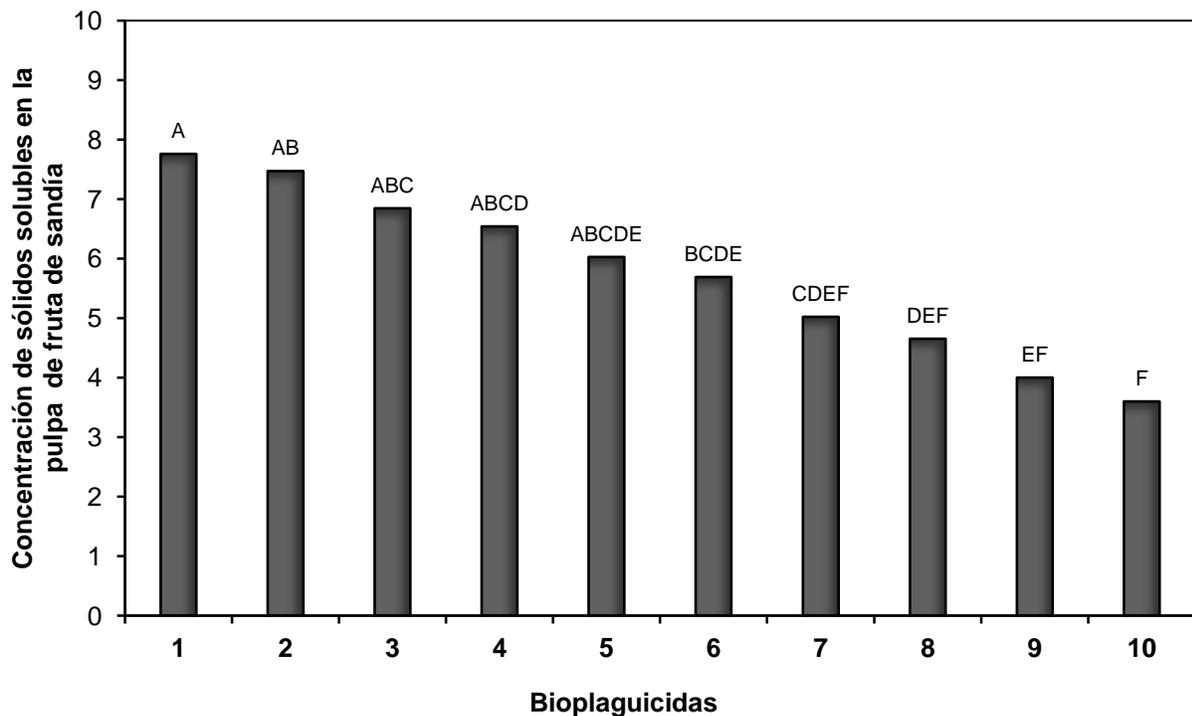


*Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).*

**Figura 13.** Efecto de coberturas orgánicas en la longitud de frutas de sandía, evaluadas en el experimento de campo, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007.

En cuanto a la calidad interna de la fruta, hubo interacción significativa de los efectos de bioplaguicidas y cobertura del suelo en la concentración de sólidos solubles del jugo de la pulpa de sandía en el día de la cosecha (Apéndice 18). Sin embargo, ninguno de los bioplaguicidas

aumentó significativamente la concentración de sólidos solubles de la pulpa de sandía con respecto al control con o sin cobertura (Figura 14). Al contrario, cuando no se usó cobertura de suelo, las frutas de plantas tratadas con Sporan™ y Ecotrol™ tuvieron menor concentración de sólidos solubles que las frutas provenientes de plantas control. Cuando se usó cobertura de suelo, las frutas de plantas tratadas con Ecotrol™ también tuvieron valores más bajos de concentración de sólidos solubles que plantas control. Con los demás tratamientos las frutas tuvieron concentración de sólidos solubles estadísticamente igual a la de plantas control (Figura 14).



Barras con una letra en común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 14.** Valores promedio de la concentración de sólidos solubles en la pulpa de frutas de sandía bajo el efecto de combinaciones de bioplaguicidas y coberturas de suelo, colectadas en el experimento de campo, Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico,

Clave para los grupos de combinaciones de bioplaguicida y cobertura (CC=Con Cobertura, SC=Sin Cobertura): 1=Ecotrol:CC, OxiDate:CC, Leche:SC 2=Ajo:SC 3=Ajo:CC, Sonata:CC, Milstop:CC, Timorex:SC 4=Control:SC 5=Leche:CC, Control:CC, Timorex:CC, Trilogy:CC, Serenade:CC, Trilogy:SC, Sonata:SC, Bt Cu:SC 6=Sporan:CC 7=Serenade:SC, Milstop:SC 8=Bt Cu:CC, OxiDate:SC 9=Sporan:SC 10=Ecotrol:SC.

Ecotrol™ y Sporan™ tienen en común el extracto de romero (que contiene el aceite esencial cineol), el extracto de gualteria (que contiene metil salicilato), la lecitina y el butil lactato. La lecitina y el butil lactato actúan como emulsificadores y surfactantes de la formulación. El cineol presente en el extracto de romero ha sido asociado con aumento en la concentración de azúcares en los tubérculos producidos por plantas de papa tratadas con ese aceite (Daniels-Lake et al., 1996). En cambio, el aceite de gualteria contiene metil salicilato, relacionado con el ácido salicílico, cuyas aplicaciones a guineo o banana han sido asociadas con maduración retrasada de la fruta, menor concentración de azúcar en la pulpa de la fruta y retraso en el proceso de ablandamiento de la fruta (Srivastava & Dwivedi, 2000). Pudiera ser que en esta investigación el aceite de gualteria en Sporan™ y Ecotrol™ hayan interferido con el metabolismo de carbohidratos de la planta, resultando en frutas con menor concentración de sólidos solubles el día de la cosecha.

En el sistema de descripción de colores CIELCH, a medida que los valores se acercan más a 0 el color tiende a ser cada vez más rojo, valores cercanos a 45 corresponde al anaranjado, mientras que el color tiende más al amarillo mientras el valor h° se acerca más a 90 (McGuire, 1992). En esta investigación, la pulpa de sandías mercadeables de plantas control tuvo un h° promedio de 26.7° el día de la cosecha, que corresponde a un color rojo-anaranjado (Cuadro 2).

Hubo interacción significativa de efecto de bioplaguicidas y cobertura en el h° de la pulpa de la fruta de sandía el día de la cosecha. Ningún tratamiento tuvo valores de h° significativamente mayores que el control (Apéndice 19); es decir, ninguno de los tratamientos estuvo asociado con un color de pulpa que tendiera significativamente más hacia el anaranjado que hacia el rojo con respecto al valor h° del control (Cuadro 2). Sin embargo, la pulpa de frutas

de algunos tratamientos tuvieron valores  $h^{\circ}$  significativamente más bajos (colores tendiendo hacia más rojo) que las frutas control (Apéndice 19).

Con o sin cobertura, plantas tratadas con Milstop™ (bicarbonato de potasio) y BtCu produjeron fruta con pulpa de color tendiendo a ser más rojo que el de frutas control. Este resultado indica un efecto intrínseco de esos bioplaguicidas, independientemente de las modificaciones que la cobertura pudo haber hecho en el ambiente en que creció la planta.

Las demás combinaciones de bioplaguicida y cobertura asociadas con color de pulpa más rojo que el control fueron OxiDate™, Serenade™, Sporan™, y Ecotrol™. De esos tratamientos, solamente Ecotrol™ afectó el color de la pulpa cuando la fruta provenía de parcelas sin cobertura, mientras que con los demás bioplaguicidas el color de la pulpa cambió cuando las parcelas no tenían cobertura.

**Cuadro 2. Valores promedio del color (h°) (CIELCH) de la pulpa de frutas de sandía, en porcentaje con respecto al control, bajo el efecto de combinaciones de bioplaguicidas y coberturas, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007.**

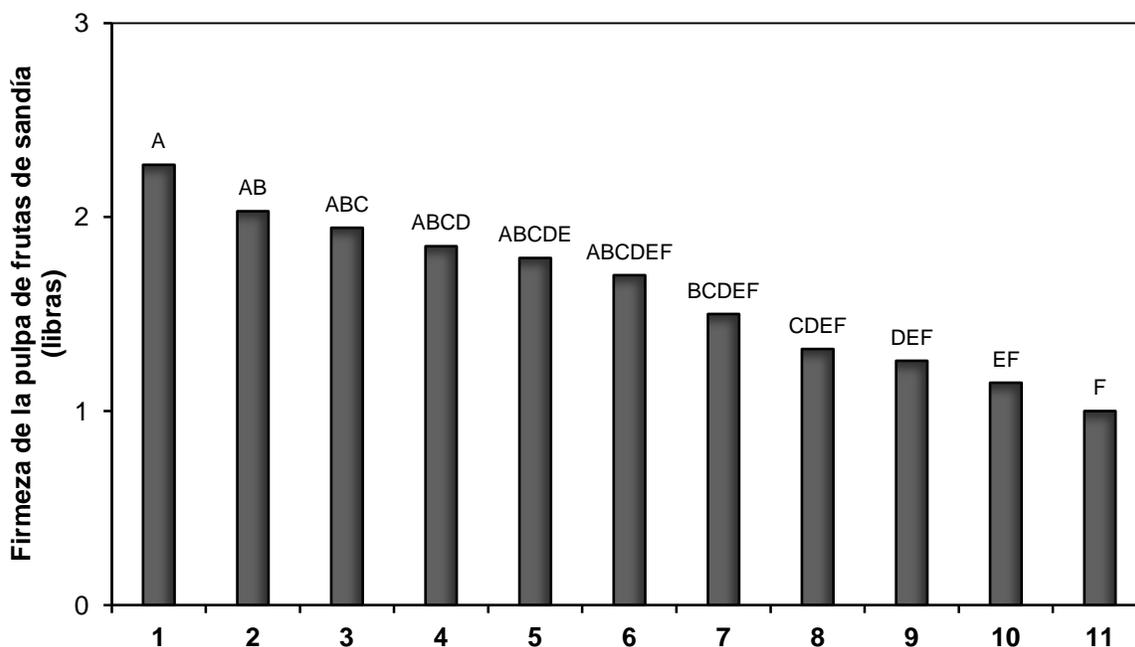
Bioplaguicida	Cobertura	Color de la pulpa (h°)	% con respecto a los controles con y sin cobertura (100%)
Leche	Con	28.14 a	105.48
Trilogy	Con	27.99 a	104.8
Control	Con	27.36 a	100
Control	Sin	26.09 ab	100
Serenade	Con	26.00 ab	97.4
Sonata	Sin	25.42 abc	95.2
Timorex	Con	25.18 abc	94.3
Ajo	Con	25.00 abc	93.6
Sonata	Con	24.81 abc	92.9
OxiDate	Con	24.80 abc	92.9
Timorex	Sin	23.70 abc	88.8
Leche	Sin	23.50 abcd	88.0
Ajo	Sin	23.42 abcd	87.7
Sporan	Con	23.38 abcd	87.6
Trilogy	Sin	23.14 abcd	86.7
Ecotrol	Sin	22.66 abcd	84.8
Bt Cu	Sin	21.60 bcd	80.9
Milstop	Con	20.86 bcd	77.2
Sporan	Sin	19.00 cde	71.2
Ecotrol	Con	19.00 cde	71.2
OxiDate	Sin	18.45 de	69.1
Milstop	Sin	18.45 de	69.1
Serenade	Sin	18.20 de	68.1
Bt Cu	Con	12.84 e	48.1

*Valores con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ). Valores de h° más altos representan colores con tendencia naranja tendiendo hacia el naranja, mientras que valores de más bajos de h° representan colores con tendencia naranja tendiendo hacia el rojo.*

No resulta evidente porqué esos tratamientos en particular afectaron el color de la pulpa de sandía y que lo hicieran cuando las parcelas no tenían cobertura, pero es posible que esté relacionado con interacciones de los ingredientes activos de los bioplaguicidas con las modificaciones que la cobertura del suelo causa en el ambiente cercano a las plantas (como humedad y temperatura del suelo más estables) y que esas interacciones sean favorables para la síntesis de licopeno. El licopeno es el pigmento natural que da a la sandía el color rojo (Kyriacou & Soteriou, 2012).

Hubo efecto significativo de combinaciones de bioplaguicidas y coberturas en la firmeza de la pulpa de la fruta de sandía medida el día de la cosecha (Apéndice 20). No hubo diferencia en la firmeza de la pulpa de las frutas provenientes de parcelas con o sin cobertura que no fueron tratadas con bioplaguicidas (plantas control). Sin embargo, cuando las parcelas tuvieron cobertura, las frutas de plantas tratadas con BtCu tuvieron pulpa significativamente más firme que las frutas de plantas control.

Cuando las parcelas no tuvieron cobertura, las frutas control fueron menos firmes que las frutas cosechadas de plantas tratadas con Ecotrol™ o con BtCu. Los demás tratamientos no tuvieron efectos significativamente diferentes al control (Figura 15). Esta respuesta al Ecotrol™ pudiera estar relacionada con la respuesta en contenido de sólidos solubles en la pulpa discutida en este capítulo; una posible causa es la interferencia del cineol del extracto de romero en el metabolismo de carbohidratos de la sandía y el ablandamiento de los tejidos, haciéndolos más firmes, como describieron Srivastava y Dwivedi (2000) en guineo o banana. Igualmente, las aplicaciones de fungicidas cúpricos han sido asociadas con mayor firmeza en algunas frutas como la cereza (*Prunus* spp.) y la manzana (*Malus x domestica*) (Brown et al., 1996), lo cual concuerda con el resultado de esta investigación de tesis.



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 15. Valores promedio del efecto de combinaciones de bioplaguicidas y coberturas de suelo sobre la firmeza (libras) de pulpa en frutas de sandía el día de la cosecha, en el experimento de campo en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, año 2007.**

Clave para los grupos de combinaciones de bioplaguicida y cobertura (CC=Con Cobertura, SC=Sin Cobertura):  
**1**=BtCu:CC **2**= Ecotrol:SC **3**= Sonata:SC, Bt Cu:SC **4**= OxiDate:SC, Milstop:SC **5**=Sporan:CC, Serenade:SC  
**6**=Trilogy:CC, Leche:CC **7**=Timorex:CC, Control:CC, Milstop:CC, Serenade:CC, Trilogy:SC, Ajo:SC, Sporan:SC  
**8**=Timorex:SC, Control:SC **9**=Sonata:CC **10**=OxiDate:CC, Ecotrol:CC, Leche:SC **11**=Ajo:CC.

Cabe destacar que durante el periodo de los dos años en los que se realizó esta investigación, en los experimentos no fueron problemáticos la plaga y la enfermedad más limitantes al cultivo de la sandía en sistemas convencionales en Puerto Rico, el gusano del melón *Diaphania hyalinata* y la enfermedad decaimiento de los tallos o muerte súbita (“vine decline”) propagada por la mosca blanca *Bemisia tabaci*. De ser consistente en predios orgánicos, este resultado representaría una gran ventaja para los productores, pues se estaría reduciendo drásticamente la importancia de dos grandes problemas para los productores, con ventajas que incluyen menor necesidad de uso de plaguicidas y menor impacto ambiental de la producción.

Especulamos que en el predio experimental, manejado orgánicamente por varios años, pudieron haber suficientes enemigos naturales de esas plagas, daños al cultivo. Esta especulación debe ser evaluada mediante muestreos de organismos benéficos en el predio.

El número y peso de sandías mercadeables por unidad de área fue significativamente más alto en parcelas con cobertura de suelo; adicionalmente, las frutas fueron más grandes en parcelas con cobertura. Los bioplaguicidas OxiDate™, Milstop™, Serenade™, Ecotrol™ y Sporan™ tuvieron menos daño acumulado de área foliar que el control, pero no se encontró una relación entre el rendimiento de la sandía daño foliar acumulado durante el cultivo. Varios bioplaguicidas tuvieron efecto significativo en la calidad de la fruta: Sporan™ y Ecotrol™ redujeron la concentración de sólidos solubles en la pulpa de la fruta, mientras que frutas de parcelas tratadas con BtCu fueron más firmes que fruta control.

Estos resultados muestran que desde el punto de vista de la productividad del cultivo el mayor impacto lo tuvo el uso de cobertura de suelo, mientras que algunos bioplaguicidas tuvieron su mayor impacto en algunos atributos de calidad interna de la fruta, pero en las condiciones de esta investigación el efecto de los bioplaguicidas en la enfermedad no tuvo relación con la productividad del cultivo. En investigaciones futuras deben monitorearse aspectos que pudieran ser influenciados por las coberturas (como nutrientes, humedad y temperatura del suelo) a fin de cuantificar su efecto y posible contribución a la productividad del cultivo, así como estudiar variantes de programas de aplicación de bioplaguicidas en sandía con cobertura de suelo, buscando mejorar el control de enfermedades foliares, la productividad y calidad de frutas de sandía.

## **5. EFECTO DE COBERTURA DE BANCO DE SIEMBRA Y BIOPLAGUICIDAS EN LA PRODUCTIVIDAD DE DOS VARIETADES DE SANDÍA EN SIEMBRA DIRECTA**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

En sandía y otros cultivos orgánicos, el mal manejo de las enfermedades y las malezas puede ser causa de reducciones considerables de productividad de frutas y pérdidas cuantiosas para el productor (Fuentes Fuster, 2012; Wzelaki & Brunner, 2006). En sistemas orgánicos, una de las opciones para manejo de malezas es usar coberturas del banco de siembra (Silvernail et al., 2006). Para control de enfermedades foliares causadas por hongos, existen formulaciones comercialmente disponibles y aceptadas en producción orgánica (Dagostin et al., 2011).

En experimentos realizados durante esta investigación de tesis en la EEA Lajas (2007), al sembrar la sandía por trasplante con coberturas de suelo, el rendimiento de fruta comercial fue de 40% más que en sandía sin cobertura de suelo. La diferencia de rendimiento entre parcelas con o sin cobertura del banco de siembra fue atribuida principalmente a la interferencia de malezas. Fuentes Fuster (2012), trabajando también con sandía orgánica de trasplante, encontró que al cubrir el banco de siembra con láminas de polietileno gris suprimió cerca del 99% de las malezas en el banco de siembra, mientras que al usar coberturas de material vegetal redujo la interferencia de las malezas en un 67%.

La interferencia de las malezas con los cultivos suele ser de mayor magnitud cuando el cultivo se siembra directamente en el predio, en comparación a cuando se establece el cultivo por trasplante (Chauhan & Johnson, 2010). También se ha reportado que diferentes variedades de un cultivo pueden tener diferente competitividad con malezas (O'Donovan et al., 2000). Se desconoce el efecto de interferencia de malezas y plaguicidas en sandía orgánica de siembra

directa. El objetivo de ésta parte de la investigación fue evaluar cinco bioplaguicidas y manejo de malezas con cobertura del banco de siembra en la productividad de frutos de dos variedades de sandía manejadas orgánicamente en el suroeste de Puerto Rico.

## 5.2 MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los meses de abril a junio del 2008, en la Estación Experimental Agrícola en Lajas (EEA Lajas) de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, en el suroeste de Puerto Rico. El tipo de suelo y las condiciones de lluvia y temperatura promedio en la EEA Lajas fueron descritas en la sección 4.2 de esta tesis. Las condiciones de temperatura y pluviometría durante el experimento son presentadas en el Apéndice 1. Se muestra un análisis de suelo usado para el experimento (Apéndice 2).

El cultivo fue sembrado directamente al campo, usando semillas orgánicas certificadas de la variedad de sandía de fruta redonda y pulpa rojiza ‘Crimson Sweet’ (Johnny’s Seeds, Winslow, Maine, Estados Unidos de América) y la variedad de fruta alargada y pulpa rojiza ‘Allsweet’ (Peaceful Valley, Grass Valley, California, Estados Unidos de América). Genéticamente, la sandía ‘Allsweet’ está estrechamente relacionada con la ‘Crimson Sweet’. Ambas variedades son resistentes al marchitamiento causado por *Fusarium* y la antracnosis, pero son susceptibles al añublo lanoso (Wehner, 2008), enfermedad que se presenta en esta variedad de sandía cada año en la EEA Lajas y la mayor parte de la región sur de Puerto Rico.

El cultivo fue manejado adaptando recomendaciones de la Estación Experimental Agrícola de Puerto Rico (EEA, 2000) a sistemas orgánicos según las regulaciones del *United States National Organic Program Standards* vigentes durante el experimento (USDA National Organic Program, 2008). El terreno se preparó con dos cortes de arado y rastrillado. Se levantaron bancos de suelo los cuales fueron sembrados con la especie *Crotalaria juncea* y se

obtuvieron parcelas de 6.1 metros de largo por 1.5 metros de ancho, dejando 1.5 metros entre parcelas y 2.4 metros entre calles, para un total de 72 parcelas en tres bloques. La especie *Crotalaria juncea* se sembró para ser cortada e incorporada al suelo antes de su florecida. Después de incorporar la *Crotalaria juncea* como abono verde, se estableció un sistema de riego por goteo para la aplicación de riego y fertilizantes aprobados para uso en sistemas orgánicos.



**Figura 16. Experimento de campo establecido, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2008.**

Se realizaron fertirrigaciones cada 14 días utilizando el abono orgánico Biolink® 6-0.5-1 y 3-3-3 (Bioflora. Sunrise, Florida, Estados Unidos de América), para suplir al cultivo sus requerimientos nutricionales (Baameur et al., 2009) según resultado de un análisis de suelo del

terreno utilizado (Apéndice 2). La maleza en los pasillos entre parcelas fue cortada frecuentemente usando una podadora mecánica.

Los tratamientos fueron combinaciones de control de malezas cubriendo los bancos de siembra con aproximadamente 36 kg/9.29 m<sup>2</sup> de follaje cortado de gramínea o bancos de siembra sin cobertura, con cinco plaguicidas orgánicos (Cuadro 3) y un control sin plaguicida, en dos variedades de sandía. Como controles se usaron parcelas sin plaguicida para cada combinación de variedad de sandía y cobertura de banco de siembra.

**Cuadro 3. Ingredientes activos, nombres comerciales y cantidades utilizadas de plaguicidas orgánicos evaluados en sandía durante el experimento de campo en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico-Recinto de Mayagüez, en Lajas, Puerto Rico, 2008.**

Ingrediente activo y entre paréntesis nombre comercial de la formulación usada en la investigación	Acción principal según etiqueta del producto	Cantidad de agua para aplicación (L/ha)	Dosis de bioplaguicida (kg/ha)
Extacto de ajo ( <i>Allium sativum</i> ) (Garlic Barrier <sup>TM</sup> )	Fungicida	92	2.24
Dióxido de hidrógeno (OxiDate <sup>TM</sup> )	Fungicida	112	0.36
<i>Bacillus pumilis</i> raza QST 2808 (Sonata <sup>TM</sup> )	Fungicida	112	1.05
Aceite de <i>Melaleuca alternifolia</i> (Timorex <sup>TM</sup> )	Fungicida	112	0.57
Extracto hidrofóbico clarificado de nim ( <i>Azadirachta indica</i> ) (Trilogy <sup>TM</sup> )	Fungicida, insecticida y acaricida	111	2.24
Agua	Control, testigo, o tratamiento de referencia	112	0

Se mencionan los nombres comerciales de las formulaciones de plaguicidas solamente para especificar cuáles formulaciones se utilizaron en el experimento. Esto no constituye un endoso particular a estas marcas comerciales.

Se usaron las dosis y formas de aplicación recomendadas por los fabricantes de cada plaguicida orgánico. Las aspersiones de plaguicidas orgánicos fueron realizadas cubriendo bien el follaje del cultivo en cada aplicación, a intervalos semanales a partir del establecimiento del cultivo en el campo, comenzando las aspersiones de bioplaguicidas a los 33 días hasta los 75 días después de la siembra de semillas en el campo.

A partir del establecimiento del cultivo en el campo experimental, cada semana uno o dos días previo a la aplicación de los plaguicidas orgánicos se determinó en cada parcela el cubrimiento del suelo por vegetación del cultivo, la densidad y tipo de malezas, la incidencia y severidad de enfermedades, así como la presencia y daño causado por plagas. Para coleccionar esa información, se colocó al azar un cuadro de tubos de PVC de 0.28 m<sup>2</sup> sobre cada parcela y se anotó el porcentaje de cubrimiento del suelo por el follaje de sandía y maleza.

Para determinar el daño por enfermedades y por ataque de insectos se observaban al azar seis hojas de dos plantas que quedaban dentro del cuadro de PVC, se calculó el porcentaje de lámina foliar dañada y se transformó a la escala modificada de Horsfall-Barratt. Las mismas hojas se muestreaban para registrar la presencia o ausencia de insectos plaga en el cultivo. Estas evaluaciones fueron registradas durante 42 días, a intervalos de siete (7) días.

Durante las evaluaciones semanales se identificaron los tipos de maleza presentes en el área representativa de cada parcela determinada por el cuadro de PVC de 0.28 m<sup>2</sup>. Al finalizar la cosecha de las frutas, se removió 0.03 m<sup>3</sup> de suelo de cada parcela para registrar el peso y número de tubérculos, peso de raíces y peso del follaje de la maleza *Cyperus rotundus*.

Aproximadamente a los 60 días después de la siembra se cosecharon las frutas con madurez comercial. En cada parcela se contabilizaron todas las frutas con apariencia comercial

según los criterios locales (EEA, 2000). Las frutas no comerciales fueron cosechadas y clasificadas como frutas pequeñas o inmaduras y frutas con daños asociados a enfermedades.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y separación de medias usando procedimientos en INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2009). Los modelos utilizados para el análisis del experimento 2008 fueron los siguientes:

Para las variables donde había efecto de cobertura, bioplaguicida y variedad:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + (\alpha\tau)_{il} + \beta_j + (\beta\alpha)_{ij} + (\alpha\beta\tau)_{ijl} + \delta_k + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\beta\alpha\delta)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Valores de las variables dependientes

$\mu$  = promedio general

$\alpha_i$  = efecto de cobertura i, donde i= Con cobertura, Sin cobertura

$(\alpha\tau)_{il}$  = efecto del bloque o error de parcela completa

$\beta_j$  = efecto bioplaguicida j donde j= Ajo, Bt Cu, Control, Ecotrol, Leche, Milstop, OxiDate, Serenade, Sonata, Sporan, Timorex, Trilogy

$(\beta\alpha)_{ij}$  = efecto aleatorio de la interacción de los bioplaguicidas j y cobertura i

$(\alpha\beta\tau)_{ijl}$  = error de la sub-parcela

$\delta_k$  = efecto de variedad k donde k= 'Crimson sweet' y 'Allsweet'

$(\alpha\delta)_{ik}$  = efecto aleatorio de las interacciones cobertura i y variedad k

$(\beta\delta)_{jk}$  = efecto aleatorio de la interacción bioplaguicida j y variedad k

$(\beta\alpha\delta)_{ijk}$  = efecto de la interacción entre bioplaguicida j, cobertura i y variedad k

$\epsilon_{ijkl}$  = error experimental

Para las variables donde había efecto de cobertura, bioplaguicida y días después de la siembra directa de semillas:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + (\alpha\tau)_{il} + \beta_j + (\beta\alpha)_{ij} + (\alpha\beta\tau)_{ijl} + \delta_k + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\beta\alpha\delta)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Valores de las variables dependientes

$\mu$  = promedio general

$\alpha_i$  = efecto de cobertura i, donde i= Con cobertura, Sin cobertura

$(\alpha\tau)_{il}$  = efecto del bloque o error de parcela completa

$\beta_j$  = efecto bioplaguicida j donde j= Ajo, Bt Cu, Control, Ecotrol, Leche, Milstop, OxiDate, Serenade, Sonata, Sporan, Timorex, Trilogy

$(\beta\alpha)_{ij}$  = efecto aleatorio de la interacción de los bioplaguicidas j y cobertura i

$(\alpha\beta\tau)_{ijl}$  = error de la sub-parcela

$\delta_k$  = efecto de días después de la siembra directa k donde k= 33, 40, 47, 54, 61, 68, 75

$(\alpha\delta)_{ik}$  = efecto aleatorio de las interacciones cobertura i y días después de la siembra directa k

$(\beta\delta)_{jk}$  = efecto aleatorio de la interacción bioplaguicida j y días después de la siembra directa k

$(\beta\alpha\delta)_{ijk}$  = efecto de la interacción entre bioplaguicida j, cobertura i y días después de la siembra directa k

$\epsilon_{ijkl}$  = error experimental

Cuando se encontraron diferencias significativas, se usó la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher (P= 0.05) para separar las medias de los tratamientos.

## 5.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.3.1 Cubrimiento del suelo por follaje de planta de sandía

Los bioplaguicidas y coberturas de suelo no tuvieron efecto significativo sobre el cubrimiento de suelo por el follaje de las plantas de sandía ‘Crimson Sweet’ (Apéndice 21). El follaje de esta variedad cubrió progresivamente el suelo desde la emergencia de las plántulas en el campo hasta los 54 días después de la siembra, permaneciendo constante hasta los 61 días. A los 54 días después de la siembra, las plantas creciendo en bancos de suelo con cubierta y sin cubierta alcanzaron el máximo porcentaje de cubrimiento de planta sobre el suelo (94% y 89%, respectivamente). A partir de los 61 días, el cubrimiento del suelo comenzó a disminuir, según moría el follaje al madurar los frutos y acercase la época de cosecha (Figura 17).

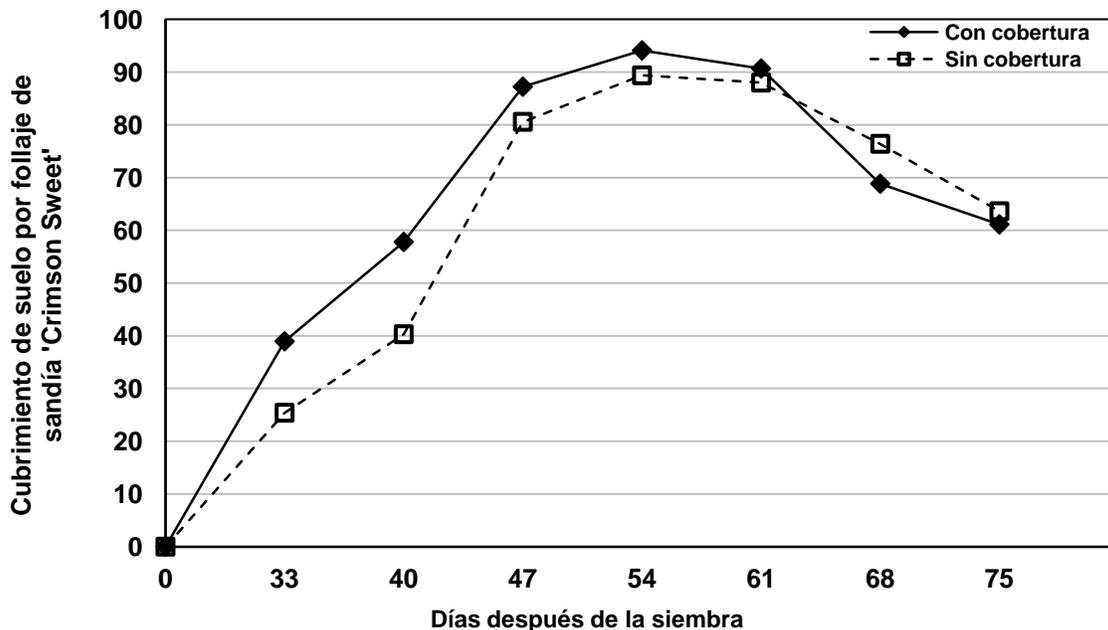
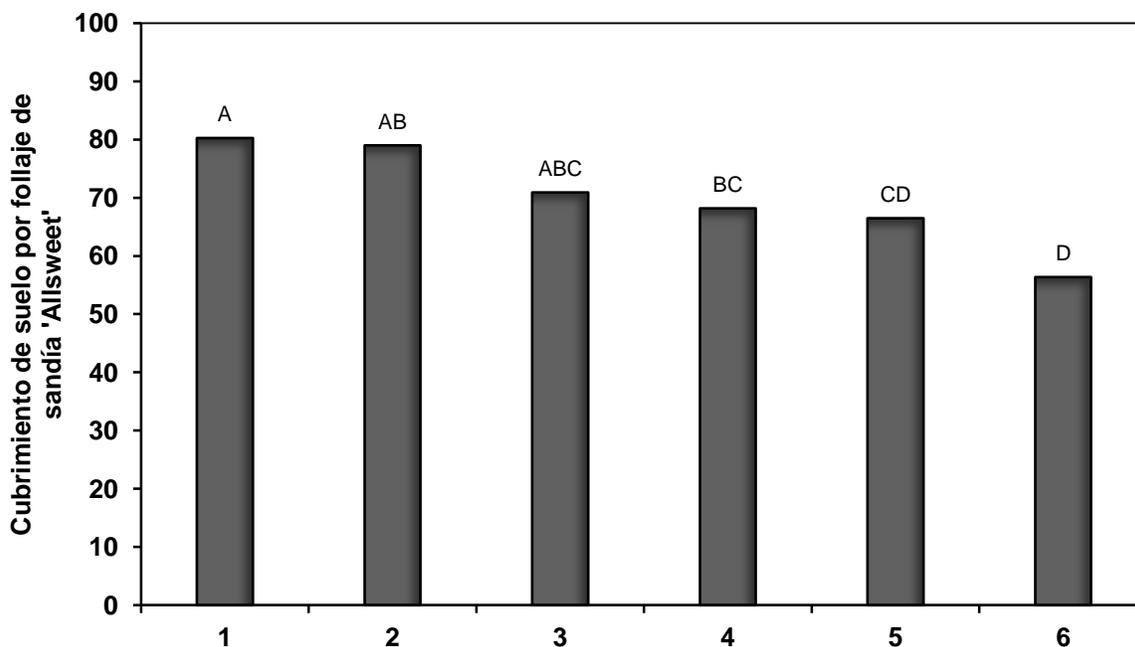


Figura 17. Porcentaje de cubrimiento de suelo por follaje de sandía ‘Crimson Sweet’, desde 0 días hasta 75 días después de la siembra directa de semillas en el campo. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.



**Figura 18. Cubrimiento de suelo por follaje de sandía 'Allsweet', con combinaciones de bioplaguicidas y coberturas, en el experimento de campo, Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.**

Clave para los grupos de combinaciones de bioplaguicida y cobertura (CC=Con Cobertura, SC=Sin Cobertura):  
 1=OxiDate:CC 2=Ajo:CC 3=Control:CC, Timorex:SC, Sonata:CC, Trilogy:SC, Ajo:SC, Control:SC, Trilogy:CC  
 4=Timorex:CC 5=Sonata:SC 6=OxiDate:SC

Los bioplaguicidas y coberturas de suelo tuvieron efecto significativo sobre el cubrimiento de la planta de sandía 'Allsweet' sobre el banco de siembra. En parcelas con cobertura, el porcentaje de cubrimiento de suelo por follaje de sandía fue superior al porcentaje de cubrimiento de suelo por follaje de sandía en parcelas descubiertas. Esto pudiera deberse a que las parcelas con cobertura tenían menos interferencia de maleza por lo tanto más nutrientes y agua disponible para el crecimiento y desarrollo del cultivo, sin embargo la respuesta específica varió según el bioplaguicida; por ejemplo, al usarse OxiDate™ en parcelas con cobertura el cubrimiento de suelo por planta de sandía fue mayor comparado con el control (Figura 19).

### 5.3.2 Cubrimiento del suelo por follaje de malezas

El análisis estadístico mostró un efecto sobre el cubrimiento de suelo por malezas a través del tiempo, desde la siembra directa de semillas hasta 75 días después de la siembra para ambas variedades de sandía ('Crimson Sweet' y 'Allsweet') (Apéndices 23 y 24). En ambas variedades hubo aumento moderado en el porcentaje de maleza cubriendo el banco hasta los 61 días después de la siembra directa. Este resultado compagina con el hecho de que el follaje del cultivo se redujo a partir de los dos meses de la siembra de semillas (Figura 19).

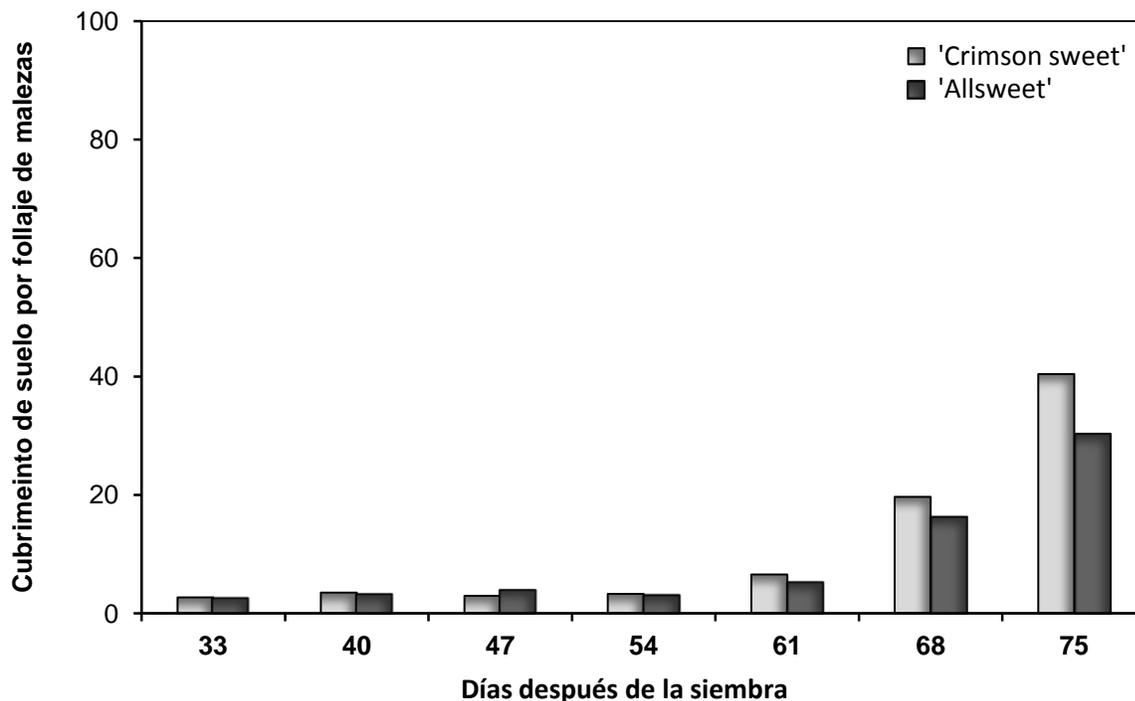


Figura 19. Cubrimiento de suelo por follaje de maleza sobre bancos de sandía 'Crimson sweet' y 'Allsweet', desde la primera a la séptima semana después de la siembra directa de semillas de sandía al campo experimental. Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2008.

### ***5.3.3 Control mecánico de malezas en bancos de siembra con y sin cobertura***

En sandía sin cobertura sobre el banco de siembra, se hace necesario desyerbar varias veces durante la temporada de producción. Aunque el cultivo se beneficia del desyerbo por la reducción de interferencia de las malezas, el cultivo puede sufrir daños mecánicos en el sistema radicular. Por ejemplo, en una investigación realizada en Isabela, Puerto Rico, el desyerbo manual semanal tuvo un efecto dañino en el rendimiento de la sandía, que fue atribuido a que el sistema de raíces fue perturbado repetidamente al arrancarse las malezas (Fuentes Fuster, 2012). Además de los daños físicos que puede sufrir el cultivo, la utilización o no de cubiertas de suelo también tiene un impacto sobre la mano de obra requerida en el cultivo.

Durante el experimento se determinó el tiempo promedio que tarda un individuo en desyerbar un área que ha sido cubierta con material vegetativo seco de *Hyparrhena rufa* para suprimir la incidencia de malezas en comparación con el área que no ha sido cubierta. En un terreno con bancos cubiertos con éste material vegetal, un individuo tardaría aproximadamente 90 horas/ha en remover malezas del cultivo, mientras que en suelo descubierto tardaría aproximadamente 215 horas/ha. Esta diferencia en tiempo empleado en el desyerbo se refleja en el costo de mano de obra del cultivo. Durante el año en el que se llevó a cabo este experimento (2008), el salario mínimo agrícola que se le pagaba a un empleado por realizar las labores de desyerbo en un predio de sandía bajo las parámetros o condiciones que se establecieron en este experimento y que se mencionan en la sección 5.2 de éste capítulo era de \$4.25/hora. Esto indica que un empleado desyerbando una hectárea sembrada con sandía en bancos con cubiertas de suelo, representaría un costo de \$382.50, mientras que un empleado desyerbando una hectárea sin cubiertas de suelo tendría un costo de \$913.75.



Figura 20. Bancos de siembra con y sin cobertura de suelo, en el experimento de campo 2008, Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico.

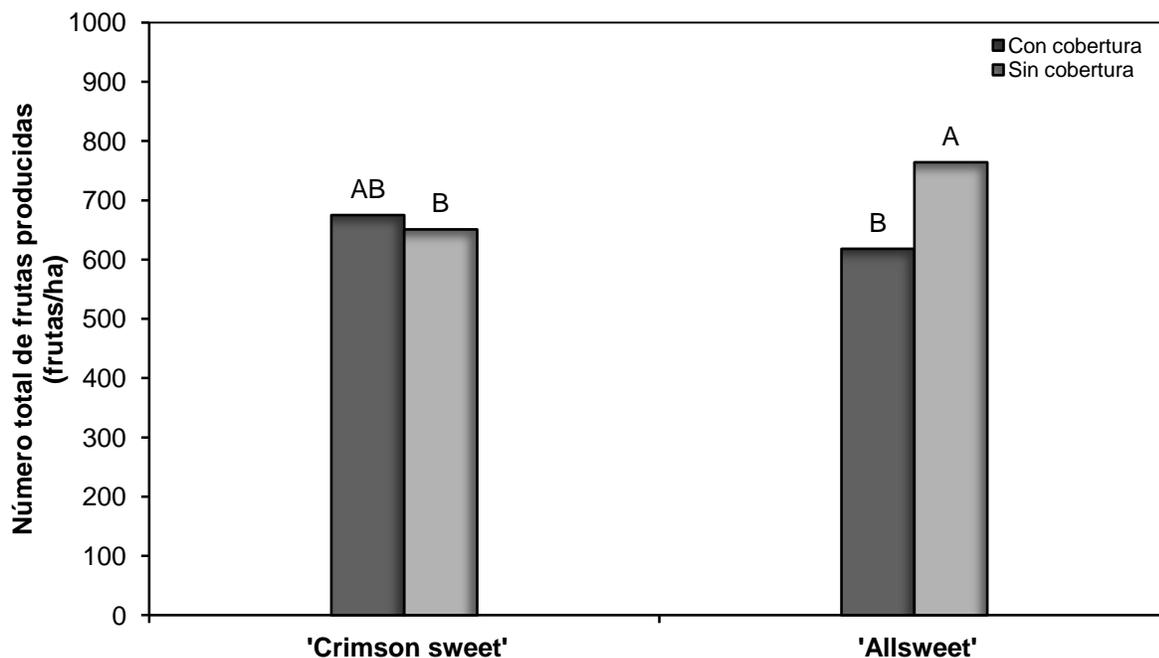
#### ***5.3.4 Producción y rendimiento de la fruta de sandía***

En el experimento no hubo interacción significativa en el efecto de bioplaguicidas, coberturas de suelo y variedades sobre la productividad de frutas de sandía. Sin embargo, hubo interacción significativa en el efecto de coberturas de suelo y variedades sobre la cantidad total y peso total de frutas producidas, y sobre la cantidad y peso de frutas con daño. Se encontraron diferencias significativas atribuibles al uso de bioplaguicidas sobre el rendimiento de frutas de sandía o sobre la cantidad y peso comercial de frutas, así como también se encontraron diferencias atribuibles a las variedades sobre la cantidad y peso de frutas inmaduras.

### 5.3.4.1 Número y peso total de frutas producidas

Se encontró un efecto significativo de cobertura en sandía ‘Allsweet’, en la que con cobertura de suelo se produjeron menos frutas que en parcelas sin cobertura. En ‘Crimson Sweet’ no se encontraron diferencias significativas de peso o número de frutas atribuibles a tratamientos. Comparando ambas variedades, no hubo diferencia significativa en el número total de frutas producidas en parcelas con cobertura, pero ‘Allsweet’ produjo significativamente más frutas que ‘Crimson Sweet’ en parcelas sin cobertura (Figura 21 y Apéndice 25).

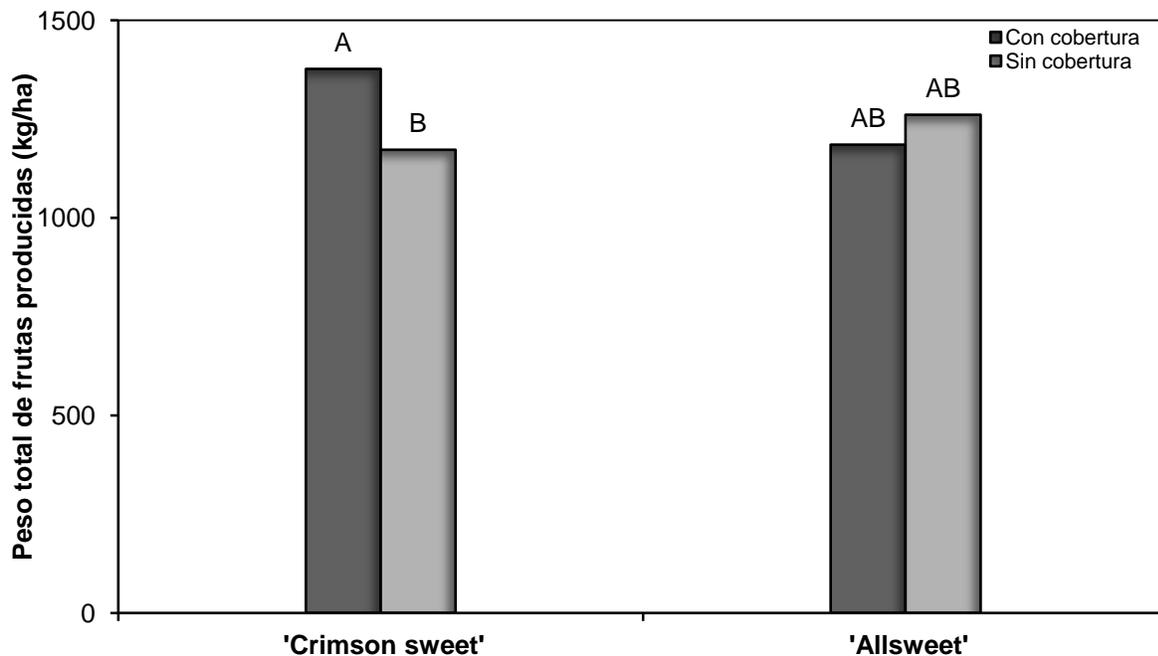
Las sandías ‘Allsweet’ que crecieron sin cobertura produjeron 19% más frutas (mercadeables y no mercadeables) que en parcelas con cobertura. Creciendo en bancos de suelo sin cobertura, ‘Allsweet’ produjo 14% más frutas que ‘Crimson Sweet’.



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 21.** Efecto de variedad y cobertura de suelo en el número de frutas total en sandía ‘Crimson Sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola Lajas, Puerto Rico, 2008.

No hubo efecto significativo de cobertura en el peso total de frutas producidas (comercial + no comercial) en sandía ‘Allsweet’. En cambio, en ‘Crimson Sweet’ el peso total de frutas fue significativamente superior en parcelas con cobertura que en parcelas sin cobertura (Figura 22 y Apéndice 26).



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

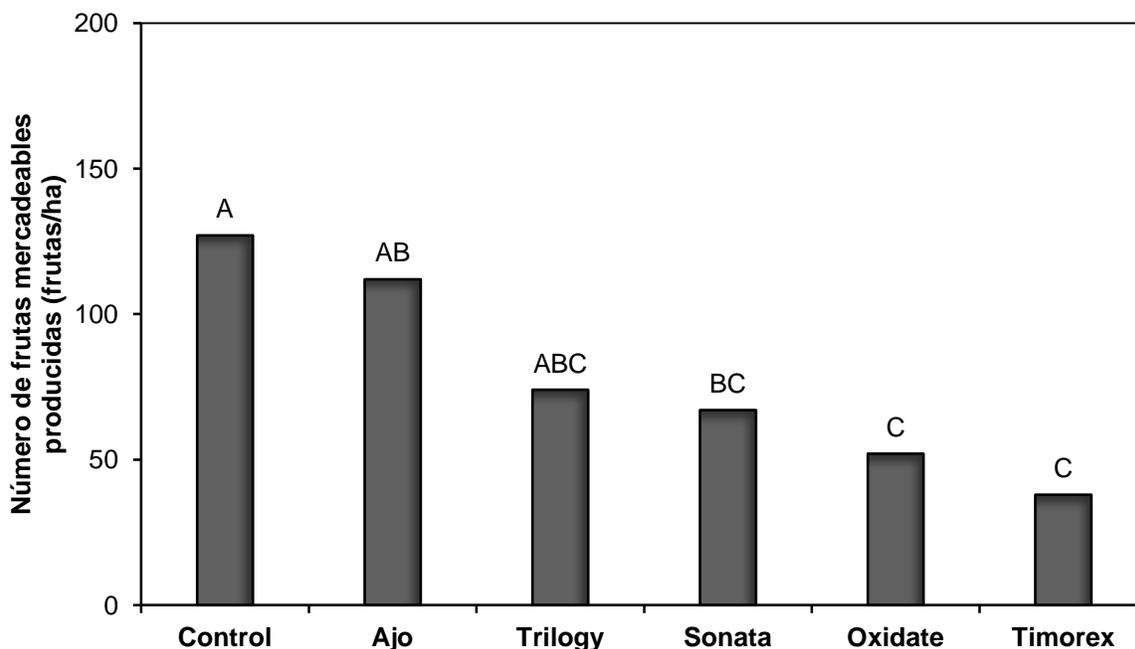
**Figura 22.** Efecto de variedad y cobertura de suelo en el peso de frutas total en sandía ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola Lajas, Puerto Rico, 2008.

La sandía ‘Crimson Sweet’ no tuvo una diferencia significativa en la cantidad de frutas producidas con cobertura y sin cobertura (Figura 21), pero si obtuvo un mayor peso de frutas producidas por área en parcelas con cobertura, incluso mayor que la variedad Allsweet con cobertura y sin cobertura (Figura 22). Esto demuestra que las cubiertas en sandía ‘Crimson Sweet’ contribuyen a la producción de frutas de mayor peso con potencial para mercadear. Al encontrar una mayor cantidad de frutos de sandía ‘Allsweet’ en parcelas sin cobertura (Figura

21) se hubiese esperado encontrar el mayor peso en frutos de la misma variedad. Siendo ‘Allsweet’ una variedad de sandía oblonga con tamaño grande, esto nos refleja la cosecha de frutas de tamaño pequeño e inmaduro en el campo así como frutas con daño, no mercadeables. La alta producción de frutas ‘Allsweet’ en parcelas sin cobertura se puede contrastar con trabajos anteriores donde se investigó el manejo intensivo (irrigación, plástico negro, insecticidas y fungicidas) sobre tres variedades de sandía, para documentar su efecto en el peso y número de frutas mercadeables por planta. Bajo condiciones de manejo intensivo la sandía ‘Gem Dandy’ produjo mayor peso de frutas mercadeables por planta que en sandía ‘Allsweet’ y mayor número de frutas mercadeables por planta que ‘Allsweet’ y ‘Sangría’ (Wenhua et al., 2003).

#### ***5.3.4.2 Número y peso de frutas mercadeables***

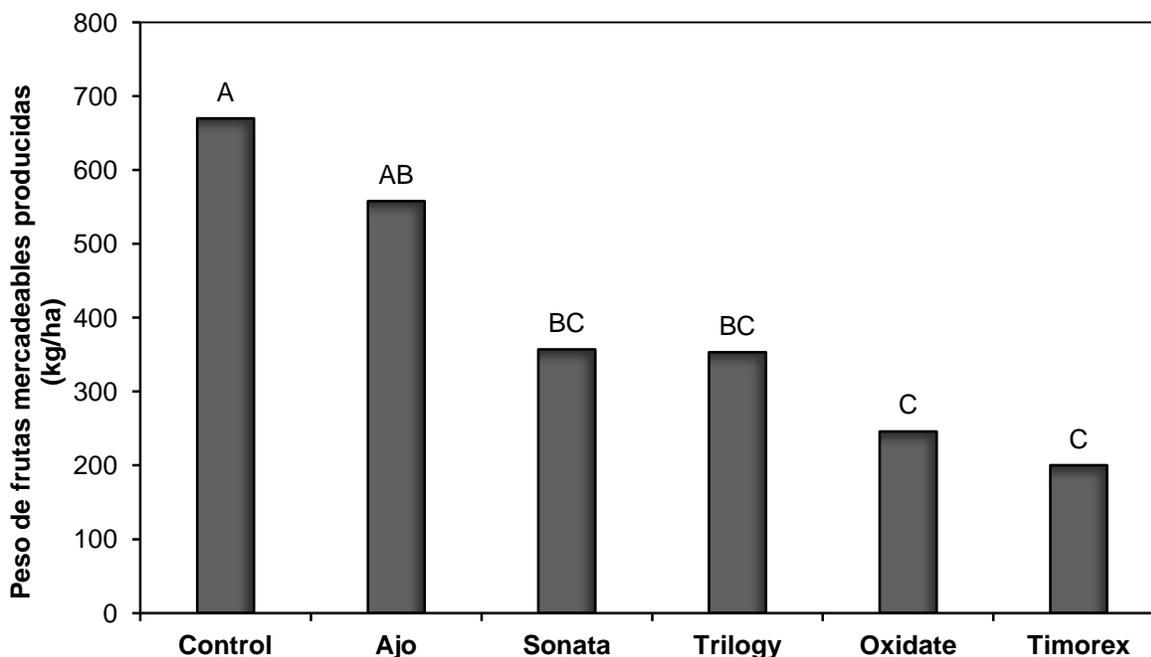
El número de frutas con condiciones para venta fue significativamente afectado por los tratamientos de bioplaguicidas. Tratamientos como el extracto de ajo y el extracto de nim tuvieron productividad estadísticamente similar a la del control, pero tratamientos como Sonata, OxiDate™ y Timorex™ resultaron con productividad significativamente inferior al control (Figura 23 y Apéndice 27).



*Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).*

**Figura 23. Efecto de bioplaguicidas en el número de frutas mercadeables de sandía. Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2008.**

El peso de frutas con calidad aparente para venta fue similar al efecto de tratamientos en el número de frutas mercadeables, con Sonata™, OxiDate™ y Timorex™ produciendo un peso de frutas mercadeables menor que el control (Figura 24 y Apéndice 28). A este grupo de tratamientos inferiores al control se sumó un extracto de nim (Trilogy™), lo que indica que produjo el mismo número de frutos que el control (Figura 23) pero su peso individual promedio fue menor que en frutas de plantas control.



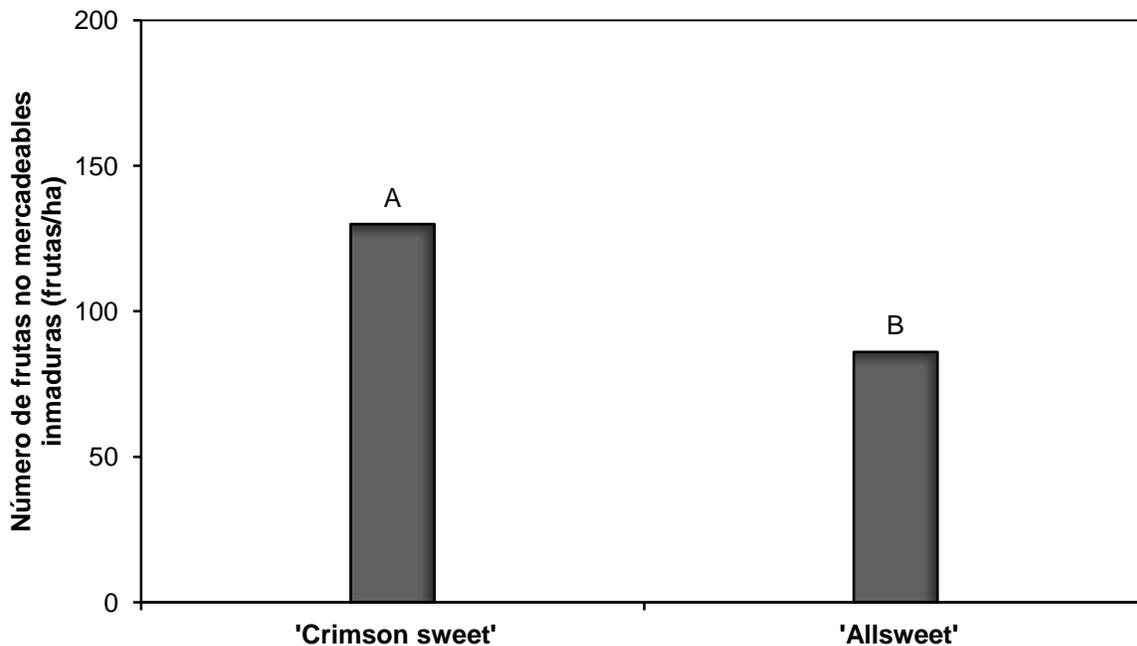
Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 24. Efecto de bioplaguicidas en el peso de frutas mercadeables de sandía. Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2008.**

Para estas variables, los resultados de esta de tesis son similares a los encontrados en una investigación para determinar la eficacia del manejo de enfermedades con productos orgánicos en el cultivo de tomate, donde la aplicación de Oxidate™ y Trilogy™ resultó en rendimientos comerciales inferiores a los obtenidos con aplicaciones de Sonata (24% <) al igual que el repelente a base de ajo Garlic Barrier™, con rendimiento 29% menor que con aplicaciones de Sonata™. Sin embargo, los resultados con aplicaciones de estos fungicidas y el repelente fueron superiores al control (agua), lo cual difiere con los resultados obtenidos en por Wszelaki y Miller (2005).

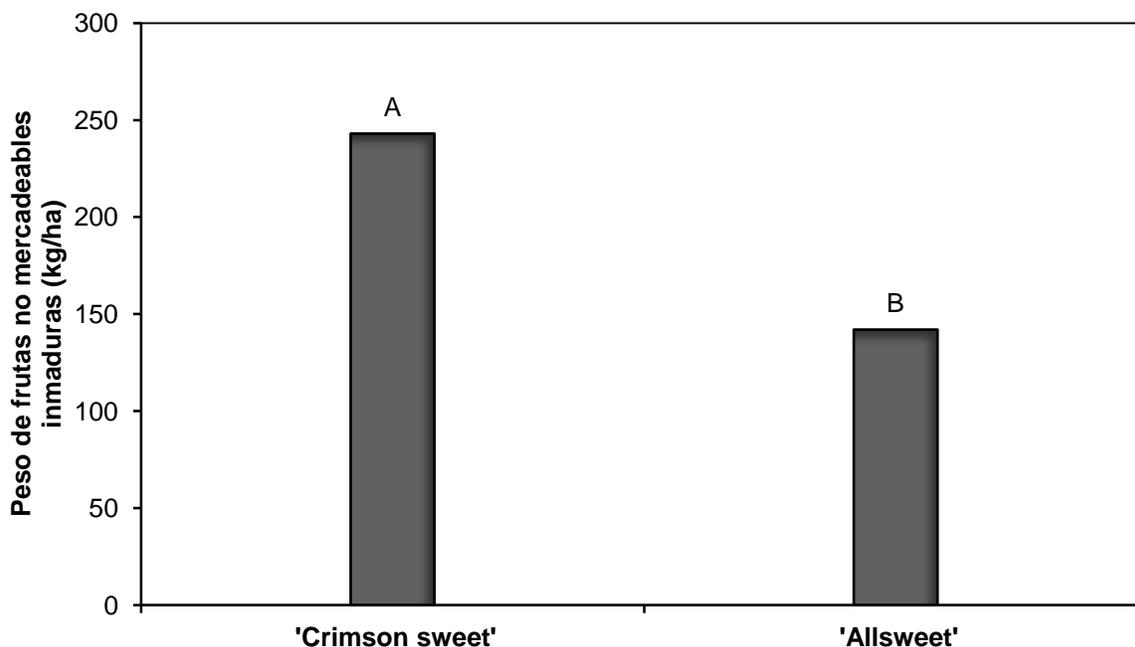
### 5.3.4.3 Número y peso de frutas no mercadeables inmaduras

La sandía ‘Crimson Sweet’ produjo un número significativamente mayor (cerca de 30%) de frutas inmaduras y no mercadeables que la sandía ‘Allsweet’ (Figura 25 y Apéndice 29), lo cual se reflejó en el peso de estas frutas (Figura 26 y Apéndice 30), que fue cerca de 40% mayor en ‘Crimson sweet’ que en ‘Allsweet’. Este resultado pudiera estar asociado a la capacidad genética de cada variedad de producir cierto número de frutas y completar sus fases de crecimiento y maduración en campo.



*Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).*

**Figura 25.** Efecto de variedad en el número de frutas no mercadeables inmaduras en sandías ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 26.** Efecto de variedad en el peso de frutas no mercadeables inmaduras en sandías ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.

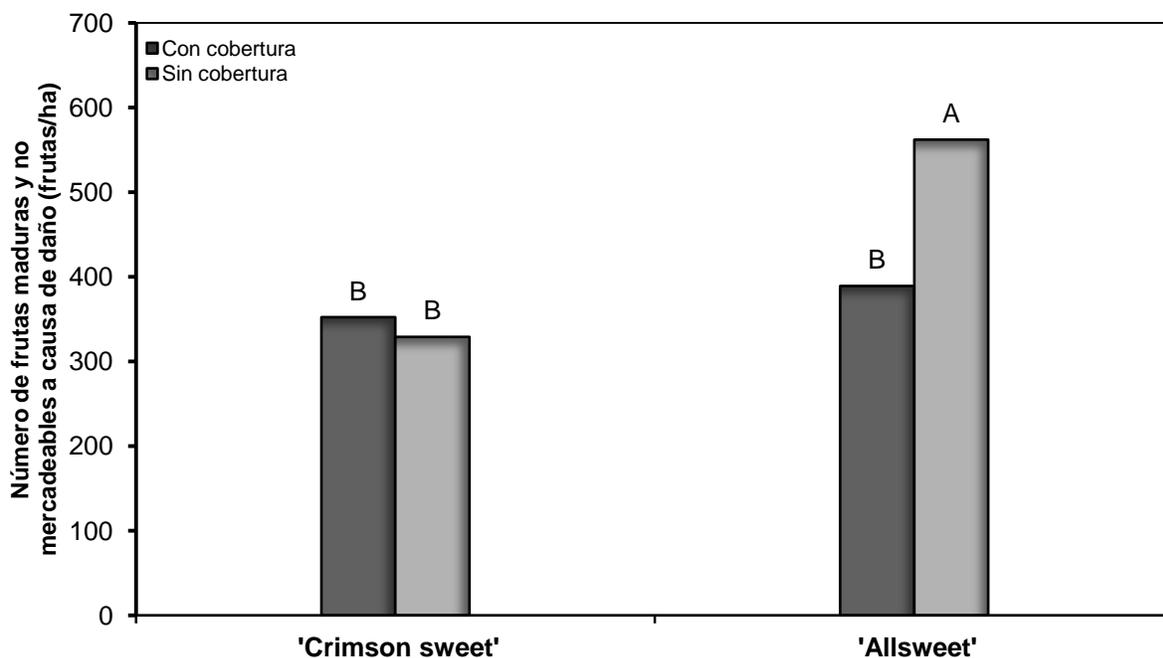
Contrastante a los resultados de la Figura 25 y 26, en estudios realizados con seis variedades de sandía creciendo bajo prácticas orgánicas (plástico negro, control mecánico de malezas o no labranza), se documentó que la sandía ‘Allsweet’ obtuvo el mayor rendimiento comercial debido al tamaño grande de la fruta y presentó una mejor calidad de fruta bajo todos los tratamientos de prácticas orgánicas. En manejo de ‘no labranza’ las sandías ‘Allsweet’ y ‘Sugar Baby’ no tuvieron diferencias significativas en concentración de licopeno en la pulpa de la fruta (Davis et al., 2007).

#### **5.3.4.4 Número y peso de frutas no mercadeables a causa de daños**

En esta categoría se cuantificaron frutas con rajaduras, extremo dañado (*blossom end rot*) y total o parcialmente podridas en el campo. En ‘Crimson sweet’ no hubo diferencia entre

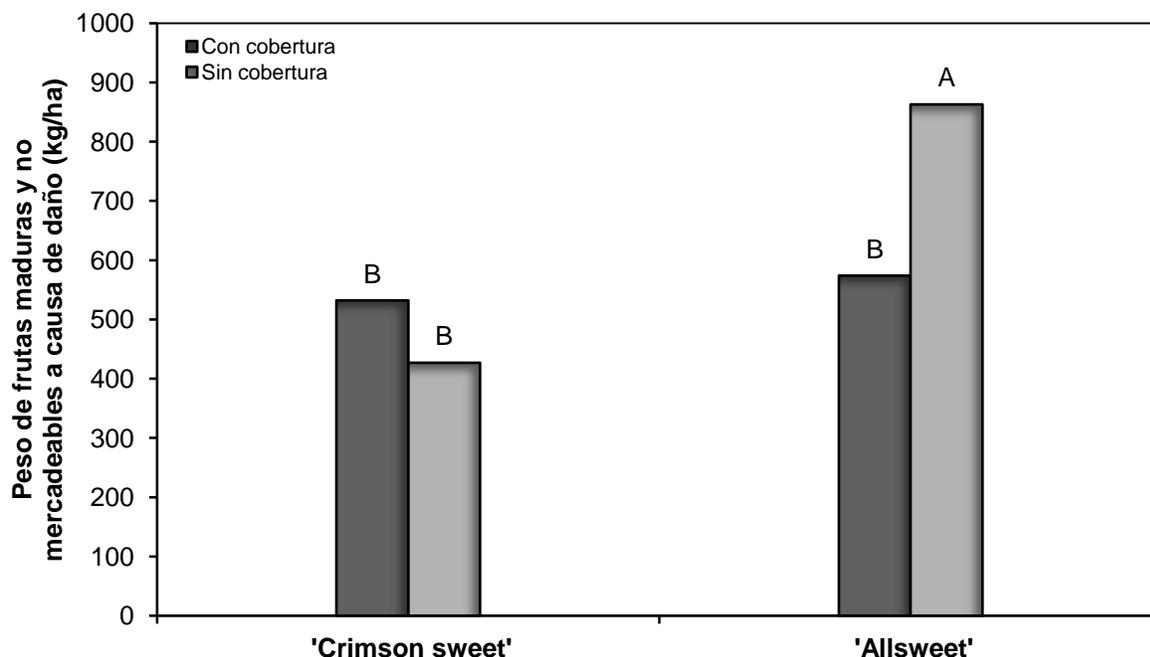
parcelas con y sin cobertura del banco de siembra; en cambio, ‘Allsweet’ las plantas sin cobertura tuvieron cerca de 25% más de frutas que tenía tamaño de venta pero al cosecharlas estaban tajadas o podridas (Figuras 27 y 28, Apéndices 31 y 32).

No es evidente la causa de esta diferencia de respuesta de ‘Allsweet’, pero puede especularse el mayor tamaño de fruta de ‘Allsweet’ (en comparación con ‘Crimson Sweet’) pudiera hacerla más susceptible a cambios de humedad en el suelo de parcelas sin cobertura y por tanto a rajaduras, que a su vez servirían de entrada a microorganismos capaces de podrir las frutas.



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 27.** Efecto de variedad y cobertura de suelo en el número de frutas maduras y no mercadeables en sandías ‘Crimson sweet’ y ‘Allsweet’. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.



Barras con una letra en común no son significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 28. Efecto de variedad y cobertura de suelo en el peso de frutas maduras y no mercadeables en sandías 'Crimson sweet' y 'Allsweet'. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, 2008.**

En resumen, ambas variedades se comportaron de manera similar en cuanto a crecimiento, severidad de enfermedades fungosas y producción de frutas mercadeables. Estos resultados tienen sentido, pues ambas variedades provienen de líneas genéticas emparentadas.

Las diferencias principales entre las dos variedades estuvieron en la producción de frutas no mercadeables. Las rajaduras y fallas en maduración fueron los motivos principales para clasificar frutas en la categoría de 'no mercadeables' en este experimento; ambos son atribuibles a aspectos fisiológicos y no a aspectos patológicos. Los bioplaguicidas no tuvieron efectos positivos en el rendimiento del cultivo, independientemente de la variedad (Figura 27 y 28).



Figura 29. Parámetros de calidad observados en la cosecha para ambas variedades de sandía, 'Crimson Sweet' y 'Allsweet', en el experimento de campo, Estación Experimental Agrícola, Lajas, Puerto Rico, 2008.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de esta investigación muestran que la utilización de coberturas del suelo del banco de siembra disminuyó el efecto negativo de las malezas y el ataque e incidencia de plagas y enfermedades. En consecuencia, el cultivo tuvo mayor productividad (número y peso de frutas) y en algunos aspectos mejor calidad de frutas en parcelas con cobertura del banco de siembra que en parcelas con bancos desnudos. El coquillo fue la maleza predominante durante la primera mitad de la temporada de producción del cultivo (que suele incluir el periodo crítico de interferencia de malezas), por lo que en estudios futuros debe continuarse la evaluación de métodos orgánicos de control de esa maleza.

La aplicación de bioplaguicidas tuvo poco efecto en el control de plagas y enfermedades en el cultivo. Para algunas variables de rendimiento y calidad de frutas de sandía, las aplicaciones de bioplaguicidas tuvieron efectos significativos, pero en combinación con la utilización de cubiertas del suelo del banco de siembra. En investigaciones futuras debe explorarse el uso de bioplaguicidas en aplicación combinada, alternada y más temprana. Los efectos de algunos bioplaguicidas (o de algunos de sus componentes) en la coloración y firmeza de la pulpa o en el contenido de sólidos solubles deberían ser estudiados más a fondo.

Es importante destacar que en esta investigación el ambiente de los predios, manejados orgánicamente por varias temporadas, fue conducente a la ausencia o poca incidencia de organismos indeseables típicos y muy importantes de las siembras de sandía en sistemas convencionales en Puerto Rico, como el gusano del melón *Diaphania hyalinata* y la mosca blanca *Bemisia tabaci* (vector de decaimiento del tallo o “vine decline”). Se especula que el ambiente del predio orgánico pudo haber favorecido la presencia de enemigos naturales que o el

desarrollo de condiciones micro-climáticas que suprimieron los dos problemas de plagas y enfermedades más limitantes al cultivo de la sandía en Puerto Rico; esta especulación debe ser estudiada en investigaciones futuras.

## 7. LITERATURA CITADA

Abouziena, H. F., Hafez, O. M., El-Metwally, I. M., Sharma, S.D., & Singh, M. 2008. Comparison of Weed Suppression and Mandarin Fruit Yield and Quality Obtained with Organic Mulches Synthetic Mulches, Cultivation, and Glyphosate. *HortScience* 43:795-799.

Baameur, A., T. K. Hartz, T. Turini, E. Natwick, E. Takele, J. Aguiar, M. Cantwell, & J. Mickler. 2009. Watermelon Production in California. University of California Vegetable Research and Information Center. Publication 7213. 5 páginas.

Badgley, C., J. Moghtader, E. Quintero, E. Zakem, M. J. Chappell, K. Avilés-Vázquez, A. Samuelson & I. Perfecto. 2006. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22:86-108.

Bettiol, W. 1999. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. *Crop Protection* 18:489-492.

Brown, G. S., A. E. Kitchener, W. B. McGlasson & S. Barnes. 1996. The effects of copper and calcium foliar sprays on cherry and apple fruit quality. *Scientia horticulturae* 67:219-227.

Brust, G. E. 1996. Interaction of mulch and *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* on Colorado potato beetle (Coleoptera:Chrysomelidae) populations and damage in potato. *J. Econ. Entomology* 89: 467-474.

Buker, R. S. III, W. M. Stall, S. M. Olson, & D. G. Schilling. 2003. Season-long interference of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) with direct-seeded and transplanted watermelon (*Citrullus lanatus*). *Weed Technol.* 17:751-754.

Carlo S. 2007. Agricultura orgánica en Puerto Rico: sinopsis de los mercados, consumidores y agricultores. *Resúmenes de la Sociedad Puertorriqueña de Ciencias Agrícolas (SOPCA)* 33:14.

Chandler, D., Grant W., Greaves, J., Prince, G. & Tatchell, M. 2006. "Biopesticides: The Way Ahead" Paper given to Royal Agricultural Society of England, 18 October 2006. Revisado 22 de noviembre de 2009. \

Chauhan, B. S. & D. E. Johnson. 2010. Implications of narrow crop row spacing and delayed *Echinochloa colona* and *Echinochloa crus-galli* emergence for weed growth and crop yield loss in aerobic rice. *Field Crops Research* 117:177-182.

Clijsters H, F. Van Assche & L. Gora. 1991 Physiological responses of higher plants to soil contamination with metals. *In: Ecological Responses to Environmental Stresses* (J. Rozema and A C Verkleij, editors) pages 32–39. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Colucci, S. J. & G. J. Holmes. 2010. Downy Mildew of Cucurbits. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2010-0825-01. Revisado febrero 8, 2013.

- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology* 107: 239-252.
- Cousens, R. 1991. Aspects of the design and interpretation of competition (Interference) experiments. *Weed Technology* 5: 664-673.
- Daniels-Lake, B. J., R. K. Prange, W. Kalt, C. L. Liew, J. Walsh, P. Dean, & R. Coffin. 1996. The effects of ozone and 1, 8-cineole on sprouting, fry color and sugars of stored Russet Burbank potatoes. *American Journal of Potato Research* 73:469-481.
- Dagostin, S., H. Scharer, I. Pertot & L. Tamm. 2011. Are there alternatives to copper for controlling grapevine downy mildew in organic viticulture? *Crop Protection* 30:776–788.
- Davis, A. R., C. L. Webber, P. Perkins-Veazie, & J. Collins. 2007. Impact of Cultivar and Production Practices on Yield and Phytonutrient Content of Organically Grown Watermelon. *Journal of Vegetable Science*. 12:83-91.
- Departamento de Agricultura de Puerto Rico. 2012. Ingreso Bruto Agrícola. Estadísticas Agrícolas. <http://www.gobierno.pr/DA/Estadisticas>. Revisado abril 1, 2012.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. Balzanari, L. González, M. Tablada, & C. W. Robledo. 2009. Infostat, Software Estadístico. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Dimitri, C. & C. Greene. 2002. Recent Growth Patterns in the U.S. Organic Foods Market. *Agriculture Information Bulletin*, No. 777. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Dittmar, P. J., J. R. Schultheis, & D. W. Monks. 2005. Characterization of the growth and development of commercially available watermelon pollenizers. *HortScience* 40:872.
- Du, D., J. A. Winsor, M. Smith, A. DeNicco & A. G. Stephenson. 2008. Resistance and tolerance to herbivory changes with inbreeding and ontogeny in a wild gourd (Cucurbitaceae). *American Journal of Botany* 95:84-92.
- Environmental Protection Agency of the USA. 2012. What are biopesticides? <http://www.epa.gov/opp00001/biopesticides/whatarebiopesticides.htm>. Revisado noviembre 3, 2012.
- Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico-Mayagüez (EEA). 2000. Conjunto tecnológico para la producción de sandía. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez. Publicación 159. 40 páginas.
- Farias-Larios, J. & M. Orozco-Santos. 1997. Effect of Polyethylene Mulch Colour on Aphid Populations, Soil Temperature, Fruit Quality and Yield of Watermelon, Under Tropical Conditions. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 25:369-374.

Feliciano-Rivera, M. 2011. Efficacy of organically certifiable materials and natural compounds against foliar hemibiotrophic and necrotrophic fungi in cantaloupe and tomato. University of Kentucky Doctoral Dissertation, College of Agriculture. 160 pages.

Fuentes Fuster, J. 2012. Efectos de Coberturas de suelo y Bioestimulantes en la Supresión de Malezas y el Rendimiento de Sandía en un Sistema con Manejo Orgánico. Tesis de Maestría en Ciencias, Programa de Horticultura. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. 83 páginas.

Fonsah, E. G., E. L. Andrews, G. E. Boyhan, J. C. Diaz, & R. Walker. 2009. 2009 MALTAG organic vegetables planning budgets. AGECON-09-003. University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences. 50 pages.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2012a. Crop production statistics service (FAOSTAT). <http://faostat.fao.org/>. Revisado Julio 9, 2012.

Garthe, J. W. 2002. Used agricultural plastic mulch as a supplemental boiler fuel. An Overview of Combustion Test Results for Public Dissemination. Energy Institute, Penn State. <http://environmentalrisk.cornell.edu/C&ER/PlasticsDisposal/AgPlasticsRecycling/References/Garthe2002b.pdf>. Revisado el 9 de septiembre del 2010.

Gianessi, L. and N. Reigner. 2005. Why California Organic Growers Want an Exemption from a Farm Worker Protection Rule. CropLife Foundation. <http://www.croplifefoundation.org>. Revisado el 28 de septiembre de 2010.

Geretharan, T., U. R. Sangakkara & V. Arulnandhy. 2011. Effect of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) Population Densities on Onion (*Allium cepa*) as Influenced by Nitrogen in the Eastern Province of Sri Lanka. Tropical Agricultural Research 22:348-355.

Hochmuth, G. H., R. C. Hochmuth, & S. M. Olson. 2012. Polyethylene Mulching for Early Vegetable Production in North Florida. IFAS Extension publication Cir805. Series of the Horticultural Sciences Department, Gainesville, Florida, USA.

Hochmuth, G. H. & R. C. Hochmuth. 1994. Responses of pepper and watermelon to paper and polyethylene mulches in two spring seasons in north Florida. Proc. Florida State Horticultural Society 107:102-105.

Hoffmann, M. P., R. W. Robinson, M. M. Kyle, & J. J. Kirkwyland. 1996. Defoliation and Infestation of *Cucurbita pepo* Genotypes by Diabroticite Beetles. HortScience 31:439-442.

Holm, L. G., D. L. Plucknett, J. V. Pancho, & J. P. Herberger. 1991. The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. Krieger Publishing. Malabar, Florida, USA. 610 pages.

Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection 19:603-608.

- Janick, J. & R. E. Paull. 2008. *The Encyclopedia of Fruit & Nuts*. Cabi Publishing. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 800 pages.
- Johnson, J. M., J. A. Hough-Goldstein, & M. J. Vangessel. 2004. Effects of Straw Mulch on Pest Insects, Predators, and Weeds in Watermelons and Potatoes. *Environmental Entomology* 33:1632-1643.
- Keinath, A. P. 2000. Effect of protectant fungicide application schedules on gummy stem blight epidemics and marketable yield of watermelon. *Plant disease*, 84:254-260.
- Khanal, K. 2007. Organic and conventional vegetable production in Oklahoma. Master of Science Thesis, University of Oklahoma. 136 pages.
- Kiely, T., D. Donaldson, & A. Grube. 2004: Pesticides Industry Sales and Usage: 2000 and 2001 Market Estimates. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. 33 páginas.
- Klonsky, K. 2011. Comparison of Production Costs and Resource Use for Organic and Conventional Production Systems. Presentation for a webinar (3/1/2011) sponsored by NRCS. <http://www.aic.ucdavis.edu/publications/NRCSKlonskypaper.pdf>. Revisado abril 19, 2012.
- Koch, H. P & L. D. Lawson. 1996. *Garlic: the Science and Therapeutic Applications of Allium sativum L. and Related Species*. Williams & Wilkins, 2<sup>nd</sup> ed., Baltimore, USA. Chapter 5, pages 135-212.
- Koller, M. 2011. Potassium bicarbonate as a potential sulfur substitute in protected organic cropping. *Acta Horticulturae* 915:157-163.
- Kortbech-Olsen, R. 2002. Crece demanda de productos orgánicos en los Estados Unidos. Centro de Comercio Internacional, Forum de Comercio Internacional. No. 2/2002 <http://www.forumdecomercio.org/news/fullstory.php/aid/396/>. Revisado septiembre 14 del 2010.
- Koul, O., S. Walia, & G. S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: Potential and Constraints. *Biopestic. Int.* 4:63-84.
- Kyriacou, M. C. & G. A. Soteriou. 2012. Postharvest change in compositional, visua and textural quality of grafted watermelon cultivars. *Acta Horticulturae* 934:985-991
- Lajoie, M. S., A. L. Joseph, K. A. Jones, & A. E. Winston. 1999. *U.S. Patent No. 5,910,323*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Lamont, W. J. 1991. The use of plastic mulches for vegetable production. Food and Fertilizer Technology Center. Kansas State University, Manhattan, Kansas. [www.agnnet.org/library/article/eb333.html](http://www.agnnet.org/library/article/eb333.html), Revisado el 19 de septiembre del 2010.

- Lingenfelter, D. D. & N. L. Hartwig. 2007. Introduction to Weeds and Herbicides. Ag Communications and Marketing, College of Agricultural Sciences. The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, Estados Unidos de América. 28 páginas.
- Madden, L.V., Hughes, G., & van den Bosch, F. 2007. The Study of Plant Disease Epidemics. The American Phytopathological Society. ISBN: 978-0-89054-354-2. Pages: 16-20, 106-109.
- McGrath, M. T. 2007. Managing cucurbit powdery mildew and fungicide resistance. *Acta Horticulturae* 731:211-216.
- McGrath, M. T. 2006. Update on Managing Downy Mildew in Cucurbits. Cornell University Vegetable MD Online. [http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Cuc\\_Downy.htm](http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Cuc_Downy.htm). Revisado febrero 22, 2013.
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27:1254-1255.
- Majek, B.A. & P. E. Neary. 1991. Selective wavelength transmitting mulch for yellow nutsedge control. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference* 1:263–268.
- Marcelis, L. F. M. 1992. The dynamics of growth and dry matter distribution in cucumber. *Annals of Botany* 69:487-492.
- Monks, D. W. & J. R. Schultheis. 1998. Critical weed-free period for large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) in transplanted watermelon (*Citrullus lanatus*). *Weed Science* 46:530-532.
- Mora, F. 1994. Algunas consideraciones para la producción orgánica de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana* 5:171-183.
- Morales-Payán, J. P. 2011. Cursos de agricultura ecológica/orgánica en el Recinto Universitario de Mayagüez (RUM). 4to Simposio Agroecológico de Puerto Rico, UPR-Utuado, Abril 28, 2011. Página 12.
- Morales-Payan, J. P. 2009. Organic fruits in Puerto Rico: A 2009 survey for consumer interest and preferences. *Caribbean Food Crops Society Abstracts* 45:55.
- Morales-Payan, J. P. & S. Morales-Cotto. 2008. A 2007 Survey of ecological growers in Puerto Rico: Situation, challenges, and obstacles. *HortScience* 43:1259.
- Morales-Payan, J. P. & L. López. 2011. A 2010 Survey on Weeds Associated to Fruit Crops and Their Management in Southern Puerto Rico. *Proceedings of the Southern Weed Science Society* 64:303
- Morales-Payán, J. P. & W. M. Stall. 2004. Impact of mixed populations of yellow and purple nutsedge (*Cyperus esculentus* and *C. rotundus*) on eggplant yield. *Proc. Florida State Hort. Soc.* 117:4-7

Morales-Payán, J. P. & W. M. Stall. 2003. Density and time of emergence of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) effects on bell pepper (*Capsicum annuum* L.). Proc. Florida State Hort. Soc. 116:75-77.

Morales-Payán, J. P. & W. M. Stall. 2002. Time of application and rate of rimsulfuron for control of purple and yellow nutsedges in tomato. Abstr. Weed Sci. Soc. Amer. 42:37-38.

Morales-Payán, J. P. 2007. Influence of purple nutsedge density and time of removal on its interference with watermelon. Abstr. Weed Science Soc. of America 50:45.

Morales-Payán, J. P., P. Marquez-Mendez, E. Roskopf, Y. Shabana, R. Charudattan & W. Klassen. 2008. Impact of organic mulches on watermelon fruit yield and purple nutsedge tuber productivity in an ecological production system. Proceedings of the Caribbean Food Crops Society 44(2):588-592.

National Cooperative Soil Survey, USA. 2006. Fraternidad Series.  
[https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD\\_Docs/F/FRATERNIDAD.html](https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/F/FRATERNIDAD.html). Revisado septiembre, 2006.

Neciby, S., B. A. Barrett, & J. W. Johnson. 1992. Effects of a Black Plastic Mulch on the Soil and Plant Dispersal of Cucumber Beetles, *Acalymma vittatum* (F.) and *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber (Coleoptera: Chrysomelidae), on Melons. Journal of Agric. Entomology 9:129-135.

Neppl, G. 2001. Efficient Trialing Methods for Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai). MS in Horticulture Thesis. Carolina State University. Raleigh, Nort Carolina. 116 pages.

O'Donovan, K. N. Harker, G. W. Clayton, & L. M. Hall. 2000. Wild Oat (*Avena fatua*) Interference in Barley (*Hordeum vulgare*) is Influenced by Barley Variety and Seeding Rate. Weed Technology 14:624-629.

Pharr, D. M., S. C. Huber, & H. N. Sox. 1985. Leaf carbohydrate status and enzymes of translocate synthesis in fruiting and vegetative plants of *Cucumis sativus* L. Plant Physiology 77:104-108.

Polanco, L. G., C. Estévez de Jensen & J. C. Verle Rodríguez. 2007. Etiología de la muerte súbita del melón (*Citrullus lanatus*) en Puerto Rico. Resúmenes de la Sociedad Puertorriqueña de Ciencias Agrícolas (SOPCA) 33:33.

Rahman, M. S., M. A. H. Khan, M. M. Ramhan, & M. Ashrafuzzaman. 1999. Mulching effect on growth attributes of onion. Pakistan Journal of Biological Sciences 2:619-622.

Ramesh, S. T., R. Gandhimathi, J.H. Joesun, & P. V. Nidheesh. 2013. Novel Agricultural Waste Adsorbent, *Cyperus rotundus*, for Removal of Heavy Metal Mixtures from Aqueous Solutions. Environmental Engineering Science 30:74-81.

Roberts, W., J. Duthie, J. Edelson & J. Shreffler. 1998. Foliar and spatial requirements for watermelon. *HortScience* 33:546.

Roberts, W., J. A. Duthie, J. V. Edelson, & J. W. Schreffler. 1998. Watermelon Foliage and Yield Relationships. *HortScience* 33:598.

Roque, S. M., B. Brunner & A. Wszelaki. 2006. Alternativas para el manejo de malezas en la producción de sandía orgánica tropical (Alternatives for weed management in tropical organic watermelon production). Inter-American Society for Tropical Horticulture Program and Abstract Book Annual Meeting, San Juan, Puerto Rico, Sept. 2006 (P70).

Rosa, E., G. J. Fornaris, C. Estévez. & E. Pérez. 2007. El añublo lanoso en diferentes cultivares de la sandía en la costa sur. Resúmenes de la Sociedad Puertorriqueña de Ciencias Agrícolas (SOPCA) 33:21.

Royal Horticulture Society of England. 2007. Plant Colour Chart. ([http://www.rhs.org.uk/Learning/Publications/pubs\\_library\\_colourchart.htm](http://www.rhs.org.uk/Learning/Publications/pubs_library_colourchart.htm)). Revisado Junio 2007.

Santos, B., J. P. Morales-Payan, W. M. Stall, & T. A. Bewick. 2008. Influence of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) density and nitrogen rate on radish (*Raphanus sativus*) yield. *Weed Science* 46:661-664.

Savory, E. A., L. L. Granke, L. M. Quesada-Ocampo, M. Varbanova, M. K. Hausbeck & B. D Day. 2011. The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. *Molecular Plant Pathology* 12:217–226.

Schumutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. *An. Rev. Entomol.* 35:271-297.

Silvernail, A., M. Bomford, & B. Harvey. 2006. Alternatives to plastic mulch for organic watermelon production. Academia de Ciencias de Kentucky, Sección de Ciencias Agrícolas, 10 de noviembre de 2006. <http://organic.kysu.edu/Watermelon.shtml>, Revisado el 9 de septiembre del 2010.

Sinkevičienė, A., D. Jodaugienė, R. Pupalienė & M. Urbonienė, 2009. The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agronomy Research* 7(Special issue I):485–491.

Slaney, A. C., H. L. Robbins, & L. English. 1992. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* toxin CryIII<sub>A</sub>: An analysis of toxicity in *Leptinotarsa decemlineata* (Say) and *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 22:9-18.

Sorkin, L. 2006. New biodegradable mulch is cheaper than plastic when removal and disposal costs are also considered. *Growing for Market* May: 8-10.

- Srivastava, Manoj K., and Upendra N. & Dwivedi. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science* 158.1: 87-96.
- Stall, W. M. 2006. Weed Control in Cucurbit Crops (Muskmelon, Cucumber, Squash, and Watermelon). HS190, Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Stall, W. M. & J. P. Morales-Payán. 2005. A review on critical periods of weed interference with tomato, pepper, cucumber and watermelon. *Proc. Southern Weed Science Soc.* 58:169.
- Talavera E. M. & J. R. Padilla. 2000. Evaluación de coberturas orgánicas y plásticas para el combate de malezas en tomate. *Agronomía Mesoamericana* 11:101-107.
- Thomson V.P., Cunningham S.A., Ball M.C., Nicotra A.B. 2003. Compensation for herbivory by *Cucumis sativus* through increased photosynthetic capacity and efficiency. *Oecología* 134:167-175 DOI 10.1007/s00442-002-1102-6
- Terry, E. R. Jr., W. M. Stall, D. G. Shilling, T. A. Bewick, & S. R. Kostewicz. 1997. Smooth amaranth interference with watermelon and muskmelon production. *HortScience* 32:630-632.
- (USDA) United States Department of Agriculture. 2012. National Organic Program. <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/nop> Revisado junio 14, 2012.
- (USDA) United States Department of Agriculture. 2008. National Organic Program. <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/OAP/OAPGuide1.shtml>. Revisado enero 31, 2008.
- (USDA) United States Department of Agriculture. 2007. National Organic Program. <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/ofp/ofp.shtml>. Revisado en junio 26, 2007.
- Urias-Lopez, M. A., K. F. Murphy Byerly, J. A. Osuna García, & A. García Berber. 2005. Incidencia de mosquita blanca (Hemiptera:Aleyrodidae), afidos (Hemiptera:Aphididae) y virosis en melón de Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 44:321-337.
- Webber III, C. L., A. R. Davis, J. W. Shreffler, P. M. Perkins-Veazie, V. M. Russo, & J. V. Edelson Perkins-Veazie, P. M., Russo, & V. M. Edelson. 2006. Organic weed control in two watermelon variety trials. 2005 Vegetable Weed Control Studies. Oklahoma State University, Department of Horticulture and Landscape Architecture. Stillwater, Oklahoma. MP-162:31-33.
- Webster, T. M. 2005a. Mulch type affects growth and tuber production of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science* 53:834–838.
- Webster, T. M. 2005b. Patch expansion of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) with and without polyethylene mulch. *Weed Science* 53:839-845.
- Wehner, T. C. 2008. Vegetables. Handobook of Plant Breeding. Volumen 1, Parte 4:81-418. Springer. Berlin. Alemania.

- Wenhua Lu, J.V. Edelson, Jim A. Duthie, & B. Warren Roberts. 2003. A Comparison of Yield Between High- and Low-intensity Management for Three Watermelon Cultivars. *HortScience* 38(3):351-356.
- Willer, H. & L. Kilcher. 2011. *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2011*: Bonn: International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM); Frick, Switzerland: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).
- Willer, H. & L. Kilcher. 2009. *The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2009*. IFOAM, Bonn; FiBL, Frick; ITC, Geneva, Switzerland.
- Willer, H. & L. K. Lukas. 2012. *The World of Organic Agriculture -Statistics and Emerging Trends 2012*. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn, Germany.
- Willer, H. & M. Yussefi. 2001. *Organic Agriculture Worldwide 2001: Statistics and Future Prospects*. Bad Durkheim, Germany: Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL).
- Wszelaki, A. & B. Brunner. 2006. Creating a more sustainable watermelon production system in Puerto Rico. Annual Meeting Interamerican Society for Horticultural Science, 24-30 September 2006, San Juan, Puerto Rico.
- Wszelaki, A. L., & Miller, S. A. 2005. Determining the efficacy of disease management products in organically-produced tomatoes. Online. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2005-0713-01-RS. Revisado septiembre 30, 2012.
- Xingfu, Y. 1993. Correlation Between the Contents of Amino acid Sugar and Chlorophyll in Cucumber Tissue and Their Resistance to Downy Mildew of Cucumber. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica* 4: 010.
- Zafar, A. U., I. A. Nasir, A. A. Shahid, M. S. Rahi & S. Riazuddin. 2002. Performance Evaluation of Camb Biopesticides to Control Cabbage Butterfly (*Pieris brassicae*) in Cauliflower Crop. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5:1041-1043.
- Zhen-fang, G. U., W. A. N. G. Wei-qing, Z. H. U. Ai-ping, Z. H. U. Xiao-min, H. E. Huan-le, P. A. N. J un-song, & C. A. I. Run. 2004. Effects of Chlorophyll Content and Stoma Density on Cucumber Resistance to Downy Mildew. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Agricultural Science)* 4:012.
- Zohary, D. & M. Hopf. 2000. *Domestication of Plants in the Old World*. 3rd edition. Oxford University Pres. p. 193.

## 8. APÉNDICES

### Apéndice 1. Datos climáticos mensuales (promedio de 30 años) registrados por NOAA en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico

#### Datos climáticos mensuales (promedio de 30 años)

Mes	Temperatura mínima °F	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °F	Temperatura máxima °C	Precipitación mensual (pulg.)	Precipitación mensual (cm)
Enero	60.6	15.9	86.7	30.4	1.96	5.0
Febrero	61.1	16.2	86.6	30.3	2.12	5.4
Marzo	62.1	16.7	87.3	30.7	1.99	5.1
Abril	64.5	18.1	88.3	31.3	2.74	7.0
Mayo	67.8	19.9	89.3	31.8	4.15	10.5
Junio	69.3	20.7	90.8	32.7	2.71	6.9
Julio	68.9	20.5	91.4	33.0	2.66	6.8
Agosto	68.9	20.5	91.2	32.9	5.69	14.5
Septiembre	68.9	20.5	90.8	32.7	6.54	16.6
Octubre	68.8	20.4	89.8	32.1	6.8	17.3
Noviembre	66.1	18.9	88.9	31.6	5.36	13.6
Diciembre	62.5	16.9	87.4	30.8	2.29	5.8
Promedio	65.79	18.8	89.04	31.7	3.75	9.5

<http://www.climate-charts.com/USA-Stations/PR/PR665097.php>

## Apéndice 2. Análisis del suelo utilizado para los experimentos 2007 y 2008, Estación Experimental en Lajas, Puerto Rico.

### SOIL ANALYSIS REPORT

LAB NUMBER SAMPLE ID	ORGANIC MATTER %	ENR lbs./A	P1 WEAK BRAY ****ppm	P2 STRONG BRAY****ppm	POTASSIUM ***** ppm	MAGNESIUM *** ppm	CALCIUM *** ppm	SODIUM *** ppm	SOIL pH
F0114 S5-07	2.2	88 M	6 VL	8 VL	204 M	1760 VH	4334 VH	86 M	5.9 L
ALUMINUM ppm HCO3-P ppm HYDROGEN meq/100g C.E.C. meq/100g									
PERCENT BASE SATURATION (COMPUTED)									
% K % Mg % Ca % Na % H									
NO3-N ppm SULFUR ppm ZINC ppm MANGANESE ppm IRON ppm COPPER ppm BORON ppm BUFFER pH SOLUBLE SALTS mmhos/cm									
46 VH 41 M 0.1 VL 20 M 4 L 0.1 L 0.8 M									
CHLORIDE ppm MOLYBDENUM ppm WATER SOL Pw ppm TOTAL N ppm NH4 ppm									
TEXTURE ANALYSIS									
% SAND % SILT % CLAY CLASSIFICATION									
1.2 L									
LAB NUMBER SAMPLE ID	ORGANIC MATTER %	ENR lbs./A	P1 WEAK BRAY ****ppm	P2 STRONG BRAY****ppm	POTASSIUM ***** ppm	MAGNESIUM *** ppm	CALCIUM *** ppm	SODIUM *** ppm	SOIL pH
F0115 S6-07	2.3	90 M	5 VL	8 VL	258 H	1807 VH	5082 VH	85 M	6.0 M
ALUMINUM ppm HCO3-P ppm HYDROGEN meq/100g C.E.C. meq/100g									
PERCENT BASE SATURATION (COMPUTED)									
% K % Mg % Ca % Na % H									
NO3-N ppm SULFUR ppm ZINC ppm MANGANESE ppm IRON ppm COPPER ppm BORON ppm BUFFER pH SOLUBLE SALTS mmhos/cm									
40 H 41 M 0.1 VL 20 M 3 L 0.1 L 0.8 M									
CHLORIDE ppm MOLYBDENUM ppm WATER SOL Pw ppm TOTAL N ppm NH4 ppm									
TEXTURE ANALYSIS									
% SAND % SILT % CLAY CLASSIFICATION									
2.7 M									

CODE TO RATING - Very Low (VL) - Low (L) - Medium (M) - Very High (VH)

\*ENR - Estimated Nitrogen Release

\*\*\*MULTIPLY THE RESULTS IN ppm BY 2 TO CONVERT TO LBS. PER ACRE OF THE ELEMENTAL FORM.

\*\*\*\*MULTIPLY THE RESULTS IN ppm BY 4.6 TO CONVERT TO LBS. PER ACRE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

\*\*\*\*\*MULTIPLY THE RESULTS IN ppm BY 2.4 TO CONVERT TO LBS. PER ACRE K<sub>2</sub>O

MOST SOILS WEIGH TWO (2) MILLION POUNDS (DRY WEIGHT) FOR AN ACRE OF SOIL 6-2/3 INCHES DEEP

This report applies only to the sample(s) tested. Samples are retained a maximum of thirty days after testing.

A & L SOUTHERN AGRICULTURAL LABORATORIES INC.

Our reports and letters are for the exclusive and confidential use of our clients, and may not be reproduced whole or in part, nor may any reference be made to the work, the results or the company in any advertising, news release or other public announcements without obtaining our prior written authorization. Crop success is neither warranted nor implied. Apply fertilizers carefully to avoid groundwater pollution.  
Copyright 1977

By Lynn P. Griffith, Jr. - Lab Manager

### SOIL ANALYSIS REPORT

LAB NUMBER SAMPLE ID	ORGANIC MATTER %	ENR lbs./A	P1 WEAK BRAY ****ppm	P2 STRONG BRAY****ppm	POTASSIUM ***** ppm	MAGNESIUM *** ppm	CALCIUM *** ppm	SODIUM *** ppm	SOIL pH
F0122 S5-08	2.2	88 M	7 VL	11 VL	249 M	1804 VH	4387 VH	84 M	5.8 L
ALUMINUM ppm HCO3-P ppm HYDROGEN meq/100g C.E.C. meq/100g									
PERCENT BASE SATURATION (COMPUTED)									
% K % Mg % Ca % Na % H									
NO3-N ppm SULFUR ppm ZINC ppm MANGANESE ppm IRON ppm COPPER ppm BORON ppm BUFFER pH SOLUBLE SALTS mmhos/cm									
58 VH 42 M 0.1 VL 22 H 3 L 0.1 L 0.9 M									
CHLORIDE ppm MOLYBDENUM ppm WATER SOL Pw ppm TOTAL N ppm NH4 ppm									
TEXTURE ANALYSIS									
% SAND % SILT % CLAY CLASSIFICATION									
2 M									
LAB NUMBER SAMPLE ID	ORGANIC MATTER %	ENR lbs./A	P1 WEAK BRAY ****ppm	P2 STRONG BRAY****ppm	POTASSIUM ***** ppm	MAGNESIUM *** ppm	CALCIUM *** ppm	SODIUM *** ppm	SOIL pH
F0123 S6-08	1.9	82 M	9 VL	12 L	307 H	1756 VH	4867 VH	87 M	5.9 L
ALUMINUM ppm HCO3-P ppm HYDROGEN meq/100g C.E.C. meq/100g									
PERCENT BASE SATURATION (COMPUTED)									
% K % Mg % Ca % Na % H									
NO3-N ppm SULFUR ppm ZINC ppm MANGANESE ppm IRON ppm COPPER ppm BORON ppm BUFFER pH SOLUBLE SALTS mmhos/cm									
55 VH 45 M 0.1 VL 20 M 3 L 0.1 L 0.9 M									
CHLORIDE ppm MOLYBDENUM ppm WATER SOL Pw ppm TOTAL N ppm NH4 ppm									
TEXTURE ANALYSIS									
% SAND % SILT % CLAY CLASSIFICATION									
1.8 M									

CODE TO RATING - Very Low (VL) - Low (L) - Medium (M) - Very High (VH)

\*ENR - Estimated Nitrogen Release

\*\*\*MULTIPLY THE RESULTS IN ppm BY 2 TO CONVERT TO LBS. PER ACRE OF THE ELEMENTAL FORM.

\*\*\*\*MULTIPLY THE RESULTS IN ppm BY 4.6 TO CONVERT TO LBS. PER ACRE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

\*\*\*\*\*MULTIPLY THE RESULTS IN ppm BY 2.4 TO CONVERT TO LBS. PER ACRE K<sub>2</sub>O

MOST SOILS WEIGH TWO (2) MILLION POUNDS (DRY WEIGHT) FOR AN ACRE OF SOIL 6-2/3 INCHES DEEP

This report applies only to the sample(s) tested. Samples are retained a maximum of thirty days after testing.

A & L SOUTHERN AGRICULTURAL LABORATORIES INC.

Our reports and letters are for the exclusive and confidential use of our clients, and may not be reproduced whole or in part, nor may any reference be made to the work, the results or the company in any advertising, news release or other public announcements without obtaining our prior written authorization. Crop success is neither warranted nor implied. Apply fertilizers carefully to avoid groundwater pollution.  
Copyright 1977

By Lynn P. Griffith, Jr. - Lab Manager

**Apéndice 3. Análisis de área bajo la curva, para daño foliar en sandía causado por insectos en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
AUDPC INSECTOS 07	72	0.42	0.06	28.25

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	4359.69	27	161.47	1.16	0.3230	
BLOQUE	129.90	2	64.95	4.99	0.1669	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	487.63	1	487.63	37.46	0.0257	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	26.03	2	13.02	0.09	0.9108	
BIOPLAGUICIDA	2371.39	11	215.58	1.55	0.1482	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	1344.73	11	122.25	0.88	0.5666	
Error	6118.13	44	139.05			
Total	10477.81	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.65878**

Error: 13.0158 gl: 2

COBERTOR	Medias	n	E.E.	
Sin	44.34	36	0.60	A
Con	39.14	36	0.60	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 4. Análisis de área bajo la curva, para daño foliar en sandía causado por enfermedad en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
AUDPC ENFERMEDAD 07	72	0.63	0.40	33.28

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	20207.06	27	748.41	2.74	0.0015	
BLOQUE	700.26	2	350.13	8.46	0.1057	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	7851.61	1	7851.61	189.80	0.0052	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	82.74	2	41.37	0.15	0.8600	
BIOPLAGUICIDA	8188.38	11	744.40	2.72	0.0090	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	3384.08	11	307.64	1.13	0.3654	
Error	12027.34	44	273.35			
Total	32234.40	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6.52275**

Error: 41.3677 gl: 2

COBERTOR	Medias	n	E.E.	
Sin	60.12	36	1.07	A
Con	39.23	36	1.07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=19.23765**

Error: 273.3486 gl: 44

BIOPLAGUICIDA	Medias	n	E.E.		
Bt+Cu	80.98	6	6.75	A	
Trilogy	57.71	6	6.75		B
Control	53.90	6	6.75		B C
Ajo	49.27	6	6.75		B C
Leche	48.59	6	6.75		B C
Sonata	45.95	6	6.75		B C
Timorex	45.46	6	6.75		B C
OxiDate	45.43	6	6.75		B C
Milstop	45.32	6	6.75		B C
Serenade	43.15	6	6.75		B C
Ecotrol	42.34	6	6.75		B C
Sporan	38.01	6	6.75		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 5. Análisis del cubrimiento de suelo por follaje de sandía en el experimento de campo, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CUBRIMIENTO PLANTA SANDIA	360	0.55	0.24	17.24

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	45671.66	145	314.98	1.79	0.0001	
BLOQUE	6135.07	2	3067.54	3.15	0.2408	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	3039.21	1	3039.21	3.12	0.2192	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	1945.94	2	972.97	5.53	0.0045	
BIOPLAGUICIDA	5061.79	11	460.16	1.18	0.3540	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	4800.59	11	436.42	1.12	0.3923	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	8572.66	22	389.67	2.22	0.0020	
SEMANA	3922.91	4	980.73	5.58	0.0003	
COBERTOR*SEMANA	597.32	4	149.33	0.85	0.4956	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	4934.29	44	112.14	0.64	0.9618	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	6661.88	44	151.41	0.86	0.7179	
Error	37638.99	214	175.88			
Total	83310.66	359				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=4.35684

Error: 175.8832 gl: 214

SEMANA	Medias	n	E.E.	
3	80.00	72	1.56	A
1	79.24	72	1.56	A
4	78.22	72	1.56	A
2	76.46	72	1.56	A
5	70.78	72	1.56	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ )

## Apéndice 6. Análisis del cubrimiento de suelo por follaje de malezas en el experimento de campo, en la Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico, para el año 2007.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CUBRIMIENTO MALEZA	360	0.59	0.32	58.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	45471.55	145	313.60	2.14	<0.0001	
BLOQUE	7782.29	2	3891.14	3.98	0.2007	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	3234.00	1	3234.00	3.31	0.2105	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	1954.69	2	977.34	6.68	0.0015	
BIOPLAGUICIDA	4472.43	11	406.58	0.93	0.5287	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	4557.16	11	414.29	0.95	0.5148	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	9589.64	22	435.89	2.98	<0.0001	
SEMANA	4900.89	4	1225.22	8.38	<0.0001	
COBERTOR*SEMANA	114.18	4	28.54	0.20	0.9408	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	4092.44	44	93.01	0.64	0.9627	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	4773.82	44	108.50	0.74	0.8811	
Error	31306.71	214	146.29			
Total	76778.26	359				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.97349

Error: 146.2930 gl: 214

SEMANA	Medias	n	E.E.	
5	27.35	72	1.43	A
4	20.46	72	1.43	B
2	20.07	72	1.43	B C
3	18.68	72	1.43	B C
1	16.29	72	1.43	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 7. Análisis de la incidencia de brotes de *Cyperus rotundus*, durante el experimento de campo 2007. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

Tipo Maleza	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cyperus	Número brotes maleza	360	0.70	0.49	59.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	58294.61	145	402.03	3.37	<0.0001	
BLOQUE	26405.09	2	13202.54	21.62	0.0442	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	1707.38	1	1707.38	2.80	0.2365	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	1221.42	2	610.71	5.12	0.0067	
BIOPLAGUICIDA	4624.66	11	420.42	0.95	0.5137	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	4869.82	11	442.71	1.00	0.4750	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	9717.98	22	441.73	3.71	<0.0001	
SEMANA	2382.65	4	595.66	5.00	0.0007	
COBERTOR*SEMANA	437.71	4	109.43	0.92	0.4542	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	3538.48	44	80.42	0.67	0.9398	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	3389.43	44	77.03	0.65	0.9573	
Error	25506.18	214	119.19			
Total	83800.79	359				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.58654

Error: 119.1877 gl: 214

SEMANA	Medias	n	E.E.			
2	21.74	72	1.29	A		
3	20.49	72	1.29	A		
1	18.89	72	1.29	A	B	
5	15.64	72	1.29		B	C
4	15.28	72	1.29			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 8. Análisis de la incidencia de brotes de gramíneas, durante el experimento de campo 2007. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

Tipo Maleza	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gramínea	Número brotes maleza	720	0.13	0.00	132.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	13607.80	145	93.85	0.61	0.9998	
BLOQUE	74.00	2	37.00	0.04	0.9601	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	586.81	1	586.81	0.66	0.5023	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	1782.25	2	891.13	5.82	0.0032	
BIOPLAGUICIDA	963.79	11	87.62	1.26	0.3063	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	716.33	11	65.12	0.94	0.5230	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	1524.21	22	69.28	0.45	0.9860	
SEMANA	5352.76	4	1338.19	8.73	<0.0001	
COBERTOR*SEMANA	530.90	4	132.73	0.87	0.4839	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	1104.61	44	25.10	0.16	>0.9999	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	972.13	44	22.09	0.14	>0.9999	
Error	87944.86	574	153.21			
Total	101552.66	719				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.86515

Error: 153.2140 gl: 574

SEMANA	Medias	n	E.E.		
5	12.25	144	1.03	A	
4	10.63	144	1.03	A	B
3	10.41	144	1.03	A	B
2	9.28	144	1.03		B
1	4.25	144	1.03		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 9. Análisis de la incidencia de brotes de malezas de hoja ancha, durante el experimento de campo 2007. Estación Experimental Agrícola de Lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

Tipo Maleza	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hoja Ancha	Número brotes maleza	2520	0.09	0.03	239.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	419.03	145	2.89	1.57	<0.0001	
BLOQUE	8.79	2	4.40	0.19	0.8391	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	36.19	1	36.19	1.58	0.3358	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	45.84	2	22.92	12.46	<0.0001	
BIOPLAGUICIDA	39.36	11	3.58	1.02	0.4585	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	26.45	11	2.40	0.69	0.7354	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	76.84	22	3.49	1.90	0.0070	
SEMANA	91.83	4	22.96	12.48	<0.0001	
COBERTOR*SEMANA	4.15	4	1.04	0.56	0.6888	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	39.27	44	0.89	0.49	0.9983	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	50.31	44	1.14	0.62	0.9761	
Error	4365.77	2374	1.84			
Total	4784.80	2519				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.16752

Error: 1.8390 gl: 2374

SEMANA	Medias	n	E.E.	
5	0.85	504	0.06	A
4	0.66	504	0.06	B
3	0.54	504	0.06	B
2	0.52	504	0.06	B
1	0.27	504	0.06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 10. Análisis del número de tubérculos de *Cyperus rotundus* al terminar la cosecha de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

**Número Tubérculos *C. rotundus***

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número Tubérculos <i>C. rotun..</i>	72	0.54	0.26	72.76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	11248.33	27	416.60	1.90	0.0281	
BLOQUE	3942.75	2	1971.38	25.02	0.0384	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	144.50	1	144.50	1.83	0.3084	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	157.58	2	78.79	0.36	0.6997	
BIOPLAGUICIDA	5226.33	11	475.12	2.17	0.0343	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	1777.17	11	161.56	0.74	0.6965	
Error	9629.67	44	218.86			
Total	20878.00	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=17.21364**

Error: 218.8561 gl: 44

BIOPLAGUICIDA	Medias	n	E.E.			
MILSTOP	43.17	6	6.04	A		
LECHE	31.00	6	6.04	A	B	
SONATA	23.83	6	6.04		B	C
SERENADE	20.67	6	6.04		B	C
CONTROL	18.67	6	6.04		B	C
ECOTROL	18.17	6	6.04		B	C
SPORAN	18.17	6	6.04		B	C
TIMOREX	16.17	6	6.04		B	C
OXIDATE	15.67	6	6.04		B	C
TRILOGY	13.83	6	6.04		B	C
AJO	13.33	6	6.04			C
BT + CU	11.33	6	6.04			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 11. Análisis del peso de tubérculos de *Cyperus rotundus* al terminar la cosecha de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

**Peso(g) tubérculos C. rotundus**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso(g) tubérculos C. rotu..	72	0.55	0.27	73.22

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	3063.52	27	113.46	1.97	0.0226	
BLOQUE	844.76	2	422.38	25.33	0.0380	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	127.20	1	127.20	7.63	0.1099	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	33.34	2	16.67	0.29	0.7505	
BIOPLAGUICIDA	1598.30	11	145.30	2.52	0.0148	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	459.90	11	41.81	0.72	0.7093	
Error	2539.67	44	57.72			
Total	5603.18	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=8.84007**

Error: 57.7197 gl: 44

BIOPLAGUICIDA	Medias	n	E.E.			
MILSTOP	23.28	6	3.10	A		
LECHE	16.03	6	3.10	A	B	
SONATA	11.64	6	3.10		B	C
CONTROL	9.83	6	3.10		B	C
SPORAN	9.68	6	3.10		B	C
TRILOGY	9.37	6	3.10		B	C
SERENADE	8.77	6	3.10		B	C
TIMOREX	8.69	6	3.10		B	C
ECOTROL	8.62	6	3.10		B	C
OXIDATE	7.26	6	3.10		B	C
AJO	6.65	6	3.10			C
BT + CU	4.69	6	3.10			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 12. Análisis del rendimiento de número de frutas de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

#### RENDIMIENTO NUMERO FRUTAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO NUMERO FRUTAS	72	0.50	0.20	36.92

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	427.76	27	15.84	1.65	0.0694	
BLOQUE	32.19	2	16.10	1.49	0.4013	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	210.12	1	210.12	19.47	0.0477	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	21.58	2	10.79	1.12	0.3351	
BIOPLAGUICIDA	71.49	11	6.50	0.68	0.7539	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	92.37	11	8.40	0.87	0.5727	
Error	423.56	44	9.63			
Total	851.32	71				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.33153

Error: 10.7917 gl: 2

COBERTOR	Medias	n	E.E.	
CON	10.11	36	0.55	A
SIN	6.69	36	0.55	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 13. Análisis del número de frutas comerciales de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

**NUMERO FRUTAS COMERCIALES**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NUMERO FRUTAS COMERCIALES	72	0.41	0.04	54.01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	110.88	27	4.11	1.12	0.3593	
BLOQUE	5.33	2	2.67	2.29	0.3043	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	55.12	1	55.12	47.25	0.0205	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	2.33	2	1.17	0.32	0.7287	
BIOPLAGUICIDA	21.38	11	1.94	0.53	0.8715	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	26.71	11	2.43	0.66	0.7641	
Error	161.00	44	3.66			
Total	271.88	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.09540**

Error: 1.1667 gl: 2

COBERTOR	Medias	n	E.E.	
CON	4.42	36	0.18	A
SIN	2.67	36	0.18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 14. Análisis del rendimiento en peso de frutas de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

#### PESO FRUTAS TOTAL

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO FRUTAS TOTAL	72	0.56	0.29	43.17

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	23622.27	27	874.90	2.09	0.0145	
BLOQUE	3647.56	2	1823.78	71.87	0.0137	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	14601.98	1	14601.98	575.45	0.0017	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	50.75	2	25.38	0.06	0.9413	
BIOPLAGUICIDA	2515.11	11	228.65	0.55	0.8606	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	2806.87	11	255.17	0.61	0.8106	
Error	18422.56	44	418.69			
Total	42044.83	71				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5.10862

Error: 25.3750 gl: 2

COBERTOR	Medias	n	E.E.	
CON	61.64	36	0.84	A
SIN	33.16	36	0.84	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 15. Análisis del peso de frutas comerciales de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

**PESO FRUTAS COMERCIALES**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO FRUTAS COMERCIALES	72	0.47	0.14	53.67

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	10012.96	27	370.85	1.45	0.1360	
BLOQUE	831.43	2	415.72	9.50	0.0952	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	5666.69	1	5666.69	129.53	0.0076	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	87.49	2	43.75	0.17	0.8438	
BIOPLAGUICIDA	1455.81	11	132.35	0.52	0.8822	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	1971.53	11	179.23	0.70	0.7328	
Error	11289.47	44	256.58			
Total	21302.44	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6.70773**

Error: 43.7473 gl: 2

COBERTOR	Medias	n	E.E.	
CON	38.72	36	1.10	A
SIN	20.97	36	1.10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 16. Análisis del diámetro de frutas de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

#### Diámetro (pulgs)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro (pulgs)	92	0.46	0.23	8.09

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!*

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	20.34	27	0.75	2.03	0.0106	
BLOQUE	2.38	2	1.19	4.39	0.1855	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	10.62	1	10.62	39.23	0.0246	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	0.54	2	0.27	0.73	0.4857	
BIOPLAGUICIDA	4.80	11	0.44	1.18	0.3212	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	2.00	11	0.18	0.49	0.9018	
Error	23.72	64	0.37			
Total	44.06	91				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.46680**

*Error: 0.2707 gl: 2*

COBERTOR	Medias	n	E.E.	
CON	7.89	46	0.08	A
SIN	7.20	46	0.08	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

## Apéndice 17. Análisis de la longitud de frutas de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

#### Longitud (pulgs)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud (pulgs)	92	0.55	0.35	10.03

*Datos desbalanceados en celdas.*

*Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!*

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	54.29	27	2.01	2.85	0.0003	
BLOQUE	7.93	2	3.96	27.96	0.0345	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	25.35	1	25.35	178.79	0.0055	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	0.28	2	0.14	0.20	0.8185	
BIOPLAGUICIDA	14.86	11	1.35	1.92	0.0536	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	5.87	11	0.53	0.76	0.6811	
Error	45.15	64	0.71			
Total	99.44	91				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.33780**

*Error: 0.1418 gl: 2*

COBERTOR	Medias	n	E.E.	
CON	8.98	46	0.06	A
SIN	7.91	46	0.06	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

## Apéndice 18. Análisis de la concentración de sólidos solubles en la pulpa de frutas de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

#### Brix

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Brix	92	0.50	0.29	22.45

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	117.89	27	4.37	2.41	0.0021	
BLOQUE	2.29	2	1.14	0.18	0.8504	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	8.16	1	8.16	1.26	0.3790	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	13.00	2	6.50	3.58	0.0335	
BIOPLAGUICIDA	28.92	11	2.63	1.45	0.1735	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	65.52	11	5.96	3.28	0.0013	
Error	116.11	64	1.81			
Total	234.00	91				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.98452

Error: 1.8143 gl: 64

BIOPLAGUICIDA	COBERTOR	Medias	n	E.E.					
Ecotrol	CON	8.00	2	0.95	A				
OxiDate	CON	7.78	4	0.68	A				
Leche	SIN	7.50	4	0.67	A				
Ajo	SIN	7.47	3	0.78	A	B			
Ajo	CON	7.00	2	0.95	A	B	C		
Sonata	CON	6.96	3	0.78	A	B	C		
Milstop	CON	6.87	5	0.61	A	B	C		
Timorex	SIN	6.54	4	0.68	A	B	C		
Control	SIN	6.54	3	0.78	A	B	C	D	
Leche	CON	6.29	3	0.78	A	B	C	D	E
Trilogy	SIN	6.21	5	0.62	A	B	C	D	E
Control	CON	6.18	5	0.61	A	B	C	D	E
Sonata	SIN	6.14	3	0.78	A	B	C	D	E
Timorex	CON	6.09	5	0.60	A	B	C	D	E
Trilogy	CON	5.77	4	0.68	A	B	C	D	E
Bt Cu	SIN	5.76	5	0.60	A	B	C	D	E
Serenade	CON	5.75	4	0.67	A	B	C	D	E
Sporan	CON	5.69	5	0.60		B	C	D	E
Serenade	SIN	5.29	4	0.68			C	D	E
Milstop	SIN	4.75	5	0.63			C	D	E
OxiDate	SIN	4.72	5	0.61				D	E
Bt Cu	CON	4.58	4	0.69				D	E
Sporan	SIN	4.00	2	0.95					E
Ecotrol	SIN	3.60	3	0.78					F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 19. Análisis del color (¿H?) de la pulpa de fruta de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Color H Calidad Fruta	92	0.60	0.42	16.58

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	1351.57	27	50.06	3.48	<0.0001	
BLOQUE	171.17	2	85.59	13.03	0.0713	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	97.96	1	97.96	14.92	0.0610	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	13.13	2	6.57	0.46	0.6352	
BIOPLAGUICIDA	656.73	11	59.70	4.16	0.0001	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	412.58	11	37.51	2.61	0.0082	
Error	919.59	64	14.37			
Total	2271.16	91				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.91471

Error: 14.3687 gl: 64

BIOPLAGUICIDA	Medias	n	E.E.				
Control	26.85	8	1.35	A			
Leche	25.82	7	1.45	A	B		
Trilogy	25.57	9	1.29	A	B		
Sonata	25.11	6	1.56	A	B	C	
Timorex	24.29	9	1.33	A	B	C	
Ajo	24.21	5	1.74	A	B	C	
OxiDate	22.26	9	1.33		B	C	D
Serenade	21.32	8	1.37			C	D
Sporan	21.19	7	1.59			C	D
Ecotrol	20.83	5	1.73			C	D
Milstop	19.66	10	1.23				D
Bt Cu	17.22	9	1.29				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5.58483

Error: 14.3687 gl: 64

BIOPLAGUICIDA	COBERTOR	Medias	n	E.E.				
Leche	CON	28.14	3	2.20	A			
Trilogy	CON	27.99	4	1.91	A			
Control	CON	27.36	5	1.71	A			
Control	SIN	26.09	3	2.21	A	B		
Serenade	CON	26.00	4	1.90	A	B		
Sonata	SIN	25.42	3	2.21	A	B	C	
Timorex	CON	25.18	5	1.70	A	B	C	
Ajo	CON	25.00	2	2.68	A	B	C	
Sonata	CON	24.81	3	2.20	A	B	C	
OxiDate	CON	24.80	4	1.91	A	B	C	
Timorex	SIN	23.70	4	1.91	A	B	C	
Leche	SIN	23.50	4	1.90	A	B	C	D
Ajo	SIN	23.42	3	2.21	A	B	C	D
Sporan	CON	23.38	5	1.70	A	B	C	D
Trilogy	SIN	23.14	5	1.73	A	B	C	D
Ecotrol	SIN	22.66	3	2.20	A	B	C	D
Bt Cu	SIN	21.60	5	1.70		B	C	D
Milstop	CON	20.86	5	1.70		B	C	D
Sporan	SIN	19.00	2	2.68			C	D
Ecotrol	CON	19.00	2	2.68			C	D
OxiDate	SIN	18.45	5	1.70				D
Milstop	SIN	18.45	5	1.77				D
Serenade	SIN	18.20	4	1.91				D
Bt Cu	CON	12.84	4	1.94				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 20. Análisis de la firmeza de la pulpa de frutas de sandía en el experimento 2007, Estación Experimental de Lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

#### Firmeza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Firmeza	92	0.44	0.20	26.80

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	9.22	27	0.34	1.85	0.0234	
BLOQUE	1.22	2	0.61	66.77	0.0148	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	0.18	1	0.18	20.20	0.0461	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	0.02	2	0.01	0.05	0.9519	
BIOPLAGUICIDA	3.03	11	0.28	1.49	0.1586	
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	4.77	11	0.43	2.35	0.0169	
Error	11.84	64	0.18			
Total	21.06	91				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.63366

Error: 0.1850 gl: 64

BIOPLAGUICIDA	COBERTOR	Medias	n	E.E.						
Bt Cu	CON	2.27	4	0.22	A					
Ecotrol	SIN	2.03	3	0.25	A	B				
Sonata	SIN	1.97	3	0.25	A	B	C			
Bt Cu	SIN	1.92	5	0.19	A	B	C			
OxiDate	SIN	1.88	5	0.19	A	B	C	D		
Milstop	SIN	1.82	5	0.20	A	B	C	D		
Serenade	SIN	1.80	4	0.22	A	B	C	D	E	
Sporan	CON	1.78	5	0.19	A	B	C	D	E	
Trilogy	CON	1.74	4	0.22	A	B	C	D	E	F
Leche	CON	1.66	3	0.25	A	B	C	D	E	F
Timorex	CON	1.58	5	0.19		B	C	D	E	F
Control	CON	1.52	5	0.19		B	C	D	E	F
Milstop	CON	1.51	5	0.19		B	C	D	E	F
Trilogy	SIN	1.50	5	0.20		B	C	D	E	F
Serenade	CON	1.50	4	0.22		B	C	D	E	F
Ajo	SIN	1.49	3	0.25		B	C	D	E	F
Sporan	SIN	1.40	2	0.30		B	C	D	E	F
Timorex	SIN	1.32	4	0.22			C	D	E	F
Control	SIN	1.32	3	0.25			C	D	E	F
Sonata	CON	1.26	3	0.25				D	E	F
OxiDate	CON	1.22	4	0.22					E	F
Leche	SIN	1.14	4	0.22					E	F
Ecotrol	CON	1.08	2	0.30					E	F
Ajo	CON	1.00	2	0.30						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 21. Análisis del cubrimiento de suelo por follaje de sandía ‘Crimson sweet’, durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

**Cubrimiento Planta Sandía**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cubrimiento Planta Sandía	252	0.77	0.62	24.34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	141100.77	97	1454.65	5.20	<0.0001	
BLOQUE	6911.77	2	3455.88	2.28	0.3051	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	1580.00	1	1580.00	1.04	0.4148	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	3034.39	2	1517.19	5.42	0.0053	
BIOPLAGUICIDA	1879.02	5	375.80	0.95	0.4930	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	1561.97	5	312.39	0.79	0.5827	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..	3975.42	10	397.54	1.42	0.1760	
SEMANA	106736.05	6	17789.34	63.56	<0.0001	
COBERTOR*SEMANA	4064.75	6	677.46	2.42	0.0290	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	6105.62	30	203.52	0.73	0.8464	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	5251.78	30	175.06	0.63	0.9341	
Error	43102.42	154	279.89			
Total	184203.19	251				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.78984**

Error: 279.8858 gl: 154

SEMANA	Medias	n	E.E.						
4	91.75	36	2.79	A					
5	89.33	36	2.79	A	B				
3	83.89	36	2.79		B				
6	72.61	36	2.79			C			
7	62.36	36	2.79				D		
2	49.03	36	2.79					E	
1	32.17	36	2.79						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=11.01650**

Error: 279.8858 gl: 154

COBERTOR	SEMANA	Medias	n	E.E.								
CON	4	94.11	18	3.94	A							
CON	5	90.67	18	3.94	A	B						
SIN	4	89.39	18	3.94	A	B						
SIN	5	88.00	18	3.94	A	B						
CON	3	87.22	18	3.94	A	B	C					
SIN	3	80.56	18	3.94		B	C					
SIN	6	76.39	18	3.94			C	D				
CON	6	68.83	18	3.94				D	E			
SIN	7	63.61	18	3.94					E	F		
CON	7	61.11	18	3.94					E	F		
CON	2	57.78	18	3.94						F		
SIN	2	40.28	18	3.94							G	
CON	1	38.94	18	3.94							G	
SIN	1	25.39	18	3.94								H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## Apéndice 22. Análisis del cubrimiento de suelo por follaje de sandía ‘Allsweet’, durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

#### Cubrimiento Planta Sandía

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cubrimiento Planta Sandía	252	0.79	0.66	22.29

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	144578.01	97	1490.49	6.02	<0.0001	
BLOQUE	4746.38	2	2373.19	3.47	0.2238	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	2085.81	1	2085.81	3.05	0.2229	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	1368.60	2	684.30	2.77	0.0661	
BIOPLAGUICIDA	1108.46	5	221.69	0.76	0.5978	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	5362.50	5	1072.50	3.68	0.0377	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	2913.59	10	291.36	1.18	0.3100	
SEMANA	117052.69	6	19508.78	78.85	<0.0001	
COBERTOR*SEMANA	2994.77	6	499.13	2.02	0.0666	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	2656.79	30	88.56	0.36	0.9992	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	4288.42	30	142.95	0.58	0.9604	
Error	38104.10	154	247.43			
Total	182682.11	251				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=11.73712

Error: 291.3587 gl: 10

BIOPLAGUICIDA	COBERTOR	Medias	n	E.E.				
OXIDATE	CON	80.24	21	3.72	A			
AJO	CON	79.00	21	3.72	A	B		
CONTROL	CON	72.86	21	3.72	A	B	C	
TIMOREX	SIN	72.71	21	3.72	A	B	C	
SONATA	CON	71.76	21	3.72	A	B	C	
TRILOGY	SIN	71.10	21	3.72	A	B	C	
AJO	SIN	70.76	21	3.72	A	B	C	
CONTROL	SIN	68.67	21	3.72	A	B	C	
TRILOGY	CON	68.57	21	3.72	A	B	C	
TIMOREX	CON	68.19	21	3.72	B	C		
SONATA	SIN	66.48	21	3.72	C			D
OXIDATE	SIN	56.38	21	3.72				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.32426

Error: 247.4292 gl: 154

SEMANA	Medias	n	E.E.					
5	93.53	36	2.62	A				
4	91.31	36	2.62	A				
3	88.53	36	2.62	A				
6	75.14	36	2.62		B			
7	62.92	36	2.62			C		
2	50.56	36	2.62				D	
1	31.94	36	2.62					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 23. Análisis del cubrimiento de suelo por follaje de malezas en sandía ‘Crimson sweet’, durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

**Cubrimiento Maleza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cubrimiento Maleza	252	0.71	0.53	103.39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	52362.35	97	539.82	3.97	<0.0001	
BLOQUE	2402.57	2	1201.29	4.94	0.1683	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	6.67	1	6.67	0.03	0.8837	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	486.22	2	243.11	1.79	0.1705	
BIOPLAGUICIDA	159.27	5	31.85	0.23	0.9426	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	1051.12	5	210.22	1.49	0.2749	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	1406.78	10	140.68	1.04	0.4165	
SEMANA	43620.97	6	7270.16	53.51	<0.0001	
COBERTOR*SEMANA	78.08	6	13.01	0.10	0.9967	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	751.03	30	25.03	0.18	>0.9999	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	2399.63	30	79.99	0.59	0.9552	
Error	20923.76	154	135.87			
Total	73286.11	251				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5.42747**

Error: 135.8686 gl: 154

SEMANA	Medias	n	E.E.	
7	40.42	36	1.94	A
6	19.67	36	1.94	B
5	6.56	36	1.94	C
2	3.47	36	1.94	C
4	3.28	36	1.94	C
3	2.92	36	1.94	C
1	2.61	36	1.94	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 24. Análisis del cubrimiento de suelo por follaje de malezas en sandía ‘Allsweet’, durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de las Lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

**Cubrimiento Maleza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cubrimiento Maleza	252	0.68	0.47	102.07

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	28907.67	97	298.02	3.33	<0.0001	
BLOQUE	711.52	2	355.76	3.10	0.2441	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	357.14	1	357.14	3.11	0.2199	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	229.71	2	114.86	1.29	0.2796	
BIOPLAGUICIDA	433.38	5	86.68	0.62	0.6898	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	129.81	5	25.96	0.19	0.9618	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	1403.05	10	140.30	1.57	0.1204	
SEMANA	23188.44	6	3864.74	43.24	<0.0001	
COBERTOR*SEMANA	61.58	6	10.26	0.11	0.9946	
BIOPLAGUICIDA*SEMANA	1594.90	30	53.16	0.59	0.9520	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*SEM..	798.13	30	26.60	0.30	0.9999	
Error	13763.05	154	89.37			
Total	42670.71	251				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=4.40185**

Error: 89.3704 gl: 154

SEMANA	Medias	n	E.E.			
7	30.14	36	1.58	A		
6	16.25	36	1.58		B	
5	5.31	36	1.58			C
3	4.00	36	1.58			C
2	3.31	36	1.58			C
4	3.14	36	1.58			C
1	2.69	36	1.58			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## Apéndice 25. Análisis del número total de frutas producidas durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento número total d..	72	0.61	0.18	22.12

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	326.51	37	8.82	1.41	0.1584	
BLOQUE	20.36	2	10.18	7.12	0.1232	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	19.01	1	19.01	13.29	0.0677	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	2.86	2	1.43	0.23	0.7972	
BIOPLAGUICIDA	43.07	5	8.61	0.78	0.5885	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	43.40	5	8.68	0.78	0.5848	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	110.97	10	11.10	1.77	0.1048	
VARIEDAD	4.01	1	4.01	0.64	0.4292	
COBERTOR*VARIEDAD	36.13	1	36.13	5.76	0.0220	
BIOPLAGUICIDA*VARIEDAD	14.40	5	2.88	0.46	0.8034	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*VAR..	32.29	5	6.46	1.03	0.4156	
Error	213.14	34	6.27			
Total	539.65	71				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.69608

Error: 6.2688 gl: 34

COBERTOR	VARIEDAD	Medias	n	E.E.		
SIN	Allsweet'	12.78	18	0.59	A	
CON	Crimson sweet'	11.28	18	0.59	A	B
SIN	Crimson sweet'	10.89	18	0.59		B
CON	Allsweet'	10.33	18	0.59		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## Apéndice 26. Análisis del peso total de frutas producidas durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento peso total fru..	72	0.73	0.43	23.22

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	10429.92	37	281.89	2.47	0.0046	
BLOQUE	2280.29	2	1140.14	1.47	0.4050	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	100.47	1	100.47	0.13	0.7534	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	1552.09	2	776.04	6.79	0.0033	
BIOPLAGUICIDA	920.59	5	184.12	0.87	0.5314	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	1679.97	5	335.99	1.60	0.2475	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	2106.32	10	210.63	1.84	0.0899	
VARIEDAD	64.32	1	64.32	0.56	0.4582	
COBERTOR*VARIEDAD	485.42	1	485.42	4.25	0.0470	
BIOPLAGUICIDA*VARIEDAD	530.85	5	106.17	0.93	0.4742	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*VAR..	709.61	5	141.92	1.24	0.3112	
Error	3883.98	34	114.23			
Total	14313.90	71				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.24025

Error: 114.2347 gl: 34

COBERTOR	VARIEDAD	Medias	n	E.E.		
CON	Crimson sweet'	50.75	18	2.52	A	
SIN	Allsweet'	46.50	18	2.52	A	B
CON	Allsweet'	43.67	18	2.52	A	B
SIN	Crimson sweet'	43.19	18	2.52		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 27. Análisis del número de frutas mercadeables, producidas durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número frutas potencial me..	72	0.54	0.03	108.39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	35.29	37	0.95	1.06	0.4331	
BLOQUE	5.25	2	2.63	0.68	0.5944	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	1.68	1	1.68	0.44	0.5766	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	7.69	2	3.85	4.28	0.0220	
BIOPLAGUICIDA	8.96	5	1.79	4.01	0.0295	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	0.40	5	0.08	0.18	0.9638	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	4.47	10	0.45	0.50	0.8798	
VARIEDAD	1.68	1	1.68	1.87	0.1806	
COBERTOR*VARIEDAD	0.35	1	0.35	0.39	0.5385	
BIOPLAGUICIDA*VARIEDAD	2.40	5	0.48	0.53	0.7488	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*VAR..	2.40	5	0.48	0.53	0.7488	
Error	30.58	34	0.90			
Total	65.88	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.60831**

Error: 0.4472 gl: 10

BIOPLAGUICIDA	Medias	n	E.E.			
CONTROL	1.42	12	0.19	A		
AJO	1.25	12	0.19	A	B	
TRILOGY	0.83	12	0.19	A	B	C
SONATA	0.75	12	0.19		B	C
OXIDATE	0.58	12	0.19			C
TIMOREX	0.42	12	0.19			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Apéndice 28. Análisis del peso de frutas mercadeables, producidas durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso frutas potencial merc..	72	0.50	0.00	113.90

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	4234.82	37	114.45	0.93	0.5917	
BLOQUE	540.42	2	270.21	0.71	0.5835	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	123.38	1	123.38	0.33	0.6257	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	757.25	2	378.63	3.06	0.0598	
BIOPLAGUICIDA	1198.98	5	239.80	3.90	0.0319	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	80.50	5	16.10	0.26	0.9239	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	614.63	10	61.46	0.50	0.8798	
VARIEDAD	182.88	1	182.88	1.48	0.2322	
COBERTOR*VARIEDAD	58.23	1	58.23	0.47	0.4971	
BIOPLAGUICIDA*VARIEDAD	435.31	5	87.06	0.70	0.6241	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*VAR..	243.23	5	48.65	0.39	0.8497	
Error	4202.36	34	123.60			
Total	8437.18	71				

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.13140

Error: 61.4634 gl: 10

BIOPLAGUICIDA	Medias	n	E.E.			
CONTROL	16.46	12	2.26	A		
AJO	13.71	12	2.26	A	B	
SONATA	8.77	12	2.26		B	C
TRILOGY	8.67	12	2.26		B	C
OXIDATE	6.04	12	2.26			C
TIMOREX	4.92	12	2.26			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 29. Análisis del número de frutas no mercadeables inmaduras, producidas durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número frutas inmaduras pe..	72		0.56	0.07 54.70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	167.21	37	4.52	1.15	0.3422	
BLOQUE	0.33	2	0.17	0.05	0.9500	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	0.13	1	0.13	0.04	0.8609	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	6.33	2	3.17	0.81	0.4552	
BIOPLAGUICIDA	14.79	5	2.96	0.60	0.7047	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	19.13	5	3.83	0.77	0.5922	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	49.67	10	4.97	1.26	0.2891	
VARIEDAD	39.01	1	39.01	9.92	0.0034	
COBERTOR*VARIEDAD	0.12	1	0.12	0.03	0.8595	
BIOPLAGUICIDA*VARIEDAD	11.24	5	2.25	0.57	0.7212	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*VAR..	26.46	5	5.29	1.35	0.2690	
Error	133.67	34	3.93			
Total	300.88	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.94976**

Error: 3.9314 gl: 34

VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
Crimson sweet'	4.36	36	0.33	A
Allsweet'	2.89	36	0.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 30. Análisis del peso de frutas no mercadeables inmaduras, producidas durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso frutas inmaduras pequ..	72	0.56	0.08	60.83

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	3191.57	37	86.26	1.16	0.3339	
BLOQUE	43.76	2	21.88	0.64	0.6109	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	177.50	1	177.50	5.17	0.1509	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	68.72	2	34.36	0.46	0.6343	
BIOPLAGUICIDA	116.63	5	23.33	0.53	0.7499	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	338.65	5	67.73	1.54	0.2629	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	440.68	10	44.07	0.59	0.8092	
VARIEDAD	1012.88	1	1012.88	13.60	0.0008	
COBERTOR*VARIEDAD	1.27	1	1.27	0.02	0.8970	
BIOPLAGUICIDA*VARIEDAD	97.70	5	19.54	0.26	0.9304	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*VAR..	893.79	5	178.76	2.40	0.0574	
Error	2531.84	34	74.47			
Total	5723.41	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=4.13351**

Error: 74.4660 gl: 34

VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
Crimson sweet'	17.94	36	1.44	A
Allsweet'	10.44	36	1.44	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Apéndice 31. Análisis del número de frutas no mercadeables a causa de daño, producidas durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número frutas con daño	72	0.58	0.13	39.82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	349.93	37	9.46	1.28	0.2332	
BLOQUE	20.11	2	10.06	1.68	0.3737	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	28.13	1	28.13	4.69	0.1628	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	12.00	2	6.00	0.81	0.4517	
BIOPLAGUICIDA	31.57	5	6.31	0.92	0.5054	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	31.12	5	6.22	0.91	0.5124	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	68.50	10	6.85	0.93	0.5195	
VARIEDAD	91.12	1	91.12	12.36	0.0013	
COBERTOR*VARIEDAD	48.35	1	48.35	6.56	0.0151	
BIOPLAGUICIDA*VARIEDAD	17.12	5	3.42	0.46	0.7999	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*VAR..	1.90	5	0.38	0.05	0.9982	
Error	250.72	34	7.37			
Total	600.65	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.83955**

Error: 7.3742 gl: 34

COBERTOR	VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
SIN	Allsweet'	9.39	18	0.64	A
CON	Allsweet'	6.50	18	0.64	B
CON	Crimson sweet'	5.89	18	0.64	B
SIN	Crimson sweet'	5.50	18	0.64	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Apéndice 32. Análisis del peso de frutas no mercadeables a causa de daño, producidas durante el experimento de campo 2008. Estación Experimental Agrícola de lajas, Puerto Rico.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso frutas con daño	72	0.64	0.25	49.35

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	7222.76	37	195.21	1.64	0.0732	
BLOQUE	544.59	2	272.29	5.89	0.1451	(BLOQUE*COBERTOR)
COBERTOR	207.57	1	207.57	4.49	0.1682	(BLOQUE*COBERTOR)
BLOQUE*COBERTOR	92.45	2	46.23	0.39	0.6805	
BIOPLAGUICIDA	910.35	5	182.07	1.74	0.2129	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR	1157.82	5	231.56	2.21	0.1333	(BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BL..)
BIOPLAGUICIDA*COBERTOR*BLO..	1045.58	10	104.56	0.88	0.5598	
VARIEDAD	1393.48	1	1393.48	11.74	0.0016	
COBERTOR*VARIEDAD	947.94	1	947.94	7.98	0.0078	
BIOPLAGUICIDA*VARIEDAD	811.60	5	162.32	1.37	0.2610	
COBERTOR*BIOPLAGUICIDA*VAR..	111.39	5	22.28	0.19	0.9653	
Error	4037.09	34	118.74			
Total	11259.85	71				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.38158**

Error: 118.7380 gl: 34

COBERTOR	VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
SIN	Allsweet'	31.81	18	2.57	A
CON	Allsweet'	21.15	18	2.57	B
CON	Crimson sweet'	19.61	18	2.57	B
SIN	Crimson sweet'	15.75	18	2.57	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )