

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SANDÍA TIPO PERSONAL;
VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA
TESIS DE GRADO

JOSÉ MIGUEL GIRÓN RECINOS
CARNET 20392-08

ZACAPA, NOVIEMBRE DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SANDÍA TIPO PERSONAL;
VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
JOSÉ MIGUEL GIRÓN RECINOS

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS

ZACAPA, NOVIEMBRE DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

| | |
|--|--|
| RECTOR: | P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J. |
| VICERRECTORA ACADÉMICA: | DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO |
| VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: | ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO |
| VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: | P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J. |
| VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: | LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS |
| SECRETARIA GENERAL: | LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA |

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| DECANO: | DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS |
| VICEDECANA: | LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ |
| SECRETARIA: | ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES |
| DIRECTOR DE CARRERA: | MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA |

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. ROBERTO EDUARDO DUBÓN OBREGON

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. EDGAR ROLANDO GUIROLA OSORIO
ING. JORGE MARIO CABRERA MADRID
ING. SELVYN NEFTALI SANCE NERIO

Guatemala 14 de noviembre de 2015

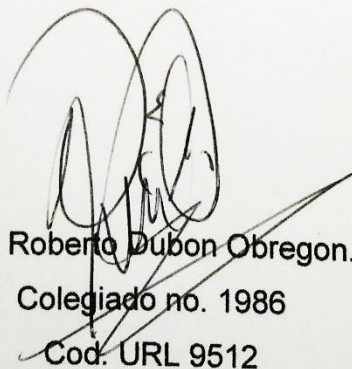
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante José Miguel Girón Recinos, carné 20392-08, titulada: "Rendimiento de Híbridos de sandía tipo personal; Valle del Motagua, Zacapa".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Roberto Dubon Obregon.
Colegiado no. 1986
Cod. URL 9512



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06390-2015**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JOSÉ MIGUEL GIRÓN RECINOS, Carnet 20392-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 06152-2015 de fecha 31 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SANDÍA TIPO PERSONAL;
VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 9 días del mes de noviembre del año 2015.



**ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**



AGRADECIMIENTOS

- A: Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de poderme superar y llegar a culminar un triunfo más en mi vida.
- A: La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación universitaria.
- A: Ing. Roberto Dubón Obregón, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.
- A: Al grupo de investigación de Agroexportadora High Q International S. A por el apoyo otorgado en el momento de la evaluación de dicha investigación.
- A: Gerente General de Agroexportadora High Q International S. A, Ing. Osmany Girón, por brindarme la apertura para desarrollar la presente investigación.

ACTO QUE DEDICO

- A Dios: Por ser el que me da el aliento de vida cada mañana, por ponerme pruebas difíciles pero no imposibles para poder superar en la vida y con eso he llegado a culminar una meta más en mi vida, por darme su bendición de rodearme de personas muy especiales.
- A Mi Padre: Randoph Eduardo Girón Portillo, por cada consejo en la vida, por haberme enseñado el valor de la vida y por estar siempre con su apoyo día con día Gracias Padre.
- A Mi Madre: Carolina Recinos De Girón por dedicarme el tiempo necesario en mi educación y por estar pendiente de mí en todo momento, por brindarme sus consejos que al día de hoy se lo agradezco infinitamente Gracias Madre.
- A Mi Hermano: Luis Eduardo Girón Recinos por su apoyo incondicional en todo momento por estar allí echándome porras Gracias Luisito.
- A Mi Abuelo: Luis Rolando Recinos Pinto por sus consejo y apoyo en todo momento ya que desde pequeño me inculco el amor a la agricultura.
- A Mi Abuela: Julia Guillermina Portillo por su apoyo incondicional en todo momento.
- A Mi Novia: Diana Noemy Chacón Reyes por su apoyo en todo momento en este logro tan importante en mi vida.
- Mi Familia: Tíos (as), Primos (as), Por los consejos brindados y el apoyo dado en todo momento de mi carrera universitaria.
- A Mis Amigos: Por su apoyo, compañía y de una a otra manera por sus consejos, con mucho aprecio.

INDICE GENERAL

PÁGINA

| | |
|---|----|
| RESUMEN | |
| SUMMARY | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 2 |
| 2.1 CULTIVO DE SANDIA (<i>Citrullus lanatus</i>) | 2 |
| 2.1.1 Historia de la sandia | 2 |
| 2.1.2 Taxonomía y morfología | 2 |
| 2.1.3 Importancia nutricional | 5 |
| 2.1.4 Usos de los frutos de sandia | 5 |
| 2.1.5 Exigencias de clima y suelo | 7 |
| 2.2 MEJORA GENÉTICA Y OBTENCIÓN DE SEMILLAS DE SANDIA | 8 |
| 2.2.1 Elección de material vegetativo | 9 |
| 2.2.2 Sandía triploide | 11 |
| 2.3 POLINIZACIÓN DE LA SANDÍA | 11 |
| 2.3.1 Polinización con abejas | 12 |
| 2.3.2 Polinización de la sandía triploide | 13 |
| III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 15 |
| 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO | 15 |
| IV. OBJETIVOS | 17 |
| 4.1 OBJETIVO GENERAL | 17 |
| 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 17 |
| V. HIPÓTESIS | 18 |
| VI. MATERIALES Y METODOS | 19 |
| 6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DEL ENSAYO | 19 |
| 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL | 19 |
| 6.3 FACTORES ESTUDIADOS | 20 |
| 6.4 TRATAMIENTOS EVALUADOS | 20 |
| 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL | 21 |
| 6.6 MODELO ESTADÍSTICO | 21 |
| 6.8 CROQUIS DE CAMPO | 22 |
| 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO | 22 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.9.1 | Preparación del terreno | 22 |
| 6.9.2 | Emplastado y desinfección del suelo | 23 |
| 6.9.3 | Trasplante | 23 |
| 6.9.4 | Fertilización | 23 |
| 6.9.5 | Control de malezas | 24 |
| 6.9.6 | Control de Plagas (insectos, hongos y bacterias) | 24 |
| 6.9.7 | Cosecha | 24 |
| 6.10 | VARIABLE RESPUESTA | 25 |
| 6.10.2 | Calidad de frutos | 25 |
| 6.10.2 | Rendimiento (kg/ha) | 25 |
| 6.11 | ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | 26 |
| VII. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 27 |
| 7.1 | CALIDAD DE FRUTOS DE SANDÍA | 27 |
| 7.1.1 | Grados de firmeza de los frutos de sandía | 27 |
| 7.1.2 | Sólidos solubles totales (Grados brix) en frutos de sandía | 28 |
| 7.1.3 | Longitud de los frutos de sandía | 30 |
| 7.1.4 | Diámetro de los frutos de sandía | 31 |
| 7.1.5 | Peso del fruto de sandía | 32 |
| 7.1.6 | Otras características varietales de los cultivos ensayados | 33 |
| 7.2 | RENDIMIENTO DE FRUTOS DE SANDÍA | 35 |
| VIII. | CONCLUSIONES | 38 |
| IX. | RECOMENDACIONES | 40 |
| X. | BIBLIOGRAFÍA | 41 |
| | ANEXOS | 45 |
| | Anexo 1. Firmeza de los frutos de sandía | 45 |
| | Anexo 2. Sólidos solubles totales (Grados brix) promedio de los frutos de sandía | 46 |
| | Anexo 3. Longitud promedio de los frutos de sandía | 47 |
| | Anexo 4. Diámetro promedio de los frutos de sandía | 48 |
| | Anexo 5. Peso promedio de los frutos de sandía | 49 |
| | Anexo 6. Rendimiento promedio de los frutos de sandía | 50 |

INDICE DE CUADROS

PÁGINA

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Composición nutritiva de 100 g de fruto de sandía. | 6 |
| Cuadro 2. Temperaturas críticas para sandía sin injertar en las distintas fases de desarrollo. | 7 |
| Cuadro 3. Tratamientos de híbridos de sandía a evaluar | 21 |
| Cuadro 4. Análisis de varianza para el grado de firmeza en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 27 |
| Cuadro 5. Análisis de varianza para sólidos solubles totales en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 29 |
| Cuadro 6. Análisis de varianza de la longitud de los frutos en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 30 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza del diámetro del fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 31 |
| Cuadro 8. Análisis de varianza del peso del fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 33 |
| Cuadro 9. Características varietales de las variedades de sandía evaluadas en valle del Motagua. | 34 |
| Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento comercial en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 36 |

| INDICE DE FIGURAS | PÁGINA |
|---|---------------|
| Figura 1. Unidad experimental de la parcela bruta y neta. | 22 |
| Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo. | 22 |
| Figura 3. Análisis de medias de Tukey para el grado de firmeza en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 28 |
| Figura 4. Análisis de medias de Tukey para los sólidos solubles totales (grados brix) en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 30 |
| Figura 5. Análisis de medias de Tukey para la longitud del fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 31 |
| Figura 6. Análisis de medias de Tukey para el diámetro del fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 32 |
| Figura 7. Análisis de medias de Tukey para el peso de fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 33 |
| Figura 8. Calibre de frutas en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 35 |
| Figura 9. Rendimiento total, comercial y rechazo en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 36 |
| Figura 10. Análisis de medias de Tukey para el rendimiento comercial de frutos en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua. | 37 |

RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE SANDÍA TIPO PERSONA; VALLE DEL MONTAGIA, ZACAPA

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo generar información sobre híbridos de sandía que llenen las características cualitativas que demanda el mercado local y de exportación, en el valle del Motagua, Zacapa. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los materiales evaluados fueron SWT 7138, SWT 0204, SWT 006, Lady belle y Extazy. Las variables respuesta fueron: sólidos solubles totales (grados Brix); largo, diámetro, firmeza, peso y rendimiento comercial de frutos, así como; otros aspectos cualitativos de la calidad como forma y color externo del fruto; color de la pulpa, sabor y crunch de la pulpa. Los resultados fueron los siguientes: el material Extazy presentó la mayor firmeza, alto grado de sólidos solubles totales y peso del fruto con valores de 4.48 kg/cm², 13.22 °brix y 3.4 kg/fruto respectivamente; los cultivares más uniformes en longitud y altura de los frutos de sandía fueron Extazy y SWT 0061 con un promedio de 20.98 y 19.74 cm de longitud y de 23.20 y 21.80 cm de alto respectivamente; en lo referente al vigor de la planta, forma del fruto, color de la piel, cavidad, color, sabor, crujiente y rendimiento comercial, los mejores cultivares fueron Extazy y SWT 0061, cuyos rendimientos comerciales se encuentran entre 34 a 37.5 mil kg/ha. Por lo que se recomienda técnicamente a los productores de sandía del valle del Motagua, para producir frutos de sandía del tipo personal utilizar los materiales Extazy y SWT 0061. Sin embargo se sugiere continuar las investigaciones para darle validación a los resultados obtenidos.

YIELD OF PERSONAL TYPE WATERMELON HYBRIDS; MONTAGUA VALLEY, ZACAPA

SUMMARY

The objective of this research study was to generate information on watermelon hybrids that satisfy the qualitative characteristics demanded by the local and export market in the Motagua valley, Zacapa. A complete randomized block design with five treatments and five replicates was used. The evaluated materials were: SWT 7138, SWT 0204, SWT 0061, Lady belle, and Extazy. The response variables were: total soluble solids (degree Brix); length, diameter, firmness, weight, and fruit commercial yield, as well as other qualitative aspects related with quality, like shape and fruit external color; pulp color, flavor, and pulp crunchiness. The results were the following: the Extazy material showed the greatest firmness, high level of total soluble solids, and fruit weight with 4.48 kg/cm², 13.22 °brix and 3.4 kg/fruit, respectively. The cultivars with greater uniformity regarding fruit length and height were Extazy and SWT 0061, with an average length of 20.98 and 19.74 cm, and a height of 23.20 and 21.80 cm, respectively. Regarding the plant's vigor, fruit shape, skin color, cavity, color, flavor, crunchiness and commercial yield, the best cultivars were Extazy and SWT 0061, the commercial yields of which are between 34,000 and 37,500 kg/ha. Therefore, technically, the recommendation for the watermelon producers of the Motagua valley is to produce personal type watermelon fruits and to use the Extazy and SWT 0061 materials. However, it is suggested to carry out further research to validate the results obtained.

I. INTRODUCCIÓN

En décadas pasadas las variedades de sandía que se comercializaban contenían semillas oscuras y duras. Sin embargo, en los últimos diez años los consumidores han mostrado su preferencia hacia híbridos de sandía triploides, con frutos sin semillas. Este es uno de los dos factores principales que han hecho que el cultivo de sandía haya cambiado mucho en los últimos 10 años (Primaflor, 2013).

El otro factor que ha venido a direccionar la línea de producción de sandías es la tecnificación del uso y aplicación de insumos, debido a que la demanda de sandías cada día es mayor. En la actualidad se producen dos tipos de sandías: las sandías grandes o tipo familiar y las sandías tipo personal.

Los híbridos de sandías personales sembradas comercialmente en el valle del Motagua, se caracterizan por su maduración tardía y heterogénea, por lo que se realizan de tres a cuatro cortes por cosecha. El aumento de días a cosecha influye en el incremento de número de riegos para que los frutos de sandía alcancen la madurez fisiológica. Otro problema que se ha determinado, es el periodo de inicio de la cosecha que es muy variable y en ocasiones éste se inicia a los 63 días después del trasplante (ddt) y en otras temporadas se llega a los 68 ddt. Estos son factores que contribuye al aumento de los costos de producción, principalmente por la cantidad de jornales por hectárea (Cardona, 2014, entrevista personal).

Por lo anterior, se generó información sobre híbridos de sandía que llenen las características cualitativas que demanda el mercado local y de exportación, en el valle del Motagua, Zacapa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 CULTIVO DE SANDIA (*Citrullus lanatus*)

2.1.1 Historia de la sandía

La sandía es considerada originaria de países de África tropical y su cultivo se remonta desde hace siglos a la ribera del Nilo, desde donde se extendió a numerosas regiones bañadas por el mar Mediterráneo. Los pobladores europeos fueron quienes la llevaron hasta América, donde su cultivo se extendió por todo el continente. Hoy en día es una de las frutas más extendidas por el mundo, y los principales países productores son: Turquía, Grecia, Italia, España, China y Japón. Se tiene constancia de más de cincuenta variedades de sandía, que se clasifican en función de la forma de sus frutos, el color de la pulpa, el color de la piel, el peso, el período de maduración, etc. (Camacho y Fernández, 2000).

2.1.2 Taxonomía y morfología

Según Moroto, Gómez y Pomares (2002), la sandía se clasifica taxonómicamente de la forma siguiente:

| | |
|--------------|-------------------------|
| División: | Embriophyta |
| Subdivisión: | Angiospermas |
| Clase: | Dicotiledóneas |
| Orden: | Cucurbitales |
| Familia: | Cucurbitaceae |
| Género: | <i>Citrullus</i> |
| Especie: | <i>C. lanatus</i> Thunb |

Las características morfológicas del cultivo de la sandía es la siguiente:

La planta de sandía tiene un hábito de crecimiento de guía rastrera. Los tallos son delgados con vellosidades o tricomas, angulares y con hendiduras superficiales. Se

pueden observar zarcillos ramificados en cada nudo a lo largo del tallo. Los tallos son ramificados y la longitud de los mismos puede alcanzar los 10 m, aunque hay variedades de tipo enano (genes *dw-1* y *dw-2*) con guías de longitud reducida y ligeramente menos ramificados (Juárez, 2008).

El inicio del desarrollo aéreo de la planta se produce con un solo brote (brote principal), no emergiendo otros brotes hasta que existen de 5 a 8 hojas bien desarrolladas. Cuando la planta ha completado ese desarrollo se inician las brotaciones de segundo orden en las axilas de las hojas (nudos del tallo) del brote principal. De estos brotes de segundo orden (secundarios), emergen brotes terciarios y así sucesivamente hasta que se conforma la planta cuyo desarrollo vegetativo llega a cubrir de 4 a 5 m² (Camacho y Fernández, 2000).

Las raíces son extensas pero no profundas, con una raíz pivotante principal y muchas raíces laterales o secundarias (Juárez, 2008; Maroto, 1996).

Actualmente este órgano de la planta carece de importancia, debido a que el 95% se cultiva injertada sobre patrón de *C. maxima* x *C. moschata*. Estos patrones son totalmente afines con la sandía, confieren a la parte aérea gran vigor, teniendo un desarrollo radicular muy potente con raíces de gran tamaño bien suberificadas blancas (Camacho y Fernández, 2000).

Los tallos son herbáceos, de color verde, recubiertos de pilosidad, se extienden por el suelo de modo rastrero llegando a tener longitudes de 4 a 6 m. Poseen zarcillos que pueden ser bífidos o trifidos (Camacho y Fernández, 2000).

Las hojas son pinnado-partidas y están divididas en tres a cinco lóbulos de apariencia redondeada, que a su vez aparecen divididos en varios segmentos redondeados, presentando en talladuras profundas sin llegar a la nerviación principal. El haz de la hoja tiene apariencia lisa, mientras que el envés presenta aspecto áspero y está recubierto de pilosidades (Camacho y Fernández, 2000).

Es planta monoica, apareciendo las flores solitarias tanto masculinas como femeninas en las axilas de las hojas. La diferenciación de la flor por sexo es sencilla, la flor femenina posee un ovario ínfero que se ve a simple vista (fruto incipiente). El cáliz es de color verde, con sépalos libres y la corola formada por cinco pétalos de color amarillo. La flor femenina aparece tanto en el brote principal como en los brotes secundarios y terciarios, la primera flor femenina aparece en la axila de la hoja 7 a 10 del brote principal. La polinización es entomófila. Como sucede en otras cucurbitáceas, existe correlación entre el número de tubos polínicos germinados y el tamaño del fruto (Camacho y Fernández, 2000; Maroto, 1996).

Las flores de sandía son estaminadas (macho), perfectas (hermafroditicas), o pistiladas (hembra). Las primeras flores en aparecer son las masculinas o estaminadas. La proporción de flores fluctúa entre 7 a 14 flores estaminadas por una flor pistilada. Existen genotipos que dan flores pistiladas antes que aparezcan flores estaminadas; así como también hay genotipos en los que la proporción antes mencionada puede ser menor. La aparición temprana de flor femenina o pistilada es deseable especialmente si la fertilidad en las mismas es alta debido a que asegura un amarre temprano de fruto. Las flores pistiladas tienen un ovario inferior cuyo tamaño y forma se correlaciona con el tamaño y forma final del fruto (Juárez, 2008; Camacho y Fernández, 2000).

El fruto de la sandía es una baya globosa u oblonga en pepónide con pesos que oscilan entre los dos a veinte kg y un grosor de cascara de 1 a 4 cm. El color de la corteza es variable, puede ser uniforme, verde oscuro, verde claro o amarillo o bien a franjas de colores amarillento, grisáceo, verde claro sobre fondos de diversas tonalidades verdes. La pulpa de color rojo, rosado o amarillo lleva en su interior las semillas de tamaño variable (dependiendo del cv) y de color variable, negras, marrón o blancas (Camacho y Fernández, 2000).

Las semillas de sandía germinan entre 2 a 14 días después de la siembra dependiendo de la temperatura y humedad pero el contenido cromosomas también influye en la

germinación. La temperatura ideal de germinación es de 30 a 35 °C; y las semillas no germinarán por debajo de los 15 °C. En general las semillas de tipo diploide (2 cromosomas por célula) germinan más rápido; seguidas por las semillas de tipo tetraploide (4 cromosomas por célula); y finalmente las semillas de tipo triploide (3 cromosomas por célula) (Juárez, 2008).

Las semillas continúan su maduración al mismo tiempo que el fruto también alcanza su maduración fisiológica y consumo. No existe dormancia en la semilla de sandía y en caso necesario éstas pueden ser sembradas inmediatamente después de su extracción (Juárez, 2008).

2.1.3 Importancia nutricional

La sandía es la fruta que más cantidad de agua contiene (93%), por lo que su valor calórico muy bajo, 20 cal por 100 g. Los niveles de vitaminas y sales minerales son pocos relevantes, siendo el potasio y magnesio los que más destacan, si bien en cantidades inferiores comparados con otras frutas. El color rosado de la pulpa se debe a la presencia del pigmento licopeno, sustancia con capacidad antioxidante. En el cuadro 1, la composición nutritiva de 100 g de fruto de sandía (Mendoza, 2009).

2.1.4 Usos de los frutos de sandía

Los frutos de sandía es un magnífico diurético, es decir, aumenta la producción de orina, por lo que su consumo está indicado para quienes padecen cálculos renales, ácido úrico elevado, hipertensión y otras enfermedades que cursen con retención de líquidos. Resulta interesante comer abundante sandía tras un día de excesos alimenticios, pues al ser diurética, favorece la eliminación de sustancias de desecho por la orina, por lo que resulta una ayuda perfecta como desintoxicante (Reina, 2007).

Cuadro 1. Composición nutritiva de 100 g de fruto de sandía.

| Componente | Contenido |
|--------------------|------------------|
| • Agua | 92.00% |
| • Carbohidratos | 7.20 g |
| • Proteínas | 0.60 g |
| • Lípidos | 0.40 g |
| • Calcio | 8.10 mg |
| • Fósforo | 8.90 mg |
| • Hierro | 0.20 mg |
| • Potasio | 116.00 mg |
| • Sodio | 2.00 mg |
| • Vitamina A | 365.10 ug |
| • Tiamina | 0.08 mg |
| • Riboflavina | 0.04 mg |
| • Niacina | 0.20 mg |
| • Ácido ascórbico | 9.50 mg |
| • Valor energético | 32.10 cal |

(Mendoza, 2009).

Las variedades de sandía cuya pulpa es de color rosado y rojo, se consideran una fuente moderada de licopeno. Numerosos estudios científicos han puesto de manifiesto que el licopeno tiene propiedades antioxidantes y que, incluyendo en la dieta alimentos ricos en dicha sustancia, como la sandía, se reduce el riesgo de ciertos tipos de cáncer en general, y de páncreas, pulmón, colon y de próstata, en particular. Un elevado nivel de licopeno en el plasma sanguíneo se asocia especialmente con una menor incidencia de éste último tipo de cáncer. Asimismo, el licopeno, por su actividad antioxidante, actúa contra los radicales libres, sustancias nocivas para el organismo, lo que justifica el papel del consumo de sandía en la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y degenerativas. Por otra parte, los estudios continuados sobre los carotenoides, entre los que se encuentra el licopeno, ofrecen pruebas que avalan la existencia de una serie de acciones biológicas de estas sustancias, como efectos beneficiosos sobre el sistema inmunológico y el control del crecimiento y de la diferenciación celular (Reina, 2007).

Dado que es una de las frutas menos abundantes en potasio, las personas que sufren de insuficiencia renal y siguen una dieta controlada en este mineral, pueden consumirla con moderación, pero en mayor cantidad que la mayoría de las frutas (Reina, 2007).

2.1.5 Exigencias de clima y suelo

Para Chemonics International, Inc. (2008), el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

- **Temperatura**

La sandía es menos exigente en temperatura que el melón, siendo los cultivares triploides más exigentes que los normales, presentando además mayores problemas de germinación. Cuando las diferencias de temperatura entre el día y la noche son de 20 a 30 °C, se originan desequilibrios en las plantas: en algunos casos se abre el cuello y los tallos y el polen producido no es viable (Chemonics International, Inc., 2008).

En el cuadro 2 se presenta las temperaturas óptimas para el cultivo de sandía.

Cuadro 2. Temperaturas críticas para sandía sin injertar en las distintas fases de desarrollo.

| Características | Temperatura |
|----------------------------|------------------------------|
| Detención de la vegetación | 11 a 13 °C |
| Germinación | Mínima 15 °C Óptima 25 °C |
| Floración óptima | 18 a 20 °C |
| Desarrollo óptimo | 23 a 28 °C |
| Maduración del fruto | 23 a 28 °C |

(Chemonics International, Inc., 2008)

- **Humedad**

La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 a 80 %, siendo un factor determinante durante la floración. La precipitación pluvial debe oscilar entre 800 a 1000 mm, las altas precipitaciones pluviales no son recomendables, debido a la incidencia de

enfermedades, y por la obtención de frutos de baja calidad (Chemonics International, Inc., 2008).

- **Exigencias en suelo**

La sandía no es muy exigente en suelos, aunque le van bien los suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y nutrientes. No obstante, la realización de la técnica del enarenado (técnica agrícola que consiste en la adición de una capa de arena sobre el suelo de la parcela) hace que el suelo no sea un factor limitante para el cultivo, debido a que una vez implantado la movilidad de algunos elementos nutritivos aplicados a través de fertirrigación o otra técnica, como el fósforo que está ligado al nivel térmico del suelo estén disponibles para su asimilación rápidamente (Chemonics International, Inc., 2008).

2.2 MEJORA GENÉTICA Y OBTENCIÓN DE SEMILLAS DE SANDIA

La obtención y conservación de variedades de sandía se realiza por empresas especializadas. La obtención de nuevas variedades se efectúa casi exclusivamente por hibridación, de manera que la nueva variedad o F1 es el resultado del cruce de dos variedades o líneas puras diferentes. La ventaja de las variedades híbridas son su uniformidad, vigor y productividad (Gutiérrez y Villa, 2002).

La obtención de variedades triploides, que producen frutos sin semillas, se efectúa de un modo similar a los híbridos, usando como parental femenino uno que tenga una dotación cromosómica doble de lo normal ($4n$, tetraploide), que al cruzarlo con el parental masculino normal ($2n$, diploide), nos da una descendencia con un número de cromosomas impar ($3n$, triploide), lo que le impedirá en reproducción sexual la obtención de descendencia, es decir, de semillas, pero no de frutos, que se desarrollan a partir del ovario de la flor, tras la polinización (Gutiérrez y Villa, 2002).

Para la producción comercial usando cultivares de sandía sin semillas (triploides), es necesario usar como polinizador una variedad diploide (normal) distribuida

homogéneamente en la parcela, debido a que la triploide produce mucho menos polen, recomendándose también colocar al menos dos colmenas por hectárea en el interior de la parcela. El número de plantas del polinizador debe estar entre el 25 a 35% (Gutiérrez y Villa, 2002)

De acuerdo a Gutiérrez y Villa (2002) al realizar lo anterior es imprescindible:

- Que el polinizador produzca flores masculinas con abundante polen, al menos durante el mismo tiempo que la variedad sin semillas esté produciendo flores femeninas.
- Que se distingan perfectamente los frutos de cada variedad para que no se puedan mezclar. Por ejemplo, la trípode puede ser de piel rayada y la polarizadora de piel verde oscura. Se puede obtener un 33% de polinizador plantando dos filas enteras de triploide seguidas de una de polinizador, de modo que siempre habrá una línea de polinizador contigua a la variedad sin pepitas.

| 33% de polinizador | Polinizador dentro de hileras, Proporción 1:3 (25%) |
|--------------------|---|
| 0 X 0 0 X 0 0 X 0 | X 0 0 0 X 0 0 0 X 0 0 0 |
| 0 X 0 0 X 0 0 X 0 | X 0 0 0 X 0 0 0 X 0 0 0 |
| 0 X 0 0 X 0 0 X 0 | X 0 0 0 X 0 0 0 X 0 0 0 |
| 0 X 0 0 X 0 0 X 0 | X 0 0 0 X 0 0 0 X 0 0 0 |
| 0 X 0 0 X 0 0 X 0 | X 0 0 0 X 0 0 0 X 0 0 0 |

X = Polinizador, sandía con pepitas. 0 0 0 0 0

0 = Plantas de sandía sin pepitas. 0 X 0 X 0

2.2.1 Elección de material vegetativo

La elección de variedades a cultivar por parte de los productores de acuerdo a Camacho y Fernández (2000) obedece a los siguientes criterios:

Adecuación del cultivo al medio de que dispone para obtener la mayor productividad del mismo, que se podría medir en producción total comercial, producción precoz y peso medio de los frutos, y a criterios de mercado, de demanda de frutos con características determinadas: forma del fruto, color de la corteza, color de la pulpa, sabor, con semillas o sin semillas (Camacho, 1998).

Las variedades de sandía que se cultivan actualmente en la horticultura moderna son híbridos F1 buscando uniformidad y productividad. Para posibilitar su cultivo de modo rentable se ha recurrido al injerto ya que la resistencia a enfermedades en el caso de cvs de sandía no fueron los deseados (Miguel, 1997).

Según Camacho y Fernández (2000), pueden considerarse dos grupos de variedades híbridas existentes en el mercado:

- Variedades "Tipo Sugar Baby", de corteza verde oscuro.
- Variedades "Tipo Crimson", de corteza rayada.

Dentro de ambos tipos pueden considerarse sandías con semillas y sin semillas, aunque generalmente las sandías triploides son del "tipo Crimson", por lo que la piel rayada está siendo un carácter diferenciador para el consumidor entre sandía con semillas y sin semillas. Deberá ser según los requerimientos que el mercado demande, siguiendo características tales como: resistencia a virosis, enfermedades, buena firmeza, soporte al manipuleo y transporte al mercado (Alvarado, 2008).

Charleston Gray: es de las variedades grandes la más conocida, es preferida por los productores por ser muy resistente al transporte. Sus frutos son de tamaño mediano a grande, cilíndricos alargados y lisos; la epidermis es verde claro, con líneas más oscuras, la carne es roja, dulce y las semillas son negras. Es una variedad resistente a Fusarium y Antracnosis, con buen desarrollo de follaje (Alvarado, 2008).

Jubilee: tiene frutos alargados con extremos redondos, con franjas verde claro y verde oscuro. Los frutos presentan buena resistencia al transporte y pesan 10 a 13 kg. Es una variedad resistente a Fusarium raza 1 y a Antracnosis (Alvarado, 2008).

Variedades pequeñas: tienen un promedio de peso oscila entre 3.5 a 6.5 kg por fruto. Estas variedades producen hasta 4 a 6 frutos por planta (Alvarado, 2008).

2.2.2 Sandía triploide

La producción de semilla triploide (que después producirá frutos sin semilla) se logra a través de cruzar una línea tetraploide como el componente femenino, con una línea diploide como donante de polen. El cruzamiento inverso no produce semilla (Martínez, 2011).

El polen que producen las plantas triploides no es viable y la cantidad del mismo es mínima. Es por ello que en un campo de producción de sandías sin semillas se debe de sembrar las plantas triploides acompañadas con un polinizador diploide (Martínez, 2011).

Desde el prisma del consumidor, la sandía triploide (apirena) se diferencia fundamentalmente de las tradicionales en que apenas tienen “pepitas”; las pocas que poseen no están lignificadas, facilitando el consumo incluso para los más pequeños del hogar. Es un producto muy apreciado por un nuevo segmento de mercado consumidor muy exigente. Los valores añadidos de las sandías triploides se traducen en su precio en el mercado, considerablemente más alto que las diploides o tradicionales, siendo un cultivo más rentable para el agricultor (Camacho y Fernández, 2000).

2.3 POLINIZACIÓN DE LA SANDÍA

Cuando las plantas han pasado por una serie de estados de desarrollo y se dan unas condiciones ambientales concretas se produce la floración (Camacho, 2003). Durante la floración, las yemas florales darán lugar a las flores masculinas o femeninas, teniendo la nutrición, la temperatura y el fotoperiodo gran influencia sobre la iniciación floral. Una vez aparezcan las flores femeninas, el estado sanitario y el vigor de la planta han de ser idóneos para que el polen pueda desprenderse y fecundar la flor femenina (Rodríguez, 2004).

La fecundación de los frutos comienza con la emisión de granos de polen, los cuales son transportados de la flor masculina a la femenina por medio de abejas (*Apis mellifera* L.), otros insectos o aire. Una vez que el polen está sobre el estigma de la flor femenina se

produce su germinación y la emisión del tubo polínico, el cual avanza por el interior del estilo hasta llegar a la cercanía de un óvulo. Por la acción de las células sinérgidas, se produce la división del núcleo germinativo del grano de polen y la doble fecundación de la ovocélula y el núcleo secundario. El cigoto formado comienza a dividirse para ir formando el embrión y el núcleo triploide hace lo propio y forma los tejidos de reserva de la futura semilla. Las cubiertas de los óvulos se transformarán en las cubiertas de la semilla (Camacho, 2003).

La emisión del tubo polínico y su posterior desarrollo está condicionado por la naturaleza bioquímica del jugo que recubre el estigma y de los nutrientes suministrados por el estilo. El desarrollo del tubo polínico ha de ser rápido, de modo que cuando llegue al óvulo, éste se encuentre vivo. Este proceso de polinización y fecundación puede ser alterado por distintas circunstancias, contribuyendo a la falta de fecundación, produciéndose la esterilidad (Calizaya, 2013).

Las causas más frecuentes de esterilidad de acuerdo a Calizaya (2013) son:

- Emisión de polen no viable.
- Falta de sincronización en la maduración del polen y los óvulos. Es frecuente entre variedades distintas.
- Aborto del óvulo antes de que el polen llegue al ovario.
- Posición cromosómica del óvulo es diferente a la del polen. Es el caso de polinización entre variedades diploides y triploides o tetraploides $[(2n * 4n)/3n]$.

2.3.1 Polinización con abejas

La polinización efectiva del polen en el proceso de polinización es el principal factor que afecta a la producción de frutos; esto es particularmente más importante para especies que requieren la polinización cruzada como es el caso de los cultivares triploides que precisan de la intercalación de planta polinizadora para el cuaje de fruto (Huitrón, 2005; citado por Martínez, 2011).

La sandía necesita de gran cantidad de polen para que tenga lugar un buen cuajado y desarrollo de los frutos; por ello resulta conveniente colocar colmenas. Las abejas (*Apis mellifera L.*) son las encargadas de transportar el polen de las flores masculinas a las femeninas, aunque utilizan la flor con doble propósito, como fuente de polen y de néctar ((Huitrón, 2005; citado por Martínez, 2011).

La utilización de las abejas para el cuaje de fruto en el cultivo de sandía, es la forma más segura y eficaz para una correcta polinización de la sandía; no obstante, es importante considerar que su actividad se ve muy limitada en condiciones desfavorables para la polinización (temperatura y radiación solar bajas), dando como consecuencia una pobre fructificación (Huitrón, 2005; citado por Martínez, 2011).

Para conseguir un buen desarrollo del fruto de la sandía se considera necesaria la afluencia media de 500 a 1000 granos de polen por cada flor femenina, lo que se consigue con una población de una abeja por cada 100 flores femeninas y unas diez visitas de la abeja a la flor (Maynard, Collison; citados por Maroto *et al.*, 1996). Para ello se colocan de dos a cuatro colmenas por hectárea, a veces incluso más; dependiendo de la superficie del cultivo, del marco de plantación, del estado vegetativo del cultivo y de la climatología (Huitrón, 2005; citado por Martínez, 2011).

Los factores ambientales condicionan la polinización con abejas, y que por ejemplo el viento afecta al vuelo de éstas, teniendo que hacer un esfuerzo mayor, disminuyendo su actividad en días ventosos. En días de lluvia impide a las abejas salir pues al mojarse las alas se incapacitan para aletear (Huitrón, 2005; citado por Martínez, 2011).

2.3.2 Polinización de la sandía triploide

La movilización efectiva del polen en el proceso de polinización es el principal factor que afecta a la producción de frutos; esto es particularmente más importante para especies que requieren la polinización cruzada, como es el caso de los cultivares triploides que

precisan de la intercalación de planta polinizadora para el cuaje del fruto ((Huitrón, 2005; citado por Martínez, 2011).

El polen que producen las plantas triploides no es viable y la cantidad del mismo es mínima. Es por ello que en un campo de producción de sandía sin semillas se deben trasplantar las plantas triploides acompañadas de un polinizador diploide (Juárez, 2008).

En el cultivo de sandías sin semillas, como las variedades triploides producen muy poco polen, se necesita intercalar un suficiente número de plantas de polinizador pero además que sea una variedad cuyas flores masculinas produzcan abundante polen para asegurar una buena cantidad de polen por flor triploide femenina (López *et al.*, 1996; citado por Camacho y Fernández, 2000).

En esta asociación de sandía triploide con diploide, cuanto menor sea la proporción de polinizador, mayor deber ser la población de abejas (Camacho y Fernández, 2000). Recordemos que tiempo nublado, lluvia o frío no favorecen su vuelo durante la floración de la sandía y, por tanto, suele haber problemas de cuaje.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La sandía (*Citrullus lanatus*) también conocida como melón de agua, pertenece a la familia de las Cucurbitáceas. Es una de las frutas con mayor tamaño, ya que puede llegar a alcanzar los 20 kg y a desarrollar un diámetro de 30 cm. No obstante, las nuevas exigencias de los mercados y gustos europeos hacen que las sandías cultivadas para la exportación posean pesos comprendidos entre 3 a 8 kg/fruto, tendiendo a reducirlo hasta llegar a piezas de 2 kg/fruto o menos (Región de Murcia Digital, 2011).

Una de las decisiones de manejo más importantes a las que se enfrentan los productores de sandía del valle del Motagua al momento de la siembra, es la correcta selección del híbrido a producir. En las zonas productoras de sandía la elección del híbrido representa el 35% de los costos para el productor. Para mantener la competitividad, los productores deben introducir de manera regular, año a año, nuevos híbridos, que se adapten al clima, al manejo del cultivo en el área de producción, al tipo de suelo y humedad de este, que sea tolerante a plagas y enfermedades, un buen grado de precocidad, tener buenos atributos de pre y post cosecha, que son factores que determinan los rendimientos del cultivo.

Cuando se realizan tres cortes de sandía, el porcentaje de fruta por cada corte debe ser de: 65% para el primer corte; 25% segundo corte y 10% para el tercer corte y para cuatro cortes, el porcentaje de fruta cortada varía de la siguiente forma: 60% para el primer corte, 20% para el segundo corte, 15% para el tercer corte y 5% para el cuarto corte. Por lo ideal sería tener un material vegetativo que concentre más del 70% de la producción en el primer corte (Cardona, 2014, entrevista personal).

El desarrollo del ciclo vegetativo de la sandía es tan variado que genera otros inconvenientes como lo son: el atraso en la preparación del terreno para el siguiente ciclo de cultivo; permanencia del follaje más tiempo en el campo; desarrollo de plagas,

principalmente mosca blanca, lo cual también genera otro aumento en los costos del manejo de estos insectos y algunas enfermedades (Dubón, 2014, entrevista personal).

Con la evaluación de cinco híbridos de sandías tipo personal, en el valle del Motagua, se conocerán las características agronómicas con claridad y se determinará cuál es el material que presenta mejor calidad y un mayor rendimiento de fruto.

Con la información que se obtengan se determinará si existe al menos un híbrido de sandía tipo personal, con el potencial de ser utilizado comercialmente, para tener una alternativa al híbrido Extazy, material que se cultiva actualmente y que se caracteriza por: su fruto redondo, de sabor muy dulce, crujiente, de 2.5 a 3.5 kg/fruto, de alto rendimiento y apta para zonas muy cálidas.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Generar información sobre híbridos de sandía que llenen las características cualitativas que demanda el mercado local y de exportación, en el valle del Motagua, Zacapa.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las características de calidad (sólidos solubles totales, firmeza, longitud y altura del fruto, color y forma del fruto, entre otros) de los frutos de cinco híbridos de sandía tipo personal, en el valle del Motagua, Zacapa.

Determinar el rendimiento de frutos de cinco híbridos de sandía tipo personal, en el valle del Motagua, Zacapa.

V. HIPÓTESIS

Al menos un material de sandía tipo personal evaluado presenta diferencias significativas en la calidad de los frutos.

Al menos un material de sandía tipo personal evaluado presenta diferencias significativas en el rendimiento de frutos.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DEL ENSAYO

El ensayo se realizó en la empresa Agroexportadora High Q International S. A., en el campo San Lucas Pozo 3 Turno 6, en el valle del Motagua, Zacapa, a una distancia aproximada de 140 km de la ciudad capital y a 15 km de la ciudad de Zacapa. El área experimental se ubica en las Coordenadas Geográfica 14°57'16.90" Latitud Norte y 89°45'42.20" Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

Según Holdridge (1982), las condiciones ecológicas del área de estudio, la ubican como una zona de vida Monte Espinoso Sub Tropical Seco, en la serie de Suelos de los Valles, los cuales son poco profundos, con topografía que va de plano a ligeramente inclinado. La textura del suelo es franco arcilloso. Las temperaturas que oscilan entre los 26 a 36°C y una altura promedio de 230 msnm.

Simmons, Tárano y Pinto (1959), señalan que los suelos del área de estudio, están clasificados dentro de la serie de Suelos de los Valles, que se caracteriza por ser de textura muy pesada, casi impermeables al agua y aire. El material madre es ceniza volcánica, con terrenos de relieve planos, drenaje interno malo.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Los materiales utilizados fueron las variedades de sandía personal siguientes:

- **XWT 0204**

Es un híbrido de tipo Crimson, personal, tiene un patrón dulce a muy dulce, de corteza muy oscura, de pulpa roja y pepitas pequeñas (semillas blancas).

- **XWT 0061**

Presenta frutos uniformes, de forma redonda a ovalada, diminutas pepitas, excelente firmeza, excelente calidad interna y de alto rendimiento.

- **XWT 7138 (Citation)**

XWT 7138 es una sandía sin semillas de alta calidad. Esta variedad crece bien en lugares frescos con un número elevado de calidad en la fruta por planta. Es una variedad de madurez temprana con demarcación interna, densa pulpa de color rojo brillante, crujiente y muy dulce. Se caracteriza por su excelente firmeza y peso; de alto cuaje de frutos, que redonda en un alto rendimiento.

- **Lady Belle**

Es un material de sandía mini, sin semillas, muy atractiva, de color verde oscuro con finas líneas que la hacen muy llamativa. La pulpa es muy firme y crocante. Frutos uniformes y redondos con una pulpa muy roja y muy dulce que la hace muy apetitosa al palmar.

- **Extazy**

Variedad de sandía personal del tipo Crimson (rallada con vetas muy anchas), de forma redonda, sin semilla, pulpa de color rojo intenso, muy crujiente y firme.

6.3 FACTORES ESTUDIADOS

Los factores estudiados fueron cinco materiales de sandía personal (XWT 0204, XWT 0061, XWT 7138, Lady Belle y Extazy).

6.4 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Los tratamientos evaluados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos de híbridos de sandía a evaluar

| TRATAMIENTOS | DESCRIPCIÓN |
|--------------|-------------------|
| T1 | Sandía SWT 7138 |
| T2 | Sandía SWT 0204 |
| T3 | Sandía SWT 0061 |
| T4 | Sandía Lady belle |
| T5 | Sandía Extazy |

(Autor, 2015).

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + \epsilon_{ij}$$

En donde:

- μ = Media general.
- β_i = Efecto del i-ésimo bloque.
- T_j = Efecto del j-ésimo material evaluado.
- ϵ_{ij} = Error experimental.

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada parcela experimental bruta constó de seis camas de 5.0 m de largo, 1.8 m entre camas y 0.5 m entre plantas, cada cama con 10 plantas, en un área de 54.0 m² y una población total de 60 plantas (Figura 1).

Cada parcela experimental neta constó de cuatro camas de 3.0 m de largo y 0.5 m entre plantas, con una población de 6 plantas, en un área neta de 21.6 m² (Figura 1).

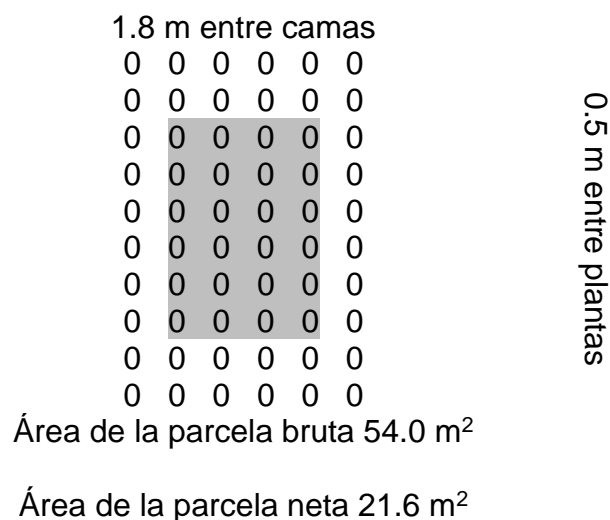


Figura 1. Unidad experimental de la parcela bruta y neta.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

La distribución de los tratamientos en el campo se muestra en la figura 2.

| Repetición I | Repetición II | Repetición III | Repetición IV | Repetición IV |
|--------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| T1 | T5 | T4 | T2 | T3 |
| T2 | T4 | T3 | T4 | T1 |
| T4 | T2 | T1 | T3 | T5 |
| T3 | T1 | T2 | T5 | T4 |
| T5 | T3 | T5 | T1 | T2 |

Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1 Preparación del terreno

La preparación de suelos se realizó en forma mecanizada, en el siguiente orden: subsolado se efectuó a una profundidad de 0.60 m en forma cruzada; un paso de arado a una profundidad de 0.30 m con el propósito de voltear el suelo; dos pasos de rastra para mullir el suelo a una profundidad de 0.25 m; el surqueo sirvió para marcar las camas

a 1.8 m entre surcos y delimitar el área donde se trasplantará las plántulas de sandía; se levantó las camas con una cultivadora de discos, la que formó una cama de 0.85 m de ancho; y por último, se utilizó un rotovator para mullir el suelo.

6.9.2 Emplastizado y desinfección del suelo

El emplastizado se realizó con una encamadora que realiza dos actividades simultáneamente (colocar manguera de goteo y plástico de cobertura). La desinfección se realizó con el objetivo de eliminar malezas, hongos, bacterias, nematodos e insectos que pudieran causar daños durante la vida del cultivo. La desinfección de suelos se realizó aplicando el biosida Telone In-Line (35% chloropicrin), a razón de 125 L/ha. Esta actividad se llevó a cabo 10 días antes del trasplante.

6.9.3 Trasplante

El trasplante de pilones, se llevó a cabo cuando las plántulas presentaba la cuarta hoja verdadera, aproximadamente 25 días después de la siembra en el invernadero, con un distanciamiento de 0.5 m entre planta.

6.9.4 Fertilización

El programa de fertilización empleado fue el que aplica la empresa Agroexportadora Grupo Sol, en el campo San Lucas, Pozo 3, Turno 6 y que consiste en dos etapas, siendo estas: la primera etapa, fue la aplicación de 95 kg/ha de 12-24-12 NPK al momento del trasplante. La segunda etapa de fertilización se realizó de la siguiente forma: 20 litros de ácido fosfórico al 85% de fósforo, 46 kg de nitrato de potasio (13.5-00-46), y 34 kg de urea (al 46% de nitrógeno) por hectárea a los 15 días después de trasplante (ddt); 20 litros de ácido fosfórico, 23 kg de urea y 46 kg de nitrato de amonio (al 33% de N) por hectárea, a través del sistema de riego, a los 30 ddt; 46 kg de nitrato de potasio y 46 kg de urea por hectárea, a través del sistema de riego, a los 45 ddt; por último, se aplicó 46 kg de nitrato de amonio y 10 litros de ácido sulfúrico por hectárea, a través del sistema de riego, a los 60 ddt.

El agua para el cultivo se aplicó utilizando riego por goteo, para lo cual se instaló cintilla de 15 milipulgadas de espesor (0.381 mm), con emisores separados a 0.2 m, con un gasto de 3.1 litros/hora/m. La frecuencia de riego fue de cada siete días, por un periodo de 2 horas/riego.

6.9.5 Control de malezas

Previó a la preparación del suelo se aplicó Paraquat en dosis de 100 cc por bomba. Durante el desarrollo del cultivo se controló las malezas con el paso de una cultivadora de dos discos en el área sin plástico. En la mesa el control de malezas se realizó de forma manual. Las limpieas se realizaron cada 15 días.

6.9.6 Control de Plagas (insectos, hongos y bacterias)

Para el control de mosca blanca (*Bemisia tabacci*), áfidos (*Aphis spp.*) y minador de la hoja (*Lyriomiza spp.*) se realizaron aplicaciones de Imidacloprid y Abamectina en dosis de 10 cc/l con aspersora manual. Para el control de la plaga del fruto *Spodoptera spp.*, se realizaron aspersiones de *Bacillus thuringiensis* en dosis de 1 g/L.

Para el control de *Colletotrichum lagenarium* (Antracnosis), *Pseudoperonospora cubensis* (mildiu), *Xantomonas spp.* (Mancha bacteriana), *Pseudomonas spp.* (Mancha foliar), y *Erwinia spp.* (Marchitez), se aplicó de forma preventiva Mancozeb 64% más Metalaxil 8% en dosis de 2 kg/ha a los 21 ddt y sulfato de cobre penta hidratado en dosis de 1 l/ha cada 15 días.

6.9.7 Cosecha

La cosecha se realizó entre los 65 a 75 ddt y se realizaron tres cortes por parcela experimental neta.

6.10 VARIABLE RESPUESTA

6.10.2 Calidad de frutos

Se evaluaron las características siguientes:

- Sólidos solubles totales (grados Brix), esta variable se midió con un refractómetro en cada uno de los frutos de la parcela experimental neta, en cada uno de los tratamientos y repetición. Una vez medidos todos los frutos de cada tratamiento se calculó los sólidos solubles totales promedio de los frutos.
- Longitud y diámetro del fruto (cm/fruto), para determinar esta variable se midieron los frutos de la parcela experimental neta de cada uno de los tratamientos y repetición. Para las mediciones se hizo uso de una regla graduada de 40 cm. Una vez medidos todos los frutos de cada tratamiento se calculó el largo y alto promedio de los frutos.
- Firmeza (kg/cm^2), esta variable se midió con un penetrómetro en cada uno de los frutos de la parcela experimental neta de cada uno de los tratamientos y repeticiones. Una vez medidos todos los frutos de cada tratamiento se calculó la firmeza promedio de los frutos.
- Peso del fruto (kg/fruto), esta variable se determinó pesando los frutos de la parcela experimental neta de cada uno de los tratamientos y repeticiones, se hizo uso de una balanza electrónica. Una vez medidos todos los frutos de cada tratamiento se calculó el peso promedio de los frutos.

6.10.2 Rendimiento (kg/ha)

Consistió en determinar el peso total de los frutos de sandía de la parcela neta en cada uno de los cortes, por tratamiento y repetición, los cuales se transformaron en kg/ha y se realizó a partir de los 65 días después del trasplante hasta que finalizó la cosecha.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de cada una de las variables respuesta se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de confianza de 0.95, y para aquellas variables (sólidos solubles, firmeza del fruto, largo y ancho del fruto y rendimiento) que manifestaron diferencias estadísticamente significativas, se empleó la prueba de medias de Tukey (Alpha 0.05).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 CALIDAD DE FRUTOS DE SANDÍA

7.1.1 Grados de firmeza de los frutos de sandía

El grado de firmeza de los frutos de sandía depende del estado de la fruta en el momento de recolección, de la temperatura y forma de almacenamiento y puede relacionarse con el color externo.

En el cuadro 4 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable firmeza del fruto de sandía. Los mismos muestran diferencias significativas en los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que al menos existe un tratamiento que es diferente a los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 10.63%.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el grado de firmeza en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _{tab.} | F _{0.05} |
|--------------|-------|--------|--------|-------------------|-------------------|
| Tratamientos | 4 | 9.8696 | 2.4674 | 19.87 | 4.22* |
| Error | 20 | 2.48 | 0.1242 | | |
| Total | 24 | 12.35 | | | |
| C.V. | 10.63 | | | | |

* Significativo N.S. No significativo
(Autor, 2015).

De acuerdo al análisis de medias de Tukey para la variable firmeza de frutos de sandía, muestra que el mejor tratamiento fue cuando se utilizó la variedad Extazy, con un valor de 4.48 kg/cm² y el menor grado de firmeza lo presentó la variedad Lady Belle, con un valor de 2.76 kg/cm² (Figura 3). Debido a que la sandía es una fruta climatérica (el proceso de maduración de los frutos continúa después de la separación de la planta), los valores de firmeza de los tratamientos evaluados disminuirán durante el proceso de maduración como consecuencia de un mayor desdoblamiento de almidones en azúcares, generando un debilitamiento de las paredes celulares de los tejidos (Cardeñas, 2001).

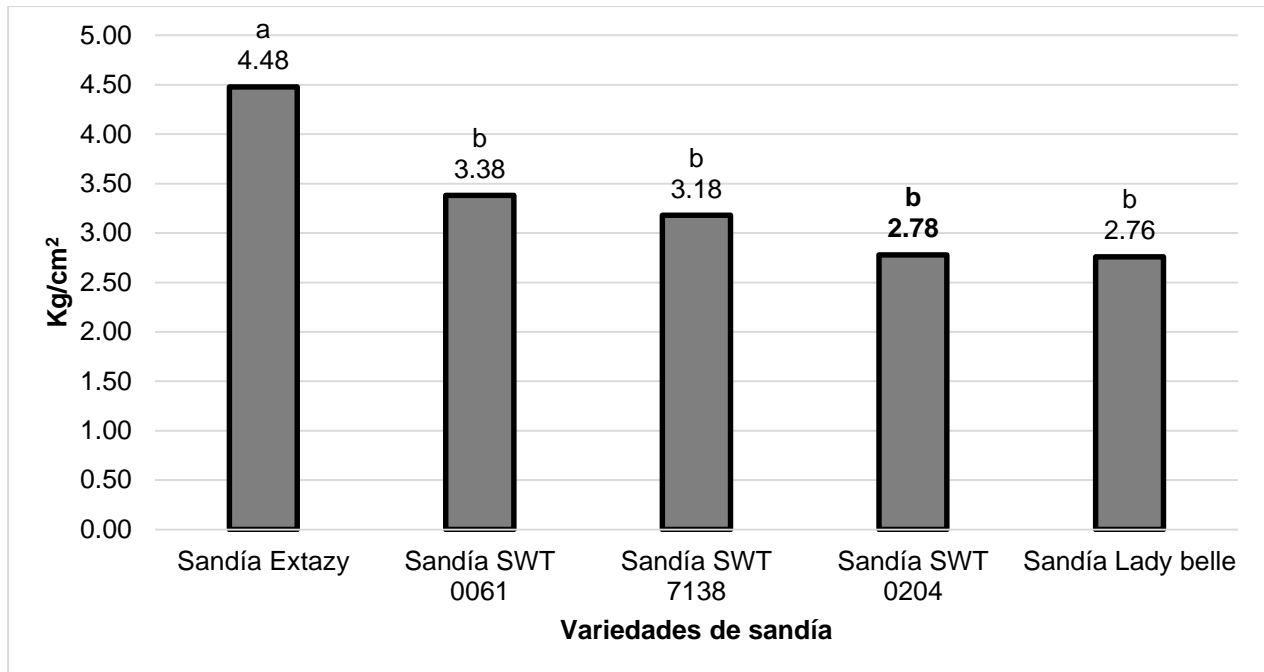


Figura 3. Análisis de medias de Tukey para el grado de firmeza en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

7.1.2 Sólidos solubles totales (Grados brix) en frutos de sandía

Los sólidos solubles totales (grados Brix) indican el contenido de azúcares en zumos de frutas y se utiliza para hacer un seguimiento in situ en la evolución de la maduración de frutos y su momento óptimo de recolección. Los frutos de sandía de acuerdo a Cardeñas (2001), los frutos de sandía deben presentar sólidos solubles totales superiores a los 10 grados brix.

En el cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable sólidos solubles totales (grados brix) en los frutos de sandía. Los mismos muestran diferencias significativas en los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que al menos existe un tratamiento que es diferente a los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 10.12%.

Cuadro 5. Análisis de varianza para sólidos solubles totales en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _{tab.} | F _{0.05} |
|--------------|-------|---------|-------|-------------------|-------------------|
| Tratamientos | 4 | 29.8224 | 7.456 | 5.45 | 4.22* |
| Error | 20 | 27.3400 | 1.367 | | |
| Total | 24 | 57.1600 | | | |
| C.V. | 10.12 | | | | |

* Significativo N.S. No significativo
(Autor, 2015).

En la investigación se encontró que el contenido de sólidos solubles totales (grados brix) en los materiales de sandía evaluados se encontraron dentro 9.9 a 13.2 grados brix, los cuales se consideran adecuados para frutos de sandía comerciales para el mercado nacional e internacional. Según el análisis de medias de Tukey, el tratamiento con mayor contenido de sólidos solubles fue la variedad Extazy, con un valor de 13.2 grados brix. Se puede observar que los híbridos SWT 7138, SWT 0061 y SWT 0204 fueron estadísticamente iguales al híbrido Extazy en las concentraciones de sólidos solubles en los frutos (Figura 4). El rango de grados Brix en las combinaciones estudiadas son considerados frutos de buena calidad de acuerdo a lo indicado por Morán (2001).

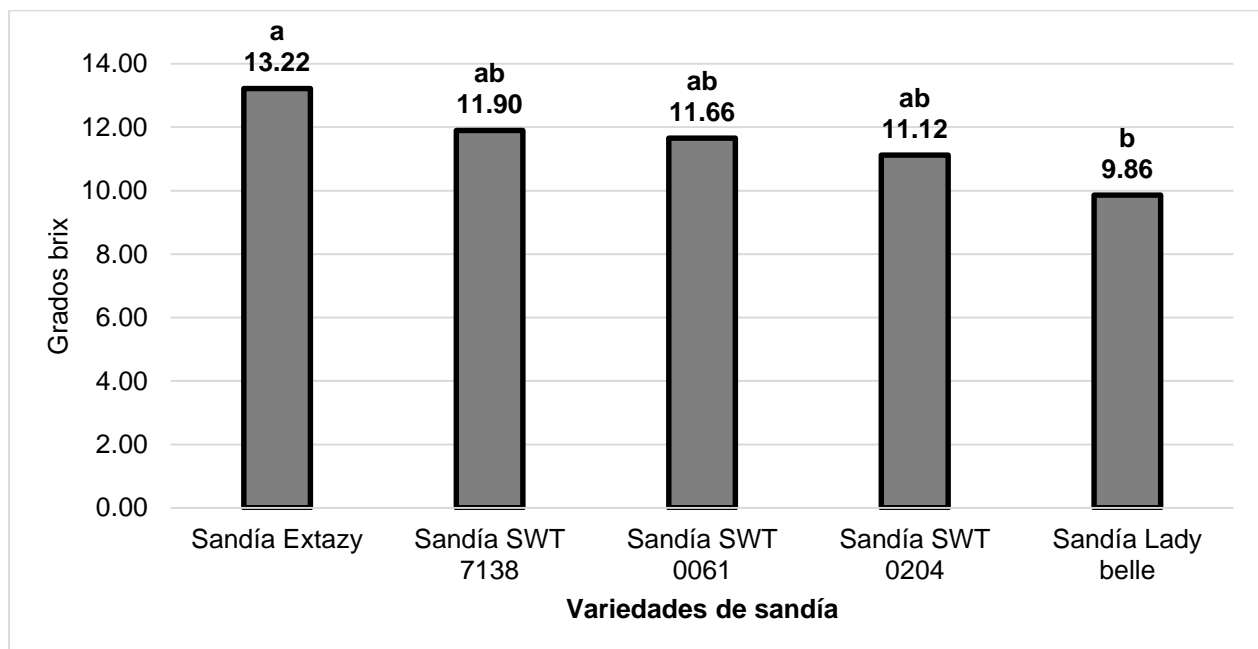


Figura 4. Análisis de medias de Tukey para los sólidos solubles totales (grados brix) en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

7.1.3 Longitud de los frutos de sandía

El diámetro y la altura del fruto de sandía es un componente importante en cuanto al rendimiento, es por tal razón que el diámetro influye grandemente en la apreciación del producto tanto para el productor como para el consumidor. El cuadro 6, se presenta los resultados del análisis de varianza de la variable longitud de los frutos de sandía, donde se señala que existen diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que por lo menos existe un tratamientos que es diferente a los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 4.53%.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la longitud de los frutos en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F_{tab.} | F_{0.05} |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| Tratamientos | 4 | 9.34 | 2.33 | 4.40* | 4.22 |
| Error | 20 | 10.61 | 0.53 | | |
| Total | 24 | 19.95 | | | |
| C.V. | 4.53 | | | | |

* Significativo ^{N.S.} No significativo
(Autor, 2015).

El análisis de medias de Tukey para la variable longitud de los frutos de sandías (Figura 5), los resultados muestran que no se tuvo diferencias estadísticas significativas entre los primeros cuatro tratamientos, observándose que los tratamientos Extazy, SWT 7138, SWT 0204 y SWT 0061 lograron un promedio mayor con 20.98, 20.44, 20.14 y 19.74 cm respectivamente, siendo estadísticamente similares de acuerdo a sus respectivos promedios, y el tratamientos sandía Lady Belle presentó el menor promedio con 19.18 cm de longitud. Velazco (2010), en su investigación con la variedad Santa Amelia, obtuvo un promedio de 23.95 cm de longitud de fruto de sandía y por su parte Tancara (2008), obtuvo un promedio con el cultivar de sandía Kondike de 28.0 cm, en ambos estudios los resultados fueron los promedios superiores a los valores obtenidos en el presente estudio.

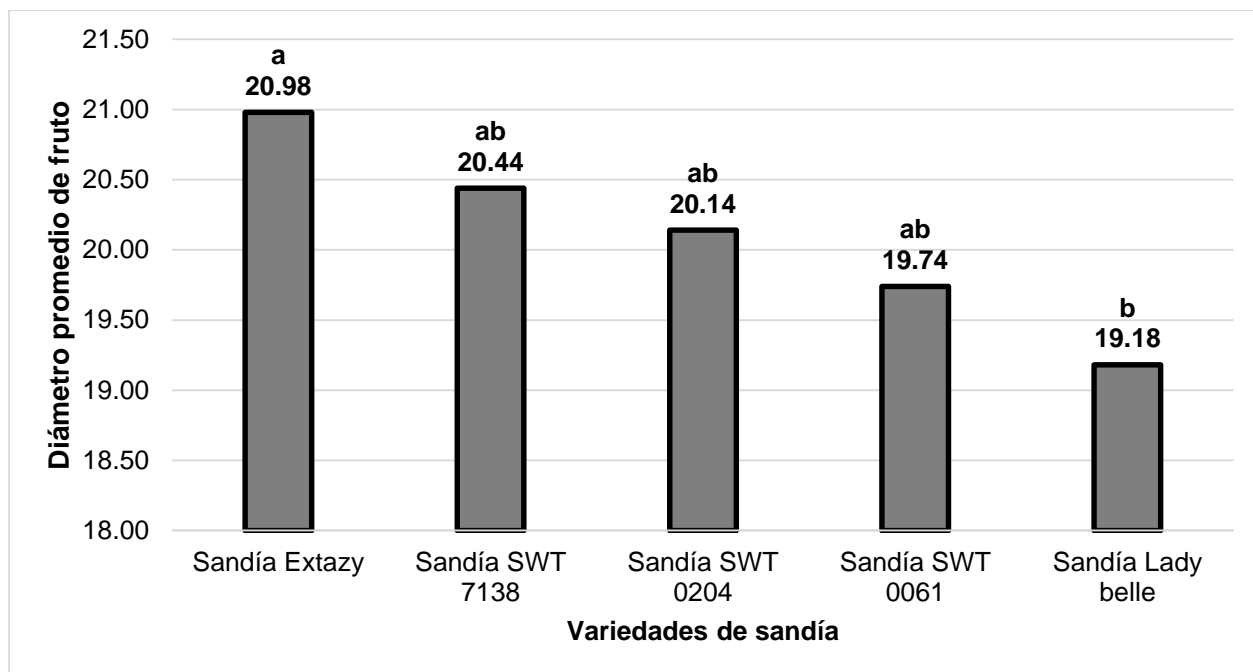


Figura 5. Análisis de medias de Tukey para la longitud del fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

7.1.4 Diámetro de los frutos de sandía

El cuadro 7, se presenta los resultados del análisis de varianza de la variable diámetro de los frutos de sandía, donde se señala que existen diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que por lo menos existe un tratamientos que es diferente a los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 5.38%.

Cuadro 7. Análisis de varianza del diámetro del fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _{tab.} | F _{0.05} |
|--------------|------|-------|------|-------------------|-------------------|
| Tratamientos | 4 | 34.10 | 8.53 | 6.41* | 4.22 |
| Error | 20 | 26.59 | 1.33 | | |
| Total | 24 | 60.69 | | | |
| C.V. | 5.38 | | | | |

* Significativo N.S. No significativo

El análisis de medias de Tukey para la variable diámetro de los frutos de sandías (Figura 6), los resultados muestran que no se tuvo diferencias estadísticas entre los primeros cuatro tratamientos siendo estadísticamente similares en sus promedios. Observándose que los tratamientos Extazy y SWT 0061 lograron los mayores promedios con 23.20 y 21.80 cm respectivamente. El tratamientos sandía Lady Belle presentó el menor promedio con 19.56 cm de diámetro.

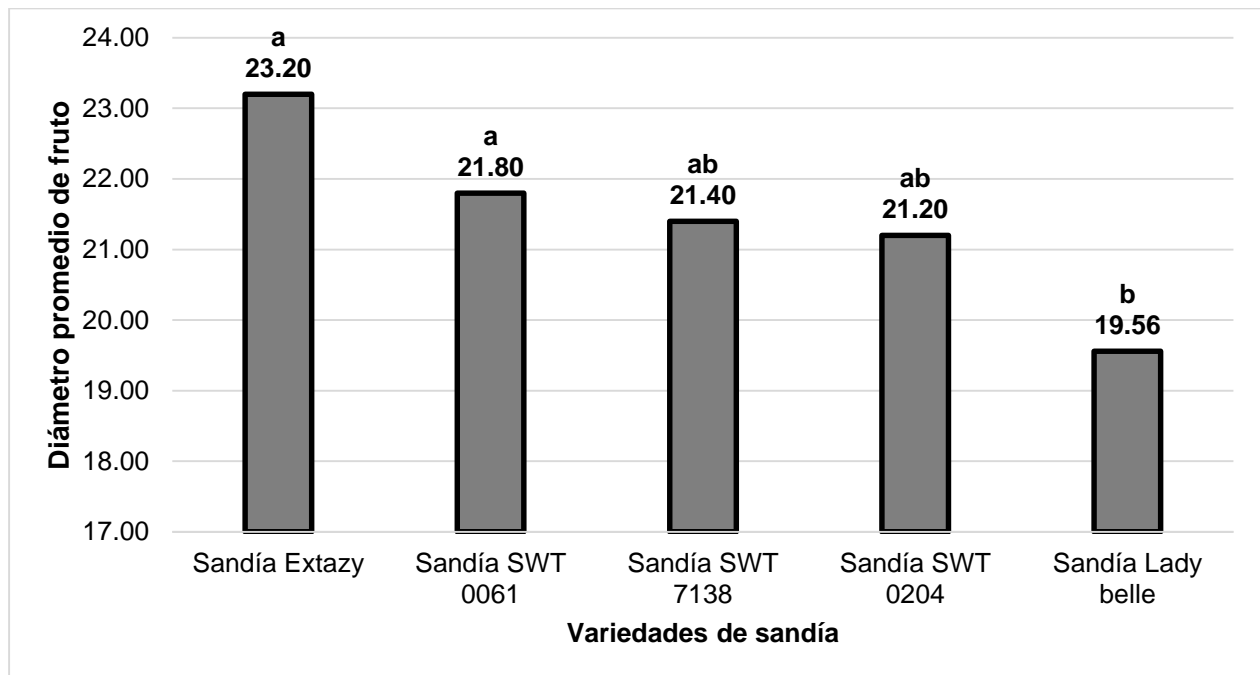


Figura 6. Análisis de medias de Tukey para el diámetro del fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

7.1.5 Peso del fruto de sandía

El peso promedio de las sandías personales o mini sandías es de 2.0 a 3.5 kg/fruto. El cuadro 8, se presenta los resultados del análisis de varianza de la variable peso de los frutos de sandía, donde se señala que existen diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que por lo menos existe un tratamientos que es diferente a los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 14.01%.

Cuadro 8. Análisis de varianza del peso del fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _{tab.} | F _{0.05} |
|--------------|-------|------|------|-------------------|-------------------|
| Tratamientos | 4 | 4.04 | 1.01 | 7.03* | 4.22 |
| Error | 20 | 2.87 | 0.14 | | |
| Total | 24 | 6.91 | | | |
| C.V. | 14.01 | | | | |

* Significativo N.S. No significativo
(Autor, 2015).

El análisis de medias de Tukey para la variable peso de los frutos de sandías (Figura 7), los resultados muestran que no hubo diferencias estadísticas entre los primeros dos tratamientos siendo estadísticamente similares en sus promedio. El mayor peso medio de los frutos de sandía se presentó en el tratamiento Extazy, con 3.4 kg/fruto y la de menor peso se obtuvo con el tratamiento Lady Belle, con 2.22 kg/fruto.

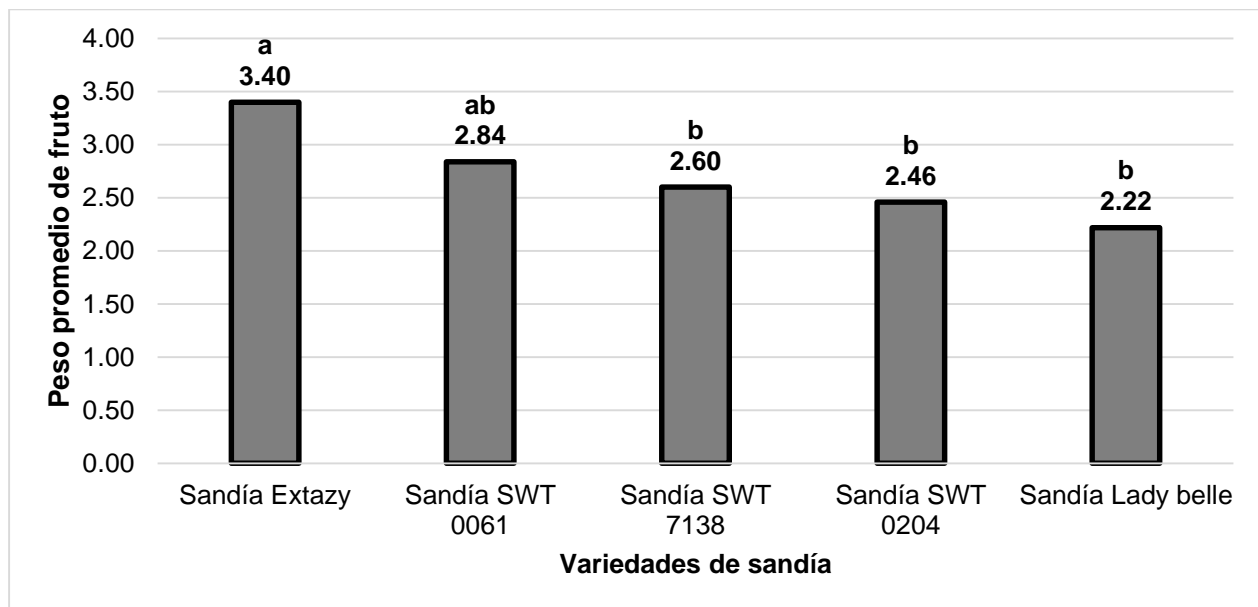





Figura 7. Análisis de medias de Tukey para el peso de fruto en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

7.1.6 Otras características varietales de los cultivos ensayados

En el cuadro 9, se presentan las fichas varietales de los cultivares evaluados, en los que se destacan los principales datos del cultivar para conocer mejor estos.

Cuadro 9. Características varietales de las variedades de sandía evaluadas en valle del Motagua.

| | | |
|--|--|---|
| • Material de sandía SWT 7138 | |  |
| Vigor de la planta | Resistente | |
| Precocidad | Media a precoz | |
| Forma del fruto | Redondo | |
| Color exterior de piel | Rayado definido muy intenso sobre fondo amarillo medio | |
| Cavidad del fruto | Cavidad cerrada | |
| Color de la pulpa | Rojo, de intensidad débil | |
| Sabor | Dulce | |
| Crunch | Muy crujiente | |
| • Material de sandía SWT 0204 | | |
| Vigor de la planta | Resistente | |
| Precocidad | De tardío a media | |
| Forma del fruto | Redondo | |
| Color exterior de piel | Rayado definido muy intenso sobre fondo amarillo medio | |
| Cavidad del fruto | Cavidad cerrada | |
| Color de la pulpa | Rojo, de intensidad débil a intenso | |
| Sabor | De medio a muy dulce | |
| Crunch | Muy crujiente | |
| • Material de sandía SWT 0061 | |  |
| Vigor de la planta | Resistente | |
| Precocidad | Media | |
| Forma del fruto | Redondo | |
| Color exterior de piel | Rayado definido muy intenso sobre fondo amarillo medio | |
| Cavidad del fruto | Cavidad cerrada | |
| Color de la pulpa | Rojo, de intensidad débil a intenso | |
| Sabor | De medio a muy dulce | |
| Crunch | Muy crujiente | |
| • Material de sandía Lady belle | | |
| Vigor de la planta | Resistente | |
| Precocidad | Media | |
| Forma del fruto | Redondo | |
| Color exterior de piel | Rayado definido muy intenso sobre fondo amarillo medio | |
| Cavidad del fruto | Cavidad cerrada | |
| Color de la pulpa | Rojo, de intensidad débil | |
| Sabor | Dulce | |
| Crunch | Muy crujiente | |
| • Material de sandía Extazy | |  |
| Vigor de la planta | Resistente | |
| Precocidad | Media | |
| Forma del fruto | Redondo | |
| Color exterior de piel | Rayado definido muy intenso sobre fondo amarillo medio | |
| Cavidad del fruto | Cavidad cerrada | |
| Color de la pulpa | Rojo de intensidad fuerte | |
| Sabor | De medio a muy dulce | |
| Crunch | Muy crujiente | |

(Autor, 2015).

7.2 RENDIMIENTO DE FRUTOS DE SANDÍA

Las empresas agroexportadoras de sandía del valle del Motagua para responder a la demanda del mercado de variedades personales (sin pepitas y de tamaño más pequeño), vienen evaluando variedades e híbridos que produzcan frutos que tenga un peso de entre 1.5 a 3.0 kg/fruto.

En la figura 8 se presentan los rendimientos porcentuales de las cinco variedades de sandía evaluadas, de acuerdo al calibre de los frutos obtenidos. Como se puede observar en la figura, los materiales SWT 0204 y SWT 7138 presentaron los mayores porcentajes de frutos menores de 2.0 kg/fruto, con 42.31 y 38.55 %; las variedades Extazy, SWT 0204 y Lady belle presentaron los mayores porcentajes de frutos entre 2.0 a 3.0 kg/fruto, con 66.04, 64.44 y 62.82% respectivamente. Estos dos tipos de calibre descritos se consideran como los más adecuados para los frutos de sandía personales. Los calibres de frutos superiores a 3.0 kg/fruto, las empresas agroexportadoras las vende como sandia normales y son producto de la dominancia varietal de la variedad polinizadora.

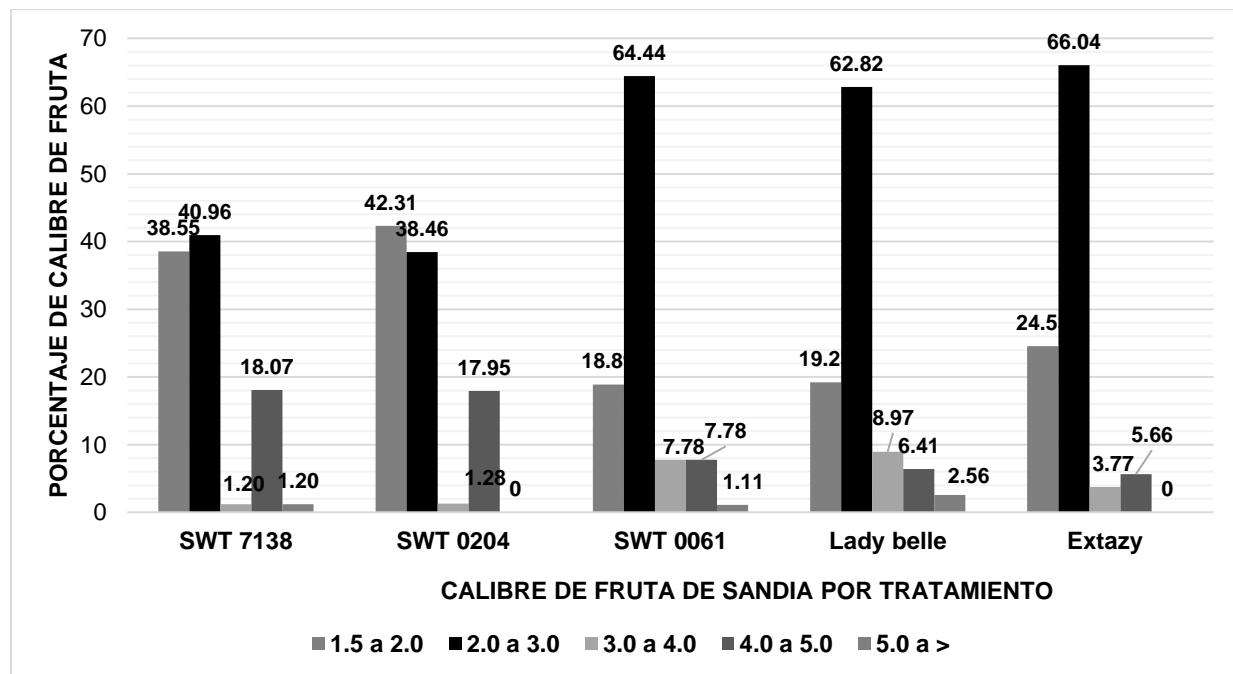


Figura 8. Calibre de frutas en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

Los tratamientos con mayor rendimiento total de los cinco materiales de sandía tipo personal se presentaron cuando se utilizó SWT 0061 y Extazy, con 41,995.24 y 41,217.33 kg/ha; en lo referente al rendimiento comercial los materiales Extazy y SWT 0061 presentaron los mayores rendimientos comerciales, con 37,329.60 y 34,996.50 kg/ha respectivamente. El material Lady belle presentó el menor rendimiento total y comercial de los tratamientos evaluados (Figura 9).

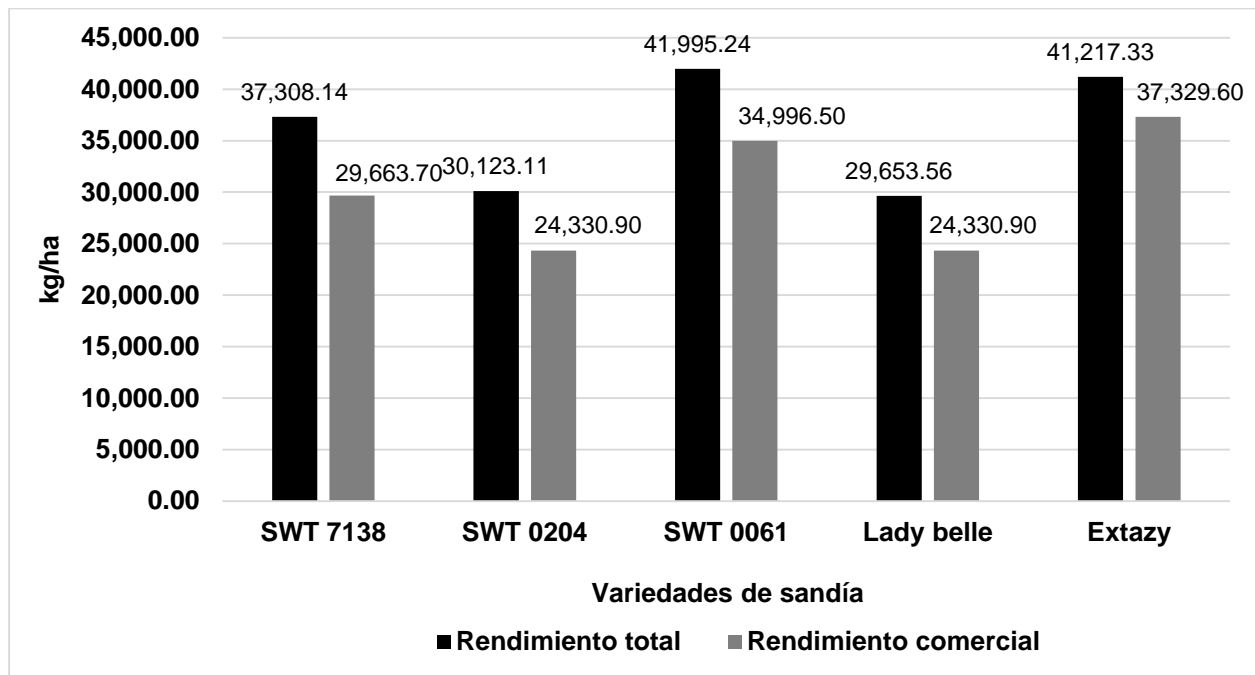


Figura 9. Rendimiento total, comercial y rechazo en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

En el cuadro 10, se observan los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento comercial promedio de fruto de sandía de cinco híbridos diferentes. Los resultados muestran diferencias significativas para los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que por lo menos existe un tratamiento que es diferente a los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 10.87%.

Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento comercial en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _{tab.} | F _{0.05} |
|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
|------|------|------|------|-------------------|-------------------|

| | | | | | |
|--------------|-------|----------------|----------------|-------|------|
| Tratamientos | 4 | 538,781,116.50 | 134,695,279.13 | 6.25* | 4.22 |
| Error | 20 | 430,888,632.85 | 21,544,431.64 | | |
| Total | 24 | 969,669,749.35 | | | |
| C.V. | 14.97 | | | | |

* Significativo N.S. No significativo

(Autor, 2015).

Según el análisis de medias de Tukey para la variable rendimiento comercial del fruto de sandía con relación a las cinco variedades evaluadas (Figura 10), los resultados muestran que los mejores tratamientos fueron Extazy y SWT 0061, con rendimientos promedio de 37,329.60 y 34,996.50 kg/ha respectivamente y el menor rendimiento promedio se obtuvo con el material Sandía SWT 0204, con 24,330.90 kg/ha.

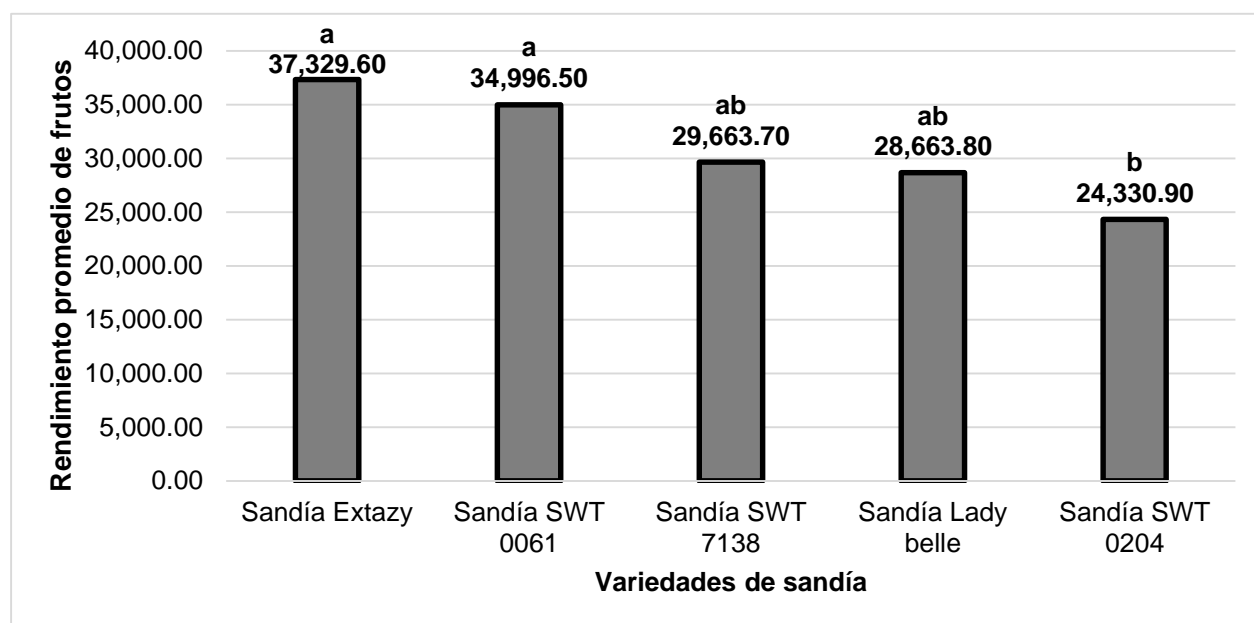


Figura 10. Análisis de medias de Tukey para el rendimiento comercial de frutos en la evaluación de cinco materiales de sandía tipo personal, en valle del Motagua.

VIII. CONCLUSIONES

El tratamiento con mayor firmeza de frutos de sandía fue la variedad Extazy, con un valor de 4.48 kg/cm².

El híbrido con el mayor contenido de sólidos solubles totales fue el tratamiento de sandía Extazy, con un valor de 13.22 grados brix. Siendo igualado estadísticamente por los híbridos SWT 7138, SWT 0061 y SWT 0204 con 11.90, 11.66 y 11.12 grados brix respectivamente.

El material con mayor longitud en los frutos de sandía, fue el material Extazy con un rango de entre 20.50 a 21.50 cm/fruto y un promedio de 20.98 cm/fruto. Siendo estadísticamente similares de acuerdo a sus respectivos rangos y promedios con los híbridos SWT 7138, con un rango de entre 19.50 a 21.0 cm/fruto y un promedio de 20.44 cm/fruto; SWT 0061 con un rango de entre 19.0 a 20.70 cm/fruto y un promedio de 20.14 cm/fruto; y, SWT 0204 con un rango de entre 19.00 a 20.80 cm/fruto y un promedio de 19.74 cm/fruto.

Los materiales con mayor diámetro en los frutos de sandía, fueron Extazy con un rango de entre 23.00 a 24.00 cm/fruto y un promedio de 23.20 cm/fruto y SWT 0061 con un rango entre 20.00 a 24.00 cm/fruto y un promedio de 21.80 cm/fruto respectivamente. Siendo estadísticamente similares de acuerdo a sus respectivos rangos y promedios con los híbridos SWT 7138 y y SWT 0204 con promedios de 21.40 y 21.20 cm/fruto respectivamente.

Para la variable peso de los frutos de sandías, el mayor peso medio de los frutos de sandía se presentó en el tratamiento Extazy, con 3.4 kg/fruto. Siendo igualado estadísticamente por el material SWT 0061, con 2.84 kg/fruto.

Los materiales Extazy y SWT 0061 presentaron las características de sandía tipo personal, de forma redonda, con piel rayada, pulpa roja y muy crujiente.

Con relación al rendimiento comercial de sandía personal se destacan los materiales Extazy y SWT 0061, cuyos rendimientos se encuentran entre 34 a 37.5 mil kg/ha.

En el presente estudio no se realizó un análisis económico para determinar el mejor material, debido a que los materiales evaluados no han sido liberados y su estudio consistió en la determinación de rendimiento.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los productores y empresas agroexportadoras de sandía utilizar el híbrido Extasy, debido a su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas del valle del Motagua y a su alto rendimiento.

Se recomienda a los productores y empresas agroexportadoras de sandía continuar con el proceso de investigación del material SWT 0061, debido a su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas del valle del Motagua y a su alto rendimiento.

Se recomienda continuar las evaluaciones de los híbridos Extasy y SWT 0061 en otras épocas del año para determinar la estabilidad en diferentes condiciones climáticas antes de ser incorporados en programas de producción comercial.

Se recomienda replicar el presente estudio en otras zonas productoras de sandía tipo personal.

Se recomienda evaluar los materiales evaluados bajo condiciones controladas (invernadero, casa malla, macrotúneles, etc.), combinada con diferentes densidades de siembra y programas de fertilización.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, P. (2008). Melones y sandías. Apuntes de la cátedra de Horticultura. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 15 p.
- Calizaya, G. (2013). Influencia de cinco fuentes de materia orgánica en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Trumb) en la zona de la Yarada, departamento de Tacna. Tesis de Grado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tacna, Perú. 106 p.
- Camacho, F. (2003). El cultivo de sandía invernada. En: Técnicas de producción en cultivos protegidos. Ed. Camacho, F. Caja Rural Intermediterranea. Almería, España. 75 p.
- Camacho, F. y Fernández, E. (2000). El Cultivo de sandía Apirena injertada, bajo invernadero, en el Litoral Mediterráneo Español. Edita Caja Rural de Almería. Mundi - Prensa Libros, S.A. Armeria, Barcelona, España. 316 p.
- Camacho, F. (1998). El cultivo de la sandía en el Levante de Almería. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos del Sureste español. Armería, España. 60 p.
- Chemonics International, Inc. (2008). Guía para el cultivo de sandía (*Citrullus Lanatus*). Programa de Diversificación Hortícola. Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. Nicaragua. 30 p.
- Gutiérrez, M. y Villa, F. (2002). Aproximaciones al cultivo de sandía triploide (sin semilla) en Aragón. Diputación General de Aragón. Dirección General de Tecnología Agraria. Servicio de Formación y Extensión Agraria. Aragón, España. 18 p.

- Holdridge, L. R. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala. pp 13-14.
- Juárez, B. (2008). Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis. Seminis Vegetable Seeds Inc. Woodland, California, Estados Unidos. 18 p.
- Maroto, J. (1996). Botánica, fisiología y adaptabilidad de la sandía. Cultivo de la sandía. Fundación Caja Rural de Valencia. Valencia, España. 96 p.
- Martínez, M. (2011). Evaluación comparativa en cultivo de sandía triploide cv. Fashion de dos polinizadores, polinizador convencional cv. Jenny y desechable SP4. Universidad de Almería, Escuela Superior de Ingeniería, Ingeniería Técnica Agrícola en Horto fruticultura y Jardinería. Almería, España. 91 p.
- Mendoza, D. (2009). Incidencia del número de guías principales sobre la producción orgánica de sandía (*Citrullus vulgaris*) en dos cultivares (Royal Charleston y Paladín). Tesis para obtener el Grado de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba, Ecuador. 85 p.
- Miguel, A. (1997). Injerto de hortalizas. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana. Valencia, España. 46 p.
- Morán, M.R. (2001). Interacción agua – nutrientes en tres sistemas de producción en sandía *Citrullus lanatus* (Thunb.) con riego por cintilla y acolchado plástico. Tesis Profesional. URUZA, UACH. Bermejillo, Dgo. México. 82 p.
- Moroto, J.; Gómez, A. Pomarez, F. (2002). El cultivo de sandía. Fundación Caja Rural de Valencia. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 321 p.

Maroto, H.V. (1996). Botánica, fisiología y adaptabilidad de la sandía. Cultivo de la sandía. Fundación Caja Rural de Valencia. España. 136 p.

Primaflor.Com. (2013). Sandia: Un Cultivo De Verano. Consultado El 10 De Marzo Del 2014. Disponible en: [Http://Primaflor.Wordpress.Com/2013/07/11/Sandia-Un-Cultivo-De-Verano/Comment-Page-1/](http://Primaflor.Wordpress.Com/2013/07/11/Sandia-Un-Cultivo-De-Verano/Comment-Page-1/)

Región De Murcia Digital. (2011). Sandía, Características; Consultada El 10 De Marzo del 2014. Disponible en: [Http://Www.Regmurcia.Com/Servlet/S.SI?Sit=C,543,M,2102&R=Rep-19955-Detalle_Reportajespadre](http://Www.Regmurcia.Com/Servlet/S.SI?Sit=C,543,M,2102&R=Rep-19955-Detalle_Reportajespadre).

Reina, P. (2007). Proyecto de factibilidad para la exportación de sandía al mercado francés, periodo 2006 – 2015. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias Económicas y Negocios, Escuela de Comercio Exterior e Integración. Quito, Ecuador. 164 p.

Rodríguez, M. (2004). Estudio de producción y calidad de sandía triploide, cuajada con citoquininas, auxinas y polinización manual. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. Almería, Barcelona, España. 136 p.

Simmons, CH, Tárano, J. M. y Pinto. J. H. (1959). Clasificación y Reconocimiento de Los Suelos de La República de Guatemala. Guatemala. José Pineda Ibarra. pp. 520.

Tancara, A. (2001) Niveles de Nitrógeno y Fósforo en el Cultivo de Sandía (Citrullus) Cultivar Klondike Bajo R.L.A.F. Goteo. Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Perú. 71 p.

Velazco, E. (2010) Efecto de aplicación con la fitohormona x-cyte y cuatro distanciamientos de siembra sobre rendimiento y calidad del cultivo de sandía

(*Citrullus lanatus* thunb) en los Palos, departamento de Tacna. Tesis ingeniero agrónomo UNJBG. Perú. 80 p.

ANEXOS

Anexo 1. Firmeza de los frutos de sandía

Cuadro 1. Datos de firmeza (kg/cm²) de los frutos de sandía por tratamiento y repetición.

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Promedio |
|-------------------|--------------|------|------|------|------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| Sandía SWT 7138 | 3.40 | 3.40 | 3.30 | 2.90 | 2.90 | 15.90 | 3.18 |
| Sandía SWT 0204 | 2.90 | 2.40 | 2.90 | 2.90 | 2.80 | 13.90 | 2.78 |
| Sandía SWT 0061 | 3.20 | 3.80 | 2.70 | 3.70 | 3.50 | 16.90 | 3.38 |
| Sandía Lady belle | 2.60 | 2.40 | 2.90 | 2.90 | 3.00 | 13.80 | 2.76 |
| Sandía Extazy | 3.60 | 4.70 | 4.80 | 4.70 | 4.60 | 22.40 | 4.48 |

Cuadro 2. Resultados del análisis de medias de Tukey para la firmeza de los frutos de sandía.

| Tratamientos | Firmeza promedio de los frutos de sandía Kg/cm ² | Significancia Valor de Tukey (0.05) = 0.6667 |
|-------------------|---|---|
| Sandía Extazy | 4.48 | a |
| Sandía SWT 0061 | 3.38 | b |
| Sandía SWT 7138 | 3.18 | b |
| Sandía SWT 0204 | 2.78 | b |
| Sandía Lady belle | 2.76 | b |

Anexo 2. Sólidos solubles totales (Grados brix) promedio de los frutos de sandía

Cuadro 3. Datos de sólidos solubles totales (Grados brix) de los frutos de sandía por tratamiento y repetición.

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Promedio |
|-------------------|--------------|------|------|------|------|------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| Sandía SWT 7138 | 10.7 | 12.5 | 12.6 | 12.9 | 10.8 | 59.5 | 11.9 |
| Sandía SWT 0204 | 9.1 | 11.9 | 12.5 | 12.6 | 9.5 | 55.6 | 11.1 |
| Sandía SWT 0061 | 11.2 | 12.4 | 12.5 | 11.2 | 11.0 | 58.3 | 11.7 |
| Sandía Lady belle | 8.9 | 9.0 | 9.6 | 9.3 | 12.5 | 49.3 | 9.9 |
| Sandía Extazy | 12.8 | 13.4 | 13.3 | 13.1 | 13.5 | 66.1 | 13.2 |

Cuadro 4. Resultados del análisis de medias de Tukey para sólidos solubles totales (Grados brix) de fruto de sandía.

| Tratamientos | Sólidos solubles totales promedio por fruto °Brix | Significancia Valor de Tukey (0.05) = 2.2118 |
|-------------------|---|--|
| Sandía Extazy | 13.22 | a |
| Sandía SWT 7138 | 11.90 | Ab |
| Sandía SWT 0061 | 11.66 | Ab |
| Sandía SWT 0204 | 11.12 | Ab |
| Sandía Lady belle | 9.86 | B |

Anexo 3. Longitud promedio de los frutos de sandía

Cuadro 5. Longitud en cm de los frutos de sandía por tratamiento y repetición.

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Promedio |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| Sandía SWT 7138 | 20.70 | 20.90 | 21.00 | 19.50 | 20.10 | 102.20 | 20.44 |
| Sandía SWT 0204 | 19.00 | 20.40 | 20.40 | 20.70 | 20.20 | 100.70 | 20.14 |
| Sandía SWT 0061 | 20.80 | 20.00 | 19.00 | 19.50 | 19.40 | 98.70 | 19.74 |
| Sandía Lady belle | 18.40 | 19.10 | 19.80 | 20.60 | 18.00 | 95.90 | 19.18 |
| Sandía Extazy | 21.50 | 21.50 | 20.60 | 20.80 | 20.50 | 104.90 | 20.98 |

Cuadro 6. Resultados del análisis de medias de Tukey para la longitud de los frutos de sandía.

| Tratamientos | Longitud promedio de los frutos de sandía cm/fruto | Significancia Valor de Tukey (0.05) = 1.3772 |
|-------------------|--|---|
| Sandía Extazy | 20.98 | a |
| Sandía SWT 7138 | 20.44 | ab |
| Sandía SWT 0204 | 20.14 | ab |
| Sandía SWT 0061 | 19.74 | ab |
| Sandía Lady belle | 19.18 | b |

Anexo 4. Diámetro promedio de los frutos de sandía

Cuadro 7. Diámetro en cm de los frutos de sandía por tratamiento y repetición.

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Promedio |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| Sandía SWT 7138 | 21.00 | 21.00 | 22.00 | 22.00 | 21.00 | 107.00 | 21.40 |
| Sandía SWT 0204 | 19.00 | 21.00 | 21.00 | 23.00 | 22.00 | 106.00 | 21.20 |
| Sandía SWT 0061 | 20.00 | 22.00 | 22.00 | 24.00 | 21.00 | 109.00 | 21.80 |
| Sandía Lady belle | 18.40 | 21.00 | 19.80 | 20.60 | 18.00 | 97.80 | 19.56 |
| Sandía Extazy | 23.00 | 24.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 116.00 | 23.20 |

Cuadro 8. Resultados del análisis de medias de Tukey para el diámetro de los frutos de sandía.

| Tratamientos | Altura promedio de los frutos de sandía cm/fruto | Significancia |
|-------------------|--|--------------------------------|
| | | Valor de Tukey (0.05) = 2.2118 |
| Sandía Extazy | 13.22 | a |
| Sandía SWT 7138 | 11.90 | ab |
| Sandía SWT 0061 | 11.66 | ab |
| Sandía SWT 0204 | 11.12 | ab |
| Sandía Lady belle | 9.86 | b |

Anexo 5. Peso promedio de los frutos de sandía

Cuadro 9. Peso promedio en kg de los frutos de sandía por tratamiento y repetición.

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Promedio |
|-------------------|--------------|------|------|------|------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| Sandía SWT 7138 | 2.40 | 3.00 | 2.50 | 3.00 | 2.10 | 13.00 | 2.60 |
| Sandía SWT 0204 | 2.50 | 2.40 | 2.60 | 2.60 | 2.20 | 12.30 | 2.46 |
| Sandía SWT 0061 | 2.90 | 2.70 | 3.00 | 3.20 | 2.40 | 14.20 | 2.84 |
| Sandía Lady belle | 2.00 | 1.80 | 3.30 | 1.90 | 2.10 | 11.10 | 2.22 |
| Sandía Extazy | 3.60 | 3.50 | 3.30 | 3.00 | 3.60 | 17.00 | 3.40 |

Cuadro 10. Resultados del análisis de medias de Tukey para el peso de los frutos de sandía.

| Tratamientos | Promedio del peso de frutos de sandía Kg/fruto | Significancia Valor de Tukey (0.05) = 2.2118 |
|-------------------|--|--|
| Sandía Extazy | 3.40 | a |
| Sandía SWT 0061 | 2.84 | ab |
| Sandía SWT 7138 | 2.60 | b |
| Sandía SWT 0204 | 2.46 | b |
| Sandía Lady belle | 2.22 | b |

Anexo 6. Rendimiento promedio de los frutos de sandía

Cuadro 11. Rendimiento promedio en kg/ha de los frutos de sandía por tratamiento y repetición.

| Tratamientos | Repeticiones | | | | | Suma | Promedio |
|-------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| Sandía SWT 7138 | 27,381.88 | 34,227.35 | 28,522.79 | 34,227.35 | 23,959.14 | 148,318.50 | 29,663.70 |
| Sandía SWT 0204 | 24,726.52 | 23,737.46 | 25,715.59 | 25,715.59 | 21,759.34 | 121,654.50 | 24,330.90 |
| Sandía SWT 0061 | 35,735.86 | 33,271.32 | 36,968.13 | 39,432.68 | 29,574.51 | 174,982.50 | 34,996.50 |
| Sandía Lady belle | 25,823.24 | 23,240.92 | 42,608.35 | 24,532.08 | 27,114.41 | 143,319.00 | 28,663.80 |
| Sandía Extazy | 39,525.46 | 38,427.53 | 36,231.67 | 32,937.88 | 39,525.46 | 186,648.00 | 37,329.60 |

Cuadro 12. Resultados del análisis de medias de Tukey para el rendimiento de los frutos de sandía.

| Tratamientos | Promedio de rendimiento de frutos de sandía kg/ha | Significancia Valor de Tukey (0.05) = 8,780.57 |
|-------------------|---|--|
| Sandía Extazy | 37,329.60 | a |
| Sandía SWT 0061 | 34,996.50 | a |
| Sandía SWT 7138 | 29,663.70 | ab |
| Sandía Lady belle | 28,663.80 | ab |
| Sandía SWT 0204 | 24,330.90 | b |