

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**“APLICACIÓN FOLIAR DE POTASIO EN SANDÍA
(*Citrullus lanatus*) cv. BLACK FIRE BAJO LAS CONDICIONES
DEL VALLE DE CAÑETE”**

Presentado por:

JUAN PABLO HORNA GUTIÉRREZ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

LIMA-PERÚ

2016

INDICE

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 SITUACION ACTUAL	3
2.2 ORIGEN E HISTORIA	4
2.3 TAXONOMIA.....	5
2.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	5
2.4.1 Sistema Radicular	5
2.4.2 Tallos y hojas	6
2.4.3. Flores y frutos	6
2.5 CULTIVARES Y GENÉTICA	7
2.6 FACTOR CLIMÁTICO.....	8
2.7 FACTOR EDÁFICO.....	9
2.8 REQUERIMIENTO DE RIEGO.....	10
2.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	12
2.9.1 Plagas.....	12
2.9.2 Enfermedades.....	15
2.10 DENSIDAD DE PLANTAS	17
2.11 FERTILIZACIÓN	18
2.12 FERTILIZACION FOLIAR	19
2.13 MOVIMIENTO DEL POTASIO EN EL SUELO	20
2.14 EFECTO DEL POTASIO EN SANDÍA	22
2.15 COSECHA	25
2.16 COMPONENTES DE CLAVES DE CALIDAD	26
2.17 FISIOPATÍAS	26
2.17.1 Pudrición apical de los frutos	26
2.17.2 Quemaduras del sol.....	27

2.17.3	Rajado del fruto	27
2.17.4	Aborto de frutos	27
2.17.5	Asfixia radicular	27
2.17.6	Daño por Frío.....	28
2.17.7	Daño Físico	28
2.17.8	Enfermedades	28
2.18	VALOR NUTRITIVO.....	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO	31
3.2	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	31
3.3	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	31
3.4	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO	33
3.5	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VEGETAL.....	34
3.6	MANEJO AGRONÓMICO.....	34
3.6.1.	Riego de Machaco	34
3.6.2	Preparación del terreno.....	34
3.6.3	Trasplante.....	35
3.6.4	Plan de Fertilización.....	35
3.7	TRATAMIENTOS EVALUADOS	37
3.8	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	38
3.9	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	39
3.10	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	40
3.11	PARÁMETROS EVALUADOS	41
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1	RENDIMIENTOS	43
4.2	NÚMERO DE FRUTOS POR HECTÁREA	45
4.3	PARÁMETROS DE CALIDAD DEL FRUTO	48
4.4	MATERIA SECA.....	51

V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	54
VII. BIBLIOGRAFÍA	55
VIII. ANEXOS.....	55

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Contenido nutricional de <i>C. lanatus</i> .	30
Cuadro 2. Datos meteorológicos de los años 2013 y 2014.	32
Cuadro 3. Análisis físico químico del suelo.	32
Cuadro 4. Análisis del agua utilizada.	33
Cuadro 5: Fuentes y cantidades de fertilizantes aplicados en el ensayo.	35
Cuadro 6. Fuentes de potasio foliar evaluadas	37
Cuadro 7. Dosis de aplicaciones de las diferentes fuentes de potasio foliar evaluadas	37
Cuadro 8. Rendimiento (t/ha) empleando cuatro fuentes foliares de potasio en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	44
Cuadro 9. Número de frutos/ha de sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire empleando cuatro fuentes de K foliar.	46
Cuadro 10. Calidad en frutos de sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire empleando cuatro fuentes foliares de potasio.	48
Cuadro 11. Contenido de materia seca (%) en frutos de sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire empleando fuentes foliares de potasio.	52

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Rendimientos totales (t/ha) obtenidos empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	44
Figura 2. Rendimientos por cosecha (t/ha) empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	45
Figura 3. Número de frutos/ha obtenidos empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	47
Figura 4. Número de frutos/ha por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	47
Figura 5. Largo de fruto por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	49
Figura 6. Diámetro de fruto por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire	50
Figura 7. Grosor de cáscara por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	50
Figura 8. Sólidos solubles totales por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	51
Figura 9. Materia seca del fruto por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (<i>C. lanatus</i>) cv. Black Fire.	52

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N°1 Cronología de las actividades realizadas en el cultivo de sandía.	62
Anexo N° 2 Resumen de resultados del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.	64
Anexo N° 3 Longitud del fruto (cm) del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.	64
Anexo N° 4 Análisis de Varianza de la longitud del fruto.	65
Anexo N° 5 Diámetro del fruto (cm) del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.	65
Anexo N° 6 Análisis de Varianza del diámetro del fruto.	65
Anexo N° 7 Ancho de cascara del fruto (cm) del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.	66
Anexo N° 8 Análisis de Varianza del ancho de cascara del fruto.	66
Anexo N° 9 Concentración de solidos solubles del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.	66
Anexo N° 10 Análisis de varianza de la concentración de solidos solubles.	67
Anexo N° 11 Porcentaje de materia seca del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.	67
Anexo N° 12 Análisis de varianza Porcentaje de materia seca.	67
Anexo N° 13 Prueba de comparación Duncan al 5%.	68

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Don German, ubicado en el valle de Cañete-Lima, con el objetivo de evaluar fuentes de potasio foliar y determinar si afectan en el rendimiento y calidad en sandía. El factor en estudio fueron las fuentes de potasio y las variables evaluadas fueron el rendimiento, el número de frutos por planta, calidad de fruto (peso promedio de fruto, diámetro y longitud de fruto, grosor de cascara, porcentaje de sólidos solubles) y el % de materia seca. El diseño estadístico utilizado fue el de bloques completamente al azar de 4 tratamientos más un testigo con 4 repeticiones. Todos los tratamientos donde se aplicó potasio foliarmente demostraron un incremento en el rendimiento comparado con el testigo. El tratamiento con el mayor rendimiento fue donde se empleó Speedfol K SL, con un rendimiento total de 23.15 t/ha; el tratamiento con Quimifol KK 300 obtuvo mayor número de frutos con un total de 3125 frutos/ha. Los parámetros de calidad de fruto y el % de materia seca de los tratamientos evaluados no fueron afectados significativamente.

I. INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*), según Huh et al. (2008), es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo. Los datos estadísticos de FAO citado por ACDI/VOCA (2011), muestran que se sembró en el año 2008 un total de 3 695 914 hectáreas de sandía, siendo China el país con mayor superficie sembrada y producción, seguido por Turquía, Irán y Brasil. Zohary y Hopf (2000) indican que alrededor del mundo hay más de 1200 variedades de sandía y una vasta variedad de ellas han sido cultivadas en África.

Marr y Tisserat (1998) afirma que existe la necesidad continua de alcanzar un mayor rendimiento y calidad de la sandía para lograr satisfacer mejor las demandas del mercado. La producción y la calidad de la sandía están relacionadas con factores genéticos, climáticos y fitotécnicos, donde la nutrición mineral es de fundamental importancia (Villas Boas et al., citado por Feltrim et. al. 2011). Sin embargo, Alfaia citado por Feltrim et al (2011) explica que en la fertilización convencional, sólo un tercio de los fertilizantes nitrogenados y potásicos son utilizados por las plantas. Cabe resaltar, que la cantidad de nutrientes requeridos por la sandía depende principalmente de la forma de aplicación, de la población de plantas, del cultivar utilizado y de la región productora; siendo el Nitrógeno y potasio los nutrientes más extraídos por este cultivo (Grangeiro y Cecílio, 2005).

La fertilización es un factor determinante en el rendimiento y calidad de un cultivo. Así, el potasio por su acción directa en la formación, transporte y transformación de azúcares tiene gran importancia en el rendimiento y en la calidad del cultivo de sandía (García, 1999).

En Perú, una de las principales frutas estacionales es la sandía, producida fundamentalmente en la Costa Central (desde Mala hasta Barranca, entre 60 a 200 Km al sur y norte de Lima, respectivamente). Tradicionalmente se siembran cultivares locales como la “Huaralina” y la “Atigrada”, sin descartar algunas nuevas experiencias con cultivares de exportación. Frente a ello, la implementación de prácticas que mejoren su productividad se hace imprescindible con el objetivo de optimizar la rentabilidad de este negocio que va tomando año a año mayor importancia.

OBJETIVO:

El objetivo de la presente investigación fue la de evaluar fuentes potásicas en aplicación foliar y determinar si afectan la producción y calidad en sandía.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 SITUACION ACTUAL

Los principales mercados de Perú para exportación de sandía son los Países bajos, Estados Unidos, España, Japón, Francia, Chile, Israel, México y Corea del Sur (SIICEX, 2014). Según cifras de Infotrade de Comercio Exterior publicado por PYMEX (2013), en el 2012 las exportaciones peruanas de sandía fresca crecieron en 56 % en comparación con el año anterior. Sólo a los Países Bajos hubo un crecimiento de 41 % entre 2007 y 2011.

La publicación de PYMEX (2013) menciona que según información de AREX (Asociación Regional de Exportadores), en el año 2012 la Región de Lambayeque exportó 160 t de sandía fresca a Holanda e Inglaterra, por las que obtuvo US\$ 60 100. De éstas, 100 t fueron dirigidas al mercado holandés, mientras que el resto estuvo orientado a Inglaterra. El precio promedio negociado por kilo para ambos países fue de US\$ 0.38.

El MINAG (Ministerio de Agricultura) explica que el volumen de las exportaciones de sandía se hace relevante a partir del 2006, en que muestra una tasa de crecimiento promedio de 57 % hasta el año 2009. Las exportaciones peruanas de sandía, entre enero y octubre del 2010, sumaron un millón 798 mil dólares, cifra que reflejó un aumento de 103.8 % en relación al mismo período del 2009 (ANDINA, 2010)

Así también, Paola Corvacho Valderrama, la responsable de la Unidad de Investigación e Información de AREX, comentó que entre 2008 y 2011 se exportaron muestras de sandía fresca a la Unión Europea (PYMEX, 2013). En el primer bimestre del año 2011, las exportaciones de sandías frescas alcanzaron los

US\$ 517 mil (1,7 mil TM) representando un crecimiento del valor de más del 107 % con relación al mismo periodo de 2010 (PYMEX, 2011).

Este incremento fue impulsado por las mayores compras de Holanda que se mantiene como el principal destino de las exportaciones de sandías frescas con una participación de 56 % del volumen total (US\$ 289 mil), según estadísticas de la SUNAT. También impulsaron este crecimiento el dinamismo de las compras del Reino Unido con US\$ 100 mil (19%) y Chile con US\$ 54 mil (12,4%) (PYMEX, 2011).

2.2 ORIGEN E HISTORIA

Según MAGRAMA (2010), la sandía (*Citrullus lanatus*) es una fruta milenaria, que es originaria de África tropical. Su cultivo se remonta a 3500 años, en el valle del Nilo, según evidencias encontradas en el antiguo Egipto. Debido a la ausencia de citas sobre la sandía en la antigüedad clásica, se piensa que su introducción en el mundo grecorromano fue bastante tardía. Los árabes eran grandes consumidores de esta fruta a la que otorgaban propiedades desintoxicantes. Posteriormente los europeos llevaron la sandía a América, donde el cultivo se extendió por todo el continente.

Según Boswell citado por Aguilar (2014), el famoso misionero explorador David Livingston en 1857, encontró en África dos formas silvestres de sandía, una dulce y otra amarga, las cuales compartían el mismo hábitat, además, dicho misionero observó que dichas formas silvestres de sandías eran utilizadas por los nativos como fuente de agua en la estación seca, por ello se concluye que la sandía es originaria de África.

2.3 TAXONOMIA

La sandía pertenece a las angiospermas, encuadrándose dentro de los siguientes taxones (Jeffrey, 1990):

Clase: Dicotyledonea

Subclase: Dilliniideae

Superorden: Violanae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Subfamilia: Cucurbitoideae

Tribu: Benincaseae

Género: *Citrullus*

Especie:

Citrullus lanatus (thunb.) Mastsum. & Nakai

2.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Según Reche (1988), la sandía es una planta anual herbácea y rastrera, propia de los cultivos intensivos de secano y regadío, Leñano (1978), agrega que es una planta monoica, cuyo ciclo vegetativo varia de 90 a 130 días desde la siembra hasta la fructificación.

2.4.1 Sistema Radicular

Reche (1988) explica que el sistema radicular de la sandía es ramificado; la raíz principal se ramifica en raíces primarias y éstas a su vez, vuelven a subdividirse y se encuentran distribuidas superficialmente. La raíz principal alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias.

Gómez (1991) describe que las raíces de la sandía son muy ramificadas con posibilidades de desarrollarse en profundidad y diámetro de acuerdo con el tipo de

suelo y otros factores. Puede sobrepasar los 0.8 m. de profundidad y los 2 m. de diámetro en suelos profundos con buena textura y grado de fertilidad. Sin embargo, las raíces pueden situarse de manera superficial en suelos de poca profundidad.

2.4.2 Tallos y hojas

Según Reche (1988) los tallos son herbáceos (blancos y verdes), tendidos, trepadores y largos, además de ser cilíndricos, asurcados longitudinalmente y muy pilosos; con pelos inclinados, cortos y finos que relucen como la seda, que por su débil consistencia se tumban sobre el suelo, en el cual se apoya para su crecimiento, desarrollándose de forma rastrera pudiendo trepar debido a la presencia de zarcillos bífidios o trífidios. Durante los primeros 25 a 30 días después de la germinación, el tallo es erecto para luego hacerse rastrero y posee generalmente de 3 a 5 hojas verdaderas. La longitud del tallo puede ser de 2 a 4 m. dependiendo la nutrición proporcionada al cultivo (Parsons et al., 1982)

Parsons et al. (1982) menciona que sus hojas están cubiertas de vello con lóbulos muy marcados pudiendo tener de 3 a 5. Los zarcillos son complejos y están divididos en 2 o 3 filamentos. Las hojas son pinnado-partidas y están divididas en 3-5 lóbulos de apariencia redondeada, que a su vez aparecen divididos en varios segmentos redondeados, presentando entalladuras profundas sin llegar a la nerviación principal. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano. El haz de la hoja tiene apariencia lisa, mientras que el envés presenta aspecto áspero y está recubierto de pilosidades (Maroto et al., 2002).

2.4.3. Flores y frutos

Las flores son unisexuales y solitarias, nacen de las axilas de las hojas y con frecuencia, la planta tiene más flores masculinas que femeninas, siendo de color amarillo. Los frutos son de forma globular u oblonga con cáscara lisa y dura de color verde pudiendo tener diversas tonalidades, rayado o moteado. Su pulpa es suave, jugosa, de color rojo, rosa, amarillo y blanco. Las semillas pueden ser de color blanco, rojo, negro y amarillo (Parsons et al., 1982)

De la axila de cada hoja nacen unos zarcillos que pueden ser bífidos o trífidos y que son utilizados por la planta para sujetarse al suelo o a otras plantas. De la axila nace una yema que está protegida por hojitas colocadas en forma imbricada. Esta yema es florífera y da lugar a una flor masculina o femenina; la última es polinizada, y da origen al fruto, diferenciándose fácilmente porque poseen un ovario ínfero que se aprecia notablemente (Maroto et al., 2002).

Las flores son de color amarillo, solitario, pedunculado y axilar. La corola está formada por cinco pétalos unidos por su base, con simetría actinoforma. Cáliz de color verde formado por sépalos libres o dialisépalos. La flor de la sandía puede ser pistilada o estaminada, coexistiendo los dos sexos en una misma planta monoica pero en flores distintas. Las flores pistiladas contienen estambres rudimentarios, un ovario ínfero, veloso y ovoide. Las flores estaminadas tienen 8 estambres de la misma longitud, que forman cuatro grupos de estambres soldados por sus filamentos (Reche, 1988).

El fruto es una baya grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, generalmente liso, de color, forma y tamaño variable, con la pulpa más o menos dulce y color que va del rosa claro al rojo intenso. En su interior se encuentra gran número de semillas (Reche, 1988).

2.5 CULTIVARES Y GENÉTICA

Hay un gran número de cultivares e híbridos de sandía distribuidos en todo el mundo. Los híbridos suministran al fitomejorador una patente botánica ya incorporada y al productor una garantía de confiabilidad genética. Los cultivares de polinización abierta, ofrecen semillas mucho más baratas, pero conllevan riesgos, de variación genética, pureza y rendimientos posiblemente más bajos que la semilla híbrida (Wehner y Maynard, 2003).

Aparte de mejorar algunos aspectos agronómicos como la adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas o la mejora del poder germinativo de los cultivares triploides, la tendencia de la mejora genética se está centrando en aumentar la variabilidad dentro de los diferentes tipos, en cuanto a que cada mercado tiene unas preferencias muy concretas y diferentes entre sí; los hay que prefieren la sandía de

piel oscura mientras que otros rayada, la forma del fruto va desde redonda a muy alargado, la carne puede ser roja, amarilla, rosada o anaranjada, el fruto de tamaño pequeño a muy grande, la sandía con pepitas o sin ellas, etc. (Wehner y Maynard, 2003).

Ugás *et al.*, (2000) indican que los cultivares de sandía más utilizados en el Perú son: Charleston Gray, Huaralina, King of Heart, Klondije Black Seed, Peacock Improved y Sugar Baby.

2.6 FACTOR CLIMÁTICO

La temperatura y la humedad son componentes climáticos determinantes que ejercen una acción importante sobre el cultivo de sandía. Casseres (1980) afirma que las cucurbitáceas crecen adecuadamente en climas con temperaturas de 18 a 25 °C como rango óptimo, con máximos de 32 °C, y mínimos de hasta 10 °C; las semillas tendrán alto porcentaje de germinación si el suelo tiene una temperatura de 21 a 32 °C. En cambio para Rubatzky y Yamaguchi (1997) la temperatura del día y de la noche debe oscilar entre 30 °C a 20 °C, respectivamente.

Según Monardes (2009) el cultivo de sandía es de climas cálidos y secos, teniendo dificultades para prosperar bien en climas húmedos y con baja insolación, produciendo falla en la maduración y calidad de fruto.

La temperatura del aire actúa ejerciendo acción sobre las plantas desde el momento en que empiezan a realizar la función clorofílica, interviniendo en el crecimiento y desarrollo de la planta, regulando las actividades vitales y la velocidad de las reacciones (Reche, 1988).

Para Schweers (1976) la sandía requiere al menos de 4 meses libres de frío, con una temperatura óptima del suelo para la germinación de semillas de 24 a 30 °C, volviéndose la germinación lenta por debajo de 21.1 °C. Así también, el cultivo de sandía requiere de un periodo relativamente largo de crecimiento, que oscila de 3 a 5 meses (Rubatzky y Yamaguchi, 1997; Schweers, 1976).

Una humedad relativa alta favorece el desarrollo de enfermedades foliares y disminuye la calidad del fruto hasta hacer inservible para el mercado por su insipidez. A pesar de que el follaje de la planta de la sandía se mantenga sano, el fruto puede resultar insípido si al momento de madurar la humedad relativa es muy alta (La Hacienda, 1961). Schweers (1976), recomendó que en condiciones climáticas frías es necesario hacer resiembras, ya que se presentarían “chupaderas” y “pudriciones”. Monardes (2009) afirma que la humedad relativa óptima para el desarrollo de las plantas es de 65% hasta 75%, para la floración es de 60% hasta 70%, y para la fructificación es de 55% hasta 65%. Sin embargo, La Asociación de Promoción Agraria (2001) explica que la humedad relativa adecuada para el cultivo de la sandía se encuentra entre 70% y 80%.

Según Robinson y Decker-Walters (1997), el cultivo de cucurbitáceas en general, es complicado en latitudes extremas por la variabilidad de fotoperiodos y la presencia de bajas temperaturas. Monardes (2009), explica que el desarrollo de los tejidos del ovario de la flor es afectado por la temperatura y las horas de luz, sucediendo que, en días largos y con altas temperaturas se favorece la formación de flores femeninas. Marco (1969), señala que la producción de flores masculinas, femeninas o hermafroditas varían especialmente con las condiciones climáticas (luz y temperatura), ya que los días largos inducen más plantas masculinas que femeninas en algunas especies, y producen en otras la inhibición total de la floración. Una buena intensidad de luz es requerida para conseguir cosechas buenas, afectando el cuajado de frutos si las condiciones de intensidad de luz son bajas.

2.7 FACTOR EDÁFICO

La sandía puede cultivarse en una gran variedad de suelos. Prefiere suelos sueltos, profundos y fértiles. Así mismo, requiere un alto contenido de materia orgánica (Casseres, 1980).

Casseres (1980), Schweers (1976) y Delgado de la Flor *et al.* (1988) afirman que el cultivo de cucurbitáceas se desarrolla mejor sobre suelos fértiles, bien drenados

como los franco-arenosos, que calienten con facilidad y no muy ácidos. No son convenientes los suelos mal drenados, como también los que son muy arenosos que no retienen la humedad.

El tipo de suelo para la sandía no es muy exigente, aunque prefiere suelos francos, franco arenosos, franco limosos de buen drenaje, con pH 6.0 a 7.7; tolera las desviaciones tanto del ácido como alcalino (ASPA, 2001), es así que Casseres (1980) menciona que el pH en el que se adecua mejor el cultivo de la sandía esta entre 6 y 8. Además, explica que se pueden emplear suelos pesados manteniéndolos en buenas condiciones físicas y de humedad. Cuando se cultive sandía, siempre se debe tener algún tipo de rotación; desde el punto de vista del control de enfermedades, no debiéndose cultivar sandia por más de 4 años en el mismo terreno (Schweers, 1976).

2.8 REQUERIMIENTO DE RIEGO

Los riegos corrigen la falta de humedad de la tierra y modifican su temperatura. No puede precisarse el número de riegos aconsejables, pues depende del cultivar sembrado, zona de cultivo, terreno, condiciones meteorológicas y sistema de cultivo, que en definitiva son los factores que van a determinar el aumento o disminución de los riegos (Reche, 1988).

Valadez (1994) afirma que se requieren de 500 a 750 mm de agua durante todo el ciclo agrícola del cultivo de sandía, recomendando además, la disminución de los riegos en la maduración con el propósito de concentrar más los azúcares. El riego puede ser dañino cuando los frutos están formados, ya que se eleva el riesgo de agrietamiento y la disminución de la calidad de azúcares (IICA, Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia, 1989). Los riegos en el cultivo de la sandía deben ser frecuentes y ligeros, evitando inundar la “cama”, separando el surco de riego de la hilera de las plantas y evitando la falta de agua durante el desarrollo de los frutos (Delgado de La Flor *et al.*, 1988).

Rubatzky y Yamaguchi (1997), señala que se necesitan entre 400 y 700 mm de riego para soportar el cultivo; mientras que ASPA (2001) indica que el riego se debe

realizar con 5000 hasta 6000 m³ de agua/ha/año en riego por gravedad y la mitad si es riego por micro aspersión. Schweers (1976) explica que es importante proveer al cultivo con 5000 m³ en suelos de textura media y 6000 a 7500 m³ en suelos arenosos, ya que las raíces de la planta de sandía desarrollan rápidamente y penetran hasta 180 cm de profundidad, además que la humedad se debe mantener adecuadamente en la etapa de crecimiento del cultivo.

Según Reche (1988), la sandía requiere de una gran cantidad de agua para poder formar el fruto, debido a que su composición se acerca al 93% de agua, es así que el rendimiento de la cosecha está relacionado en gran parte a la humedad disponible en el suelo; se debe procurar que dicho contenido no baje hasta tal punto que las partículas del suelo la retengan con tanta fuerza que le sea imposible absorber la humedad del suelo a las raíces de la planta, este punto se denomina “punto de marchitez” y por debajo del cual la planta no puede desarrollarse. Es así que mediante los riegos se debe mantener la humedad del suelo por encima de este punto crítico, lo que le permitirá a la planta absorber el agua que necesite para realizar sus funciones.

Según Alvarado (2009), para comprender los requerimientos de agua del melón y la sandía, es necesario manejar con claridad dos conceptos fundamentales: uso consumo y tasa de riego. El uso consumo corresponde a la cantidad neta de agua que el cultivo requiere para producir sin limitaciones. En la práctica, el uso consumo corresponde a la evapotranspiración del cultivo, es decir al agua usada por la planta en transpiración, crecimiento y aquella evaporada directamente desde el suelo adyacente. Se mide normalmente en mm de altura de agua por unidad de tiempo como día, mes o periodo de cultivo. La tasa de riego es la cantidad de agua que se debe aplicar al cultivo mediante el riego, a fin de satisfacer su uso consumo y suplir las pérdidas de aplicación, las que varían en magnitud según la eficiencia del sistema de riego que se utilice.

2.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.9.1 Plagas

a. Mosca Blanca

Nombre Científico: *Bemisia tabaci* (Gennadius), (Homóptera)

Daños: El daño a los cultivos se debe a su alimentación directa en el floema, a los desórdenes fisiológicos causados por el biotipo B, y de modo indirecto, a la excreción de melaza que favorece el crecimiento de hongos (e.g. *Capnodium* spp.) y a la transmisión de virus. (Byrne, Oliveira et al., citado por Cuellar y Morales 2006).

La alimentación de unas pocas ninfas por planta induce fitotoxicidad o desórdenes fisiológicos (Costa et al., citado por Cuellar y Morales 2006). El desorden más comúnmente reportado es el plateado de las cucurbitáceas (Costa et al., McAuslane et al., citado por Cuellar y Morales 2006).

Manejo preventivo: Oliveira et al. citado por Cuellar y Morales (2006) menciona que se ha adoptado el uso de mallas, coberturas y otras formas de exclusión, al igual que materiales reflectivos para repeler a *B. tabaci* y han sido parcialmente efectivo en algunos sistemas agrícolas.

Morales citado por Cuellar y Morales (2006) especifica que lo que se usa comúnmente son las barreras físicas, principalmente mallas anti-moscas blanca, barreras vivas o cultivos trampa, trampas pegajosas, manejo de densidad de siembra y fechas de siembra.

Manejo curativo: Según Flores-Alaña *et. al* (2015) se pueden hacer aplicaciones de insecticidas tales como imidacloprid o buprofezin. Ugás *et. al* (2000) menciona el uso de insecticidas como alfacipermetrina, buprofezin, ciflutrin + metamidofos, fenopropatrin, metomil, rotenona + aceite agrícola.

b. Minador de la hoja

Nombre Científico: *Liriomyza sativae*

Daño: Parrella et al., Trumble et al., citado por Tellez y Yanes (2004) comenta que los daños pueden producirse por las picaduras de alimentación ealizan las hembras adultas en las hojas o los que ocasionan la actividad alimentario de la larva que produce en las hojas, cuya acción minadora en la hoja destruye parte de la masa foliar, disminuyendo considerablemente la actividad fotosintética.

Manejo preventivo: Según Palacios et al. Citado por Salvo y Valladares (2007) menciona que se puede aplicar un adecuado manejo del riego, eliminación de residuos de la cosecha y trampas amarillas pegajosas.

Manejo curativo: Ugás *et al.* (2000) menciona que se deben hacer mezclas de adulticidas (alfacipermetrina, ciflutrina, cipermetrina) con larvicidas (abamectina, ciromazina, clorpirifos).

c. Cortador

Otros nombres: tierrero, nochero, rosquilla, cuerudo, gusano cortador negro, cortador de piel granulada.

Nombre científico: *Agrotis ipsilon*

Daño: El principal daño que causan las larvas es cortar las plántulas a nivel del cuello. Ocasionalmente, consumen follaje y dañan tubérculos y raíces. Las poblaciones son más altas en periodos secos en lotes donde abundan malezas, gramíneas y residuos de cosecha (Lopez citado en Jojoa y Salazar, 2011).

Manejo preventivo: Según Ugás et al. (2000) se debe hacer una buena preparación del terreno, buen riego de machaco, retiro de rastrojos, incrementar la cantidad de semilla por hectárea, asegurar el crecimiento inicial rápido del cultivo y tener el campo libre de malezas.

Manejo curativo: Según Ugás *et. al.* (2000) se pueden usar cebos tóxicos elaborados a base de afrecho (100 kg) más melaza (4 galones) más el insecticida triclorfon 80 PS (600 g) o cualquier otros insecticida de ingestión como *Bacillus thuringiensis*, clorfluazuron, hexaflumuron, carbaryl mas un poco de agua. Además se pueden utilizar insecticidas granulados como teflutrina. Jojoa y Salazar (2011) recomienda el uso de clorpirifos y *Bacillus thuringiensis* para el control químico de *Agrotis ípsilon*.

d. Pulgones

Nombre científico: *Myzus persicae*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*

Daños: Según Ugás *et al.* (2000) succionan la savia, debilitan a la planta, causan encrespamiento, desecación y caída de hojas y flores. Pueden transmitir virus y favorecer el crecimiento de fumagina.

Manejo preventivo: Densidad de siembra adecuada, riego moderado, buen control de plantas hospederas, evitar exceso de nitrógeno en la fertilización (Ugás *et al.* 2000).

Manejo curativo: Según Ugás *et al.* (2000) se debe proteger el control biológico aplicando insecticidas selectivos. Según Cañedo *et al.* (2011) los insecticidas selectivos que se pueden utilizar son pirimicarb, rotenona + aceite agrícola.

e. Nematodo agallador

Nombre científico: *Meloidogyne* sp.

Daño: Causa nódulos (tumores) en las raíces de tamaño y formas variables, lo que provoca amarillamiento, marchitez y menor crecimiento. (Ugás *et al.* 2000)

Manejo preventivo: Ugás et al. (2000) menciona que se debe hacer rotación de cultivos, mantener una buena nutrición de la planta, aplicar abonos orgánicos como estiércol o compost y siembras de abonos verdes.

Manejo curativo: Del Castillo – Algarate *et al.* (2014) recomienda el uso de *Trichoderma* sp. para el control de huevos y juveniles de *Meloidogyne* sp.

2.9.2 Enfermedades

a. Mildiu

Agente Causal: *Pseudoperonospora cubensis*

Daños: Ugás et al. (2000) menciona que este patógeno produce manchas amarillas en la cara superior de la hoja y lesiones necróticas en el envés.

Control

- Prácticas Culturales: Según Hansen (2000) citado por González *et al.* (2010), menciona que algunas de las medidas preventivas son: eliminar los residuos de plantas después de la cosecha; evitar altas densidades de siembra, excesos en la fertilización nitrogenada y de agua.
- Control biológico: A nivel mundial se han empleado extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades. Dentro de los cuales existen: las saponinas, que son compuestos de alto peso molecular, y que han sido evaluadas para el control del mildiu obteniendo así mejores resultados en comparación con agentes químicos (González *et al.*, 2010). Sundheim (1982) citado por González *et al.* (2010) plantea que otro agente de control biológico es el hongo micoparasítico *Ampelomyces quisqualis* Cesati ex Schledt, el cual es utilizado con mayor frecuencia en cultivos de pepino y melón. Debido a su buena capacidad para tolerar algunos fungicidas, es aplicado de forma combinada con muy buenos resultados.

b. Mal del talluelo o *Damping Off*

Agente Causal: *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp, *Phytophthora* spp. (Ugás et al. 2000).

Daños: Se producen fallas en la germinación, necrosis del cuello de la plántula, estrangulamiento y muerte (Ugás et al. 2000).

Control: Ugás et al. (2000) explica que se debe realizar rotación de cultivo con gramíneas, selección de campos limpios, utilizar semillas de buena calidad y no sembrar muy profundo, evitar las siembras muy densas y los riegos excesivos.

González *et al.* (2013) recomienda el uso de Mancozeb para el mejor control del Damping off en una dosis de 1.5 a 3 kg/ha con una frecuencia de una aplicación por semana durante 3 semanas.

c. Pudrición Acuosa y blanda de los frutos

Agente Causal: *Pythium aphanidermatum*, *Pythium* spp.

Daños: A menudo los frutos que quedan en contacto con el suelo, o en épocas de alta humedad relativa, sufren la infección donde se forma un micelio blanquecino sobre los tejidos parasitados (Ugás et al. 2000).

Control: Según Ugás et al. (2000) se debe considerar una adecuada densidad de siembra, fertilización balanceada y temprana, evitar daños mecánicos en fruto, evitar que los frutos estén en contacto con el suelo húmedo, recoger los frutos infectados, y la aplicación de fungicidas como metalaxil + mancozeb, propineb + cimoxanil.

d. Oidiosis

Agente Causal: *Erysiphe cichoracearum*

Daños: Produce un polvo blanquecino que cubre las hojas, tallos y peciolos. Posteriormente se necrosan y adquieren color pardo (Ugás et al. 2000).

Control:

Almandoz *et al.* (2002) recomienda como mejores estrategias de control químico contra *E. cichoracearum* la aplicación de folpet combinado con azoxystrobin, tebuconazol o benomyl.

Ugás et al. (2000) menciona la incorporación de residuos de cosecha, emplear cultivares resistentes o tolerantes.

e. Virus de Mosaico de la Sandía WMV-2 (Watermelon Mosaic Virus-2)

Agente causal: Pulgones

Síntomas: Según Ugás et al. 2000 produce moteado y mosaico en las hojas además de menor crecimiento y daños en el fruto.

Control: Utilizar semilla de buena calidad, control de insectos vectores, eliminación de plantas virosicas. (Ugás et al. 2000).

2.10 DENSIDAD DE PLANTAS

La densidad de plantas es un factor determinante en el rendimiento (Duthie *et al.*, 1999; Luckman y Metcalf, 1994). Es así que el rendimiento por hectárea tiende a aumentar a medida que la densidad de plantas aumenta hasta que llega a un punto en el que luego comienza a declinar. De igual manera, el rendimiento por planta disminuye a medida que aumenta la densidad de plantas por hectárea, porque existe mayor competencia entre plantas (Duthie et al., 1999).

Para la producción rentable de la sandía es importante considerar los efectos del cultivar, fertilización, y la población de plantas (Bolin y Brandenberger, 2001; Hotchmuth *et al.*, 2001). El espaciamiento entre filas debe ser de 1.8 m o más, entre plantas debe ser de 0.9 m a 1.0 m según Schweers (1976) y La Hacienda (1961). No obstante, Rubatzky y Yamaguchi (1997) señala que el distanciamiento entre plantas debe oscilar entre 1 y 2 m y 2 a 3 m entre filas; por otro lado, Valadez (1994)

menciona que la distancia entre surcos oscila entre 2 a 6 m, y entre plantas 1 m, y se deben realizar raleos cuando las plantas tengan 2 ó 3 hojas verdaderas, manejando así una población de 3200 a 8000 plantas/ha.

2.11 FERTILIZACIÓN

La fertilización es la práctica de cultivo que tiene como finalidad suministrar al suelo o la planta directamente las cantidades de nutrientes necesarias para la obtención de producciones altas y frutas de buena calidad; pero además, se debe procurar que esta se realice de la forma más eficiente posible con la finalidad de reducir el costo económico y el impacto ambiental (Maroto et al., 2002).

No se conoce una clase y cantidad de abono por hectárea que sea necesaria en cada zona para una óptima producción y calidad en la sandía. Es por esto que se requiere de un análisis de suelo y uno foliar que ayuden al agricultor a determinar la calidad de abono y fórmula que debe aplicar a sus cultivos (La Hacienda, 1961). Así también, La Asociación de Promoción Agraria (2001) menciona que la fertilización óptima dependerá de un análisis del suelo.

Sancho (1999) cita los estudios conducidos por Bertsch y Ramírez, en donde se señala que las épocas de máxima absorción, y por tanto las etapas de mayor necesidad de nutrientes coinciden con la emisión de guías e inicio de floración y después del pico de floración e inicio de llenado de frutos. El 60% del nitrógeno (N) es consumido antes de los 40 días después de la siembra (dds), el fósforo (P) sufre una absorción más gradual y el potasio (K) solo se ha consumido un 35%.

Los fertilizantes aplicados en la siembra o en estadios iniciales del cultivo deben ser ubicados en bandas de 5 a 7.5 cm de cada lado y cerca del nivel de la semilla. El abonamiento básico se debe realizar antes de la siembra. En suelos minerales bajo riego se debe aplicar 100 -135 – 135 kg/ha por aplicación y repetir de 1 a 4 aplicaciones (University of Florida, 1965). Mientras que Delgado de La Flor *et al.* (1988) menciona que debe aplicarse materia orgánica a la preparación de terreno o en bandas al cambio de surco, todo el P y K; un tercio del N a la siembra y el resto, al cambio de surco a la dosis de 180 – 100- 120.

Domínguez (1993) sostiene que para obtener rendimientos entre 20 a 50 TM/ha de sandía, el cultivo hace extracciones de 3 a 4 kg de N por tonelada de cosecha; 0,8 a 1,5 kg de P_2O_5 por tonelada de cosecha; de 4 a 5 kg de K_2O por tonelada de cosecha y de 1 a 2 kg de MgO por tonelada de cosecha. También recomienda una fertilización de 80 a 300 kg de N/ha; 60 a 200 Kg de P_2O_5 /ha y 80 a 400 Kg de K_2O /ha.

2.12 FERTILIZACION FOLIAR

La fertilización foliar es el principio de aplicación de nutrimentos a través del tejido foliar, principalmente a través de las hojas, que son los órganos donde se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta. En esta técnica se utilizan sustancias fertilizantes que son asperjadas al follaje en forma de solución nutritiva, utilizando el agua como medio de disolución. Ha sido bien demostrado el excelente resultado que se logra cuando se aplican nutrimentos vía foliar en la época y cantidad adecuada (Molina, E., citado Meléndez y Molina, 2002)

Según Gross (1992), los fertilizantes foliares que se deben aplicar no sólo son el nitrógeno, sino N-P-K por completo, además de los secundarios y microelementos. La mayor parte de las deficiencias pueden combatirse mediante aplicaciones foliares con el elemento que presenta déficit, pero siempre se debe tomar en cuenta que el abonamiento foliar solo será un complemento:

- Cuando se requiere hacer que la planta absorba rápidamente los nutrientes para corregir su vegetación deficiente. La fertilización foliar permite obtener un reverdecimiento en un tiempo mínimo.
- Cuando las raíces no tienen las condiciones para cumplir su rol convenientemente.

Gross (1992) también explica que la absorción es más eficaz mientras más joven sea la hoja, y se realiza por ambas caras de esta por lo cual es importante mojar al máximo toda la superficie foliar. Se debe advertir que el líquido que tras la aplicación termina cayendo al suelo no se pierde en absoluto, incluso en el caso de que la planta no absorbiese nada de nutrientes por las hojas, la fertilización foliar

constituirá un método de aplicación que aseguraría un excelente reparto del abono al suelo.

Sobre los elementos menores, Gross (1992) comenta que en algunos casos se aplican a las hortalizas por vía foliar, ya que a veces resulta el medio más eficiente para suplir algunas deficiencias de elementos en la planta. Se obtienen resultados favorables cuando se requieren pequeñas cantidades del elemento debido a que es difícil que las hojas absorban cantidades mayores.

2.13 MOVIMIENTO DEL POTASIO EN EL SUELO

Gross (1992) explica que el potasio en el suelo es poco móvil y es adsorbido por el complejo de cambio del suelo. Así, Tisdale y Werner (1991) explican también que el contenido de potasio en el suelo es muy variable, abarcando desde unos cuantos centenares de kg/ha en suelos de textura gruesa formados por piedra arenisca o cuarcita, hasta 50 mil kg/ha a más en suelos de textura fina formados por material rico en potasio. El contenido de potasio (K) en los suelos varía de 0,025% a 2.5% (Chapman y Pratt, 1973).

Azabache (2003) y Tisdale y Werner (1991) informan que el potasio es adsorbido por las plantas en mayores cantidades que otros nutrientes, a excepción del nitrógeno. El potasio se encuentra en grandes cantidades totales en la mayor parte de los suelos, pero a pesar que el contenido total de K es mayor que la cantidad tomada por el cultivo, solo una pequeña fracción está disponible para las plantas.

Pizarro (1990) menciona que el potasio se puede encontrar disuelto en la solución suelo y este puede ser asimilado por las plantas o adsorbido por el complejo de cambio, existiendo un intercambio constante entre ambas posiciones. En la solución suelo, la concentración de K^+ oscila frecuentemente entre 2 y 10 ppm, pudiéndose encontrar en algunas ocasiones hasta 100 ppm (Primo y Carrasco, 1981). Además, solo una fracción de la cantidad total de potasio en muchos suelos, puede ser utilizada inmediatamente por las plantas. El potasio del suelo existe en tres formas: fijado o relativamente no disponible, lentamente disponible, fácilmente disponible. Según las estimaciones normales, la forma no disponible se halla en

una proporción del 90 al 98% del potasio total del suelo; la forma lentamente disponible, del 1 al 10%; la forma fácilmente disponible de 0.1 al 2% (Medina, 1988; Tisdale y Werner, 1991; Azabache, 2003).

Chapman y Pratt (1973) mencionan que el potasio se puede encontrar siendo componente estructural de los minerales primarios (micas, feldespatos de K); como potasio atrapado temporalmente en las arcillas expandibles (ilita y montmorillonita); como potasio intercambiable sostenido por los coloides del suelo cargados negativamente, y una pequeña cantidad como K soluble en la solución suelo.

Mengel (1982) explica que los suelos que contengan al menos 10% de arcillas, principalmente del tipo 2:1, tienen normalmente un poder tampón satisfactorio de potasio. En estos suelos se logra mantener un nivel de potasio óptimo, reestableciendo el que se ha extraído. Por otro lado, los suelos con un bajo contenido de arcillas (menos de 10%) como los suelos arenosos u orgánicos, tienen un poder tampón disminuido de potasio; esto también puede suceder en suelos arcillosos pero conformados por arcillas de tipo caoliníticas.

A.I.D. (1968) comenta que la disponibilidad de potasio no es muy afectada por la reacción del suelo. En los suelos con pH muy ácidos, el potasio es muy soluble y puede ser fácilmente lixiviado, mientras que en los suelos con pH alcalinos, se presentan deficiencias de potasio cuando se suceden los cultivos y por medio de una existencia baja en los suelos minerales originales; por lo tanto, la disponibilidad del potasio se encuentra en su punto más elevado en pH entre 6 a 7. Sin embargo, la efectividad del potasio en solución para su absorción por los cultivos está influenciada por la presencia de otros cationes como Ca, Mg y Al en suelos ácidos y Na en suelos afectados por sales.

La difusión y flujo de masas del K a las raíces de las plantas representan la mayor parte del K absorbido. La cantidad de K que puede tomar está directamente relacionado con la intensidad de K en solución. El flujo de masa depende de la cantidad de agua usada por las plantas y la concentración en solución. La difusión está limitada a cortas distancias en el suelo, usualmente de 1 a 4 mm de la superficie radicular y representa del 88 al 96 % del K adsorbido por las raíces (Azabache, 2003).

Una parte del potasio del suelo o del añadido con los fertilizantes es fijado en los espacios interlaminares de la red cristalina de los minerales arcillosos. Este potasio va liberándose lentamente y haciéndose disponible para las plantas. La velocidad de liberación depende del tipo de suelo, condiciones de humedad, temperatura, cultivos y de las circunstancias en que se fijó el K^+ (Primo y Carrasco, 1981).

Exceptuando el que se añade con los fertilizantes, el potasio que contiene los suelos se origina en la desintegración y descomposición de las rocas que contienen minerales potásicos. Generalmente, los minerales que se consideran fuentes de origen de potasio son los feldespatos potásicos ($KAlSi_3O_8$), la muscovita $[(H_2K_3(SiO_4)_3]$, y la biotita $[(H,K)_2(Mg,Fe)_2Al_2(SiO_4)_3]$. Los resultados de experiencias prácticas indican, según los datos obtenidos de la respuesta de las plantas, que la disponibilidad de potasio en estos minerales, aunque ligeros, es en el orden de biotita > muscovita > feldespatos potásicos. El potasio se halla también en los aluminosilicatos secundarios como las ilitas o hidrómicas, vermiculitas, cloritas y materiales interestratificados en los que dos o más de los tipos precedentes se hallan en una disposición más o menos aleatoria en la misma partícula (Tisdale y Werner, 1991).

El potasio del suelo se puede perder por lavados y por erosión. La pérdida por lavado depende del clima y la naturaleza del suelo. Es así que los intervalos de aplicación dependerán de la capacidad de fijación del suelo y de las necesidades nutricionales de las plantas cultivadas (Primo y Carrasco, 1981).

2.14 EFECTO DEL POTASIO EN SANDÍA

El potasio interviene favoreciendo la formación de los azúcares dando un color rojo intenso a la pulpa, aumenta la dureza de los tejidos y proporciona calidad a los frutos. Regula el contenido de agua en las células, proporcionando a la planta resistencia a las heladas y la sequía. La sandía lo asimila en grandes cantidades y principalmente en las primeras fases de desarrollo (Reche, s.f.)

Fomenta la síntesis y acumulación de una serie de vitaminas en las plantas (tiamina y riboflavina); además tiene mucha importancia para la actividad de las células que cierran los estomas (Yágodin *et al.*1986). Según Marschner (2002) citado por

Martinez y Garcés (2010) menciona que los tejidos de plantas deficientes de potasio exhiben mayor actividad de ciertas hidrolasas o de oxidasas, como la polifenol oxidasa, que la de tejidos de plantas normales (con suficiencia de potasio); así mismo, se da lugar a algunos cambios importantes, incluyendo una acumulación de carbohidratos solubles, una disminución en el contenido de almidón y una acumulación de compuestos solubles de nitrógeno.

Fuentes (1999) manifiesta que el potasio es un activador de enzimas tales como oxido-reductasas, deshidrogenasas, transferasas, sintetisas y quinasas, por lo que regula muchas funciones de la planta. Interviene en la fotosíntesis favoreciendo la síntesis de carbohidratos, así como el movimiento de estos compuestos y su acumulación en los órganos de reserva. El potasio favorece el mejor aprovechamiento del agua por las plantas, debido a que contribuye a mantener la turgencia celular, lo que trae como consecuencia una disminución de la transpiración cuando el agua escasea; también incrementa la resistencia de las plantas al frío, la salinidad y a los parásitos. La deficiencia produce un alargamiento del período vegetativo, retraso en la maduración de frutos y semillas. Cuando hay una cantidad excesiva de potasio asimilable las plantas absorben mayor cantidad de la que precisan, sin que ello repercuta en un aumento de la producción. Según Marschner (1995), las funciones del potasio en la extensión celular y otros procesos reguladores del turgor se relacionan con las concentraciones de potasio en las vacuolas, debido a que se comporta principalmente como un transportador de alta movilidad que forma complejos débiles fácilmente intercambiables. El potasio entonces, además de ejercer funciones como estabilizador de pH y osmorregulación, también es requerido para la activación enzimática y el proceso de transporte a través de la membrana.

Es un catalizador de las reacciones vitales, interviene en el almacenamiento de azúcares, produciendo frutos de alto grados brix (% azúcares), más dulces y de mejor aroma (Apontel, 1999). El potasio y los ácidos orgánicos, antes de que empiece el almacenamiento de azúcares, son las sustancias osmóticas dominantes; luego, durante el almacenamiento de azúcar, hay un incremento de las concentraciones de azúcares reductores que es compensado por una disminución en la concentración de potasio y ácidos orgánicos (Marschner, 1995).

Una adecuada fertilización potásica es crucial para la obtención de frutos de alta calidad. También se caracteriza por su contribución a aumentar la resistencia a la sequía, a las plagas y enfermedades, incrementa el espesor de la corteza de los frutos en su ecuador, provocando un aumento de la presión de ruptura (Maroto *et al.*, 2002).

Las alteraciones por exceso de potasio en la planta se presenta con menos frecuencia, y están basadas en los antagonismos: K/Mg, K/Ca, K/Fe, K/B (Navarro, 2003). El potasio es acercado a las raíces por capilaridad y difusión, y éstas toman el K^+ de la solución suelo o bien lo extraen por contacto directo con las partículas de las arcillas. El potasio es un elemento altamente móvil en el interior de la planta y está relacionado con la mayoría de los procesos biológicos de las plantas sin llegar a formar parte de un solo compuesto orgánico (Primo y Carrasco, 1981).

Malavolta (1982) menciona que el contenido de potasio en la parte vegetativa de las plantas es mayor cuando más joven sea la planta debido a que los tejidos más jóvenes son más ricos en agua donde el potasio juega un importante papel osmótico. Aumentando asimismo la resistencia a las enfermedades criptogámicas (Medina, 1988).

Rubatzky y Yamaguchi (1997) indican que el potasio es de gran importancia, ya que cumple un rol fundamental en lo que respecta a la dureza de la cascara y la resistencia a la ruptura. Las plantas utilizan el potasio principalmente durante el crecimiento y los períodos de llenado de frutos, y los cultivos con mayor necesidad de potasio son los frutales, patatas y en general todos aquellos que tienen una alta producción de hidratos de carbono (Medina, 1988).

El requerimiento de K^+ en la planta para su óptimo crecimiento es de aproximadamente 2 a 5 % del peso seco de la parte vegetativa, frutos carnosos y tubérculos. Al aumentar el suplemento de K^+ a las raíces de las plantas es más fácil aumentar el contenido de K^+ a varios órganos excepto granos y semillas, los cuales mantienen un contenido de K^+ de 0,3% del peso seco (Marschner, 1995).

Las plantas extraen del suelo el agua y algunos elementos parcialmente disueltos en la solución suelo como nitrógeno, fósforo, azufre, magnesio, calcio y diversos microelementos; de los cuales solamente el potasio y el calcio forman la mayor

parte de las materias minerales de la planta y aproximadamente el 3% de la materia seca de los vegetales (Gross, 1992).

2.15 COSECHA

Algunos indicadores físicos y visuales para efectuar la cosecha: Tiempo, que consiste en conocer el ciclo vegetativo del cultivar que se está manejando, para así calcular el número de días necesarios para la maduración de los frutos, que pueden llegar a ser de 90 a 110 días después de la siembra. Sonido, cuando el fruto está listo para cosecharse debe tener un sonido seco y hueco al ser golpeado con la palma de la mano. Color, que por ejemplo el cv. Peacock Improved tiene color verde claro opaco, y cuando cambia a verde oscuro brillante está listo para cosecharse (Valadez, 1994).

Para conseguir un grado de calidad óptimo, el fruto debe recolectarse cuando está completamente maduro. La recolección en la sandía comienza entre los 120 y 150 días después de la plantación, dependiendo de los cultivares, fecha de plantación y climatología, principalmente. La determinación del momento óptimo de recolección tiene mucha importancia, debido a que el contenido de azúcares en el fruto no aumentara después de haber sido cortado y cosechado, por lo cual el fruto debe ser cosechado completamente maduro (Maroto et al, 2002).

Los frutos deben ser cosechados por trabajadores experimentados en esta tarea o que estén familiarizados con el cultivar que se va a cosechar, sólo se deben cosechar frutos maduros. Los métodos para determinar la madurez varían. Algunos de estos son: cambio de color de la mancha que da al suelo (donde se apoya el fruto) de blanco a un amarillo ligero. Cambio en los zarcillos cercanos al fruto, de verdes a marrones y secos. Al golpearlos, si se produce un zumbido metálico no está maduro, si se produce un sonido suave y hueco, indica madurez (University of Florida, 1965).

Rubatzky y Yamaguchi (1997), dicen que el desarrollo de los primeros frutos cuajados, tiene efectos inhibitorios sobre los que cuajaran después; la mayoría de las plantas pueden soportar entre 2 y 3 frutos adecuadamente y que los frutos

cuajados tardíamente rara vez alcanzan la madurez. Mencionan también que la concentración de sólidos solubles debe medirse del centro del fruto, y alcanza valor de 10%, pero también se puede encontrar en algunos cultivares de 12 a 13%.

Algunas variedades pueden alcanzar gran tamaño, siendo la fruta preferida de 9 a 16 kg, excepto en las variedades llamadas de nevera (icebox types), que requieren ser de 2,25 kg a 4,5 kg y que caben fácilmente en una refrigeradora corriente y que son apenas para 2 o 3 personas (La Hacienda, 1961).

2.16 COMPONENTES DE CLAVES DE CALIDAD

Los requisitos mínimos de calidad son: tener un producto entero, sano (sin rajaduras, plagas ni enfermedades), limpio (sin materiales extraños), con un color típico de la especie y variedad, de aspecto fresco, sin humedad exterior anormal, exentas de olores y sabores extraños y no deben exceder los límites máximos permitidos internacionalmente (Codex Alimentarius) para los niveles de plaguicidas (FAO, s.f.). Los frutos deben ser simétricos y uniformes y la apariencia de la superficie cerosa y brillante. No deben presentar cicatrices, quemaduras de sol, abrasiones por el tránsito, áreas sucias u otros defectos de la superficie. Tampoco evidencias de magullamiento (Chemonics International, s.f.).

2.17 FISIOPATÍAS

2.17.1 Pudrición apical de los frutos

Aparece normalmente, cuando los frutos tienen la cuarta parte de su desarrollo y está relacionada con la deficiencia de calcio, resultante de la dificultad en su absorción, pérdidas por lixiviación (exceso de humedad del suelo) y presencia en estado no asimilable (falta de humedad) o por encontrarse en cantidades insuficientes para la planta (Chemonics International, s.f.).

Síntoma: Aparición de tejido blando, en el ápice del fruto, que posteriormente se deforma y ocasiona pudrición seca (Chemonics International, s.f.).

Control: Cuidado en el manejo del agua, pulverizaciones con abonos foliares que contengan Ca (Nitrato o Cloruro de Calcio, etc.) (Chemonics International, s.f.).

2.17.2 Quemaduras del sol

Cuando no se tiene cuidado en el laboreo (pulverizaciones o deshierbas), se mueve demasiado a las plantas que están en producción; por lo que, aquellos frutos que están desarrollándose bajo la protección de las hojas de la propia planta, o de malezas presentes, son expuestos a la incidencia directa de los rayos solares (Chemonics International, s.f.).

Síntomas: Presencia de zonas de contextura dura, con color blanquecino característico y corteza delgada (diferente de la normal) (Chemonics International, s.f.).

Prevención: Cuidado en el laboreo, cubrir los frutos con paja seca u otro material (Chemonics International, s.f.).

2.17.3 Rajado del fruto

Según Chemonics International (s.f.) el rajado del fruto se produce cuando este es pequeño y debido al exceso de humedad ambiental ocasionada por un cambio de temperatura brusco o una mala ventilación. También influyen, pero en menor medida, las fluctuaciones en la conductividad eléctrica.

2.17.4 Aborto de frutos

Puede tener lugar por varias causas: excesivo vigor de la planta, autoclareo de la planta, mal manejo del abonado y riego, elevada humedad relativa, etc. (Chemonics International, s.f.).

2.17.5 Asfixia radicular

Se produce la aparición de raíces adventicias y marchitamiento general de la planta por un exceso de humedad que provoca ausencia de oxígeno en el suelo. Puede verse influenciada por: suelo demasiado arcilloso y con mal drenaje, alta salinidad en suelo y/o agua, elevada humedad ambiental, mal manejo del riego, etc. (Chemonics International, s.f.).

2.17.6 Daño por Frío

Generalmente ocurre después del almacenamiento por algunos días a temperaturas menores a 7°C. Los síntomas incluyen picado, pérdida de color de la pulpa, pérdida de sabor, sabores desagradables y mayor incidencia de pudriciones cuando se les transfiere a temperatura ambiente (Chemonics International, s.f.).

2.17.7 Daño Físico

El manejo inapropiado y la carga de sandías a granel muy a menudo dan lugar a pérdidas considerables durante el tránsito por magulladuras y agrietamiento. La magulladura interna provoca descomposición prematura de la pulpa y una textura harinosa (Chemonics International, s.f.).

2.17.8 Enfermedades

Las enfermedades pueden ser una causa importante de pérdidas post-cosecha dependiendo de la estación, región y condiciones climáticas locales. Generalmente, estas pérdidas son bajas en comparación con los daños físicos debidos a magulladuras y manejo descuidado. La pudrición negra (black rot) causada por *Didymella bryoniae*, la antracnosis (anthracnose) provocada por *Colletotrichum orbiculare* y la pudrición por *Phytophthora* son comunes en áreas con abundantes lluvias y humedad durante la producción y la cosecha. Es posible encontrar una lista extensa de lesiones en la cicatriz del pedúnculo, punta floral y cáscara o superficie de la fruta, incluyendo la pudrición bacteriana por *Erwinia* y los hongos fitopatógenos *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Rhizopus* y ocasionalmente *Mucor*, *Fusarium* y *Tricothecium* (Chemonics International, s.f.).

2.18 VALOR NUTRITIVO

La sandía es muy apreciada por ser refrescante y rica en agua y sales. En concreto, es la fruta que mayor cantidad de agua contiene (95% de su peso), por lo que aporta muy poca energía y, en general, pocos nutrientes, aunque contiene cantidades apreciables de diversas vitaminas y minerales. Por todo ello es muy útil para dietas de adelgazamiento (Cuadro 1) (MAGRAMA, 2010).

Lo más destacable en su composición es su contenido en carotenoides sin actividad pro-vitamínica (luteína y licopeno), entre los que destaca el licopeno, ya que se encuentra en una elevada cantidad, siendo este alimento una de las principales fuentes dietéticas del fitoquímico. Numerosos estudios han asociado el consumo de licopeno con un menor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, ya que disminuye los niveles de colesterol sanguíneo (por disminución de la síntesis de colesterol endógeno) e inhibe la oxidación de la fracción LDL-colesterol, y con la protección frente algunos tipos de cáncer como el de cérvix, próstata, pulmón, mama y tracto digestivo (colon, recto, esófago, estómago, faringe, etc.) (MAGRAMA, 2010).

Por otro lado, su alto contenido en agua estimula los riñones para que funcionen más eficientemente, facilitando la eliminación de sustancias de desecho y toxinas, y mejorando la función renal. Las semillas, ricas en vitamina E, se han utilizado ampliamente en medicina popular (MAGRAMA, 2010).

Cuadro 1: Contenido nutricional de *C. lanatus*.

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (300 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	21	33	3.000	2.300
Proteínas (g)	0,4	0,6	54	41
Lípidos totales (g)	Tr	Tr	100-117	77-89
AG saturados (g)	—	—	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	—	—	67	51
AG poliinsaturados (g)	—	—	17	13
ω -3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	4,5	7,0	375-413	288-316
Fibra (g)	0,5	0,8	>35	>25
Agua (g)	94,6	148	2.500	2.000
Calcio (mg)	7	10,9	1.000	1.000
Hierro (mg)	0,3	0,5	10	18
Yodo (μg)	Tr	Tr	140	110
Magnesio (mg)	11	17,2	350	330
Zinc (mg)	0,1	0,2	15	15
Sodio (mg)	4	6,2	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	120	187	3.500	3.500
Fósforo (mg)	5,5	8,6	700	700
Selenio (μg)	Tr	Tr	70	55
Tiamina (mg)	0,02	0,03	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,02	0,03	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,3	0,5	20	15
Vitamina B₅ (mg)	0,07	0,11	1,8	1,6
Folatos (μg)	3	4,7	400	400
Vitamina B₁₂ (μg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	5	7,8	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μg)	33	51,5	1.000	800
Vitamina D (μg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	0,1	0,2	12	12

Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras y col., 2013. (SANDÍA). Recomendaciones: Ingestas Recomendadas/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. Recomendaciones: Objetivos nutricionales/día. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011. Recomendaciones: Ingestas Dietéticas de Referencia (EFSA, 2010). Tr: Trazas. 0: Virtualmente ausente en el alimento. —: Dato no disponible. *Datos incompletos.

FUENTE: MAGRAMA (2010)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente ensayo se llevó a cabo en las instalaciones del Fundo Don Germán (Sede del IRD Costa) que se ubica en el km. 145 de la antigua carretera Panamericana Sur, cercana a la ciudad San Vicente de Cañete, en la provincia de Cañete, departamento de Lima.

Longitud: 76° 21' 55" O

Latitud: 13° 05' 55" S

Altitud: 43 m.s.n.m.

3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS

La sandía es un cultivo propio de épocas cálidas; sin embargo, se ha adaptado muy bien a las condiciones climáticas de la costa central del Perú, que es de tipo subtropical y desértico, caracterizado por su escasa pluviosidad y pequeñas oscilaciones de temperatura anual y diaria (Cuadro 2).

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para la caracterización físico-química del suelo en estudio se realizó un muestreo de suelo. La muestra se analizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Cuadro 3).

Cuadro 2: Datos meteorológicos de los años 2013 y 2014.

	Año	T. exterior promedio	T. máxima	T. mínima	Humedad relativa	Precipitación	Radiación solar
		°C			%	mm	W/m ²
Primavera	1°	17.85	19.70	16.70	88.72	0	78.13
	2°	17.20	19.10	15.80	91.15	0	87.83
Verano	1°	25.49	26.60	21.40	79.66	0	696.34
	2°	22.12	26.70	18.70	86.23	0	265.27
Otoño	1°	19.74	22.60	17.40	84.69	0	168.35
	2°	18.91	21.90	16.10	86.52	0	171.88
Invierno	1°	16.57	18.70	15.30	86.48	0	49.96
	2°	15.68	18.10	14.30	88.90	0	49.25

FUENTE: Estación Meteorológica del Fundo Don Germán (Cañete-Lima).

Cuadro 3: Análisis físico químico del suelo.

pH (1:1)		7.23
C.E. (1:1) dS/m		1.3
CaCO₃ %		0
M.O. %		0.91
P ppm		18
K ppm		222
Análisis mecánico	Arena %	57
	Limo %	26
	Arcilla %	17
Clase textural		Fr. A.
CIC (meq/100g)		12.32
Cationes cambiables (meq/100gr)	Ca⁺²	9.37
	Mg⁺²	2.03
	K⁺	0.72
	Na⁺	0.2
	Al⁺³+H⁺	0
Suma de cationes		12.32
Suma de bases		12.32
% Saturación Bases		100

Según los análisis, se trata de un suelo de textura franco arenosa, por la reacción del suelo fue calificado como ligeramente alcalino. La conductividad eléctrica (C.E.) indica que es ligeramente salino, el porcentaje de materia orgánica es considerado

bajo. Los niveles de fósforo y potasio están en un nivel alto y medio, respectivamente. Por otro lado el valor de la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) es considerada baja.

3.4 CARACTERISTICAS DEL AGUA DE RIEGO

La muestra de agua de riego se analizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Cuadro 4). Fue calificada como C1-S1, lo que significa que tiene un bajo peligro de salinidad, no esperándose efectos dañinos sobre las plantas y suelos; además, de poder usarse para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.

Cuadro 4. Análisis del agua utilizada.

N° LABORATORIO	413
N° CAMPO	AGUA CAÑETE
pH	8.72
C.E dS/m	0.50
Calcio meq/L	3.28
Magnesio meq/L	0.79
Potasio meq/L	0.08
Sodio meq/L	1.34
Suma de cationes	5.49
Nitratos meq/L	0.01
Carbonatos meq/L	0.17
Bicarbonatos meq/L	2.68
Sulfatos meq/L	1.42
Cloruros meq/L	1.00
Suma de aniones	5.28
Sodio %	24.41
RAS	0.94
Boro ppm	0.22
Clasificación	C1-S1

3.5 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL VEGETAL

El cultivar BlackFire es un híbrido diploide, de tamaño muy grande con cáscara de color verde intenso y pulpa de color rojo intenso. Además, presenta buena cobertura de planta y excelente potencial de producción con resistencia a la quemadura de sol y al transporte por su cáscara gruesa, también es tolerante a Mildiú.

La duración de su ciclo vegetativo es de 85 a 90 días considerándose un cultivar precoz. Presenta una densidad de siembra de 5,000 plantas por hectárea y un peso de fruto de 10 a 14 kg, con 3 a 4 frutos por plantas y de sabor dulce (12 Brix).

3.6 MANEJO AGRONÓMICO

3.6.1. Riego de Machaco

El riego de machaco fue realizado con la mayor uniformidad posible, permitiendo la germinación de las semillas de malezas que fueron eliminadas en la preparación del suelo y también propició la muerte de las pupas existentes en el suelo. Además de disponer de una uniforme humedad del suelo a fin de garantizar una buena preparación del suelo (aradura, gradeo).

3.6.2 Preparación del terreno

Consistió en remover la capa arable de tal modo que la parte más profunda del suelo se remueve hacia la superficie. Luego, se pasó la rastra, la cual se encarga de mullir los terrones que quedaron después de la aradura, para que no dificulten las labores de siembra. Y finalmente, se procedió a levantar las camas para el cultivo.

3.6.3 Trasplante

Se trasplantaron plántulas de 30 días de edad procedentes de SF-ALMACIGOS (Chincha, Ica) que tuvo la responsabilidad de la preparación de las plántulas de sandía. El trasplante se realizó el 22 de noviembre del 2012.

3.6.4 Plan de Fertilización

La adición de los fertilizantes se realizó al suelo por golpes, repartiéndose la dosis total en 2 fraccionamientos. La primera fertilización se dio a los 27 días después del trasplante y utilizando 64% de N, 80% de P_2O_5 y 26% de K_2O de la dosis total. La segunda fertilización se realizó a los 51 días después del trasplante y se utilizó 36% de N, 20% de P_2O_5 y 74% de K_2O de la dosis total. El distanciamiento empleado fue de 3.8 m entre camas y 0.4 m entre plantas. El riego fue por gravedad. La ley de fertilización que se utilizó fue 220-184-161- 9 MgO– 26CaO.

En el cuadro 5 se detallan las fuentes de fertilizantes utilizadas en el ensayo, al igual que las cantidades en kilogramos de cada fertilizante que fue aplicado al campo.

Cuadro 5: Fuentes y cantidades de fertilizantes aplicados en el ensayo.

Fuentes	Kilos	N	P_2O_5	K_2O	MgO	CaO
Nitrato de Amonio (33-0-0)	400	132	-	-	-	-
Fosfato Di amónico (18-46-0)	400	72	184	-	-	-
Sulfato de Potasio (0-0-50)	300	-	-	150	-	-
Sulpomag (0-0-22-18MgO)	50	-	-	11	9	-
Nitrato de Calcio (16-0-0-26CaO)	100	16	-	-	-	26
TOTAL	1250	220	184	161	9	26

3.6.5 Labores culturales

a. Riego

Se aplicó riego por gravedad con una frecuencia de 7 ó 10 días, dependiendo del estado fenológico y las condiciones ambientales y la humedad del suelo.

b. Deshierbo

Con la finalidad de mantener el campo libre de malezas durante todo el ciclo vegetativo del cultivo. El desmalezado se realizó en forma manual según fue necesario.

c. Guiado

Cuando empezaron a emitir guías, se empezó a guiar las plantas en forma horizontal, todas las guías hacia una dirección y sobre la cama, evitando que la guía se pose en el surco de riego.

d. Control fitosanitario

El campo fue evaluado constantemente con la finalidad de prevenir e identificar los posibles daños causados por insectos o patógenos.

e. Cosecha

La recolección de frutos se efectuó en forma individual en cada parcela cada semana durante un mes, al mismo tiempo se realizaron las evaluaciones de rendimiento y características de calidad del fruto. La primera cosecha se realizó a los 7 días después del trasplante.

3.7 TRATAMIENTOS EVALUADOS

En el Cuadro 6 se mencionan los productos evaluados como fuentes de K foliar y en el Cuadro 7 se muestra cómo fueron aplicados según recomendación de cada fabricante del producto.

Cuadro 6: Fuentes de potasio foliar evaluadas

Trat.	Empresas	Productos	Composición
T0	-	Testigo	
T1	FERTITEC	Amino kalium	K ₂ O: 46%
T2	SQM-VITAS	Speedfol KSL	K ₂ O: 24%
T3	CPISAC	Cropfield Potasio	K ₂ O: 27.34%
T4	QSI	Quimifol kk300	K ₂ O: 30%

Cuadro 7: Dosis de aplicaciones de las diferentes fuentes de potasio foliar evaluadas

Trat.	06/12/2012	21/12/2012	03/01/2012	16/01/2013	31/01/2013	Gasto* Producto/ha
T0	-	-	-	-	-	0 ml
T1	-	-	-	1000ml/400 	1600ml/400 	2600 ml
T2	-	-	-	2000ml/400 	2000ml/400 	4000 ml
T3	-	-	-	2000ml/400 	2000ml/400 	4000 ml
T4	250 ml/ 100 	500ml/200 l	500ml/200 l	1000ml/400 	1000ml/400 	3250 ml

*Estas dosis son las establecidas por los respectivos proveedores de las fuentes.

3.8 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

T0: Testigo

Es el tratamiento donde no se aplicó ningún tipo de fertilizante foliar.

T1: Amino Kalium

Es una solución concentrada a base de potasio, el producto puede ser aplicado en pulverizaciones foliares o a través del sistema del riego en todo tipo de cultivo. Es un producto recomendado para los momentos de máxima necesidad (después del cuajado del fruto, durante el desarrollo del fruto y durante el periodo de acumulación de reservas) y para favorecer la maduración de frutos.

Momentos de aplicación y dosis:

- Inicio de cuajado de fruto en una dosis de 500 ml/ cilindro
- 15 días después del inicio de cuajado de fruto en una dosis de 800 ml/cilindro.

T2: Speedfol KSL

Es un fertilizante de potasio orgánico, soluble en agua, libre de nitrógeno para usar en aplicaciones foliares en cultivos hortícolas, frutícolas, ornamentales y flores. Para corregir o mantener los niveles de potasio dentro de la planta.

Dosis: 1 litro / cilindro

Momentos de aplicación:

- Inicio de cuajado
- 15 días después del inicio de cuajado

T3: Cropfield Potasio

Es un fertilizante foliar líquido soluble con alta concentración de Potasio, que al ser aplicado sobre los cultivos corrige las carencias de este importante elemento. Contiene además ácidos fúlvicos y aminoácidos como agentes complejantes.

Dosis: 1 litro/ cilindro

Momentos de aplicación:

- Inicio de cuajado
- 15 días después del inicio de cuajado

T.4: Quimifol KK300

Es un fertilizante líquido de uso general con un alto contenido de potasio. Este elemento está ligado totalmente a una molécula orgánica (Acetato de Potasio) y es por tanto completamente asimilable por todas las partes de la planta. Contiene vitamina B1 que es un cofactor enzimático.

Dosis: 500 ml/ cilindro

Momentos de la aplicación:

- Cada 15 días desde el trasplante hasta la cosecha.

3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completamente al azar, compuesto de 4 tratamientos más 1 testigo y 4 repeticiones, que fueron distribuidos en el campo de la siguiente manera:

T0R1	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	Bloque I
T4R2	T0R2	T1R2	T2R2	T3R2	Bloque II
T1R3	T2R3	T3R3	T4R3	T0R3	Bloque III
T2R4	T3R4	T4R4	T0R4	T1R4	Bloque IV

T0: Testigo
T1: Amino Kalium
T2: Speedfol K SL
T3: Cropfield Potasio
T4: Quimifol KK300

3.10 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

3.10.1. Bloques:

- Número de bloques: 4
- Largo de bloque: 5 m. (longitudinal a los surcos)
- Ancho de bloque: 75 m. (transversal a los surcos)
- Separación entre bloques (calle): 1.0 m.
- Área de bloque: 375 m².

3.10.2. Parcelas:

- Número de parcelas por bloque: 5
- Número total de parcelas: 20
- Largo de parcela: 5.0 m.
- Ancho de parcela: 15 m.
- Área de parcela: 75 m²

3.10.3. Camas:

- Número de camas por parcela: 3
- Largo de camas: 5.0 m.
- Ancho de camas: 5.0 m.
- Distancia entre camas (ancho de surco): 1.0 m.

3.10.4. Área del experimento:

- Área del bloque x Número repeticiones = $375 \times 4 = 1500 \text{ m}^2$.

3.11 PARÁMETROS EVALUADOS

3.11.1 Rendimiento (t/ha)

Peso total de los frutos, sumándose cada cosecha de cada tratamiento. Se realizaron 4 cosechas.

3.11.2 Número de frutos por hectárea (unid)

Se contó el número de frutos cosechados en cada parcela, en cada cosecha. Luego, se expresaron por hectárea.

3.11.3 Peso promedio del fruto (Kg)

Se obtuvo dividiendo el peso en cada cosecha entre el número de frutos en cada unidad experimental.

3.11.4 Diámetro (cm)

Se midió la parte media del fruto.

3.11.5 Longitud (cm)

Se midió longitudinalmente los frutos, es decir, la distancia entre la inserción del pedúnculo y la cicatriz de la flor.

3.11.6 Grosor de la cáscara (cm)

Se realizó un corte transversal en la parte media del fruto y con una regla se midió el grosor de la cáscara, la cual se diferencia de la parte comestible por su color blanco.

3.11.7 Sólidos solubles (%)

Se determinó utilizando el jugo de la pulpa del fruto de la parte central y se midió con un refractómetro de mano.

3.11.8 Materia seca (%)

Se obtuvieron trozos de fruto con un peso inicial de 150 g, haciendo uso de una balanza analítica, luego, los trozos se colocaron en la estufa para retirarles todo el contenido de agua presente, posteriormente, se halló el peso final para ser expresados en porcentajes de materia seca ($(\text{peso final} / \text{peso inicial}) \times 100$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RENDIMIENTOS

En el cuadro 8 se resumen los rendimientos obtenidos en los diferentes tratamientos evaluados. Los rendimientos variaron entre 18.75 y 23.17 t/ha (Figura 1). El mayor rendimiento se logró en el tratamiento con Speedfol KSL (T 2) que obtuvo 23.17 t/ha, siendo 23.52% más que el testigo, le sigue el rendimiento obtenido con Amino Kalium que fue de 21.96 t/ha, superando en 17.12% al tratamiento testigo, sucesivamente, está el tratamiento con Cropfield Potasio con 20.53 t/ha, que supera al tratamiento testigo en 9.49%, el tratamiento con Quimifol KK300 obtuvo 20.48 t/ha, que resulta ser 9.23% más que el testigo, finalmente, el menor rendimiento se observó en el tratamiento testigo con 18.75 t/ha.

Hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos según la prueba de Duncan al 5%; el rendimiento obtenido con Speedfol KSL, fue superior estadísticamente y obtuvo diferencias significativas con todos los demás tratamiento, el tratamiento con Amino Kalium, igualmente obtuvo diferencias significativas con todos los rendimientos observados en los otros tratamientos. Estos resultados pueden deberse a que la dosis de K_2O aplicada al suelo fue la adecuada; lo cual concuerda con un experimento vía fertirrigación llevado a cabo por Feltrim (2011), que mostró que un aumento de dosis de K_2O no incrementaba la productividad de la sandía.

En la Figura 2 se puede apreciar que los mayores rendimientos en todos los tratamientos se dieron en la segunda cosecha. Aparentemente ningún tratamiento favoreció una cosecha más temprana.

Cuadro 8: Rendimiento (t/ha) empleando cuatro fuentes foliares de potasio en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

TRATAMIENTO	Rend. Total (t/ha)	Rendimiento/Cosecha			
		1°	2°	3°	4°
Testigo	18.75 d*	4.04	6.92	4.35	3.44
Amino kalium	21.96 b	4.28	7.87	5.19	4.62
Speedfol KSL	23.17 a	4.40	8.03	5.60	5.14
Cropfield Potasio	20.53 c	4.18	7.60	4.63	4.12
Quimifol kk300	20.48 c	4.55	7.75	4.45	3.73
Promedio:	20.98				
C.V.: 5.8%					

*Medias seguidas con la misma letra no poseen diferencias estadísticamente significativas, según la Prueba de Duncan al 5%.

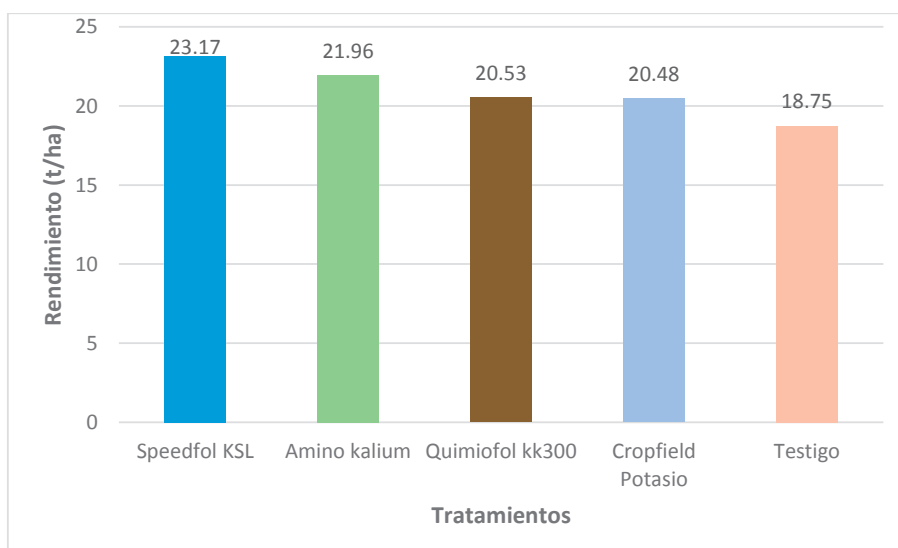


Figura 1. Rendimientos totales (t/ha) obtenidos empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

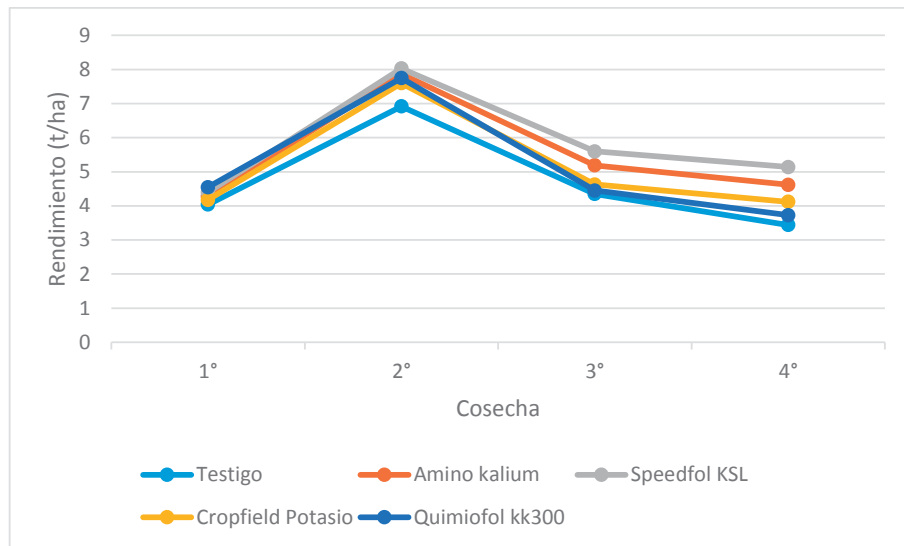


Figura 2. Rendimientos por cosecha (t/ha) empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

4.2 NÚMERO DE FRUTOS POR HECTÁREA

En el cuadro 9, se aprecia el número de frutos por hectárea en los tratamientos evaluados. Se observa que el mayor número de frutos totales se logró con el tratamiento Quimifol kk300, con 3500 frutos/ha que vendría a ser 25% más que el testigo, seguido por el tratamiento con Speedfol K SL que obtuvo 2750 frutos/ha que viene a ser 10% más que el tratamiento testigo; finalmente, el menor número de frutos se registró en el tratamiento testigo (sin aplicación foliar de potasio), Amino kalium y Cropfield Potasio, en donde los 3 tratamientos obtuvieron 2500 frutos/ha cada uno (Figura 3). Estos resultados muestran la importancia del potasio durante el crecimiento y desarrollo de frutos (Medina, 1988).

Hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos según la prueba de Duncan al 5%; el rendimiento obtenido con Quimifol KK 300, fue superior estadísticamente y obtuvo diferencias significativas con todos los demás tratamientos, el tratamiento con Speedfol K SL, igualmente obtuvo diferencias significativas con todos los otros tratamientos observados; los tratamientos con Amino Kalium, Cropfield Potasio y testigo no tuvieron diferencias significativas.

En la Figura 4 se muestra la distribución de los frutos producidos en las cuatro cosechas. Como en el caso del rendimiento por cosecha, el mayor número de frutos producidos coinciden también con la segunda cosecha. Aparentemente no hubo mayor influencia de los productos evaluados en los frutos producidos en cada cosecha.

Cuadro 9: Número de frutos/ha de sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire empleando cuatro fuentes de K foliar.

TRATAMIENTO	N° DE FRUTOS TOTALES/HA
Sin aplicación (Testigo)	2500 c*
Amino kalium	2500 c
Speedfol KSL	2750 b
Cropfield Potasio	2500 c
Quimifol kk300	3125 a
Promedio:	2675
C.V.: 9%	

*Medias seguidas con la misma letra no poseen diferencias estadísticamente significativas, según la Prueba de Duncan al 5%.

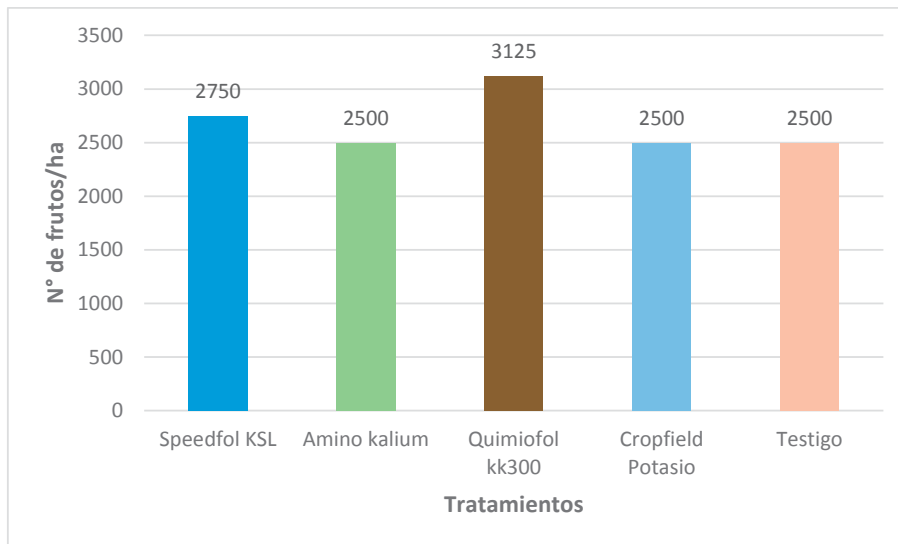


Figura 3. Número de frutos/ha obtenidos empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

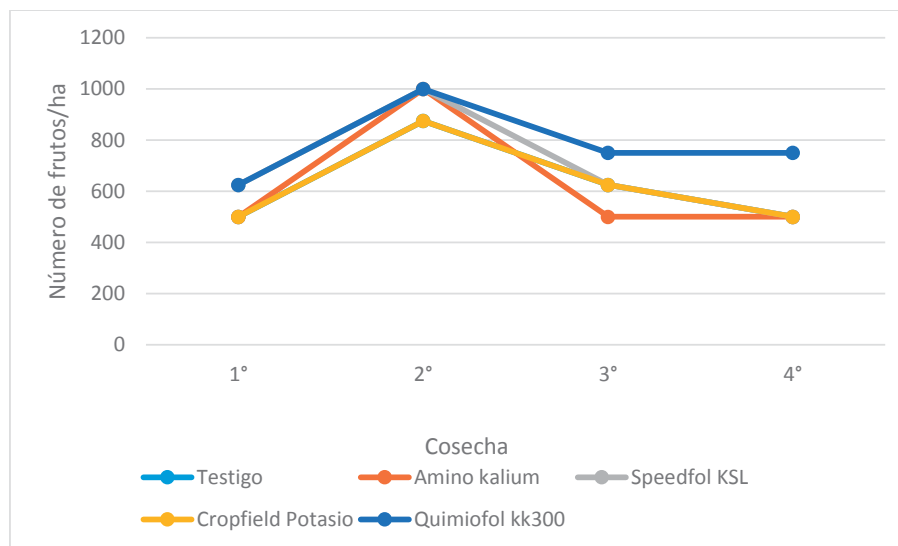


Figura 4. Número de frutos/ha por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

4.3 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL FRUTO

Entre los parámetros evaluados en fruto se tuvieron peso promedio, largo, diámetro, grosor de cáscara y porcentaje de sólidos solubles. Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro 10. En el peso promedio del fruto se puede observar que el mayor valor se observó en el tratamiento con Amino kalium con un peso promedio de 8.78 Kg., siendo éste superior estadísticamente a los pesos promedios observados en los otros tratamientos. El peso promedio de fruto más bajo se obtuvo con el tratamiento Quimifol kk300 inferior estadísticamente a los pesos promedios de los otros tratamientos.

Cuadro 10: Calidad en frutos de sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire empleando cuatro fuentes foliares de potasio.

PARÁMETROS DE CALIDAD					
TRATAMIENTO	Peso Promedio (Kg)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grosor de cáscara (cm)	Sólidos Solubles (%)
Sin aplicación (Testigo)	7.50 c	33.65 a	20.08 b	1.38 a	11.83 a*
Amino kalium	8.78 a	35.67 a	22.57 a	1.43 a	11.67 a
Speedfol KSL	8.43 b	36.60 a	23.36 a	1.40 a	13.00 a
Cropfield Potasio	8.21 b	33.39 a	19.96 b	1.38 a	11.67 a
Quimifol kk300	6.55 d	35.36 a	20.93 ab	1.53 a	12.00 a
Promedio:	7.89	34.93	21.38	1.42	12.03
C.V.:	5%	5.6%	8.3%	16.6%	10.6%

* Medias seguidas con la misma letra no poseen diferencias estadísticamente significativas, según la Prueba de Duncan al 5%.

Para el largo de fruto, se observó que no hubo diferencia significativa entre las medias de todos los tratamientos; sin embargo, se puede decir que el tratamiento que arrojó el valor más alto fue el tratamiento donde se utilizó el fertilizante foliar Speedfol KSL, con 36.6 cm de largo; seguido de los tratamientos con Amino kalium y Quimifol kk300, con valores muy similares de 35.7 cm y 35.4 cm, respectivamente. El tratamiento testigo y el de Cropfield Potasio, fueron los que arrojaron los valores más bajos (Figura 5).

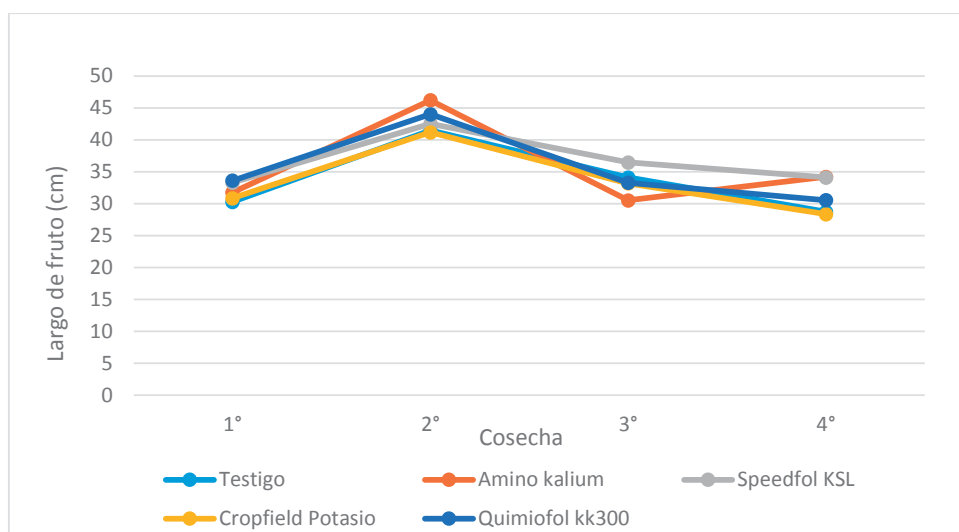


Figura 5. Largo de fruto por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

Para el diámetro de fruto tampoco se observaron diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos. Los mayores valores obtenidos fueron en los tratamientos de Speedfol KSL, y Amino kalium, con valores muy similares. Seguidos por los tratamientos con Quimifol kk300, el TESTIGO y con Cropfield Potasio, los valores estuvieron entre 19.96 y 23.36 (Fig. 6).

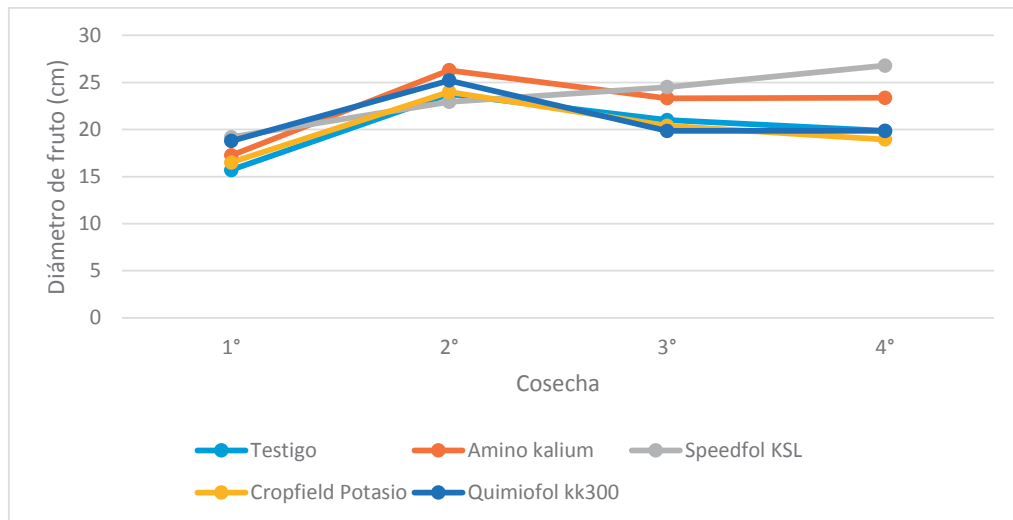


Figura 6. Diámetro de fruto por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire

En cuanto al grosor de cáscara, no se observaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos evaluados. El mayor valor obtenido fue con Quimiofol kk300, con un promedio de ancho de cáscara de 1.53 cm, mientras que en los demás tratamientos no hubo mayor variación. Los menores valores se registraron en los tratamientos Testigo, sin aplicación foliar de potasio, y el tratamiento Cropfield Potasio (Figura 7).

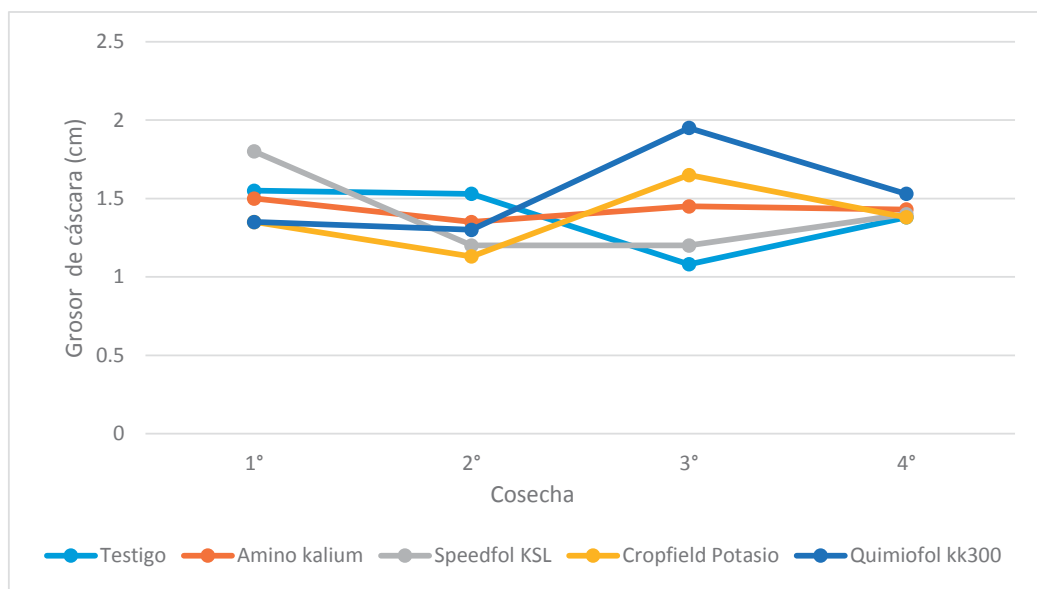


Figura 7. Grosor de cáscara por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

Los sólidos solubles totales variaron entre 11.67% y 13%. No hubo diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos evaluados. El mayor valor correspondió al tratamiento con Speedfol KSL con 13% (Figura 8). Por los resultados observados, ninguna fuente foliar de potasio mejoró el contenido de azúcares en los frutos.

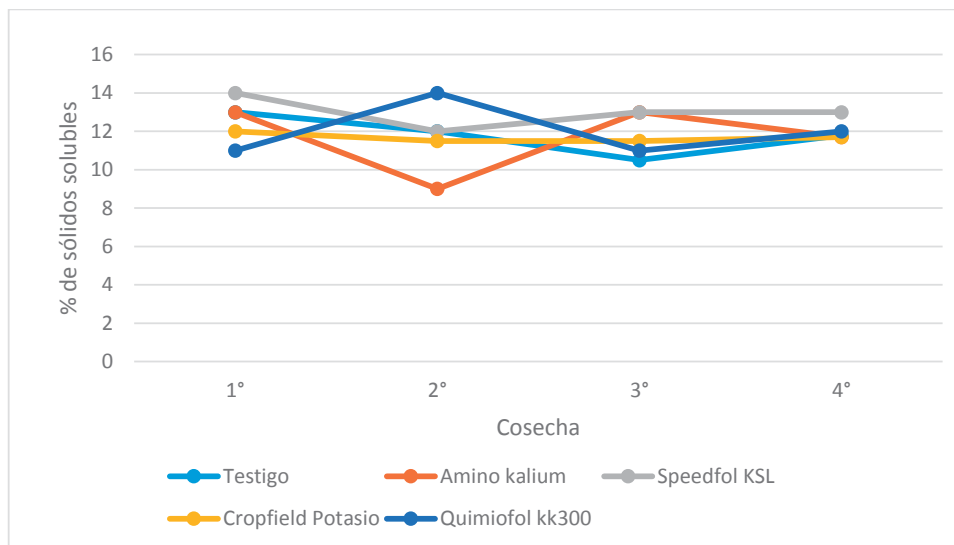


Figura 8. Sólidos solubles totales por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

4.4 MATERIA SECA

En el análisis de materia seca del fruto se observaron diferencias estadísticas entre las medias según la prueba de Duncan al 5%. El tratamiento sin aplicación foliar de potasio o Testigo fue el que mostró mayor porcentaje de materia seca (17.83%), superior estadísticamente a lo observado en los otros tratamientos, con excepción al tratamiento Quimifol kk300 con el que fue similar estadísticamente. El menor valor de porcentaje de materia seca se observó en el tratamiento Speedfol KSL con 14.76% (Cuadro 11, Figura 9).

La baja producción del testigo que fue de 18.75 t/ha y la menor cantidad de frutos totales por hectárea concentró mayor porcentaje de materia seca por fruto que los tratamientos evaluados.

Cuadro 11: Contenido de materia seca (%) en frutos de sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire empleando fuentes foliares de potasio.

TRATAMIENTO	MATERIA SECA (%)
Sin aplicación (Testigo)	17.83 a*
Amino kalium	14.87 b
Speedfol KSL	14.76 b
Cropfield Potasio	14.94 b
Quimifol kk300	15.24 ab
Promedio:	15.53
C.V.:	11.5%

*Medias seguidas con la misma letra no poseen diferencias estadísticamente significativas, según la Prueba de Duncan al 5%.

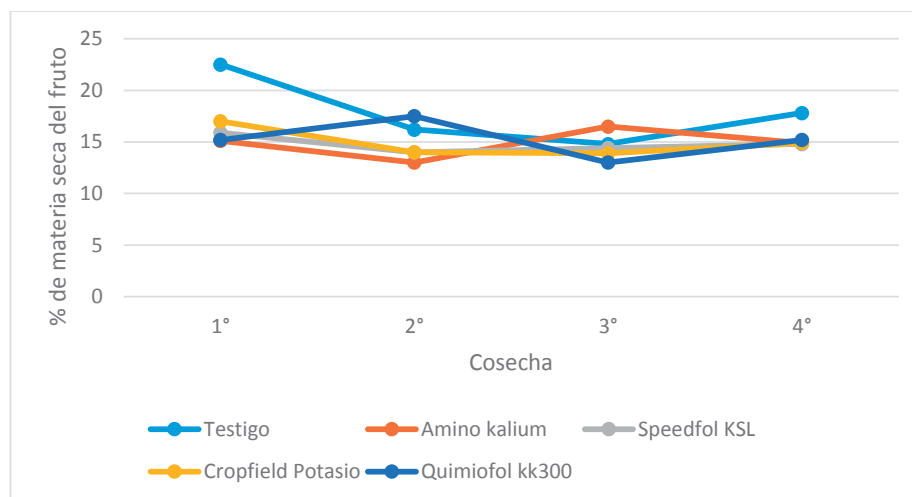


Figura 9. Materia seca del fruto por cosecha empleando cuatro fuentes de K foliar en sandía (*C. lanatus*) cv. Black Fire.

V. CONCLUSIONES

- El tratamiento que mostró el mayor rendimiento significativo fue donde se empleó Speedfol K SL, con un rendimiento total de 23.15 t/ha, que superó al tratamiento testigo el cual rindió 18.75 t/ha. Lo que demuestra un incremento en el rendimiento por la aplicación foliar de potasio con Speedfol K SL.
- Todos los tratamientos donde se aplicó potasio foliarmente demostraron un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento, comparado con el testigo. Lo que confirma que la aplicación foliar de potasio influye incrementando el rendimiento total en el cultivo de sandía.
- El tratamiento con Quimifol KK 300 fue el que obtuvo mayor número de frutos con un total de 3125 frutos/ha, diferenciándose significativamente del testigo que obtuvo 2500 frutos/ha. Los tratamientos con Amino Kalium y Cropfield potasio no obtuvieron diferencias significativas comparados con el testigo.
- Sobre los parámetros de calidad (diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de cascara y contenido de sólidos solubles), ninguno de los tratamientos evaluados afectaron significativamente estas características.
- Los tratamientos que recibieron aplicaciones foliares de potasio no tienen diferencias significativas entre ellos en el % de materia seca; siendo el tratamiento testigo el único que se diferencia significativamente de los demás tratamientos, alcanzando el mayor valor con 17.83 %.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar los productos considerados en esta investigación, teniendo en cuenta el mismo momento de aplicación y la misma dosis, con la finalidad de analizar la eficiencia de cada uno de los productos bajo las mismas condiciones de aplicación.
- Realizar ensayos en otras localidades productoras de sandía para observar el efecto en el rendimiento y calidad de la fruta.
- Evaluar con mayor profundidad el efecto de los elementos acompañantes del potasio en la formulación de los productos, para determinar el grado de influencia en la eficiencia de absorción foliar del potasio.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ACDI/VOCA. 2011. Sandía, Análisis de la Cadena de Valor en el Departamento de Concepción. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/Paraguay). Asunción, Paraguay. 54 p.
- Aguilar R, Luis A. 2014. Producción y calidad de Sandía (*Citrullus lanatus* L) con dos formas de fertilización en la Comarca Lagunera. Tesis. División de Carreras Agronómicas. Unidad Laguna. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. 50 p.
- A.I.D (Agencia para el Desarrollo Internacional) 1968. Manual de Fertilizantes. México. 236 p.
- Alvarado, P. (2009). Riego en Melón y Sandía. In Escalona V., Alvarado P., Monardes H., Urbina C., Martin A. Manual del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo* L.). Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.
- Andina, Agencia Peruana de Noticias. 2010. Exportación de sandía sumó US\$ 1.79 millones y aumentó en 103.8% entre enero y octubre (en línea). Consultado el 5 sept. 2014. Disponible en <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-exportacion-sandia-sumo-179-millones-y-aumento-1038-entre-enero-y-octubre-330133.aspx>
- Apontel, A. 1999. Cultivo protegidos con técnicas hidropónicas y biológicas. Bogotá, Agrovereda. p. 77
- ASPA (Asociación de Promoción Agraria). 2001. Apuntes Agrarios, Año 4, N° 35. Lima, Perú.
- Azabache, A. 2003. Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible. Huancayo, Perú. 225 p.
- Bolin, P., Brandenberger, L. 2001. Cucurbit integrated crop management. Oklahoma Coop. Ext. Serv. Bul. E-853.
- Cañedo, V., Alfaro, A., Kroschel, J. 2011. Manejo integrado de las plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima. Perú.

- Casseres, E. 1980. Producción de Hortalizas, Tercera Edición, Editorial IICA, Costa Rica, 387 pp.
- Chapman, H.D., Pratt, F.P. 1973. "Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas". Ed. Trillos. México.
- Chemonics International, Nicaragua; Cuenta Reto del Milenio. Programa de Diversificación Hortícola., Nicaragua. s.f. Guía para el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) (en línea) Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. Consultado 1 sep. 2014. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517s.pdf>
- Cuellar, M.E., Morales, F.J. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaco* (Gennadius) como plaga y vector de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Colombiana de Entomología 32(1).
- Del Castillo-Algarate, O., Collantes-Arana, C., Cox-Trigoso, G., Wilson-Krugg, J. (2014). Efecto de dos especies nativas de *Trichoderma* sobre huevos y juveniles de *Meloidogyne* sp. en condiciones de laboratorio. Revista Científica de Estudiantes. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Vol. 2. N° 1. Trujillo-Perú. 9 pp.
- Delgado De La Flor F., Toledo J., Casas A., Ugás R., Siura S. 1988. Cultivos Hortícolas. Datos Básicos. Ediagraria. UNALM. Programa de Investigación en Hortalizas. Perú. 105 pp.
- Domínguez, V.A. 1993. Fertirrigación. Ed. Mundi-prensa. España. 216 pp.
- Duthie, J.A., Edelson, J.V., Roberts, B.W., Shrefler, J. W. 1999. Plant density-dependent variation in density, frequency and size of watermelon fruits. Crop Sci. 39: 412-417.
- FAO (Food and Agriculture Organization) s.f. Productos frescos de frutas. Fichas técnicas (en línea). Consultado el 04 ago. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-au173s.pdf>
- Feltrim, A., Cecílio-Filho, A., Gonsalves, M., Pavani, L., Barbosa, J., Mendoza, J. 2011. Distancia entre plantas y dosis de nitrógeno y potasio en sandía sin semillas fertirrigada. Pesq. agropec. bras., Brasília, Brasil. Vol 46 (9): 985-991.
- Flores-Alaña, L., Geraud-Pouey, F., Chirinos, D., Melendez-Ramirez, L. (2015). Efectividad de algunos insecticidas para el control de *Bemisia tabaci*

(Gennadius) en tomate, *Solanum lycopersicum* L. INTERCIENCIA. Vol. 40. N° 2. Caracas-Venezuela. pp. 121- 126.

- Fuentes, J. 1999. El suelo y los fertilizantes. 5 ed. Madrid, Mundi-prensa. P. 149, 235-236.
- García, E. 1999. Efecto de la relación potasio-calcio en el rendimiento del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) var. Royal Sweet bajo RLAf: goteo. Tesis para optar el grado de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú, 73 p.
- Gomez, A. 1991. Sandías obtenidas sin polinizar. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. España. 48 p.
- González, N., Martínez, B., Infante, D. 2010. Mildiu polvoriento en las cucurbitáceas. Rev. Protección Vegetal. Vol. 25 N° 1. Cuba. pp: 44-50
- Grangeiro, L.C.; Cecílio Filho, A.B. 2005. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. Horticultura Brasileira, v.23, p.763 -767.
- Gross, A. (1992). Abonos: Guía Práctica de la Fertilización. 7ma edición. Ed. Mundi Prensa. España.
- Hotchmuth, G.J., Kee, E, Hartz, T.K., Daimello, F.J, Motes, J.E. 2001. Cultural management, p. 78-79. In: Maynard, D.N. (Ed.). Watermelon: characteristics, production and marketing. ASHS Press, Virginia, United States.
- Huh, Y.C., Sari, N., Solmaz, I. 2008. Morphological characterization of Korean and Turkish watermelon germplasm. Cucurbitaceae. Proceedings of the IX Th EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M. Ed.) INRA, Avignon. France. May 21 st-24 Th.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. 1989. Compendio de agronomía tropical. San José, Costa Rica. 693 p.
- Jeffrey, C., 1990. A new system of Cucurbitaceae. *Bot. Zhurn* 90: 332–335.
- Jojoa, C., Salazar, C. (2011). Evaluación in vitro de insecticidas biorracionales para el control de *Agrotis ipsilon* Hüfnagel. Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. XXVIII. N° 1. Nariño-Colombia. pp 53-63.
- La Hacienda. 1961. Año 56 (8). Nueva York – USA. Agosto.

- Luckman, W.H., Metcalf, R.L. 1994. Introduction to insects pest management, 3rd ed. Wiley-Interscience, New York, USA.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). 2010. Sandía (En línea). Consultado el 15 de Agosto del 2015. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/sandia_tcm7-315358.pdf
- Malavolta, E. 1982. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: Simpósio brasileiro de abacaxicultura, Jaboticabal. Anais. p. 121-153.
- Marco, H. 1969. El melón. Zaragoza Acribia.
- Maroto, J., Miguel, A., Pomares F., 2002. El Cultivo De Sandía. Ed. Mundi – Prensa. España
- Marr, C.W., Tisserat, N. 1998. Commercial vegetable production: Watermelon. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. MF–1107.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London, England. Academic Press. pp 201-265.
- Martinez, F., Garcés, G. 2010. Crecimiento y producción de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. romana) bajo diferentes niveles de potasio. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 4. N° 2. Colombia. pp 185-198.
- Medina, J. 1988. Riego por goteo teoría y práctica. Ed. Mundi – prensa. 3ra edición. Madrid – España.
- Melendez, G., Molina, E. 2002. Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Laboratorio de Suelos y Foliar. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica.
- Mengel, K. 1982. Factors and processes affecting potassium requirements of crops. Potash Review N° 9, International Potash Institute, Basel, Switzerland, 12 pp.
- Monardes, H. (2009). Requerimientos de Clima y Suelo. In Escalona V., Alvarado P., Monardes H., Urbina C., Martin A. Manual del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo* L.). Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.
- Navarro, G. 2003. Química agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2ed. Madrid, Mundi-Prensa. p. 231

- Parsons, M., Mondeño, R., Kirchner, S., Medina, F. 1982. Cucurbitáceas. Manuales para educación agropecuaria. Ed Trillas. México. 55p.
- Pizarro, F. 1990. Riego localizado de alta frecuencia. Ed. Mundi-Prensa. Madrid-España.
- Primo, E., Carrasco, J.M. 1981. Química agrícola: Suelos y fertilizantes. Alhambra. Madrid-España. 472 p.
- PYMEX. 2011. Exportaciones de sandías frescas crecieron 107% (en línea). Consultado el 5 de sep. 2014. Disponible en:
<http://pymex.pe/emprendedores/productos-estrella/exportaciones-de-sandias-frescas-crecieron-107>
- PYMEX .2013. Región Lambayeque, una gran exportadora de sandía para Holanda e Inglaterra (en línea). Consultado el 5 de sep. 2014. Disponible en:
<http://pymex.pe/exportaciones-peruanas/aprenda-a-exportar/region-lambayeque-gran-exportadora-de-sandia-para-holanda-e-inglaterra>
- Reche, J. s.f. Cultivo Intensivo de la Sandía. Hojas Divulgadoras Núm. 2106 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. España. 48 p.
- Reche, J. 1988. La Sandía. Tercera Edición Ed. Mundi – prensa. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. España. 230 p.
- Robinson RW, Decker-Walters DS. 1997. Cucurbits, Crop Production Science in Horticulture, num. 6. CAB Int. Reino Unido. p. 226.
- Rubatzky, V. E., Yamaguchi, M. 1997. World Vegetables, International Thompson Publishing, USA, 843 pp.
- Salvo, A., Valladares, G. (2007) Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. Revista Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 34 N° 3. Pontificia Universidad Católica de Chile. Pago: 167-185.
- Sancho, H. 1999. Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programa de fertilización. Instituto de la Potasa y el fósforo. Informaciones Agronómicas 36. Quito, Ecuador. Pág. 11-13.
- Schweers, V. H., Sims, W.L. 1976. Watermelon Production. Div. Agric. Sci., Univ. Of California Berkeley. USA.

- SIICEX (Sistema integrado de Información de Comercio Exterior). 2014. (en línea). Consultado el 3 de sep. 2014. Disponible en <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/183pdf2014Jul23.pdf>
- Tellez, M.M., Yanes, M. 2004. Estudio del parasitismo natural del minador de hojas, *Liriomyza* spp. En cultivo de judía bajo invernadero plástico en la provincia de Almería. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. Vol. 30. España.
- Tisdale, S., Werner, N. 1991. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. México, D.F. 760 p.
- Ugás, R., Siura, S., Delgado de la Flor, F., Casas, A., Toledo, J. 2000. Hortalizas: Datos básicos. Programa de Hortalizas. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 199 pp.
- University of Florida. 1965. Watermelon Production Guide. Agricultural Extension Service, Circular 96B, Gainesville, Florida, USA.
- Valadez L. 1994. Producción de hortalizas. Editorial Linusas. A de C.V Edición, México, 298 pp.
- Yágodin BA., Smirnov P. y Peterburgski A. 1986. Agroquímica I. Trad. R. Rincón y F. Vargas. Moscú, Mir. p. 338, 393-394.
- Wehner, T., Maynard, D. 2003. Cucumbers, melons and other cucurbits. Volume 1. Encyclopedia of food and culture. New York, USA. 2003. Pp. 474 – 479.
- Zohary D, Hopf M. 2000. Domestication of Plants in the Old World. 3rd ed. Oxford University Press. p. 193.

VIII.ANEXOS

ANEXO 1 Cronología de las actividades realizadas en el cultivo de sandía.

Fecha	DDT	Actividad	Observaciones
17/09/2012	-66	Preparación de terreno	Riego de machaco
02/10/2012	-51	Preparación de terreno	Subsolado
15/10/2012	-38	Preparación del terreno	Arado
16/10/2012	-37	Preparación del terreno	Arado
17/10/2012	-36	Preparación del terreno	Arado, Gradeo y despiedre
15/11/2012	-7	Preparación del terreno	Cuarteleo
19/11/2012	-3	Tomeo	
20/11/2012	-2	Riego de enseñó	
22/11/2012	0	Desinfección de plantines	Acidyf, Vydate, Galben y Ekotron
22/11/2012	0	Trasplante Sandía	cv. BlackFire
23/11/2012	1	Riego	
24/11/2012	2	Aplicación de cebo toxico	Afrecho, Melaza y Agromil
25/11/2012	3	Riego	
27/11/2012	5	Riego	
28/11/2012	6	Aplicación insecticida	Acidyf, Lancer, Amistar, Proxy y Amicos - O
03/12/2012	11	Riego	
04/12/2012	12	Aplicación Insecticida	Best water, Movento, Beta-baytroide, Nutri manganeso y Silwet
04/12/2012	12	Deshierbo	
12/12/2012	20	Guiado de planta	
13/12/2012	21	Cambio de surco	
14/12/2012	22	Deshierbo	
16/12/2012	24	Riego	
17/12/2012	25	Aplicación insecticida	Best water, Atabron, Agromil, Movento, Nutri manganeso y Silwet.
19/12/2012	27	Aplicación de herbicida	Fuego
20/12/2012	28	1era fertilización	Nitrato de amonio, Fosfato di amónico y sulfato de potasio
21/12/2012	29	Deshierbo	
24/12/2012	32	Aplicación Insecticida	Best water, Absolute, Ciper mex, Cosavet, Nutri manganeso y Silwet
24/12/2012	32	Guiado de planta	
26/12/2012	34	Aplicación Insecticida	Best water, Movento, Lancer y Proxy
26/12/2012	34	Riego	
29/12/2012	37	Deshierbo	
31/12/2012	39	Aplicación Insecticida	Best water, Famoss, Ciper mex, Oncol, Horti crop, Silwet y Proxy

02/01/2013	41	Riego	
02/01/2013	41	Guiado de plantas	
04/01/2013	43	Aplicación insecticida	Best water, Movento, Lorsban, Absolute, Atabron, Horti crop , Cosavet y Silwet
05/01/2013	44	Deshierbo	
07/01/2013	46	Deshierbo	
08/01/2013	47	Aplicación herbicida	Best water, Super herbox
08/01/2013	47	Deshierbo	
08/01/2013	47	Guiado de plantas	
09/01/2013	48	Riego	
09/01/2013	48	Aplicación insecticida	Best water, Engeo, Famoss y Break Thru
12/01/2013	51	2da. Fertilización	Nitrato de amonio, Fosfato di amónico, sulfato de potasio y guano
12/01/2013	51	Riego	
14/01/2012	53	Guiado de plantas	
14/01/2013	53	Aplicación insecticida	Best water, Oncol, Fenkil, Horti crop, Movento y Silwet
17/01/2013	56	Riego	
21/01/2013	60	Aplicación insecticida	Best water, Movento, Monitor, Famoss, Aminoflus y Silwet
21/01/2013	60	Guiado de plantas	
22/01/2013	61	Riego	
29/01/2013	68	Guiado de plantas	
29/01/2012	68	Aplicación de insecticida	Best wáter, Oncol, Engeo
30/01/2013	69	Aplicación insecticida	Best water, Olympik, Lorsban y Silwet
30/01/2013	69	Riego	
04/02/2013	74	1° Cosecha	4.04 t/ha
04/02/2013	74	Deshierbo	
05/02/2013	75	Levante de cortaderas	
05/02/2013	75	Riego	
12/02/2013	82	2° Cosecha	
13/02/2012	83	2° Cosecha	6.92 t/ha
14/02/2013	84	Levante de cortaderas	
14/02/2013	84	Riego	
16/02/2012	86	Aplicación de insecticida	Best wáter, Famoss, Aminoplus, Silwet
26/02/2013	96	3° Cosecha	4.35 t/ha
28/02/2012	98	Riego	
08/03/2013	106	4° Cosecha	3.44 t/ha

ANEXO 2 Resumen de resultados del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.

	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4
	Testigo	Amino Kalium	Speedfol K SL	Cropfield Potasio	Quimifol KK 300
Rend. total (t/ha)	18.75	21.96	23.17	20.53	20.48
Rend. 1° cosecha (t/ha)	4.04	4.28	4.40	4.18	4.55
Rend. 2° cosecha (t/ha)	6.92	7.87	8.03	7.60	7.75
Rend. 3° cosecha (t/ha)	4.35	5.19	5.60	4.63	4.45
Rend. 4° cosecha (t/ha)	3.44	4.62	5.14	4.12	3.73
N° total de frutos por ha	2500	2500	2750	2500	3125
Peso prom. del fruto (kg)	7.5	8.78	8.43	8.21	6.55
Longitud (cm)	33.65	35.67	36.60	33.39	35.36
Diámetro ecuatorial (cm)	20.08	22.57	23.36	19.96	20.93
Grosor de cascara (cm)	1.38	1.43	1.40	1.38	1.53
Solidos solubles (%)	11.83	11.67	13	11.67	12
Materia seca (%)	17.83	14.87	14.76	14.94	15.24

ANEXO 3 Longitud del fruto (cm) del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.

BLOQUES	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	TOTAL DE BLOQUES
	Testigo	Amino Kalium	Speedfol K SL	Cropfield Potasio	Quimifol KK 300	
I	30.28	31.75	33.3	30.85	33.61	159.79
II	41.46	46.2	42.53	41.19	44.01	215.39
III	34.11	30.53	36.46	33.18	33.28	167.56
IV	28.73	34.2	34.1	28.35	30.55	155.93
TOTAL	134.58	142.68	146.39	133.57	141.45	698.67
PROMEDIO	33.65	35.67	36.60	33.39	35.36	34.93

ANEXO 4 Análisis de Varianza de la longitud del fruto.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT
BLOQUES	3	456.3	152.085	39.89	3.29 - 5.42 **
TTOS	4	30.1	7.530	1.98	2.69 - 4.02 N.S
ERROR	12	45.8	3.813		
TOTAL	19	24407.0			

$R^2 = 91.4\%$

C.V. = 5.6%

X = 34.93

ns= no significativo; *= significativo al 0.05 de probabilidad; **= altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

ANEXO 5 Diámetro del fruto (cm) del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.

BLOQUES	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	TOTAL DE BLOQUES
	Testigo	Amino Kalium	Speedfol K SL	Cropfield Potasio	Quimifol KK 300	
I	15.70	17.25	19.18	16.50	18.78	87.41
II	23.78	26.30	22.95	23.99	25.22	122.24
III	21.00	23.33	24.51	20.40	19.86	109.10
IV	19.85	23.38	26.8	18.95	19.86	108.84
TOTAL	80.33	90.26	93.44	79.84	83.72	427.59
PROMEDIO	20.08	22.57	23.36	19.96	20.93	21.38

ANEXO 6 Análisis de Varianza del diámetro del fruto.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT
BLOQUES	3	124.8	41.585	13.13	3.29 - 5.42 **
TTOS	4	36.9	9.227	2.91	2.69 - 4.02 N.S
ERROR	12	38.0	3.167		
TOTAL	19	9141.7			

$R^2 = 81\%$

C.V. = 8.3%

X = 21.38

ns= no significativo; *= significativo al 0.05 de probabilidad; **= altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

ANEXO 7 Ancho de cascara del fruto (cm) del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.

BLOQUES	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	TOTAL DE BLOQUES
	Testigo	Amino Kalium	Speedfol K SL	Cropfield Potasio	Quimifol KK 300	
I	1.55	1.50	1.80	1.35	1.35	7.55
II	1.53	1.35	1.20	1.13	1.30	6.50
III	1.08	1.45	1.20	1.65	1.95	7.33
IV	1.38	1.43	1.40	1.38	1.53	7.13
TOTAL	5.53	5.73	5.60	5.50	6.13	28.50
PROMEDIO	1.38	1.43	1.40	1.38	1.53	1.43

ANEXO 8 Análisis de Varianza del ancho de cascara del fruto.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT
BLOQUES	3	0.1	0.041	0.73	3.29 - 5.42 N.S
TTOS	4	0.1	0.017	0.30	2.69 - 4.02 N.S
ERROR	12	0.7	0.056		
TOTAL	19	40.6			

$R^2 = 21.9\%$

$C.V. = 16.6\%$

$X = 1.43$

ns= no significativo; *= significativo al 0.05 de probabilidad; **= altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

ANEXO 9 Concentración de solidos solubles del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.

BLOQUES	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	TOTAL DE BLOQUES
	Testigo	Amino Kalium	Speedfol K SL	Cropfield Potasio	Quimifol KK 300	
I	13	13	14	12	11	63.00
II	12	9	12	11.5	14	58.50
III	10.5	13	13	11.5	11	59.00
IV	11.8	11.7	13.0	11.7	12.0	60.17
TOTAL	47.33	46.67	52.00	46.67	48.00	240.67
PROMEDIO	11.83	11.67	13.00	11.67	12.00	12.03

ANEXO 10 Análisis de varianza de la concentración de sólidos solubles.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT
BLOQUES	3	2.4	0.811	0.50	3.29 - 5.42 N.S
TTOS	4	5.0	1.244	0.76	2.69 - 4.02 N.S
ERROR	12	19.6	1.631		
TOTAL	19	2896.0			

$R^2 = 27.5\%$

C.V. = 10.6%

X = 12.03

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

ANEXO 11 Porcentaje de materia seca del efecto de la aplicación foliar de potasio en sandía.

BLOQUES	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	TOTAL DE BLOQUES
	Testigo	Amino Kalium	Speedfol K SL	Cropfield Potasio	Quimifol KK 300	
I	22.5	15.1	15.9	17.0	15.2	85.62
II	16.2	13.0	14.0	14.0	17.5	74.68
III	14.8	16.5	14.4	13.9	13.0	72.65
IV	17.8	14.9	14.8	14.9	15.2	77.64
TOTAL	71.3	59.5	59.1	59.8	61.0	310.6
PROMEDIO	17.83	14.87	14.76	14.94	15.24	15.53

ANEXO 12 Análisis de varianza Porcentaje de materia seca

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT
BLOQUES	3	19.5	6.489	2.05	3.29 - 5.42 **
TTOS	4	27.0	6.754	2.13	2.69 - 4.02 *
ERROR	12	38.0	3.169		
TOTAL	19	4823.3			

$R^2 = 55\%$

C.V. = 11.5%

X = 15.53

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

ANEXO 13 Prueba de comparación Duncan al 5%

	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4		
	Testigo	Amino Kalium	Speedfol K SL	Cropfield Potasio	Quimifol KK 300	Prom.	% C.V
Longitud (cm)	33.65 a	35.67 a	36.60 a	33.39 a	35.36 a	34.93	5.6
Diámetro ecuatorial (cm)	20.08 b	22..57 a	23.36 a	19.96 b	20.93 ab	21.38	8.3
Grosor de cascara (cm)	1.38 a	1.43 a	1.40 a	1.38 a	1.53 a	1.43	16.6
Solidos solubles (%)	11.83 a	11.67 a	13 a	11.67 a	12 a	12.03	10.6
Materia seca (%)	17.83 a	14.87 b	14.76 b	14.94 b	15.24 ab	15.53	11.5