

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**“NIVELES DE FÓSFORO Y SU EFECTO EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE SANDÍA
(*Citrullus lanatus*) CV. BLACK FIRE EN CAÑETE”**

Presentado por:

JUAN LUIS VICENTE NOLASCO CHUMPITAZ

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

LIMA, PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“NIVELES DE FÓSFORO Y SU EFECTO EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE SANDÍA
(*Citrullus lanatus*) CV. BLACK FIRE EN CAÑETE”**

Presentado por:

JUAN LUIS VICENTE NOLASCO CHUMPITAZ

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Oscar Loli Figueroa
PRESIDENTE

Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
PATROCINADOR

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
MIEMBRO

Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

Lima - Perú

2016

A mis padres y familia por su gran amor, constante apoyo y por qué siempre creyeron en mí.

A todas aquellas personas que para bien o para mal pasaron por mi vida y han hecho de mi un hombre de bien.

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres y hermana por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de mi vida y carrera profesional.
- A mi patrocinador Mg Sc. Andrés Casas Díaz, por la confianza depositada en mí, por su orientación y apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A la administración del fundo Don Germán por acogerme y apoyarme durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al personal del laboratorio de pos cosecha de la Facultad de Agronomía UNALM por el apoyo brindado durante los análisis del presente estudio.
- A todos mis amigos y compañeros de la facultad por su amistad y apoyo sincero.
- A mi amiga Ámbar que a pesar de la distancia me apoyo y me dio aliento para culminar la redacción del presente trabajo.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 El fósforo	2
2.1.1 Situación actual del fósforo	2
2.1.2 El fósforo en el suelo	3
2.1.3 Rol del fósforo en la planta	7
2.2 Cultivo de sandía	10
2.2.1 Importancia	10
2.2.2 Botánica	13
2.2.3 Datos del cultivo	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Ubicación	18
3.2 Características del suelo	18
3.3 Características del agua	20
3.4 Características climáticas	21
3.5 Cultivar usado	21
3.6 Manejo agronómico	22
3.6.1 Preparación del terreno	22
3.6.2 Almácigo	22
3.6.3 Trasplante	22
3.6.4 Fertilización	22
3.6.5 Labores culturales	24
3.6.6 Manejo de plagas y enfermedades	24
3.6.7 Cosecha	25
3.7 Tratamientos evaluados	25
3.8 diseño experimental	26
3.9 Análisis estadístico	28

3.10	Parámetros evaluados	28
3.10.1	Parámetros de rendimiento	28
3.10.2	Parámetros de calidad	28
3.10.3	Porcentaje de materia seca en frutos	29
3.10.4	Porcentaje de fósforo foliar	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1	Rendimiento del cultivo	30
4.2	Número de frutos por hectárea	32
4.3	Peso promedio del fruto	34
4.4	Diámetro del fruto	35
4.5	Largo del fruto	36
4.6	Porcentaje de sólidos solubles del fruto	37
4.7	Porcentaje de materia seca del fruto	38
4.8	Porcentaje de fósforo foliar	40
V.	CONCLUSIONES	42
VI.	RECOMENDACIONES	43
VII.	BIBLIOGRAFÍA	44
VIII.	ANEXOS	49

INDICE DE CUADROS

	Pág.	
Cuadro 1	Área cultivada y producción mundial del cultivo de Sandía (fuente: FAO, 2014)	11
Cuadro 2	Valores nutricionales del futo de sandía (Fuente: USDA, s/a)	12
Cuadro 3	Análisis de suelo perteneciente al área de estudio	19
Cuadro 4	Análisis del agua del predio	20
Cuadro 5	Variables meteorológicas durante el periodo del ensayo	21
Cuadro 6	Fertilización usada en el campo comercial	23
Cuadro 7	Fraccionamiento de la fertilización usada en el campo comercial	24
Cuadro 8	Tratamientos evaluados	25
Cuadro 9	Rendimiento (Tn/ha) y Número de frutos (num/ha) empleando cinco niveles de fósforo en el cultivo de sandía	30
Cuadro 10	Peso promedio (kg), diámetro (cm), largo (cm) y cantidad de solidos solubles (%) del fruto; empleando cinco niveles de fosforo en el cultivo de sandía	34
Cuadro 11	Materia seca del fruto promedio (%) empleando cinco niveles de fósforo en el cultivo de sandía	38
Cuadro 12	Fósforo foliar promedio (%)empleando cinco niveles de fósforo en el cultivo de sandía	40

INDICE DE TABLAS

	Pág.	
Tabla 1	Principales plagas y enfermedades del cultivo de sandía (Fuente: CABI, 2014)	16

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.	
Gráfico 1	Relación entre pH y la concentración relativa de fósforo (Fuente: Troeh & Thompson, 1993)	4
Gráfico 2	Surcos mellizos y distanciamientos usados para la instalación del cultivo de Sandía en el fundo Don Germán - Cañete	23
Gráfico 3	Distribución de tratamientos y bloques del ensayo	27
Gráfico 4	Proceso de corte de porción de sandía para la determinación de Sólidos solubles y Materia seca del fruto	29
Gráfico 5	Efecto de niveles de fósforo en el rendimiento del cultivo de sandía cv. Black Fire	31
Gráfico 6	Efecto de niveles de fósforo en el número de frutos por hectárea del cultivo de sandía cv. Black Fire	33
Gráfico 7	Efecto de niveles de fósforo en el peso promedio de frutos por hectárea del cultivo de sandía cv. Black Fire	35
Gráfico 8	Efecto de Niveles de Fósforo en el diámetro de frutos del cultivo de Sandía cv. Black Fire	36
Gráfico 9	Efecto de Niveles de Fósforo en el largo de frutos del cultivo de Sandía cv. Black Fire	36
Gráfico 10	Efecto de niveles de fósforo en el porcentaje de sólidos solubles del cultivo de sandía cv. Black Fire	37
Gráfico 11	Efecto de niveles de fósforo en el porcentaje de materia seca de frutos del cultivo de Sandía cv. Black Fire	39
Gráfico 12	Efecto de niveles de fósforo en el porcentaje de fósforo foliar del cultivo de Sandía cv. Black Fire	41

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Resumen de labores culturales en el campo comercial	50
Anexo 2 Cuadro de fertilización de las unidades experimentales	51
Anexo 3 Resumen de los resultados	52
Anexo 4 Datos de los frutos cosechados por fecha	53
Anexo 5 Cuadros resumen de rendimiento de las cosechas por parcela	55
Anexo 6 Cuadros resumen de Número de frutos por parcela	56
Anexo 7 Cuadros de datos para la determinación del porcentaje de materia seca	57
Anexo 8 Resultados de peso promedio de frutos/parcela, porcentaje de sólidos solubles, porcentaje de fósforo foliar	58
Anexo 9 Resultados de largo y diámetro del fruto	59
Anexo 10 Análisis estadístico de la variable rendimiento por hectárea	60
Anexo 11 Análisis estadístico de la variable número de frutos por hectárea	61
Anexo 12 Análisis estadístico de la variable porcentaje de materia Seca	62
Anexo 13 Análisis estadístico de la variable porcentaje de sólidos solubles	63
Anexo 14 Análisis estadístico de la variable porcentaje de fósforo foliar	64
Anexo 15 Análisis estadístico de la variable largo del fruto	65
Anexo 16 Análisis estadístico de la variable diámetro del fruto	66
Anexo 17 Análisis estadístico para la variable peso promedio del fruto	67
Anexo 18 Análisis de regresión lineal para la variable rendimiento por hectárea	68
Anexo 19 Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs rendimiento obtenido	68
Anexo 20 Análisis de regresión lineal para la variable número de frutos por hectárea	69
Anexo 21 Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs número de frutos por hectárea	69
Anexo 22 Análisis de regresión lineal para la variable porcentaje de materia seca del fruto	70
Anexo 23 Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs materia seca del fruto	70
Anexo 24 Análisis de regresión lineal de la variable porcentaje de sólidos solubles	71

Anexo 25	Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs solidos solubles en el fruto	71
Anexo 26	Análisis de regresión lineal para la variable porcentaje de fósforo foliar	72
Anexo 27	Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs fósforo foliar en el fruto	72
Anexo 28	Análisis de regresión lineal para la variable largo del fruto	73
Anexo 29	Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs largo del fruto	73
Anexo 30	Análisis de regresión lineal para la variable diámetro del fruto	74
Anexo 31	Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs diámetro del fruto	74
Anexo 32	Análisis de regresión lineal para la variable peso promedio de fruto	75
Anexo 33	Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs peso promedio del fruto	75
Anexo 34	Análisis de regresión cuadrática para la variable rendimiento por hectárea	76
Anexo 35	Gráfico de regresión cuadrática relacionando unidades de fósforo aplicadas vs rendimiento obtenido	77
Anexo 36	Características de los fertilizantes usados para el ensayo (Fuente: Villagarcía & Aguirre, 2012)	77

RESUMEN

Se realizó un ensayo experimental en campo; en el departamento de Lima, provincia y distrito de Cañete, fundo Don Germán de la UNALM, con la finalidad de evaluar el efecto de distintos niveles de fósforo aplicados en la fertilización de fondo, en la producción y calidad del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* cv. Black Fire).

Se evaluaron las variables: largo y diámetro del fruto, porcentaje de sólidos solubles, porcentaje de fósforo foliar, porcentaje de materia seca del fruto, número de frutos por hectárea, peso promedio del fruto y rendimiento por hectárea.

El diseño estadístico empleado fue el de bloques completamente al azar (D.B.C.A.) con un testigo, cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) bloques, y se realizó la prueba de comparación de medias de duncan ($p=0.05$) para todas las variables. Los tratamientos evaluados fueron: tratamiento 1 (0-0-0), tratamiento 2 (200-0-160), tratamiento 3 (200-80-160), tratamiento 4 (200-160-160) y tratamiento 5 (200-240-160).

No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo para las variables diámetro y largo del fruto, porcentaje de sólidos solubles del fruto, porcentaje de fósforo foliar, porcentaje de materia seca del fruto, número de frutos por hectárea y rendimiento por hectárea.

Se presentó diferencia significativa entre el tratamiento 2 (200-0-160) y el tratamiento 5 (200-240-160) para la variable peso promedio de fruto, sin embargo esta variable para el presente estudio no influyó directamente en el rendimiento.

Para los parámetros de largo del fruto, diámetro del fruto, porcentaje de fósforo foliar, número de frutos por hectárea y peso promedio de frutos, existe una correlación lineal significativa con respecto a las unidades de fósforo aplicadas. Sin embargo para los parámetros porcentaje de sólidos solubles del fruto, porcentaje de materia seca en el fruto y rendimiento por hectárea existe una muy baja relación lineal con respecto a las unidades de fósforo aplicadas, para el parámetro rendimiento por hectárea se encontró una buena correlación cuadrática con respecto a las unidades de fósforo aplicadas.

El fósforo aplicado no tuvo efecto en la calidad ni rendimiento del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* cv. Black Fire) para las condiciones del presente estudio.

Palabras clave: fósforo, sandía, fertilización.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*,) cv. Black Fire es un cultivo hortícola ampliamente distribuido a nivel de la costa peruana, se cultiva en época de primavera y verano, debido a su gran demanda como producto fresco en el Perú y en el extranjero. Además este cultivo puede ser adecuado para los pequeños agricultores, pues se puede adaptar a suelos pobres y climas áridos tal como lo demuestran las investigaciones en África, donde constituye un producto de la canasta familiar.

Aunque esté ampliamente distribuido, la investigación para este cultivo en Perú se encuentra reducida, más en cuanto al tema de niveles óptimos de fertilización de los distintos elementos fertilizantes, principalmente N, P, K.

El fósforo es un macronutriente principal, participa en muchas reacciones químicas dentro de la planta como componente del ATP, proteínas, ADN; etc. Tiene un papel importante en la floración y formación de frutos. A pesar de su importancia, este elemento puede ser muy escaso en el suelo con valores de hasta 1 kg P₂O₅/ha. Además presenta características que lo pueden volver no disponible para la planta, por ejemplo: la forma en que se presenta varía con el pH, puede ser adsorbido por arcillas, por óxidos de hierro o aluminio, etc. La única fuente para elaborar fertilizantes fosforados proviene de la roca fosfórica, la cual es un recurso limitado. Por estas razones es necesario hacer un uso racional de este nutriente.

Bajo estos criterios se hace necesario definir un nivel de fertilización fosfatada para que se alcancen rendimientos óptimos sin caer en excesos de abonamiento, en especial en el caso de un elemento tan importante y limitado como el fósforo. Para establecer un nivel óptimo de fertilización se planteó el presente ensayo con diferentes niveles de fertilización fosfatada usando la fuente más común de fósforo que es el fosfato diamónico.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de distintos niveles de fósforo aplicados en la fertilización de fondo, en la producción y calidad del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Black Fire, bajo condiciones del valle de Cañete.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL FÓSFORO

2.1.1 Situación actual del fósforo

El uso eficiente de los fertilizantes fosforados es importante por tres razones principales. Primero, la roca fosfatada, de donde los fertilizantes fosfóricos son obtenidos, es un recurso finito, no renovable y debe ser usada eficientemente a fin de que se maximice su esperanza de vida. Segundo, existe una necesidad de mantener y mejorar el estado del fósforo en muchos suelos para el crecimiento de cultivos para alimento, fibra y bioenergía. Esto es particularmente importante en países menos desarrollados que necesitan incrementar su producción de alimentos y mejorar sus medios de vida rurales. Tercero, la transferencia del fósforo del suelo (derivado de fertilizantes y materia orgánica) es la mayor causa de la eutrofización de aguas superficiales inducidas por fósforo (FAO, 2008).

El fósforo es el segundo en frecuencia, luego del nitrógeno, en ser usado como elemento fertilizante. Uno o ambos de estos elementos son casi siempre incluidos cuando un fertilizante es aplicado. El suministro de fósforo puede ser incluso mucho más crítico que el suministro de nitrógeno en algunos ambientes naturales. Ciertos microbios pueden hacer el nitrógeno atmosférico disponible para las plantas pero el suministro inicial de fósforo debe venir de las rocas (Troeh & Thompson, 1993).

El ciclo del fósforo aparentemente es mucho más simple que el ciclo del nitrógeno porque no involucra intercambios con la atmosfera. Los iones de fosfato inorgánico son adsorbidos en sitios cargados positivamente en las arcillas del suelo y de la materia orgánica del suelo. El fósforo adsorbido y las otras formas solidas están todas en equilibrio con el fósforo disuelto y por lo tanto con los otros. Ciertos hongos del suelo y bacterias han demostrado ser efectivas en ayudar a la disolución de los compuestos del fósforo (Kucey, 1983 citado por Troeh & Thompson, 1993).

La importancia del fósforo no solo radica en ser un macronutriente esencial para la planta sino también por presentarse generalmente en cantidades pequeñas en los terrenos y por su tendencia a reaccionar con los componentes del suelo para formar compuestos relativamente insolubles (Havlin *et al.*, 1999).

2.1.2 El fósforo en el Suelo

El contenido total de fósforo es relativamente bajo. En suelos minerales de áreas templadas varía entre 0.02 y 0.08%. Los suelos que fueron derivados de cenizas volcánicas presentan un mayor contenido de fósforo que los desarrollados de sedimentos meteorizados y redepositados en áreas tropicales. El contenido de fósforo total disminuye con la profundidad del suelo, lo que es explicable por la disminución de la materia orgánica y de los fosfatos orgánicos (Fassbender & Bornemisza, 1987).

El fósforo nativo en los suelos se origina ampliamente por la desintegración y descomposición de los minerales que contienen apatita, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})_2$. El fósforo se halla en el suelo como fluorapatita finamente dividida, hidroxapatita o clorapatita, como hierro o fosfatos de aluminio, como algunos de los compuestos mostrados posteriormente, o en combinación con la fracción del barro o arcilla. También se halla en combinación del humus y otras fracciones orgánicas (Tisdale & Nelson, 1970).

El fósforo es retenido en una mayor extensión por los barros 1:1 que por los 2:1, por la presencia de hidróxidos de hierro y aluminio. Los suelos que contienen grandes cantidades de barro pueden fijar más fósforo que aquellos que contienen poca cantidad. A mayor área de superficie expuesta, con un tipo dado de barro, tiene lugar mayor cantidad de fijación (Havlin, *et al.*, 1999).

La adsorción de fosfato toma lugar por el reemplazo de los iones hidroxilo expuestos a los bordes u otras superficies de minerales arcillo silicados o de óxidos minerales (Troeh & Thompson, 1993).

Rotini & El-Nennah (1971-1972) citados por Troeh & Thompson (1993) hallaron que los fosfatos férricos predominan sobre los fosfatos de aluminio y calcio en ocho suelos italianos que estudiaron. Los fosfatos retenidos por el aluminio fueron 1 a 6 veces más disponibles que los retenidos por el hierro, los fosfatos de hierro fueron 8 a 18 veces más

disponibles que los retenidos por el calcio. La mayoría del fosfato mineral proviene de sitios con aluminio. Todas estas relaciones son probablemente dependientes del pH del suelo.

La solubilidad de las formas inorgánicas es un problema mucho más serio para la nutrición fosfatada que para cualquier otro macronutriente. Los fosfatos cálcicos se convierten en insolubles bajo condiciones alcalinas, y los fosfatos de hierro y aluminio se tornan insolubles en condiciones acidas. El pH más favorable para la disponibilidad del fósforo es cerca al neutral a ligeramente ácido, tal como se aprecia en el gráfico 1.

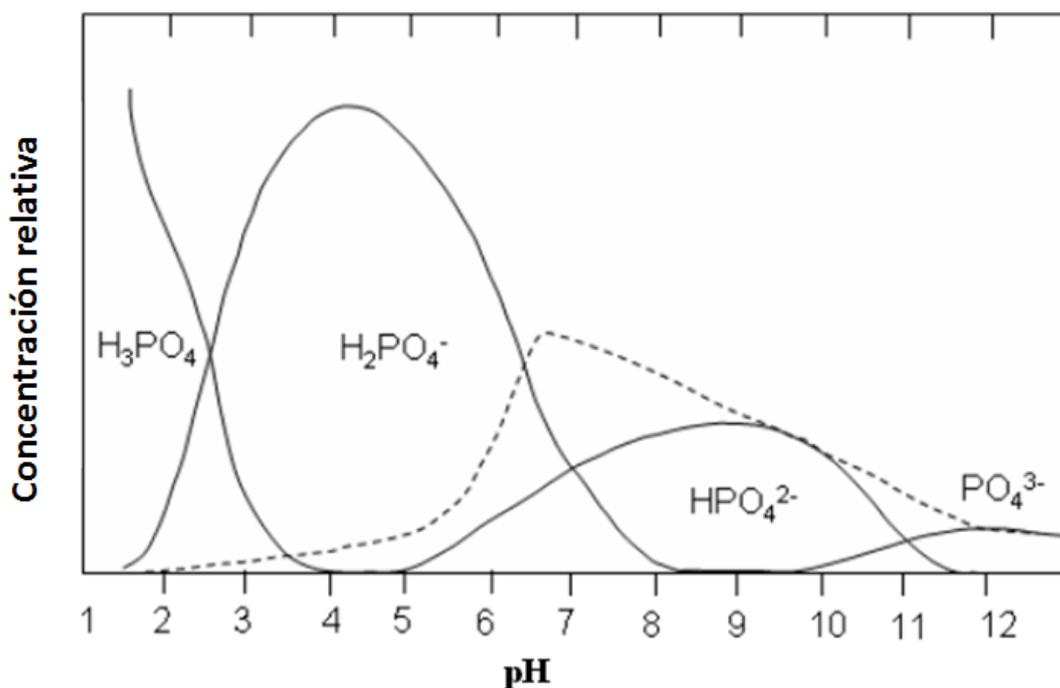


Gráfico 1: Relación entre pH y concentración relativa de fósforo (Fuente: Troeh & Thompson, 1993).

Una ilustración esquemática de las proporciones relativas de los iones fosfatos en solución a diferentes niveles de pH en un sistema Ca- H_3PO_4 . La línea discontinua muestra el límite superior de P disponible en la solución impuesto por la solubilidad de fosfatos de calcio sobre pH 6.5 o los fosfatos de hierro y aluminio debajo de pH 6.5 (Troeh & Thompson, 1993).

Respecto al pH para el fósforo Havlin *et al.* (1999) señalan que es un factor decisivo ya que de él depende la existencia de diferentes fosfatos: el rango de máxima disponibilidad

esta entre los límites de 5.5 a 7, por debajo o por encima de estos valores suceden una serie de reacciones de fijación del fósforo.

En suelos ácidos la retención de fosfatos por la fracción mineral resulta por la reacción de iones ortofosfato con el hierro y el aluminio y posiblemente con los barros que contienen silicatos o con oligoelementos. Los compuestos resultantes pueden ser precipitados de la solución o adsorbidos en las superficies de los óxido de aluminio y de hierro o en las partículas de barro que con el transcurso del tiempo se convierten en menos solubles. En los barros el fosfato se combina directamente reemplazando un grupo hidróxido de un átomo de aluminio o formando una unión barro-calcio-fosfato (Havlin *et al.*, 1999).

Por encima de pH 7 la presencia de iones calcio y magnesio así como de carbonatos causan la precipitación del fósforo añadido y su disponibilidad disminuye. Bajo estas condiciones se incrementa la actividad del calcio y la formación de iones difosfato, como consecuencia se produce la precipitación de fosfato dicálcico relativamente insoluble y de otros fosfatos cálcicos básicos. Así mismo, los iones fosfato que entran en contacto con la fase sólida del carbonato de calcio son precipitados en las superficies de estas partículas. Finalmente, también puede existir una retención del fosfato por los barros saturados de calcio, estos son capaces de retener mayores cantidades de fósforo que aquellos saturados con sodio y otros iones monovalentes (Havlin *et al.*, 1999).

Ni el flujo de masas ni la difusión pueden transportar el fósforo más allá de 5 o 10 mm en una tasa adecuada para satisfacer las necesidades del crecimiento de la planta a menos que algún fertilizante fosfatado altamente soluble este presente. La distancia y tasa efectiva de transporte disminuyen conforme el suelo se seca. Marais & Wiersma (1975) citados por Troeh & Thompson (1993), hallaron que la absorción de fósforo por el cultivo de soya disminuyo a cero cuando el suelo estuvo cerca del punto de marchitez. Es adecuado que el fósforo ocurra en partículas pequeñas bien distribuidas en material mineral.

La distancia desde la raíz de la planta a la partícula más cerca es usualmente grande. Además, la gran cantidad del área superficial asociada con partículas pequeña incrementa la tasa a la que el fósforo puede disolverse dentro de una solución no saturada (Troeh & Thompson, 1993)

Tal como lo cita la bibliografía, la presencia de carbonatos, arcillas y pH alto (mayor a 7) tienen un gran efecto en la adsorción de fósforo por el suelo. Zevallos (1992) realizó un

ensayo sobre la máxima capacidad de adsorción de fósforo en dos suelos alcalinos de costa central y dos del valle de Huanuco, determinando una capacidad máxima de adsorción de fósforo, en los suelos estudiados, variable entre 0.196 a 0.763 mg P adsorbido/gr suelo (196 a 763 ppm); presentando el suelo de Huaral el mayor valor (763 ppm) y el suelo de Carhuayna (Huanuco) el menor valor (196ppm). Este suelo de Huaral presenta un perfil de profundidad moderada, de textura media en su horizonte superior (franco arcillo arenoso), de reacción alcalina, alto contenido de arcilla (27.67%) y de alta presencia de calcáreo (25.46%), es un Entisol de acuerdo al sistema de clasificación norteamericana. Con estas características el autor indica, luego de una revisión bibliográfica, que el suelo presentaría problemas de adsorción de nutrientes, porque además de las características anteriores, el historial del terreno indica aplicaciones con niveles crecientes de fósforo. Finalmente recomienda para suelos alcalinos y calcáreos con problemas de retención de fósforo, realizar una fertilización fosfatada que no sobrepase niveles de 20 a 25% de la Máxima capacidad de adsorción pues cantidades más altas resultarían anti económicas, además se podría aplicar materia orgánica sola o combinada con fósforo para los suelos con alta fijación de P.

Muchas plantas han desarrollado asociaciones simbióticas con hongos micorrízicos arbusculares. Las esporas que son halladas en muchos suelos desarrollan hifas que penetran en las raíces, removiendo carbohidratos de ellas y creciendo hacia fuera de la raíz dentro del suelo inmediatamente rodeando la raíz, extendiendo la capacidad de las raíces de toma de agua y nutrientes, especialmente el fósforo y micronutrientes (Tinker, 1984 citado por FAO, 2008)

Pahuara (2004) investigó sobre la relación entre el fósforo y la población microbiana en suelos de pasturas altoandinas peruanas. Encontró al término de las evaluaciones que la fertilización con 80 Kg P₂O₅/ha, incrementó el peso seco y la tasa de crecimiento de la pastura asociada rye grass/trébol. Los más altos rendimientos en materia seca del trébol y rye grass coincidieron con las más altas poblaciones de *Rhizobium* y *Azotobacter*, respectivamente. Todas las poblaciones microbianas fueron mayores en el tratamiento con fósforo, disminuyendo en la época de temperaturas más bajas y ausencia de lluvias.

Las bacterias evaluadas en ese ensayo (*Rhizobium* y *Azotobacter*) se caracterizan por promover el desarrollo vegetal pues la primera, es fijadora de nitrógeno simbiótica y la otra se encuentra en el grupo de bacterias rizosféricas promotoras del crecimiento vegetal

además de ser considerada fijadora de nitrógeno de vida libre. Podemos decir que la fertilización fosforada al favorecer el desarrollo de bacterias promoverá un buen desarrollo de la planta. Las bacterias podrían realizar mayores transformaciones de elementos químicos en el suelo como mineralización, inmovilización de minerales y solubilización de fosfatos (Sylvia *et al.*, 1998; citado por Pahuara, 2004).

2.1.3 Rol del fósforo en la planta

El fósforo (P) es un macronutriente importante en las plantas, conformando aproximadamente el 0.2% del peso seco. Es un componente de moléculas importantes como los ácidos nucleicos, fosfolípidos y ATP, por lo que, las plantas no pueden crecer sin una fuente confiable de este nutriente. El fósforo inorgánico (Pi) está además relacionado en el control de reacciones enzimáticas y la regulación de secuencias metabólicas (Theodorou & Plaxton, 1993).

El ácido fosfórico es un componente esencial de las plantas, cumple un rol importante como vehículo y motor de la fotosíntesis y es un factor de la precocidad (Devlin, 1970). La absorción del fosfato es dependiente del pH del suelo, la mayor parte del fósforo disponible se encuentra entre un pH del suelo de 5.5 a 6.5 (Davelouis, 1991).

Las plantas absorben el P en forma de fosfatos inorgánicos principalmente, como aniones H_2PO_4^- y HPO_4^{2-} . El pH del suelo controla la abundancia relativa de estas dos formas: El H_2PO_4^- se ve favorecido por un pH menor a 7, mientras que el HPO_4^{2-} lo estará por encima de este valor. La máxima asimilación se alcanza cuando el pH se mantiene entre 6 y 7. En suelos ácidos, el fósforo se insolubiliza con el aluminio, hierro y manganeso. La planta también, a través de sus enzimas, desprende los grupos fosfatos de los compuestos orgánicos y posteriormente los absorbe. Este elemento, a diferencia del N y del S, no es reducido en la planta al ser asimilado por ella, sino que es incorporado a los compuestos orgánicos en su mismo estado de oxidación (Salisbury & Ross, 1994).

Las plantas pueden absorber pequeñas cantidades de ortofosfato por contacto directo de las raíces pero la mayor parte la toman de la solución suelo (difusión). Estos iones se desplazan desde las raíces hasta las hojas por medio de la corriente que crea la transpiración de la planta. La absorción es muy activa durante el periodo de máximo crecimiento y se reduce a partir de la floración. El fósforo se acumula en primer lugar, en

los tejidos jóvenes para concentrarse por último en los órganos de reproducción y el grano (Gros & Domínguez, 1992).

Una buena nutrición fosfatada contrarresta los excesos de la fertilización nitrogenada, los tejidos se defienden mejor del ataque de plagas y enfermedades, minimiza los efectos de nematodos, los tubérculos tienen mayor gravedad específicas y las cosechas se incrementan en cantidad y calidad (Villagarcía *et al.*, 1990).

Narrea (1998) nos muestra en su investigación que bajo condiciones de sierra (Pallasca, departamento de Ancash a 3800 msnm) que en el cultivo de papa responde a la fertilización fosfatada aumentando el rendimiento a pesar de contar con niveles altos de fósforo en el suelo, 38 ppm según el análisis realizado, también mejoro el rendimiento usando fertilizantes fosfatados más solubles.

Un adecuado suministro en las primeras etapas de la vida de la planta es importante en el retraso del crecimiento de las partes reproductivas. El fósforo también se ha asociado con la pronta madurez de los cultivos, particularmente de los cereales, y su carencia es acompañada por una marcada reducción del crecimiento de la planta. Se le considera esencial en la formación de semilla y se le encuentra en grandes cantidades en semillas y frutos. Un buen suministro de fósforo ha sido siempre asociado con un incremento del crecimiento de las raíces. La mayor asimilación de fósforo, acompañada del incremento de la proliferación de raíces puede, sin embargo, dar pie al punto de vista de que el fósforo incrementa el crecimiento de las raíces. Varios otros efectos de crecimientos cuantitativos en las plantas son atribuidos a la fertilización fosfórica. Un buen suministro de fósforo se dice que activa la madurez de las plantas (Tisdale & Nelson, 1970).

Un adecuado suministro de fósforo se asocia con una mayor solidez de la paja de los cereales. La calidad de ciertos frutos, forrajes, hortalizas y cultivos de grano se dice que se incrementa y también que aumenta la resistencia a las enfermedades de los mismos cuando son adecuadamente provistos de este elemento (Tisdale & Nelson, 1970).

El fósforo es rápidamente movilizado en las plantas, y cuando se presenta una deficiencia, el elemento contenido en los tejidos más viejos es transferido a las regiones activas meristemáticas. Sin embargo a causa del señalado efecto que una deficiencia de este elemento tiene sobre los retrasos del crecimiento, los síntomas de deficiencia que se presentan llamativamente en las hojas, en los casos del nitrógeno y el potasio son raramente observados (Tisdale & Nelson, 1970).

Los fertilizantes fosfóricos no deben ser ubicados en la superficie (5 a 10 cm) del suelo entre las hileras de los cultivos. Este suelo contiene muy pocas raíces porque ha sido perturbado en cada cultivo y se seca más rápidamente que el suelo debajo. El fósforo disponible debe ser ubicado a niveles inferiores o en una banda cerca a la semilla (Troeh & Thompson, 1993)

Rodríguez (1982) menciona que el fósforo no asimilable por las plantas y retenido por el suelo depende de los siguientes factores:

- pH del suelo (lo adecuado es entre 5.5 y 7)
- Tipos de arcilla (Que generan los distintos tipos de fosfatos según origen mineral)
- Temperatura (cuando es mayor incrementa la reacción y absorción por las plantas)
- Presencia de hidróxidos en el suelo (estos se combinan con los fosfatos)
- Materia orgánica (favorece la asimilación del fósforo)

Ramírez (1962) encontró que las aplicaciones de fósforo por si solas no tienen efecto en el rendimiento del cultivo de sandía en Huaral, se abonó a niveles de 0,50 y 100 kg P₂O₅ /ha y similares niveles en N/ha. Obtuvo respuestas favorables al aumento de niveles de N, sin embargo para aplicaciones de P, se obtuvieron bajas utilidades o rendimientos además de no presentar diferencias estadísticamente significativas, indica que la fórmula que menos utilidad tuvo es la de 0-100-0 incluso siendo menor que el testigo 0-0-0. Tampoco encontró significación estadística entre la interacción de N y P. El autor encuentra contradictoria la nula respuesta del cultivo a la aplicación de P, pues estos suelos son considerados pobres en fosfórico y recomienda realizar posteriores ensayos de abonamiento.

Para el punto anterior podemos discutir los resultados pues ya existen pruebas, que no existían a la fecha del ensayo del ensayo mencionado, sobre la capacidad de adsorción de fósforo por parte de suelos con contenido de cal y arcillas, tal como señala el análisis de suelo realizado por (Ramírez, 1962) en su ensayo, este suelo presenta 16% de arcilla, un pH de 8.15 un calcáreo de 0.2 %, niveles de 52.0 kg P₂O₅/ha y niveles bajos de las bases cambiables en meq/100gr: Na (0.94), K (0.236), Mg (0.581) y altos de calcio 8.0 meq/100 gr. Todas estas condiciones son favorables para que se de la adsorción de fósforo por parte de este suelo, incluso son condiciones similares a las del suelo de Zevallos (1992) que presenta adsorción de fósforo.

2.2 CULTIVO DE SANDÍA

2.2.1 Importancia

a. Generalidades

La sandía pertenece a la familia de las cucurbitáceas, al igual que los melones y zapallos. Se estima que es nativa de África, su cultivo era desconocido en Europa hasta el siglo XVI. En cuanto a la introducción de este cultivo al Perú no se tienen referencias exactas, se supone que fue traída por los españoles en la época de la colonia. En un principio su cultivo solo era para consumo familiar y no tenían buena calidad. Hoy día ninguna variedad mencionada antes de 1850 es cultivada (Ramírez, 1962). La sandía (*Citrullus lanatus*) es un miembro de las cucurbitáceas, familia que además incluye melones, pepinos, calabazas, zapallos, y otros. Es nativa de los llanos secos de África tropical y subtropical, tal vez del actualmente Botswana. Es uno de los cultivos más difundidos en el mundo. El consumo global es mayor que el de otras cucurbitáceas. Ocupa el 6.8% del área mundial de producción de hortalizas. Los principales países productores son China, Turquía, Iran, Estados Unidos y Egipto. China produce el 50% de la oferta mundial. China y Turquía tienen la mayor área dedicada a la producción de sandía. La FAO indica que la sandía se produce en 101 países, (AIRC, 2003).

b. Comercio Internacional

Según TRADEMAP (2014), para el año 2013 en el mundo se importaron sandías por un valor de 1 320 894 000 de dólares con una cantidad importada de 2 659 280 Toneladas de sandía, con un valor promedio por tonelada de 497 dólares. Los cinco principales países importadores fueron: Estados Unidos (324 265 000 dólares y 590 970 Ton), Alemania (200 823 000 dólares y 314 941 Ton), Canadá (119 012 000 dólares y 215 816 Ton), Francia (74 760 000 dólares y 108 597 Ton) y finalmente Holanda (62 777 000 dólares y 87 909 Ton). Perú no aparece como importador de sandía en los registros de esta fuente.

En cuanto a las exportaciones de sandía TRADEMAP (2014), indica que para el año 2013 en el mundo se exportaron sandías por un valor de 1 361 109 000 de dólares con una cantidad exportada de 2 837 115 Toneladas, con un valor promedio de 480 dólares por tonelada. Los cinco principales países exportadores fueron: España (352 501 000 dólares y 542 244 toneladas), México (316 486 000 dólares y 632 746 toneladas), Estados Unidos (129 250 000 dólares y 215 467 toneladas), Italia (87 156 000 y 199 253 toneladas) y

Grecia (63 577 000 dólares y 130 814 Toneladas). Perú aparece en el puesto 48 de exportadores de sandía con un valor exportado de 2 415 000 dólares, una cantidad exportada de 13 806 toneladas, un valor por tonelada de 175 dólares.

La información de TRADEMAP, (2014) nos permite concluir que económicamente hay mucho para desarrollarse en este cultivo en el Perú, emplear mejores cultivares y aumentar la calidad del producto para mejorar el precio por tonelada y la llegada a mas mercados.

Por último, tenemos los siguientes datos (**cuadro 1**) de acuerdo a FAO (2014):

Cuadro 1: Área cultivada y producción mundial del cultivo de Sandía (fuente: FAO, 2014)

Año	2009	2010	2011
Área cultivada (has)	3 432 241	3 453 982	3 568 351
Producción Mundial (Ton)	98 677 652	100 392 381	104 472 354

Como vemos en los últimos años el área cultivada ha variado poco, sin embargo la producción mundial si ha tenido un incremento significativo, lo que nos permite deducir que a nivel mundial las técnicas de manejo de cultivo han mejorado y esto a su vez indica que existe demanda creciente por este cultivo.

c. Valor nutricional

En el **cuadro 2** (información nutricional de USDA (s/a)) se muestra el valor nutricional del fruto de sandía:

Cuadro 2: Valores nutricionales del fruto de sandía

Nutriente	Unidad	Valor por 100 g
Proximales		
Agua	g	91.45
Energía	kcal	30
Proteína	g	0.61
Lípidos totales (grasas)	g	0.15
Carbohidratos, por diferencia	g	7.55
Fibra, total de dieta	g	0.4
Azúcares, total	g	6.2
Minerales		
Calcio, Ca	mg	7
Hierro, Fe	mg	0.24
Magnesio, Mg	mg	10
Fósforo, P	mg	11
Potasio, K	mg	112
Sodio, Na	mg	1
Zinc, Zn	mg	0.1
Vitaminas		
Vitamina C, total de ácido ascórbico	mg	8.1
Tiamina	mg	0.033
Riboflavina	mg	0.021
Niacina	mg	0.178
Vitamina B-6	mg	0.045
Folato, DFE	µg	3
Vitamina B-12	µg	0
Vitamina A, RAE	µg	28
Vitamina A, IU	IU	569
Vitamina E (alpha-tocoferol)	mg	0.05
Vitamina D (D2 + D3)	µg	0
Vitamina D	IU	0
Vitamina K (filoquinone)	µg	0.1
Lípidos		
Ácidos grasos, total saturados	g	0.016
Ácidos grasos, total monoinsaturados	g	0.037
Ácidos grasos, total poliinsaturados	g	0.05
Colesterol	mg	0
Otros		
Cafeína	mg	0

(Fuente: USDA, s/a)

Tal como se observa la sandía es un fruto con bajo contenido de azúcares, grasas saturadas, colesterol y sodio. Además puede ser una buena fuente de Potasio y una muy buena fuente de vitamina A y vitamina C.

El fruto de sandía es libre de grasas y una fuente de vitamina A, B6, C y tiamina. Los estudios mostraron que una taza y media de sandía, contiene cerca de 9 a 13 miligramos de licopeno. En promedio, la sandía tiene alrededor de 40 por ciento más de licopeno que el tomate crudo. El licopeno es un pigmento rojo que ocurre naturalmente en ciertos tejidos de plantas y algas. En adición de darle el color rojo a los tomates y sandías, se cree además que actúa como un potente antioxidante. El licopeno recoge las especies de oxígeno reactivas, que son químicos agresivos siempre listos para reaccionar con los componentes celulares, causando daño oxidativo y pérdida de la correcta función celular (USDA, 2002).

2.2.2 Botánica

a. Taxonomía

Dentro de las angiospermas, la sandía se encuadra 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* (thumb.) Matsum. & Nakai

b. Descripción botánica

La sandía es una planta anual herbácea rastrera, propia de cultivos intensivos de secano y regadío. Su sistema radicular es ramificado; la raíz principal se ramifica en raíces primarias y estas a su vez, pueden subdividirse y se encuentran distribuidas superficialmente. La raíz principal alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias. Su tallo es de desarrollo rastrero. Se trata de tallos herbáceos de color verde recubiertos de pilosidad que se desarrollan de forma rastrera pudiendo trepar debido a la presencia de zarcillos bifidos o trifidos (Reche, 1988).

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 (Reche, 1988)

La flor de sandía puede ser masculina o estaminada y femenina o pistilada, es decir, los dos sexos coexisten en una misma planta monoica, pero en flores distintas. Las flores masculinas poseen ocho estambres de igual longitud formando cuatro grupos de estambres soldados por sus filamentos. Tienen tecas encorvadas, con los estambres bien visibles. Las flores femeninas tienen los estambres rudimentarios y el ovario ínfero por hallarse debajo de los restantes verticilios. El ovario es veloso y ovoioide, recordando en su primer estadio una pequeña sandía de tamaño de un hueso de aceituna (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 de rosa claro al rojo intenso. En su interior se encuentra gran número de semillas (Reche, 1988).

2.2.3 Datos del Cultivo

a. Exigencias climáticas

La sandía es una hortaliza de climas cálidos, la temperatura optima varia de 22 a 23°C, no tolera heladas (Delgado de la flor *et al.*, 1987). Las cucurbitáceas crecen bien en climas cálidos con temperaturas de 18 a 25°C como optimas, con una máxima de 32 ° C y una

mínima de 10°C, las semillas germinan mejor cuando el suelo tiene una temperatura entre 21 y 32°C (Casseres, 1980).

La sandía requiere de por lo menos 4 meses libres de frío, la temperatura óptima del suelo para la germinación de semillas es de 23.88° a 29.44°C. Por debajo de 21.1°C, la germinación es lenta. En condiciones climáticas frías se necesitarán resiembras, porque habrá chupadera y pudriciones (Schweers & Sims, 1976).

Para sandía se requiere un periodo de crecimiento relativamente largo, que oscila entre 100 y 150 días, la temperatura del día y de la noche debe oscilar entre 20 y 30°C (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). El cultivo de cucurbitáceas en general, en latitudes extremas es complicado, debido a la variabilidad de fotoperiodos y la presencia de bajas temperaturas. Días largos inducen plantas más masculinas que femeninas en algunas especies, y en otras producen inhibición total de la floración. Una gran intensidad de luz es requerida para obtener buenas cosechas, la cuaja de frutos se ve afectada con condiciones de baja intensidad de luz (Robinson & Decker-Walters, 1997).

b. Exigencias del suelo

Para el cultivo de cucúrbitas se prefieren suelos fértiles y sueltos no muy ácidos. Suelos mal drenados, así como los que son tan arenosos que no retienen la humedad, no son convenientes. El pH más adecuado esta entre 6.8. En suelos muy ácidos debe agregarse cal hasta ajustar el pH (Casseres, 1980). Delgado de la flor *et al.* (1987) menciona que la sandía requiere de suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica, pueden ser suelos con pH de 5 a 6.8 y moderadamente salinos.

Los suelos preferidos deben ser bien drenado, arenosos o franco arenosos, que calienten con facilidad, pero también se pueden emplear suelos pesados manteniéndolos en buenas condiciones físicas y de humedad (Schweers & Sims, 1976). Cuando se cultive sandías, siempre se debe tener algún tipo de rotación, desde el punto de vista del control de enfermedades, no se debe cultivar sandías por más de 4 años en el mismo terreno (Schweers & Sims, 1976). El pH ideal oscila entre 6.0 y 6.5 pero el rango de 5 a 7 también es aceptable (Rubatzky & Yamaguchi, 1997).

c. Exigencias hídricas

Las raíces desarrollan rápidamente y penetran hasta 180 cm de profundidad, luego es esencial proveer al cultivo con 5000 m³ en suelos de textura media o 6000 a 7500 m³ en suelos arenosos (Schweers & Sims, 1976). Los riegos deben ser frecuentes y ligeros, evitar la inundación de la cama, alejar el surco de riego de la planta, no debe faltar agua durante el desarrollo de frutos (Delgado de la flor *et al.*, 1987).

Se necesitan entre 400 y 700 mm de lluvia o riego para soportar el cultivo de sandía (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). La sandía requiere entre 500 y 750 mm de agua durante su ciclo vegetativo, que deben ser suministrados en 7 a 10 riegos y es recomendable disminuir dichos riegos en la maduración para que se concentren los azúcares (Valadez, 1994).

d. Plagas y enfermedades

Según Centre for Agricultural Bioscience International (2014), en Perú se tienen las siguientes plagas y enfermedades para el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*):

Tabla 1: Principales plagas y enfermedades del cultivo de sandía (Fuente: CABI, 2014).

Insectos
<i>Anastrepha grandis</i> , <i>Diaphania nitidalis</i> , <i>Spodoptera eridania</i> , <i>Solenopsis invicta</i> , <i>Chrysodeixis includens</i> , <i>Delia platura</i> , <i>Spoladea recurvalis</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Liriomyza sativae</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Agrotis ipsilon</i> , <i>Peridroma saucia</i>
Ácaros
<i>Tetranychus cinnabarinus</i>
Nemátodos
<i>Meloidogyne exigua</i> , <i>Helicotylenchus multicinctus</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne ethiopica</i> , <i>Rotylenchulus reniformis</i> , <i>Helicotylenchus dihystra</i> , <i>Meloidogyne javanica</i>
Hongos
<i>Didymella bryoniae</i> , <i>Pseudoperonospora cubensis</i> , <i>Phytophthora capsici</i> , <i>Choanephora cucurbitarum</i> , <i>Golovinomyces cichoracearum</i> , <i>Athelia rolfsii</i> , <i>Phytophthora cactorum</i> , <i>Phytophthora citrophthora</i> , <i>Chalara elegans</i> , <i>Glomerella cingulata</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Pythium aphanidermatum</i>
Bacterias
<i>Rhizobium radiobacter</i>
Virus
<i>Cherry leaf roll virus</i> , <i>Tobacco mosaic virus</i> , <i>Tobacco ringspot virus</i>

e. Condiciones de almacenamiento

Las sandías pueden perder textura y color en almacenamiento prolongado. Deben ser almacenadas entre 10° a 15° C y 90 por ciento de humedad relativa. El contenido de azúcar no cambia después de la cosecha, pero el sabor puede mejorar debido a la pérdida de acidez de los frutos ligeramente inmaduros. El daño por frío ocurre después de varios días a 5°C. Los agujeros en la cáscara pueden ser invadidos por organismos causantes de putrefacción (Baameur *et al.*, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La parcela experimental se ubicó dentro de un campo comercial de sandía de una extensión aproximada de 5 hectáreas, dentro del Fundo Don German de propiedad de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en la provincia de Cañete

Latitud:	12°30'
Longitud:	76°50'
Altitud:	31 m.s.n.m
Departamento:	Lima
Provincia:	Cañete
Distrito:	Cañete
Disponibilidad de Agua:	Río Cañete

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

De acuerdo a ONERN (1970) el área de estudio pertenece a suelos de la serie Cañete, para la cual se tiene la siguiente descripción:

Esta serie comprende aproximadamente 2012 has, de suelos localizados en una terraza aluvial de primer nivel, con relieve topográfico plano a casi nivel (0-2%). Es un suelo moderadamente alcalino, que generalmente presenta pedregosidad superficial bajo la forma de cantos rodados en proporciones variables, no menores de 5% ni mayores de 20%. Suelo medianamente profundo a profundo, típicamente aluvial, muy estratificado, de textura media, que reposa sobre un horizonte C esquelético arenoso. Estos suelos pueden presentar síntomas ligeros de mal drenaje (moteaduras), los cuales se hacen notables en ciertas áreas depresionadas (Unanue, por ejemplo). Sin embargo el mando freático no pudo ser detectado a menos de 150 cm. de la superficie. Probablemente debido a ellos, los suelos de esta serie en general conllevan ligeros problemas de salinidad, no así de sodio. Los requerimientos hídricos son medios y la productividad generalmente es buena.

Aparte de esta información, se realizó un análisis de suelo en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNALM. Cuyos resultados se aprecian en el **Cuadro 3**. Se aprecia que se trata de un suelo franco arenoso muy ligeramente salino, ligeramente alcalino (CE entre 0 y 2) y además un PSI de 1.62%, que cuenta con niveles bajos de materia orgánica, podríamos pensar que el nitrógeno se encuentra deficiente en el suelo por su comportamiento de alta susceptibilidad de pérdida por volatilización y lixiviación; además presenta altos valores de fósforo y altos de potasio, cuenta con una CIC media (entre 10-15 meq/100gr) no presenta problemas con carbonato de calcio (CaCO_3) ni aluminio cambiante, y la saturación de bases es alta.

La CIC que presenta este suelo es media, esto se debe a la baja cantidad de materia orgánica, pero tiene un 17% de arcillas que aportan cargas negativas aumentando el CIC, posiblemente estas arcillas en su mayoría sean arcillas con CIC bajo (micas; muscovita o biotita por ejemplo) junto a un pequeño porcentaje de arcillas con carga alta (montmorillonita por ejemplo).

Cuadro 3: Análisis de suelo perteneciente al área de estudio

CARACTERÍSTICAS ANALIZADAS		RESULTADOS
pH (1:1)		7.23
C.E. (1:1) dS/m		1.3
CaCO ₃ %		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

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

También se realizó un análisis de agua en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNALM (**Cuadro 4**), obteniendo la siguiente información: el agua de riego proviene del río Cañete, su clasificación es C2S1 (**Cuadro 4**). Presenta una CE de 0.55 dS/m y 1.10 meq/l de Sodio. Es de pH ligeramente alcalino, con presencia muy baja de nitratos, baja de cloruros y sulfatos. Presenta un RAS de 0.72 que la clasifica como S1, el contenido de boro es de 0.27 ppm. Presenta un valor de RSC de -2.13, lo que indica que no existe peligro por Sodio, dado que el Calcio y Magnesio del agua no participarán como carbonatos, ellos se mantienen activos para prevenir la acumulación de Sodio en los sitios de cambio de la CIC.

Cuadro 4: Análisis del agua del predio

CARACTERÍSTICAS ANALIZADAS	RESULTADOS
pH	8.37
C.E. (dS/m)	0.55
Calcio (meq/l)	3.70
Magnesio (meq/l)	1.02
Potasio (meq/l)	0.08
Sodio (meq/l)	1.10
SUMA DE CATIONES	5.90
Nitratos (meq/L)	0.01
Carbonatos (meq/L)	0.07
Bicarbonatos (meq/L)	2.52
Sulfatos	0.85
Cloruros	2.50
SUMA DE ANIONES	5.95
Sodio (%)	18.64
RAS	0.72
Boro (ppm)	0.27
Clasificación	C2-S1

3.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Las características climáticas durante el ensayo se resumen en el **Cuadro 5**. Se puede apreciar que durante el periodo del estudio, se tuvo con una alta humedad relativa mayor al 86%, una velocidad de viento menor a 1 m/s, un promedio de temperaturas que va aumentando desde septiembre hasta marzo y en abril empieza a disminuir. Estas condiciones de altas temperaturas, baja velocidad del viento y alta humedad relativa son favorables para el cultivo de sandía pues tolera bien climas cálidos y húmedos.

Cuadro 5: Variables meteorológicas durante el periodo del ensayo

Año	Mes	Temperatura			Humedad Relativa del aire (%)	Velocidad del viento promedio (m/s)
		Promedio (°C)	Máxima (°C)	Mínima (°C)		
2013	Septiembre	16.00	18.42	14.33	91.74	0.73
	Octubre	16.32	19.18	14.22	90.90	0.77
	Noviembre	17.70	20.73	15.19	90.13	0.75
	Diciembre	20.11	23.38	17.93	89.84	0.76
2014	Enero	22.38	25.91	20.10	89.51	0.20
	Febrero	22.23	26.19	19.14	86.76	0.15

Fuente: Estación meteorológica, fundo Don Germán- Cañete.

3.5 CULTIVAR

Se sembró el cultivar Black Fire, con las siguientes características; de acuerdo a la casa comercial proveedora de la semilla, Farmex S.A.:

- Híbrido diploide, muy grande, cáscara de color verde intenso, pulpa de color rojo intenso. Buena cobertura de planta y excelente potencial de producción. Resistente a la quema de sol y transporte (Cáscara gruesa).
- Ciclo de 85 a 90 días (precocidad)
- Planta vigorosa
- Peso de fruto de 10 a 14 Kg.

- De 3 a 4 frutos por planta
- Tolerante a Mildiú
- Buena resistencia al transporte y a la pos-cosecha.

3.6 MANEJO AGRONÓMICO

3.6.1 Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se realizó la respectiva incorporación de residuos del anterior cultivo (papa), arado, gradeo, y surcado. El sistema empleado en el cultivo de sandía fue de surcos mellizos, con un distanciamiento entre surcos mellizos de 5 metros como se detalla en el **Gráfico 2**.

3.6.2 Almacigo

El almacigo se realizó en la empresa SF- Almacigos S.A. - Chincha, y fueron trasplantados a los 30 días después de su siembra.

3.6.3 Trasplante

Se realizó manualmente con el suelo a capacidad de campo, a un distanciamiento entre plantas dentro de la misma hilera de 80 cm dentro del campo comercial, lo que hizo una densidad de siembra de 2500 plantas /ha.

3.6.4 Fertilización

Tanto para el **ensayo** como para el **campo comercial** la fertilización se realizó manualmente por método de golpes o puyados, con pala a 10 cm del cuello de la planta y a 10 cm de profundidad en el suelo. En el **campo comercial** dentro del cual se instaló el ensayo se trabajó con la fertilización que se muestra en el **Cuadro 6**. El plan de fertilización se consistió en dos fraccionamientos como se detalla en el **cuadro 7**.

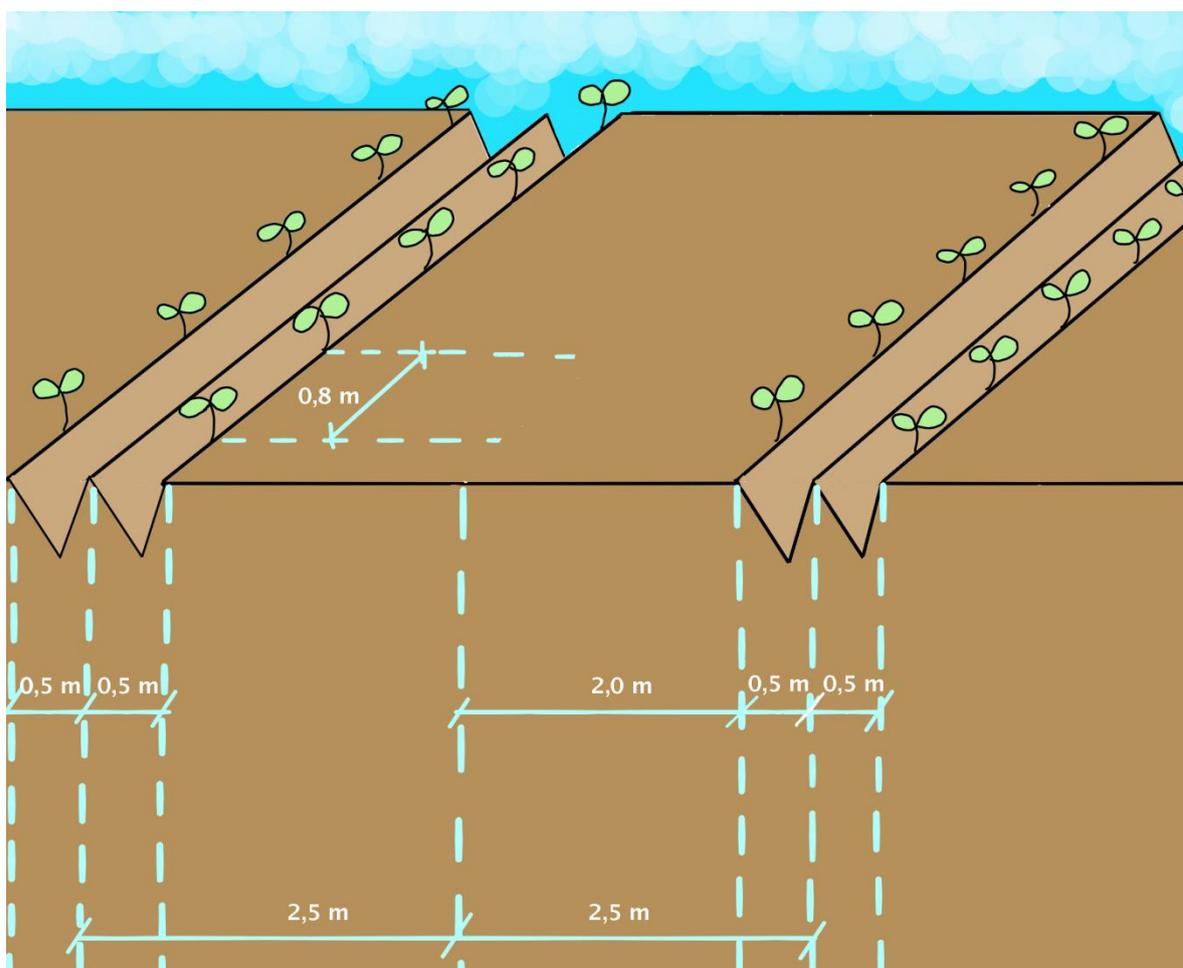


Gráfico 2: Surcos mellizos y distanciamientos usados para la instalación del cultivo de sandía en el fundo Don Germán – Cañete.

Cuadro 6: Fertilización usada en el campo comercial.

FUENTES	KILOS	UNIDADES				
		N	P	K	Mg	Ca
NITRATO DE AMONIO	400	219				
FOSFATO DIAMONICO	400		184			
SULFATO DE POTASIO	300			161		
SULPOMAG	50				11	
NITRATO DE CALCIO	100					13

Cuadro 7: Fraccionamiento de la fertilización usada en el campo comercial.

	N	P₂O₅	K₂O	Mg	Ca
1° abonamiento	103.5	138	61	11	0
2° abonamiento	115.5	46	100	0	13
Total	219	184	161	11	13

3.6.5 Labores culturales

La preparación del campo inició con un riego de machaco, luego una limpieza del campo para proceder al subsolado, arado y gradeo respectivo, se despedró el campo dos veces antes del cuarteo y tomo para inicial con el primer riego. En el trasplante se desinfectaron las plantas. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron deshierbos manuales, aplicaciones de insecticidas seguidas de riego y el guiado correspondiente cada cierto tiempo. En el **Anexo 1** se resumen las labores culturales llevadas a cabo durante el desarrollo del ensayo.

3.6.6 Manejo de plagas y enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo, se presentaron diversas plagas y enfermedades. En un inicio para prevenir pudriciones radiculares se desinfectaron las plantas al trasplante, aparte de esto se presentaron gusanos cortadores por lo que se realizó un recalce y una aplicación de cebo tóxico. Existió presencia de mosca blanca y baja a media incidencia de mildiú durante los estadios del cultivo posteriores al trasplante, dichas plagas fueron desapareciendo con las aplicaciones respectivas. También se registró presencia de gusanos perforadores, barrenadores y virosis, la cual se mantuvo en niveles bajos durante todo el cultivo, se intentó disminuir su incidencia con aplicaciones de productos foliares junto con productos químicos para controlar los vectores (mosca blanca). Los productos aplicados y dosis se detallan en el **Anexo 1**.

3.6.7 Cosecha

El personal encargado de cosechar el campo comercial también procedió a cosechar la parcela del ensayo, revisando primero si el fruto estaba maduro para luego cortar el pedúnculo del mismo. Para determinar la maduración se usó el método del sonido; consiste en golpear el fruto, si este produce una resonancia, estará listo para la cosecha.

3.7 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Se evaluó cinco niveles de fertilización fosfatada que se muestran en el **Cuadro 8**.

Cuadro 8: Tratamientos evaluados

Tratamiento	Fórmula de abonamiento (N - P₂O₅ - K₂O)
T1 (Testigo)	0-0-0
T2	200-0-160
T3	200-80-160
T4	200-160-160
T5	200-240-160

Las fuentes de fertilizante usadas para el ensayo fueron:

Nitrato de amonio (33% N); Fosfato diamónico (18%N - 46%P₂O₅) y Sulfato de potasio (50% K₂O). En el **Anexo 2** se detalla la fertilización aplicada en cada tratamiento del ensayo.

3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un DBCA, con cuatro repeticiones. En el **Gráfico 3** se muestra la distribución de los tratamientos. Las características del área experimental se resumen a continuación:

Unidad experimental:	Largo:	5.00 m.
	Ancho:	6.00 m.
Número de unidades experimentales por bloque:		5
Área de cada unidad experimental:		30.00 m ²
Área del bloque:		150.00 m ²
Número de Bloques:		4
Calles entre bloques:		1.00 m
Área experimental:		520.00 m ²

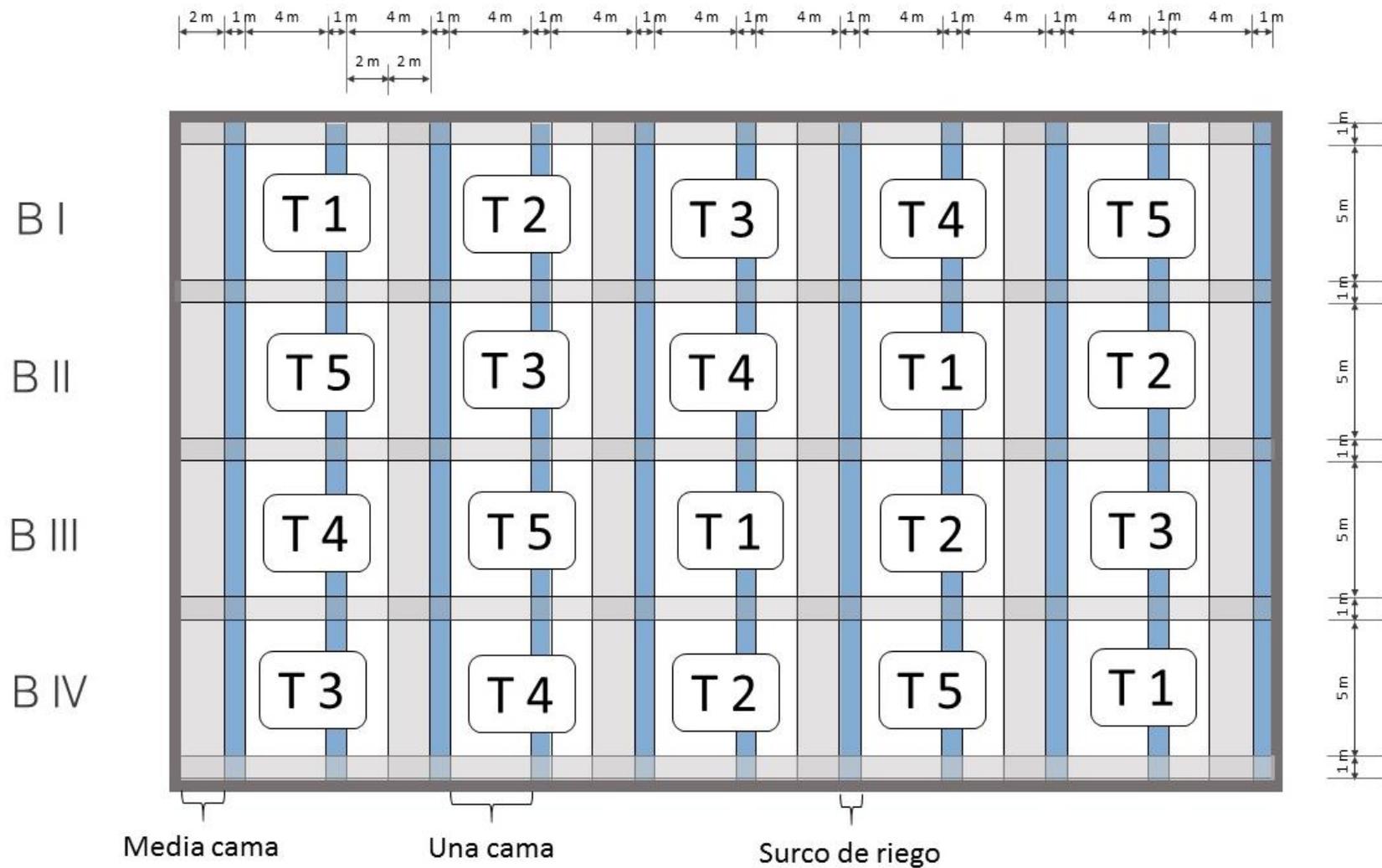


Gráfico 3: Distribución de tratamientos y bloques empleadas en el ensayo

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las distintas variables se usó el software SAS ver. 9.2, mediante el cual se obtuvo el ANOVA y se realizó la comparación de medias de Duncan al 5%. Para obtener el ANOVA de la regresión lineal también se utilizó el software SAS ver. 9.2, pero los gráficos fueron realizados en el programa Microsoft Excel 2010, se utilizaron todos los tratamientos menos el testigo pues este no contenía ningún elemento abonado. Cabe mencionar que para la variable rendimiento se utilizó una regresión cuadrática pues la regresión lineal presentó un valor de R^2 muy pequeño.

3.10 Parámetros evaluados

3.10.1 Parámetros de rendimiento

a. Número de frutos por hectárea

Se contó el número de frutos cosechados por cada parcela y en cada cosecha.

b. Rendimiento del cultivo

En cada cosecha se pesaron los frutos cosechados, se usó una balanza mecánica de colgar para la pesada individual de cada fruto en campo. La madurez del fruto se determinó por el sonido metálico que emitían al ser golpeados.

3.10.2. Parámetros de calidad

a. Largo y diámetro del fruto

Se empleó un vernier de madera. El diámetro mayor y menor fue registrado por cada fruto pesado en cada cosecha.

b. Peso promedio del fruto

Se obtuvo en cada cosecha pesando fruto por fruto. Se utilizó una balanza romana, la que contaba con un error de +/- 50 gr y un máximo de peso de 20 kg.

c. Porcentaje de sólidos solubles del fruto

Esta evaluación se llevó a cabo en el laboratorio de pos cosecha de la Facultad de Agronomía UNALM. Se llevaron 20 sandías, una por cada tratamiento y repetición de bloque, para el respectivo análisis de sólidos solubles. Se utilizó una muestra de pulpa

tomada de una tajada cortada del centro del fruto tal como lo detalla el **Gráfico 4**. Para determinar el porcentaje de sólidos solubles se utilizó un refractómetro de mano.

3.10.3. Porcentaje de materia seca en frutos

Para determinar el porcentaje de materia seca se utilizó una tajada de sandía cortada del mismo lugar para todos los frutos (**Gráfico 4**). Dicha muestra se obtuvo de las sandías usadas para medir sólidos solubles.

3.10.4. Porcentaje de fósforo foliar

Se colectaron 20 hojas de cada parcela por cada tratamiento y bloque. Estas hojas deberán tener una edad intermedia, no ser ni tan jóvenes ni tan viejas. Fueron llevadas al laboratorio para la determinación de materia seca. El muestreo se realizó a los 105 días después del trasplante (15 días antes de la cosecha). La materia seca se empleó para determinar la concentración de fósforo foliar empleando el método Olsen modificado y se realizó en el laboratorio de suelos de la UNALM.

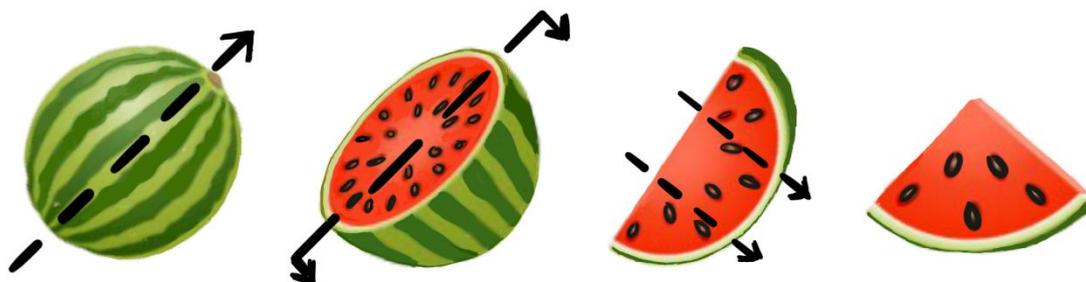


Gráfico 4: Proceso de corte de porción de sandía para la determinación de Sólidos solubles y Materia seca del fruto

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RENDIMIENTO DEL CULTIVO:

En el **cuadro 9** y **gráfico 5** se resumen los resultados obtenidos. Se aprecia que el mayor rendimiento de 19.04 ton/ha se registró en el tratamiento sin fosforo(N-0-K) y el menor rendimiento se observó en el tratamiento sin fertilización alguna (0-0-0). Sin embargo según la prueba de Duncan al 5% no hubo diferencias entre las medias de los diferentes tratamientos. Los rendimientos obtenidos en todos los tratamientos fueron estadísticamente similares.

Cuadro 9: Rendimiento (Tn/ha) y Número de frutos (num/ha) empleando cinco niveles de fósforo en el cultivo de sandía

Tratamiento	Rendimiento (Tn/ha)	Número de frutos (núm/ha)
0 – 0 – 0	17.83 a*	2 266.7 a*
200 – 0 – 160	19.04 a	2 600.0 a
200 – 80 – 160	18.26 a	2 333.3 a
200 – 160 – 160	18.32 a	2 400.0 a
200 – 240 – 160	18.69 a	2 266.7 a
Promedio	18.428	2 373.34
Coefficiente de variabilidad	20.389	18.146

* Medias seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Duncan al 5%

Se puede observar que la mayor dosis de aplicación de fósforo (240 Kg /ha de P₂O₅) no obtuvo el mejor rendimiento, sino el tratamiento sin fósforo (0 Kg /ha de P₂O₅), sin embargo la diferencia es mínima pues también observamos rendimientos similares en los

otros tratamientos, es decir, la aplicación de fertilizante fosfórico no tuvo efecto en el rendimiento.

Este resultado pudo deberse a una retención o fijación de fósforo en el suelo, ya que este suelo contiene varias características similares a los suelos fijadores de fósforo; tales como pH alcalino, presencia de arcillas (Troeh & Thompson, 1993), presencia de calcio, presencia de cantidades relativamente altas de fósforo y potasio (de acuerdo al análisis de suelo) posiblemente debido a remanentes de fertilizaciones a cultivos anteriores. De acuerdo al análisis de suelo, este no presenta óxidos de hierro o aluminio ni tampoco carbonatos de calcio, compuestos que promueven la fijación de fósforo en el suelo.

Los fertilizantes fosfóricos deben ser depositados lo más cerca de las raíces de la planta pues aunque tengan una elevada solubilidad la movilidad de este elemento en el suelo es limitada (Marais & Wiersma, 1975 citados por Troeh & Thompson, 1993). Bajo este criterio se recomienda abonar el fertilizante a profundidades mayores a los 15 cm.

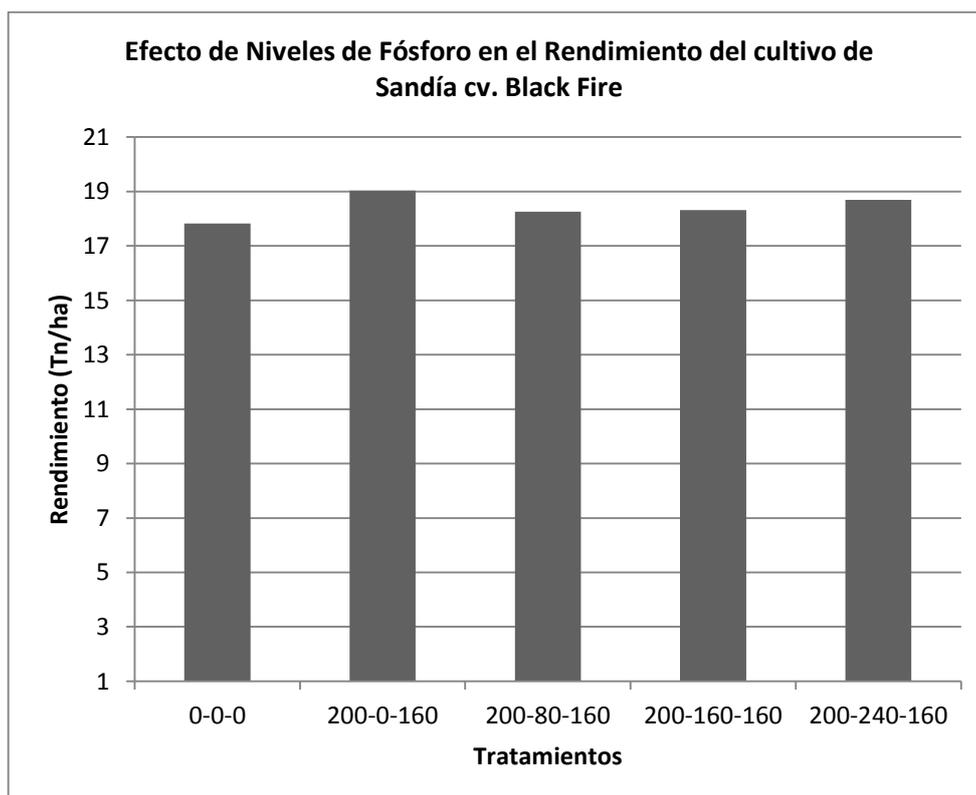


Gráfico 5: Efecto de niveles de fósforo en el rendimiento del cultivo de sandía cv. Black Fire

La disponibilidad de fósforo también está influenciada por la disponibilidad de agua en el suelo. La absorción del fósforo por parte de la planta disminuye a valores de humedad en el suelo cercanos a cero (Marais & Wiersma, 1975 citados por Troeh & Thompson, 1993). Esto se puede deber a que el fósforo se moviliza dentro de la planta muy rápidamente, como ion ortofosfato o incorporado en diferentes compuestos orgánicos; ATP, ADP, NADPH, etc.

Es muy probable que el régimen de riego aplicado no haya permitido un desarrollo de raíces profundo, como indican Fassbender & Bornemisza (1987), quienes reportan que a mayor profundidad del suelo existe menos disponibilidad del fósforo. Como sabemos el fósforo proviene de la degradación de minerales (apatitas) que contienen este elemento, estos minerales a mayor profundidad no se encuentran degradados o fragmentados.

Ramírez (1962) realizó un ensayo combinado de niveles de fósforo y nitrógeno, en un suelo similar en la localidad de Huaral en el cultivo de sandía, concluyendo que las aplicaciones de fósforo por si solas no tienen efecto en el rendimiento del cultivo de sandía. Esto le pareció contradictorio pues el suelo de su estudio presentaba niveles bajos de fósforo. Para la época de ese ensayo no se conocía mucho sobre la fijación de fósforo en el suelo, con la información actual y observando las características del suelo de ese ensayo (presencia de arcillas, pH alcalino, altos niveles de calcio) podemos decir que existió fijación de fósforo en el suelo y que por eso no se observó respuestas a la fertilización fosfórica. El suelo del presente estudio también presenta características que pueden causar fijación de este elemento, haciéndolo no disponible para la planta.

4.2. NÚMERO DE FRUTOS POR HECTÁREA

Se aprecia que el mayor número de frutos por hectárea de 2600 unidades se registró en el tratamiento sin fosforo (**Cuadro 9, Gráfico 6**) y el menor número de frutos por hectárea se observó en dos tratamientos; el tratamiento sin fertilización alguna (0-0-0) y con mayor fertilización (200-240-160). Según la prueba de Duncan al 5% no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas de los diferentes tratamientos.

Se puede observar en el **gráfico 6** que la mayor dosis de aplicación de fósforo (240 kg/ha P_2O_5) no obtuvo el mayor número de frutos, sino por el contrario obtuvo el menor junto el

tratamiento testigo, sin embargo no existieron diferencia estadísticas entre las medias de los tratamientos.

Esta característica (número de frutos por hectárea) es importante porque está asociada al rendimiento o la productividad del cultivar, pero también se debe señalar que a frutos más grandes menor debe ser la cantidad de frutos y a mayor densidad de plantas mayor cantidad de frutos pero menor tamaño (Casseres, 1980).

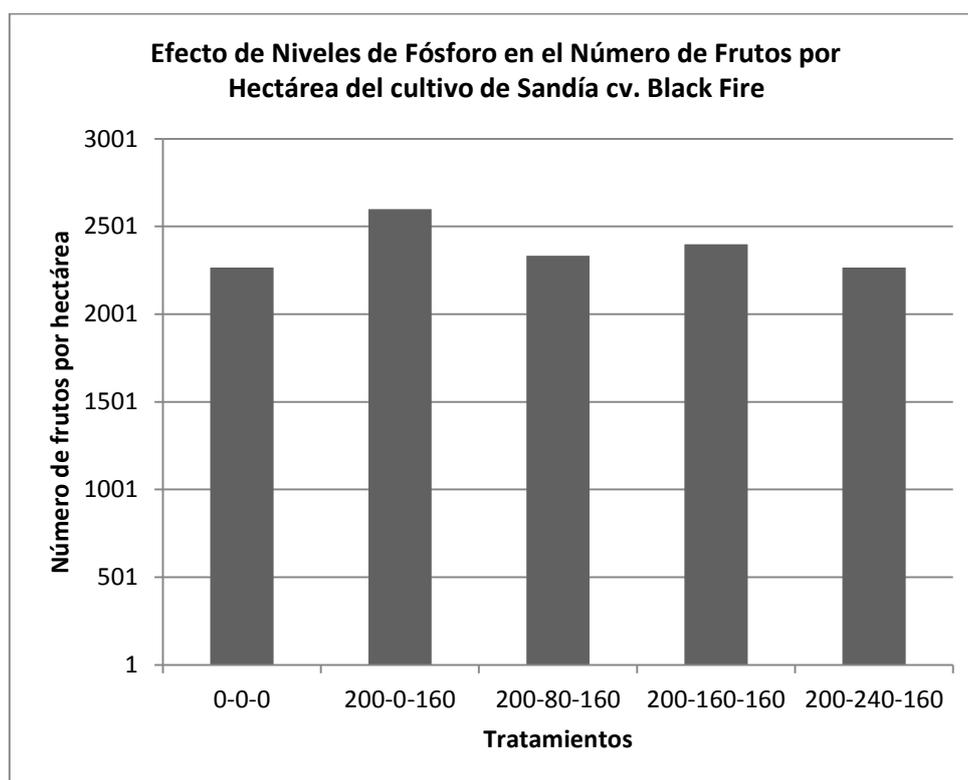


Gráfico 6: Efecto de niveles de fósforo en el número de frutos por hectárea del cultivo de sandía cv. Black Fire

4.3. PESO PROMEDIO DE FRUTO

En el **cuadro 10** y **gráfico 7** se resumen los resultados obtenidos. Se aprecia que el mayor peso promedio de fruto de 8.26 Kg se registró en el tratamiento con la mayor dosis de fósforo (N-240-K) y el menor peso promedio de fruto, 7.33 Kg se observó en el tratamiento sin fertilización fosfórica (N-0-K). Según la prueba de Duncan al 5% hubo diferencias entre las medias obtenidas, siendo el tratamiento T4 con 240 unidades de fósforo similar a los tratamientos T3 (N-160-K), T2 (N-80-K) y T1 (0-0-0), pero superior al tratamiento T2 (200-0-160), este último tratamiento también fue similar a los tratamientos T3, T2 y T1.

Cuadro 10: Peso promedio (kg), diámetro (cm), largo (cm) y cantidad de sólidos solubles (%) del fruto empleando cinco niveles de fósforo en el cultivo de sandía

Tratamiento	Peso promedio de fruto (Kg)	Largo de fruto (cm)	Diámetro de fruto (cm)	Porcentaje de sólidos solubles
0 – 0 – 0	7.82 ba*	27.23 a*	18.10 a*	9.33 a*
200 – 0 – 160	7.33 b	28.90 a	20.23 a	9.28 a
200 – 80 – 160	7.81 ba	29.72 a	20.49 a	9.30 a
200 – 160 – 160	7.64 ba	31.31 a	20.77 a	9.88 a
200 – 240 – 160	8.26 a	30.34 a	20.86 a	9.23 a
Promedio	7.77	29.51	19.73	9.40
Coefficiente de variabilidad (%)	6.65	13.23	12.04	13.90

* Medias seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Duncan al 5%

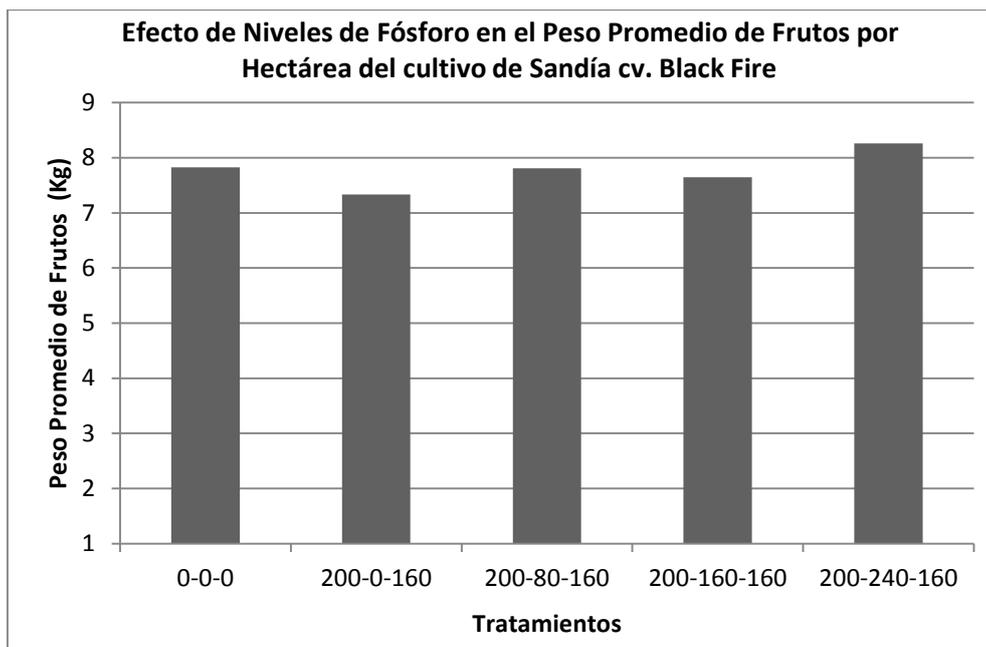


Gráfico 7: Efecto de niveles de fósforo en el peso promedio de frutos por hectárea del cultivo de sandía cv. Black Fire

De los resultados observados aparentemente el peso promedio del fruto es influenciado por los niveles de fósforo aplicados.

4.4. DIÁMETRO DEL FRUTO

Los valores oscilaron entre 18,10 cm y 20,86 cm (**cuadro 10, gráfico 8**). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de Duncan al 5%. El mayor valor se obtuvo empleando 240 unidades de fósforo (20,86 cm) y el menor valor se observó en el tratamiento que no recibió fertilización alguna (18,10 cm). Existió una relación clara entre los niveles de fósforo empleados y el diámetro del fruto.

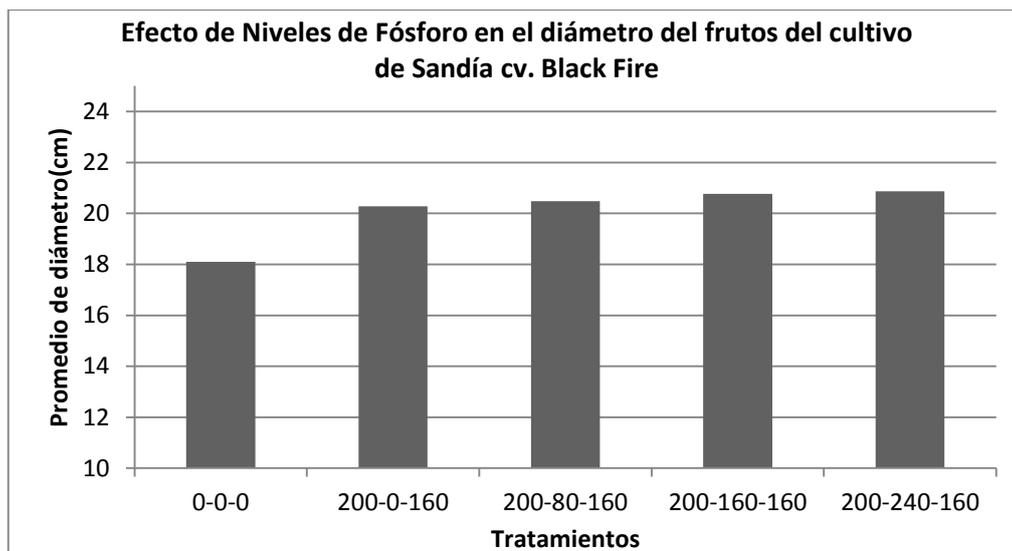


Gráfico 8: Efecto de Niveles de Fósforo en el diámetro de frutos del cultivo de Sandía cv. Black Fire

4.5. LARGO DEL FRUTO

En esta característica los valores oscilaron entre 27.30 y 31.31 cm (**cuadro 10, gráfico 9**). Tampoco se registró diferencias estadísticas entre las diferentes medias de los tratamientos evaluados según la prueba de Duncan al 5%. La mayor longitud de fruto se registró en el tratamiento con 160 unidades de fósforo y la menor longitud de fruto se observó con el tratamiento sin fertilización alguna.

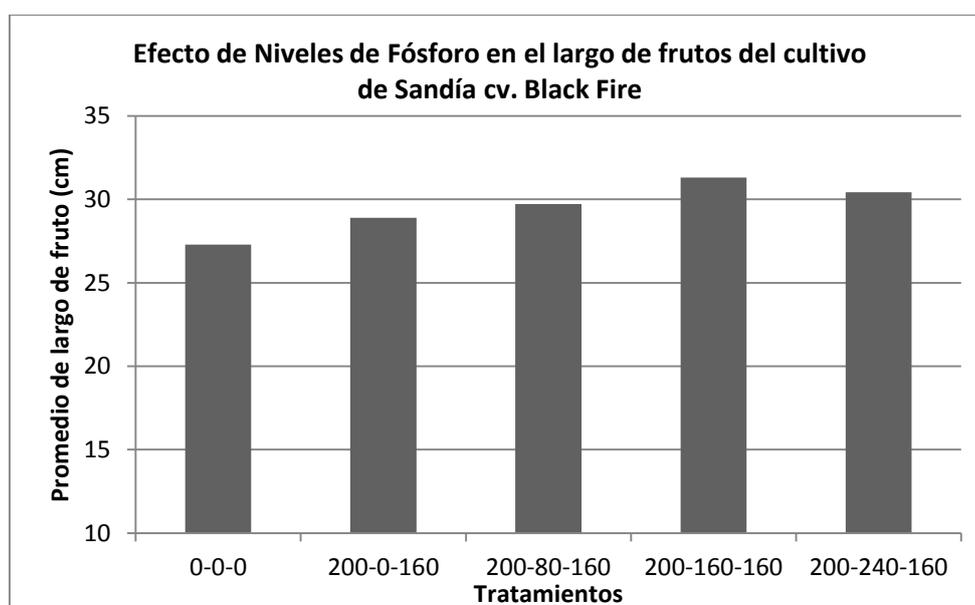


Gráfico 9: Efecto de Niveles de Fósforo en el largo de frutos del cultivo de Sandía cv. Black Fire

4.6. PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES DEL FRUTO

El contenido de sólidos solubles en el fruto es de suma importancia para la comercialización del mismo. Normalmente los valores que satisfacen a los consumidores de este fruto están alrededor del 8%. En el presente ensayo los valores variaron entre 9.23 y 9.88% (**cuadro 10, gráfico 10**). No existieron diferencias significativas entre los valores de los diferentes tratamientos según la prueba de Duncan al 5%.

El menor valor se registró en el tratamiento que empleo 240 unidades de fósforo y el mayor valor se observó en el tratamiento que empleó 160 unidades de fósforo (**gráfico 10**). Los valores observados en todos los tratamientos estuvieron dentro de lo que el mercado local exige en cuanto a contenido de sólidos solubles.

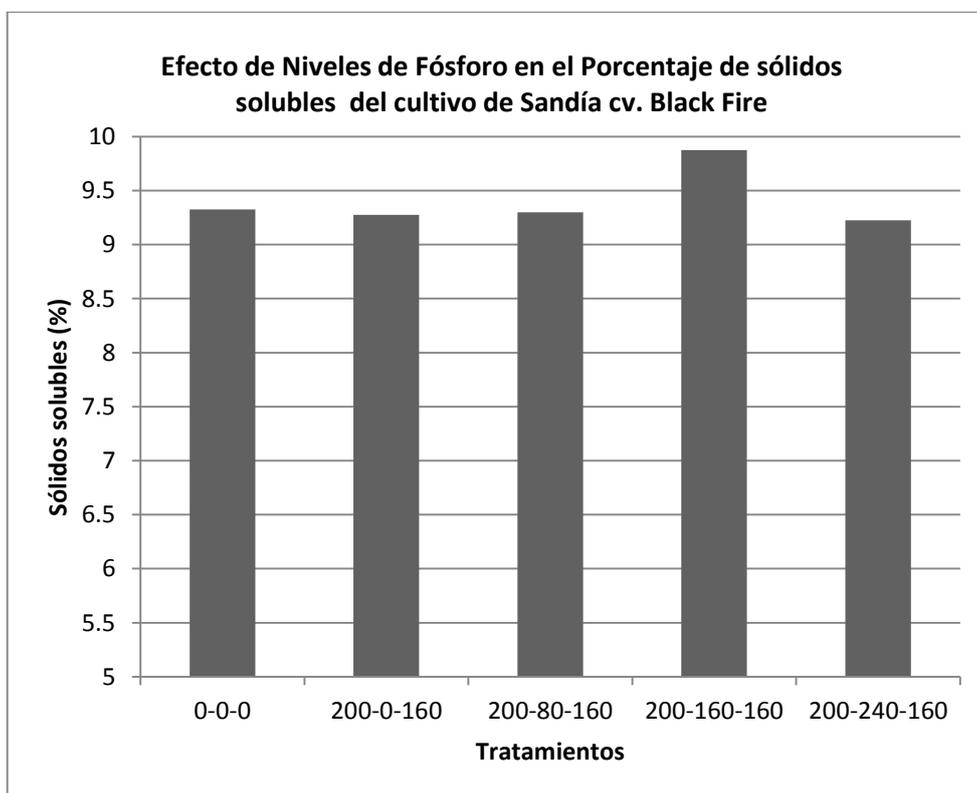


Gráfico 10: Efecto de niveles de fósforo en el porcentaje de sólidos solubles del cultivo de sandía cv. Black Fire

4.7. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DEL FRUTO

El porcentaje de materia seca en el fruto fue similar en todos los tratamientos evaluados (**cuadro 11**). El mayor valor fue de 7.64 en el tratamiento que no recibió fertilización alguna, el menor valor de 6.17% fue observado en el tratamiento que no recibió fertilización fosfórica (**gráfico 11**). No existieron diferencias estadísticas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de Duncan al 5%.

Cuadro 11: Materia seca del fruto promedio (%) empleando cinco niveles de fósforo en el cultivo de sandía

Tratamiento	Materia seca en fruto (%)
0 – 0 – 0	7.64 a*
200 – 0 – 160	6.57 a
200 – 80 – 160	6.70 a
200 – 160 – 160	7.22 a
200 – 240 – 160	6.66 a
Promedio	6.96
Coefficiente de variabilidad (%)	12.26

* Medias seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Duncan al 5%

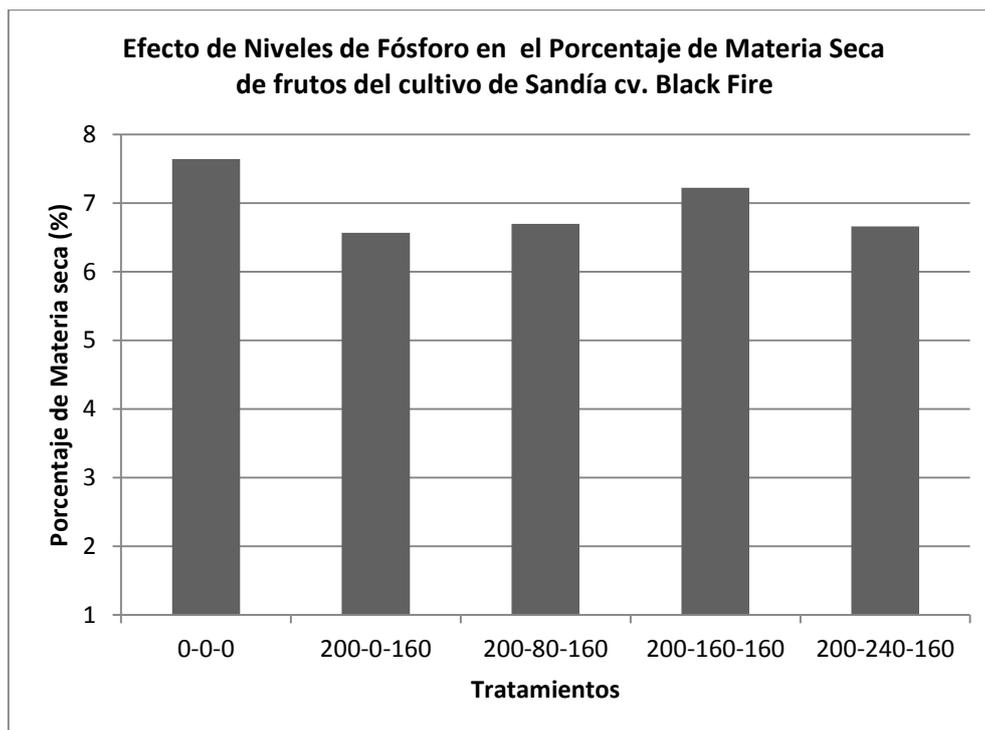


Gráfico 11: Efecto de niveles de fósforo en el porcentaje de materia seca de frutos del cultivo de Sandía cv. Black Fire

Según Loomis & Connor (1998), los principales factores que afectan el rendimiento en materia seca son la absorción de la radiación solar y la eficiencia de utilización de esa energía. Sin limitaciones hídrico-nutricionales, la producción de biomasa es producto del proceso de fotosíntesis, cuya fuerza motriz es la radiación solar interceptada principalmente por las hojas. De esto podemos decir que los factores externos como régimen hídrico y radiación solar pudieron afectar la acumulación de materia seca del fruto.

Una mayor proporción de la materia seca del fruto es derivada de los asimilados de la hoja, aunque más del 65 y 50 % del consumo total de nitrógeno y potasio respectivamente, son acumulados por los frutos (Tanaka & Fujita., 1974). El crecimiento del fruto es así principalmente determinado por la tasa de importe de asimilados de las hojas.

Es además importante mencionare el rol del contenido de agua en el fruto cuando se discute la materia seca y el porcentaje de sólidos solubles, ambos como parámetros medidos en relación a ella. El agua puede alterar los valores de materia seca y porcentaje de sólidos solubles para frutos individuales y dar resultados mayores (Travers, 2013).

4.8. PORCENTAJE DE FÓSFORO FOLIAR

En el **cuadro 12** se resumen los resultados obtenidos. Se aprecia que el mayor porcentaje de fósforo foliar, 0.29% se obtuvo en los dos tratamientos sin fertilización fosfórica y el menor porcentaje de fósforo foliar, 0.26% se obtuvo en el tratamiento con 160 unidades de fósforo. Según la prueba de Duncan al 5% no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas.

Cuadro 12: Fósforo foliar promedio (%) empleando cinco niveles de fósforo en el cultivo de sandía

Tratamiento	Fósforo foliar (%)
0 – 0 – 0	0.29 a*
200 – 0 – 160	0.29 a
200 – 80 – 160	0.27 a
200 – 160 – 160	0.26 a
200 – 240 – 160	0.27 a
Promedio	0.28
Coefficiente de variabilidad	18.25

* Medias seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Duncan al 5%.

El fósforo (P) es un macronutriente importante en las plantas, conformando aproximadamente el 0.2% del peso seco (Theodorou & Plaxton, 1993), los datos del presente estudio se encuentran dentro de los valores normales de contenido de fósforo en el tejido vegetal (**gráfico 12**).

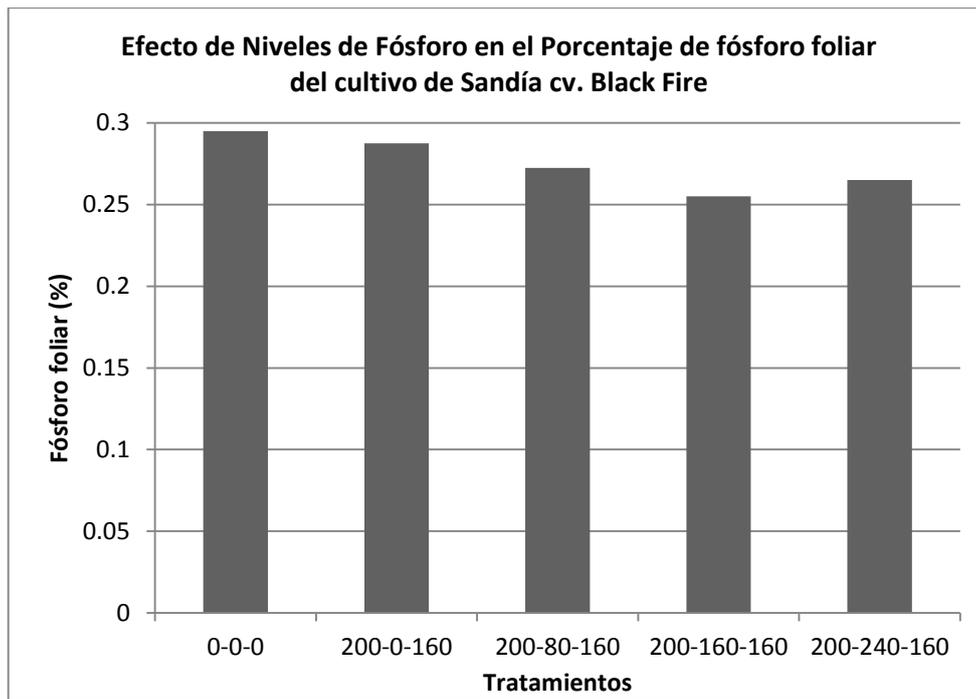


Gráfico 12: Efecto de niveles de fósforo en el porcentaje de fósforo foliar del cultivo de Sandía cv. Black Fire

V. CONCLUSIONES

1. No se encontró diferencias significativas entre los niveles de fósforo evaluados en las características de rendimiento y número de fruto por hectárea, largo y diámetro del fruto, contenido de sólidos solubles, materia seca del fruto y contenido de fósforo foliar.
2. Se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento 2 (N-0-K) y el tratamiento 5 (N-240-K) para la característica peso promedio de fruto, siendo esta la única característica aparentemente afectada por los niveles de fósforo aplicados.
3. Para las variables porcentaje de fósforo foliar, número de frutos por hectárea, largo, diámetro y peso promedio de frutos, existe una correlación lineal significativa con respecto a las unidades de fósforo aplicadas en los tratamientos del ensayo.
4. Para las variables de sólidos solubles, porcentaje de materia seca en el fruto y rendimiento por hectárea existe una muy baja relación lineal con respecto a las unidades de fósforo aplicadas en los tratamientos del ensayo.
5. Los niveles de fósforo aplicados, no tuvieron efecto en la calidad ni rendimiento del cultivo de Sandía cv. Black Fire para las condiciones del presente estudio.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos de esta naturaleza en otras condiciones de suelo.
- Evaluar otras fuentes de fosforo.
- Evaluar el efecto de niveles de fósforo en otros cultivares de sandía.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. AIRC (Agricultural Information Resource Center). 2003. Fruits and Vegetables Technical Handbook Second Edition (Revised). Ministry of Agriculture and Livestock Production, Nairobi, Kenya.
2. Baameur A.; Hartz, T.; Turini T.; Natwick E.; Takele E.; Aguiar J.; Cantwell M.; Mickler J. 2009. Watermelon Production in California. University of California Division of agriculture and Natural Resources. Disponible en: <http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7213.pdf> Revisado en Noviembre del 2014.
3. Casseres, E.1980. Producción de hortalizas, Tercera Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 387 pp.
4. Davelouis, J. 1991. Fertilidad del suelo. Lima. Perú.
5. Delgado de la flor, F.; Toledo, J.; Casas, A.; Ugas, R.; Siura, S. 1987. Cultivos hortícolas Datos Básicos. Ediagraria. Universidad Nacional Agraria La Molina. Programa de Investigación en Hortalizas. Perú 105 pp.
6. Devlin, R. 1970. Fisiología Vegetal. Ed. Omega. Barcelona
7. FAO (Food and Agriculture Organization of The United Nations). 2014. FAOSTAT. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E> Revisado en Octubre del 2014
8. FAO (Food and Agriculture Organization of The United Nations). 2008. Efficiency of Soil and Fertilizer phosphorus use. Disponible en : <http://www.fao.org/docrep/010/a1595e/a1595e00.htm> Revisado en Noviembre del 2014.

9. Fassbender, H.; Bornemisza, E. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de américa latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José. Costa Rica.
10. Gros, A.; Domínguez, A. 1992. Abonos: Guía practica de la fertilización. 8va edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
11. Havlin, J.; Beaton, J.; Tisdale, S.; Nelson, W. 1999. Soil fertility and fertilizer. An introduction to nutrient management. Prentice Hall. 6ta edición. New Jersey.
12. IPNI. s/a. Fuentes de nutrientes específicos: Fosfato diamonico. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/\\$FILE/NSS-ES-17.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/$FILE/NSS-ES-17.pdf)
Revisado en Noviembre del 2014.
13. Jeffrey, C. 1990. An outline classification of the Cucurbitaceae. In Biology and utilization of the Cucurbitaceae, ed. D. M. Bates, R. W. Robinson, and C. Jeffrey, 449—63. Cornell University Press, Ithaca, N.Y.
14. Loomis, R.; Connor, D. 1998. Crop ecology productivity and management in agricultural systems. Cambridge Uuniversity Press. 538 pp.
15. Narrea M. 1998. Evaluación del efecto de fuentes y niveles de fertilización fosfatada en el rendimiento del cultivo de papa (var. Liberteña) en Huandoval-Pallasca a 3800 msnm. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agronomo. UNALM. Lima Perú.
16. ONERN (Oficina nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1970. Inventario Evaluación y Uso racional de los recursos naturales de la Costa: Cuenca del Río Cañete. Volumen I. República del Perú. Instituto nacional de planificación. Lima. Perú.

17. Pahuara, Y. 2004. Efecto del fósforo sobre la población microbiana con énfasis en *Rhizobium* en suelos con pasturas en zonas altoandinas del Perú. Tesis para optar por el grado de Biólogo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú.
18. Ramírez, A. F. 1962. Ensayo de abonamiento con Nitrógeno y fosfórico en el Cultivo de Sandía en la Zona de Huaral. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agronomo. UNALM. Lima Perú.
19. Reche, M. J. 1988. La sandía. Tercera edición. Editorial Mundi-prensa. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Mallorca. España.
20. Robinson, R.W.; Decker-Walters, D.S. 1997. Cucurbits, Crop Production Science in Horticulture N°6. CAB International, 226pp.
21. Rodríguez, S. F. 1982. Fertilizantes. Nutrición mineral. AGT Editor S.A. México.
22. Rubatzky, V.E.; Yamaguchi, M. 1997. World Vegetables, International Thomson Publishing, U.S.A., 843 pp.
23. Salisbury, F.; Ross. C. 1994. Fisiología Vegetal. Interamericana. México. p. 759
24. Schweers, V.H.; Sims, W. L.(1976). Watermelon Production. University of California, Leaflet 2672, Div. Agric. Sci., Univ. of California Berkeley
25. Tanaka, A.; Fujita, K. 1974. Nutrio-physiological studies on the tomato plant. IV. Source sin relationship and structure of the source-sink. Soil Sci. Plant Nutr. 20:305-315.
26. Theodorou M.; Plaxton, W. 1993. Metabolic adaptations of plant respiration to nutritional phosphate deprivation. Plant physiology vol. 101. P. 339-344.
27. Tisdale, S.; Nelson, W. 1970. Fertilidad de los suelos y Fertilizantes. Traducción de Dr. Jorga Balasch y Lic. Carmen Piña. Editorial Montaner y Simon, S.A. Barcelona. España

28. TRADEMAP. 2014. Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. Datos comerciales mensuales, trimestrales y anuales. Valores de importación y exportación, volúmenes, tasas de crecimiento, cuotas de mercado, etc. Disponible en: <http://www.trademap.org/Index.aspx> Revisado en Julio del 2014.
29. Travers, S. 2013. Dry matter and fruit quality: Manipulation in the field and evaluation with Nir Spectroscopy. PhD Thesis Science and Technology. Department of Food Science. Disponible en: [http://pure.au.dk/portal/files/56894564/Dry matter and fruit quality manipulation in the field and evaluation Sylvia Travers Thesis August 2013 compressed opt.pdf](http://pure.au.dk/portal/files/56894564/Dry_matter_and_fruit_quality_manipulation_in_the_field_and_evaluation_Sylvia_Travers_Thesis_August_2013_compressed_opt.pdf). Revisado en Octubre del 2015.
30. Troeh, F.; Thompson, L. 1993. Soils and Fertility. College of Agriculture Iowa State University. Fifth edition. Oxford University Press. New York. USA.
31. USDA. s/a. National Nutrient Database for Standard Reference: Basic Report, Watermelon Raw. Disponible en : <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2438?fg=&man=&lfacet=&format=&count=&max=25&offset=&sort=&qlookup=watermelon> Revisado en Noviembre del 2014.
32. USDA. 2002. AgResearch Magazine: Watermelon Packs as a powerful Lycopene Punch. Disponible en: <http://agresearchmag.ars.usda.gov/2002/jun/lyco>. Revisado en noviembre del 2014.
33. Valadez, L. A. 1994. Producción de Hortalizas, Editorial Limusa S.A. de C.V. IV Edición, México, 298 pp
34. Villagarcía, S.; Ramírez, F.; Aguirre, G.; Malagamba, P.; Medina, C.; Tomassini, L. 1990. Resultados de ensayos de campo sobre fertilización y nutrición mineral en el cultivo de papa. Universidad Nacional Agraria La Molina –Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

35. Villagarcía, S.; Aguirre, G. 2012. Manual de uso de fertilizantes. Departamento Académico de Suelos. Facultad de Agronomía. UNALM. Lima. Perú.

36. Zevallos, M. 1992. Máxima capacidad de adsorción de fósforo en dos suelos alcalinos de la costa central y dos del valle de Huánuco. Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Resumen de labores culturales en el campo comercial

Fecha	Labor	Comentario
16-sep-13	Riego de Machaco	Se regó por aproximadamente 24 horas.
23-sep-13	Limpieza de Campo	Se retiraron las malezas y plantas huachas.
25-sep-13	Subsolado	
27-sep-13	Arado	
28-sep-13	Gradeo	
01-oct-13	Despiedre	
02-oct-13	Gradeo	
03-oct-13	Despiedre	
04-oct-13	Cuarroteo	
05-oct-13	Tomeo	
08-oct-13	Riego	Se regó por aproximadamente 6 horas.
11-oct-13	Trasplante y desinfección de plantas	Se realizó la desinfección con 0.5 L/ha de Vydate (oxamyl 235 g/L) + 0.25 Kg/ha de Galben (Benalaxil 80 g/kg + mancozeb 650 g/kg) + 0.5 L/ha de Agrostemin (proto-citoquinina + Proto-auxina + Proto-giberelina + aminoácidos + NPK)
12-oct-13	Riego	Se regó por aproximadamente 4 horas
17-oct-13	Deshierbo	
18-oct-13	Aplicación Cebo	Se aplicó afrecho combinado con 1.2 L/ha de Agromil (Chlorpyrifos 280 g/L)
21-oct-13	Riego	Se regó por aproximadamente 4 horas.
23-oct-13	Trasplante	Se aplicó 0.5 L/ha de Neoxamyl (Oxamyl 240 g/L) + 0.25 Kg/ha de Galben (Benalaxil 80 g/kg + mancozeb 650 g/kg) + 0.5 L/ha de Ekotron (ácidos húmicos al 15%)
24-oct-13	Aplicación de insecticida	Se aplicó 0.6 L/ha de Lancer (Imidacloprid 250 g/L) + 0.144 kg/ha de Amistar (Azoxystrobin 500g/kg)
26-oct-13	Deshierbo	
28-oct-13	1° Abonamiento	Se abonó 103.5 N – 138 P ₂ O ₅ – 61 K ₂ O – 11 Mg.
30-oct-13	Riego	Se regó por aproximadamente 4 horas.
06-nov-13	Deshierbo	
06-nov-13	Guiado de planta	
09-nov-13	Riego	Se regó por aproximadamente 6 horas.
12-nov-13	Aplicación insecticidas	Se aplicó 0.3 L/ha de Movento (Spirotetramat 150 g/L) + 0.2 L/ha de beta-baytroid (Beta-cyfluthrin 125 g/L) + 0.4 L/ha de Nutrimanganeso (Manganeso 6.8 %)
19-nov-13	Deshierbo	
19-nov-13	Guiado de planta	
19-nov-13	Aplicación insecticidas	Se aplicó 0.6 L/ha de Atabron (Chlorfluazuron 50 g/L) + 0.9 L/ha de Agromil (Chlorpyrifos 280 g/L) + 0.45 L/ha de Movento (Spirotetramat 150 g/L) + 0.8 L/ha de Nutrimanganeso (Manganeso 6.8 %)
20-nov-13	Riego	Se regó por aproximadamente 6 horas.
23-nov-13	Deshierbo	
23-nov-13	Guiado de planta	

Anexo 1: Resumen de labores culturales en el campo comercial.....(continuación)

25-nov-13	Aplicación de insecticida	Se aplicó 0.24 L/ha de Absolute (Spinethoram 60 g/L) + 0.8 L/ha de Ciperhex (Alpha-cypermethrin 100 g/L) + 0.2 Kg/ha de Cosavet (Azufre 800g/Kg) + 0.8L/ha de Nutrimanganeso (manganeso 6.8 %)
27-nov-13	Guiado	
27-nov-13	Deshierbo	
29-nov-13	Riego	Se regó por aproximadamente 6 horas.
04-dic-13	Deshierbo	
09-dic-13	Aplicación de insecticida	Se aplicó 0.82 L/ha de Movento (Spirotetramat 150 g/L) + 0.82 L/ha de Lancer (Imidacloprid 250 g/L).
12-dic-13	2° Abonamiento	Se abonó 115.5 N – 46 P ₂ O ₅ – 100 K ₂ O – 13 Ca
14-dic-13	Riego	Se regó por aproximadamente 6 horas
26-dic-13	Guiado de planta	
30-dic-13	Deshierbo	
02-ene-14	Aplicación de insecticida	Se aplicó 1.32 L/ha de Movento (Spirotetramat 150 g/L) + 3.52 L/ha de Monitor (Methamidophos 600 g/L) + 1.32 L/ha de Famoss (Fipronil 200 g/L) + 2.64 L/ha de Aminoplus (L alfa aminoácidos 200 g/L)
08-ene-14	Riego	Se regó por aproximadamente 6 horas.
10-ene-14	Cosecha	
14-ene-14	Deshierbo	
16-ene-14	Riego	Se regó por aproximadamente 4 horas.
18-ene-14	Cosecha	

Anexo 2: Cuadro de fertilización de las unidades experimentales

Tratamiento	Dosis NPK	Cantidad de fertilizante a usar por unidad experimental (kg/30 m ²)		
		Nitrato de amonio	Fosfato diamónico	Sulfato de Potasio
T2	200-0-160	1.818	0	0.96
T3	200-80-160	1.534	0.522	0.96
T4	200-160-160	1.249	1.044	0.96
T5	200-240-160	0.965	1.566	0.96

Anexo 3: Resumen de los resultados

N° Tratamiento	Tratamiento	Bloque	Rendimiento del cultivo (Kg/ha)	Fosforo foliar (%)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Solidos solubles fruto (%)	Materia seca del fruto (%)	Número de frutos (N°/ha)	Peso promedio del fruto (Kg)
T1	0-0-0	1	22120	0.34	31.59	20.48	10.1	8.047	2666.67	8.295
		2	13653.3	0.32	15.25	10.61	10.7	6.407	1866.67	7.314
		3	18680	0.28	29.23	21.08	8.2	7.407	2400.00	7.783
		4	16880	0.24	33.11	20.24	8.3	8.713	2133.33	7.913
		Promedio	17833	0.295	27.295	18.102	9.325	7.6435	2266.7	7.8263
T2	200-0-160	1	17600	0.28	28.86	20.17	8.7	6.032	2400	7.333
		2	20453.3	0.3	30.19	21.24	10.1	6.716	2933.33	6.973
		3	15920	0.31	28.48	20.16	9.4	7.215	2133.33	7.463
		4	22186.67	0.26	28.09	19.54	8.9	6.311	2933.33	7.564
		Promedio	19040	0.2875	28.904	20.277	9.275	6.5685	2600	7.333
T3	200-80-160	1	17120	0.27	29.76	21.05	10.6	6.151	2133.33	8.025
		2	24306.67	0.21	30.40	20.71	8.7	7.927	2933.33	8.286
		3	16906.67	0.35	28.96	20.05	8.9	7.208	2400.00	7.044
		4	14706.67	0.26	29.75	20.13	9	5.505	1866.67	7.879
		Promedio	18260	0.2725	29.716	20.483	9.3	6.6978	2333.3	7.8085
T4	200-160-160	1	17773.3	0.33	31.33	21.18	9.4	7.235	2400	7.406
		2	17013.3	0.23	30.04	21.1	10.1	6.521	2133.33	7.975
		3	20320	0.17	32.43	20.67	12.3	8.633	2666.67	7.62
		4	18186.67	0.29	31.44	20.14	7.7	6.508	2400	7.578
		Promedio	18323	0.255	31.309	20.772	9.875	7.2243	2400	7.6448
T5	200-240-160	1	17440	0.32	29.35	20.47	8.1	6.465	2400	7.267
		2	25866.67	0.22	31.86	21.22	9.5	5.987	2933.33	8.818
		3	14080	0.24	29.71	20.3	8.7	7.33	1600	8.8
		4	17386.67	0.28	30.82	21.47	10.6	6.854	2133.33	8.15
		Promedio	18693	0.265	30.433	20.864	9.225	6.659	2266.7	8.2588

Anexo 4: Datos de los frutos cosechados por fecha

Fecha: 10/01/2014	T1 (0-0-0)			T2 (200-0-160)			T3 (200-80-160)			T4 (200-160-160)			T5 (200-240-160)			
	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	
B1	10.4	25.3	20.4	7.3	26.3	20	8.6	34	22.7	4.7	36.7	22.2	10.8	28.2	21	
	8.6	36.5	21.3	8	30.8	20.4	9.4	28.3	20	8.75	32	24.5	7.1	28.8	19.8	
	7.6	37.2	20.8				10.2	30.8	20.8	10.6	35.4	19.3	7.6	34.8	22.7	
	11.25	32.1	20.2							11						
	10.1															
B2	0	0	0	11.7	39	22	11.2	34.2	21.6	4.8	37	25.1	12.6	35.5	23.3	
				7.5			10.5	30.2	21.7	5	27.2	17.2	6.25	23.2	14.5	
				12.8	29	25.7	7.25	33	20.8	13	23.8	18	7.5	32.5	18.2	
							6.5						10.25	37.4	22.8	
													4.5			
													12.75			
B3	7.7	31	23.6	10	33.7	23.2	8.6	33.5	20.5	4.75	27.7	19.8	10.8	34.6	22	
	9.25	36	23	13.5	36	22.5	4.7	23.2	19	14.75	30.8	18	11.4	34.5	23	
	11.3	28.5	21	10.9	35.3	23.6	7.2	28	20.9	8.3	23.5	19.2	8.4	30.1	20.3	
				10.3							5.25	30.3	21	9.1	31.3	23.1
											6.2	38.3	24	7.8		
											6.7	25.5	17			
											6.75					
											6.7					
B4	8.8	34.5	21.4	9	37.8	22.5	11.7	34.3	21.1	8.2	32.2	19.4	9.3	30.5	22.5	
	9.8	34.2	21	11.8	30.3	21	8.5	32	21.5	10.5	33.4	21.3	11.4	34.2	23.1	
	7.7	34.6	21.2	10.9	30	22.4	13.25	39.5	22.6	9	30.8	21.3				
				8.1	34	22.3	5	23.2	17.2							
				9.6			4.5									
				8.1												

Anexo 4: Datos de los frutos cosechados por fecha.....(continuación)

Fecha: 18/01/2014	T1 (0-0-0)			T2 (200-0-160)			T3 (200-80-160)			T4 (200-160-160)			T5 (200-240-160)			
	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	
B1	7.6	30.6	20.4	6.5	28	20	8.7	29.7	22	6.5	30	21.8	4.6	23.8	18.4	
	6.7	36.5	21.5	8.3	31.7	22	6.5	28.4	19.4	6.1	25.4	20	7.8	30.8	21.6	
	7.2	28.3	19.1	6.6	27.5	19.5	7	28.8	21.6	6.3	29.8	18.7	5.5	25.4	18.1	
	5.8	26.2	19.3	7.2	28.9	20.6	6.7	27.6	20.6	6.2	24.9	20.4	7.7	30.1	20.5	
	7.7	30.4	21.1	6.8	28.4	20.1	7.1	27.9	21.1	6.5	29.7	20.9	7.6	29.7	20.3	
				7.4	29.4	17.7								6.7	28.8	19.7
				7.9	30.3	21.1										
B2	4.7	27.8	23.2	4	23.3	17.1	6.4	27.3	20.5	8.8	30.5	22	13.7	38	24.2	
	9.2	36.6	22.8	6.8	29.3	19.6	9.2	34	20.4	7.9	31.6	22.3	4.15	23.8	18.7	
	8.5	32.8	22.1	4.2	23.8	17.6	9.1	30.4	21.7	8.1	30.2	22.4	8.1	31	23.6	
	7.5	29.1	21.2	5.3	28.7	19.1	6.8	23.6	18.4	7.8	31	21.6	7.9	30.6	23.4	
	6.7	27.3	20.3	4.8	25.6	18.4	7.6	27.8	18.6	8.4	30.4	22.2	9.3	34.4	23.8	
	5.8	26.5	17.8	7.1	29	20.1	8.5	28.2	19.5							
	8.8	33.4	21.1	6.6	28.7	19.1	8.1	27	21.2							
				5.9	22.6	18										
B3	4.6	18	16.7	3.9	21	17.7	8.2	31.7	19.7	11.6	35.5	21.5	5.3	26.8	18.5	
	9.4	32.8	21.8	3.3	22.3	16.8	6.8	31	18.7							
	6.2	28.2	19.7	4.1	23.3	18.1	6.6	27.3	18.6							
	7.6	29.1	21.4	3.7	21.2	16.3	7.1	30.1	21.7							
	5.8	20.5	17.5				7.3	29.6	22							
	8.2	31.2	20.7				6.9	28.4	19.1							
B4	6.7	30.4	18.4	3.6	21.3	16.1	3.9	23.6	17.6	6.7	28.8	22	7.1	29.8	19.4	
	7.8	31.5	20	5.7	22.1	16.8	8.3	30.9	21.7	7.5	36.6	19.9	6.2	30	18.8	
	6.8	32.4	18.3	6.2	26.7	17.5				4.1	23.5	17.6	6.4	28	20.1	
	8.6	34.8	19.8	5.3	22.4	16.3				8.2	30.8	21.9	7.2	27.5	19.3	
	7.1	29.8	19.9	4.9	23.3	18.4				6.8	34.4	18.8	8.1	31.1	23.1	
											7.2	30.4	17.5			

Anexo 5: Cuadros resumen de rendimiento de las cosechas por parcela

Primera cosecha (Kg/parcela)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	47.95	15.3	28.2	35.05	25.5
B2	0	32	35.45	22.8	53.85
B3	28.25	44.7	20.5	64.6	47.5
B4	26.3	57.5	42.95	27.7	20.7

Segunda cosecha (Kg/parcela)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	35	50.7	36	31.6	39.9
B2	51.2	44.7	55.7	41	43.15
B3	41.8	15	42.9	11.6	5.3
B4	37	25.7	12.2	40.5	35

Total (Kg/parcela)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	82.95	66	64.2	66.65	65.4
B2	51.2	76.7	91.15	63.8	97
B3	70.05	59.7	63.4	76.2	52.8
B4	63.3	83.2	55.15	68.2	65.2

Rendimiento total (Kg/ha)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	22120.000	17600.000	17120.000	17773.333	17440.000
B2	13653.333	20453.333	24306.667	17013.333	25866.667
B3	18680.000	15920.000	16906.667	20320.000	14080.000
B4	16880.000	22186.667	14706.667	18186.667	17386.667

Anexo 6: Cuadros resumen de Número de frutos por parcela

Primera cosecha (Numero de frutos/parcela)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	5	2	3	4	3
B2	0	3	4	3	6
B3	3	4	3	9	5
B4	3	6	5	3	3

Segunda cosecha (Numero de frutos/parcela)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	5	7	5	5	6
B2	7	8	7	5	5
B3	6	4	6	1	1
B4	5	5	2	6	5

Total (Numero de frutos/parcela)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	10	9	8	9	9
B2	7	11	11	8	11
B3	9	8	9	10	6
B4	8	11	7	9	8

Total (Numero de Frutos /Ha)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	2666.667	2400.000	2133.333	2400.000	2400.000
B2	1866.667	2933.333	2933.333	2133.333	2933.333
B3	2400.000	2133.333	2400.000	2666.667	1600.000
B4	2133.333	2933.333	1866.667	2400.000	2133.333

Anexo 7: Cuadros de datos para la determinación del porcentaje de materia seca

placa + sandía fresca	T1	T2	T3	T4	T5
B1	265.2	250.3	225.1	283.1	247.7
B2	285.4	251.2	235.7	340.7	284.5
B3	223.5	202.2	219.6	227.1	195.4
B4	253	221.3	245.2	171.9	251.9
Sandía fresca	T1	T2	T3	T4	T5
B1	169	145.9	107.3	178.3	145.4
B2	179.5	148.9	147.6	237.7	180.4
B3	126.9	98.4	120.7	125.1	91.4
B4	149.2	122	141.7	79.9	153.2

Placa + sandía seca	T1	T2	T3	T4	T5
B1	109.8	113.2	124.4	117.7	111.7
B2	117.4	112.3	99.8	118.5	114.9
B3	106	110.9	107.6	112.8	110.7
B4	116.8	107	111.3	97.2	109.2
Sandía seca	T1	T2	T3	T4	T5
B1	13.6	8.8	6.6	12.9	9.4
B2	11.5	10	11.7	15.5	10.8
B3	9.4	7.1	8.7	10.8	6.7
B4	13	7.7	7.8	5.2	10.5

Peso de placa	T1	T2	T3	T4	T5
B1	96.2	104.4	117.8	104.8	102.3
B2	105.9	102.3	88.1	103	104.1
B3	96.6	103.8	98.9	102	104
B4	103.8	99.3	103.5	92	98.7

Porcentaje de Materia Seca en fruto	T1	T2	T3	T4	T5
B1	8.047	6.032	6.151	7.235	6.465
B2	6.407	6.716	7.927	6.521	5.987
B3	7.407	7.215	7.208	8.633	7.330
B4	8.713	6.311	5.505	6.508	6.854

Anexo 8: Resultados de peso promedio de frutos/parcela, porcentaje de sólidos solubles, porcentaje de fósforo foliar

Peso promedio de fruto/parcela (Kg)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	8.295	7.333	8.025	7.406	7.267
B2	7.314	6.973	8.286	7.975	8.818
B3	7.783	7.463	7.044	7.620	8.800
B4	7.913	7.564	7.879	7.578	8.150

Sólidos solubles (%)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	10.1	8.7	10.6	9.4	8.1
B2	10.7	10.1	8.7	10.1	9.5
B3	8.2	9.4	8.9	12.3	8.7
B4	8.3	8.9	9	7.7	10.6

Fósforo foliar (%)	T1	T2	T3	T4	T5
B1	0.34	0.28	0.27	0.33	0.32
B2	0.32	0.30	0.21	0.23	0.22
B3	0.28	0.31	0.35	0.17	0.24
B4	0.24	0.26	0.26	0.29	0.28

Anexo 9: Resultados de largo y diámetro de fruto

Primera Cosecha	T1		T2		T3		T4		T5	
	Largo(cm)	Diámetro (cm)								
R1	32.775	20.675	28.550	20.200	31.033	21.167	34.700	22.000	30.600	21.167
R2	0.000	0.000	34.000	23.850	32.467	21.367	29.333	20.100	32.150	19.700
R3	31.833	22.533	35.000	23.100	28.233	20.133	29.350	19.833	32.625	22.100
R4	34.433	21.200	33.025	22.050	32.250	20.600	32.133	20.667	32.350	22.800

Segunda Cosecha	T1		T2		T3		T4		T5	
	Largo(cm)	Diámetro (cm)								
R1	30.400	20.280	29.171	20.143	28.480	20.940	27.960	20.360	28.100	19.767
R2	30.500	21.214	26.375	18.625	28.329	20.043	30.740	22.100	31.560	22.740
R3	26.633	19.633	21.950	17.225	29.683	19.967	35.500	21.500	26.800	18.500
R4	31.780	19.280	23.160	17.020	27.250	19.650	30.750	19.617	29.280	20.140

Promedio total	T1		T2		T3		T4		T5	
	Largo(cm)	Diámetro (cm)								
R1	31.588	20.478	28.861	20.171	29.757	21.053	31.330	21.180	29.350	20.467
R2	15.250	10.607	30.188	21.238	30.398	20.705	30.037	21.100	31.855	21.220
R3	29.233	21.083	28.475	20.163	28.958	20.050	32.425	20.667	29.713	20.300
R4	33.107	20.240	28.093	19.535	29.750	20.125	31.442	20.142	30.815	21.470

Anexo 10: Análisis estadístico de la variable Rendimiento por hectárea

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Rendimiento por hectárea					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	7	29440488.9	4205784.1	0.30	0.9416
Error :	12	169452266.8	14121022.2		
Total Corregido :	19	198892755.7			

R – Cuadrado	Coef. Variabilidad	Raíz MSE	Media
0.148022	20.38955	3757.795	18430.0

Fuente	DF	ANOVA SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloq	3	26089555.52	8696518.51	0.62	0.6178
Trat	4	3350933.34	837733.33	0.05	0.9925

Prueba de rango múltiple de Duncan para Rendimiento

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	12
Error del cuadrado medio	14121022

Número de medias:	2	3	4	5
Rango crítico:	5789	6060	6224	6332

Agrupamiento Duncan	Media	N	Tratamiento
A	19040	4	2
A	18693	4	5
A	18323	4	4
A	18260	4	3
A	17833	4	1

Anexo 11: Análisis estadístico de la variable número de frutos por hectárea

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Número de frutos por hectárea					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	7	604443.822	86349.117	0.47	0.8415
Error :	12	2225777.422	185481.452		
Total Corregido :	19	2830221.224			

R – Cuadrado	Coef. Variabilidad	Raíz MSE	Media
0.2135	18.1464	430.6756	2373.333

Fuente	DF	ANOVA SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloq	3	298666.4	99555.467	0.54	0.6659
Trat	4	305777.42	76444.356	0.41	0.7967

Prueba de rango múltiple de Duncan para Número de frutos

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	12
Error del cuadrado medio	185481.5

Número de medias:	2	3	4	5
Rango crítico:	663.5	694.5	713.3	725.7

Agrupamiento Duncan	Media	N	Tratamiento
A	2600.0	4	2
A	2400.0	4	4
A	2333.3	4	3
A	2266.7	4	1
A	2266.7	4	5

Anexo 12: Análisis estadístico de la variable porcentaje de materia Seca

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Porcentaje de materia seca					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	7	5.8152	0.8307	1.14	0.4003
Error :	12	8.7313	0.7276		
Total Corregido :	19	14.5466			

R – Cuadrado	Coef. Variabilidad	Raíz MSE	Media
0.399767	12.25827	0.8530	6.9586

Fuente	DF	ANOVA SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloq	3	2.416	0.8055	1.11	0.3843
Trat	4	3.398	0.8496	1.17	0.3730

Prueba de rango múltiple de Duncan para Materia Seca

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	12
Error del cuadrado medio	0.7276

Número de medias:	2	3	4	5
Rango crítico:	1.314	1.376	1.413	1.437

Agrupamiento Duncan	Media	N	Tratamiento
A	7.6435	4	1
A	7.2243	4	4
A	6.6978	4	3
A	6.6590	4	5
A	6.5685	4	2

Anexo 13: Análisis estadístico de la variable porcentaje de sólidos solubles

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Porcentaje de sólidos solubles					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	7	3.334	0.476	0.28	0.9503
Error :	12	20.486	1.707		
Total Corregido :	19	23.820			

R – Cuadrado	Coef. Variabilidad	Raíz MSE	Media
0.139966	13.89985	1.306586	9.40000

Fuente	DF	ANOVA SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloq	3	2.184	0.7280	0.43	0.7377
Trat	4	1.150	0.2875	0.17	0.9504

Prueba de rango múltiple de Duncan para Sólidos solubles

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	12
Error del cuadrado medio	1.707

Número de medias:	2	3	4	5
Rango crítico:	2.013	2.107	2.164	2.202

Agrupamiento Duncan	Media	N	Tratamiento
A	9.8750	4	4
A	9.3250	4	1
A	9.3000	4	3
A	9.2750	4	2
A	9.2250	4	5

Anexo 14: Análisis estadístico de la variable porcentaje de fósforo foliar

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Porcentaje de fósforo foliar					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	7	0.012030	0.001718	0.68	0.6852
Error :	12	0.030270	0.002522		
Total Corregido :	19	0.042300			

R – Cuadrado	Coef. Variabilidad	Raíz MSE	Media
0.284397	18.25345	0.0502245	0.27500

Fuente	DF	ANOVA SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloq	3	0.007780	0.002593	1.03	0.4148
Trat	4	0.004250	0.001062	0.42	0.7905

Prueba de rango múltiple de Duncan para Fósforo Foliar

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	12
Error del cuadrado medio	0.0025225

Número de medias:	2	3	4	5
Rango crítico:	0.07738	0.08099	0.08318	0.08463

Agrupamiento Duncan	Media	N	Tratamiento
A	0.2950	4	1
A	0.2875	4	2
A	0.2725	4	3
A	0.2650	4	5
A	0.2550	4	4

Anexo 15: Análisis estadístico de la variable largo del fruto

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Largo del fruto					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	7	65.835	9.405	0.62	0.7334
Error :	12	183.096	15.258		
Total Corregido :	19	248.932			

R – Cuadrado	Coef. Variabilidad	Raíz MSE	Media
0.264472	13.22720	3.906158	29.53125

Fuente	DF	ANOVA SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloq	3	28.2259	9.4086	0.62	0.6174
Trat	4	37.6097	9.4024	0.62	0.6593

Prueba de rango múltiple de Duncan para diámetro mayor de fruto

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	12
Error del cuadrado medio	15.258

Número de medias:	2	3	4	5
Rango crítico:	6.018	6.299	6.469	6.582

Agrupamiento Duncan	Media	N	Tratamiento
A	31.309	4	4
A	30.433	4	5
A	29.716	4	3
A	28.904	4	2
A	27.295	4	1

Anexo 16: Análisis estadístico de la variable diámetro del fruto

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Diámetro del fruto					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	7	29.613	4.2305	0.72	0.6570
Error :	12	70.328	5.8607		
Total Corregido :	19	99.942			

R – Cuadrado	Coef. Variabilidad	Raíz MSE	Media
0.296308	12.04440	2.42088	20.09970

Fuente	DF	ANOVA SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloq	3	8.7892	2.9297	0.50	0.6893
Trat	4	20.8244	5.2061	0.89	0.5001

Prueba de rango múltiple de Duncan para Diámetro menor de fruto

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	12
Error del cuadrado medio	5.8607

Número de medias:	2	3	4	5
Rango crítico:	3.730	3.904	4.010	4.079

Agrupamiento Duncan	Media	N	Tratamiento
A	20.864	4	5
A	20.772	4	4
A	20.483	4	3
A	20.277	4	2
A	18.102	4	1

Anexo 17: Análisis estadístico para la variable peso promedio del fruto

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Peso promedio del fruto					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	7	1.922	0.2745	1.03	0.4602
Error :	12	3.205	0.2671		
Total Corregido :	19	5.127			

R – Cuadrado	Coef. Variabilidad	Raíz MSE	Media
0.3748	6.6478	0.5168	7.7743

Fuente	DF	ANOVA SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Bloq	3	0.1226	0.04089	0.15	0.9257
Trat	4	1.7994	0.44986	1.68	0.2179

Prueba de rango múltiple de Duncan para Peso promedio de frutos

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	12
Error del cuadrado medio	0.26710

Número de medias:	2	3	4	5
Rango crítico:	0.7962	0.8334	0.8560	0.8709

Agrupamiento Duncan	Media	N	Tratamiento
A	8.2588	4	5
BA	7.8263	4	1
BA	7.8085	4	3
BA	7.6448	4	4
B	7.3333	4	2

Anexo 18: Análisis de regresión lineal para la variable rendimiento por hectárea

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

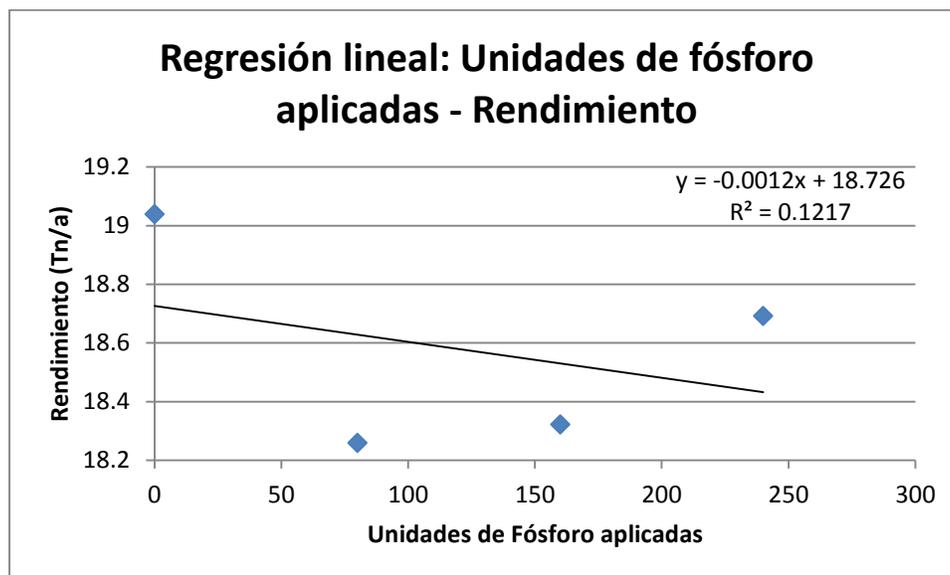
Variable dependiente: Rendimiento por hectárea					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	1	0.04782	0.04782	0.28	0.6511
Error :	2	0.34499	0.17249		
Total Corregido :	3	0.39281			

Raíz MSE	0.41533	R-cuadrado	0.1217
Media dependiente	18.579	Adj R-Sq	-0.3174
Coef. Variabilidad	2.23545		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	18.7257	0.34749	53.89	0.0003
dos	1	-0.00122	0.00323	-0.53	0.6511

Anexo 19: Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs rendimiento obtenido



Anexo 20: Análisis de regresión lineal para la variable número de frutos por hectárea

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

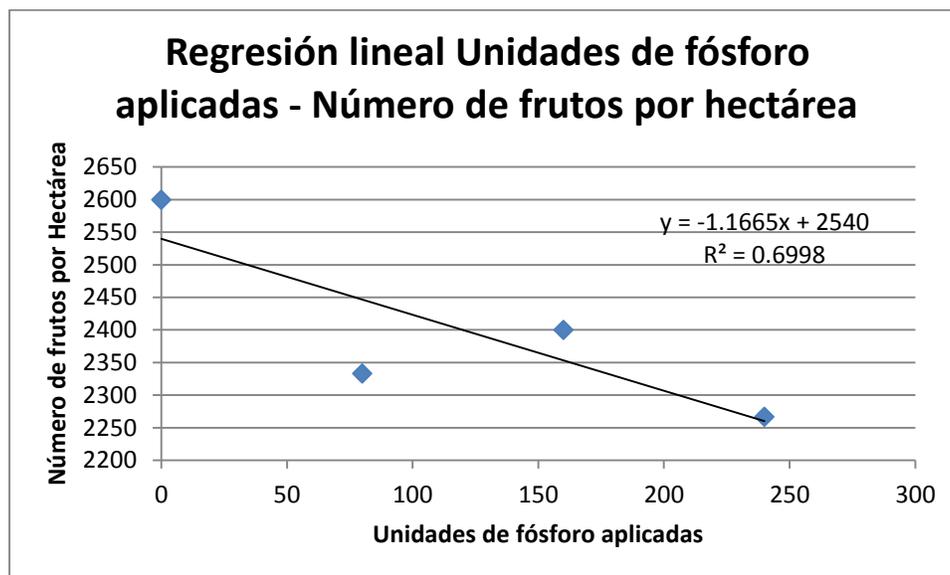
Variable dependiente: Número de frutos por hectárea					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	1	43543	43543	4.66	0.1634
Error :	2	18675	9337.33		
Total Corregido :	3	62218			

Raíz MSE	96.6399	R-cuadrado	0.6998
Media dependiente	2400	Adj R-Sq	0.5498
Coef. Variabilidad	4.02625		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	2539.98	80.8464	31.42	0.001
dos	1	- 1.1665	0.5402	- 2.16	0.1634

Anexo 21: Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs número de frutos por hectárea



Anexo 22: Análisis de regresión lineal para la variable porcentaje de materia seca del fruto

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

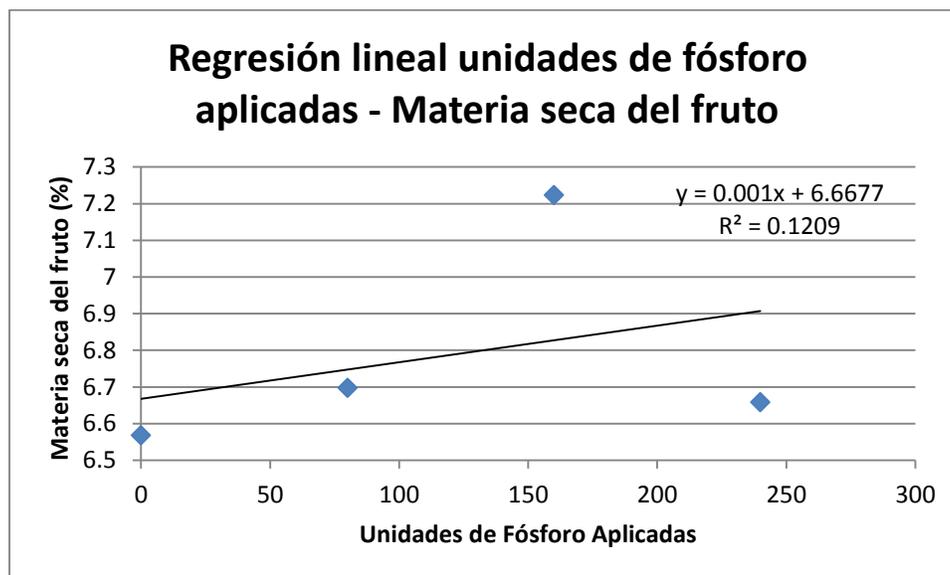
Variable dependiente: Porcentaje de materia seca del fruto					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	1	0.03184	0.03184	0.28	0.6523
Error :	2	0.23147	0.11574		
Total Corregido :	3	0.26331			

Raíz MSE	0.3402	R-cuadrado	0.1209
Media dependiente	6.7874	Adj R-Sq	-0.3186
Coef. Variabilidad	5.01224		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	6.6677	0.28463	23.43	0.0018
dos	1	0.0009975	0.0019	0.52	0.6523

Anexo 23: Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs materia seca del fruto



Anexo 24: Análisis de regresión lineal de la variable porcentaje de sólidos solubles

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

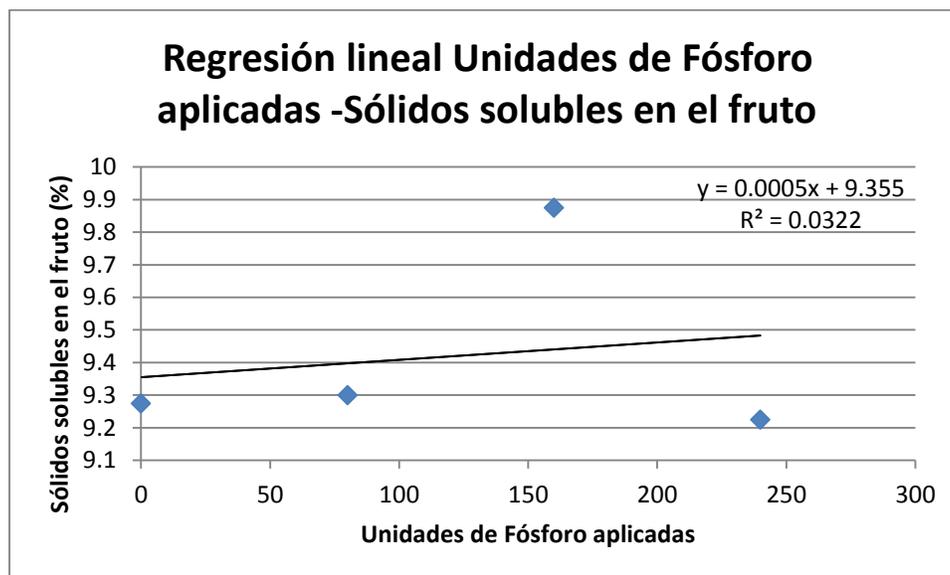
Variable dependiente: Porcentaje de solidos solubles					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	1	0.00903	0.00903	0.07	0.8206
Error :	2	0.27144	0.13572		
Total Corregido :	3	0.28047			

Raíz MSE	0.3684	R-cuadrado	0.0322
Media dependiente	9.41875	Adj R-Sq	- 0.4517
Coef. Variabilidad	3.91135		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	9.355	0.30823	30.35	0.0011
dos	1	0.00053125	0.00206	0.26	0.8206

Anexo 25: Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs sólidos solubles en el fruto



Anexo 26: Análisis de regresión lineal para la variable porcentaje de fósforo foliar

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

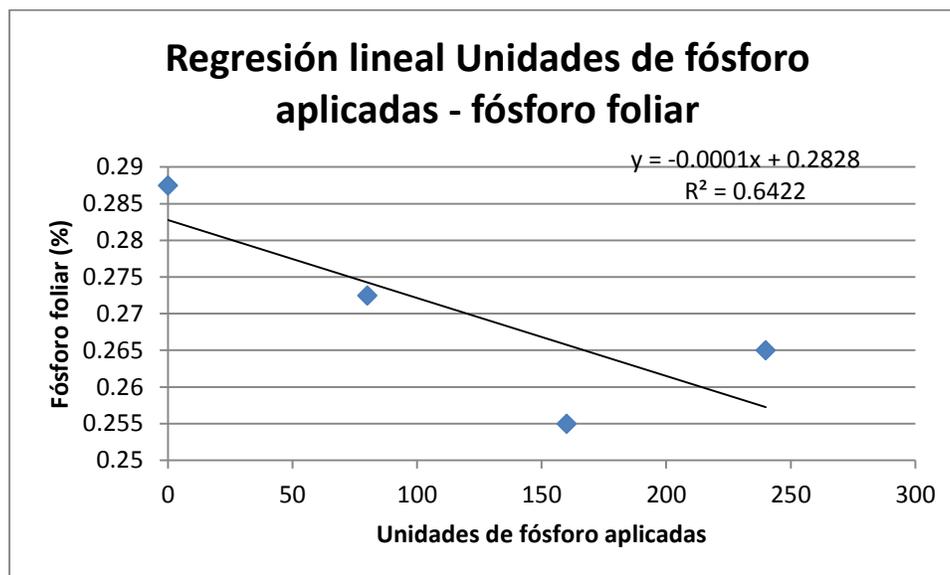
Variable dependiente: Porcentaje de fósforo foliar					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	1	0.00036125	0.00036125	3.59	0.1986
Error :	2	0.00020125	0.00010062		
Total Corregido :	3	0.00056250			

Raíz MSE	0.01003	R-cuadrado	0.6422
Media dependiente	0.27	Adj R-Sq	0.4633
Coef. Variabilidad	3.71526		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	0.28275	0.00839	33.69	0.0009
dos	1	-0.00010625	0.00005608	-1.89	0.1986

Anexo 27: Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs fósforo foliar en el fruto



Anexo 28: Análisis de regresión lineal para la variable largo del fruto

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

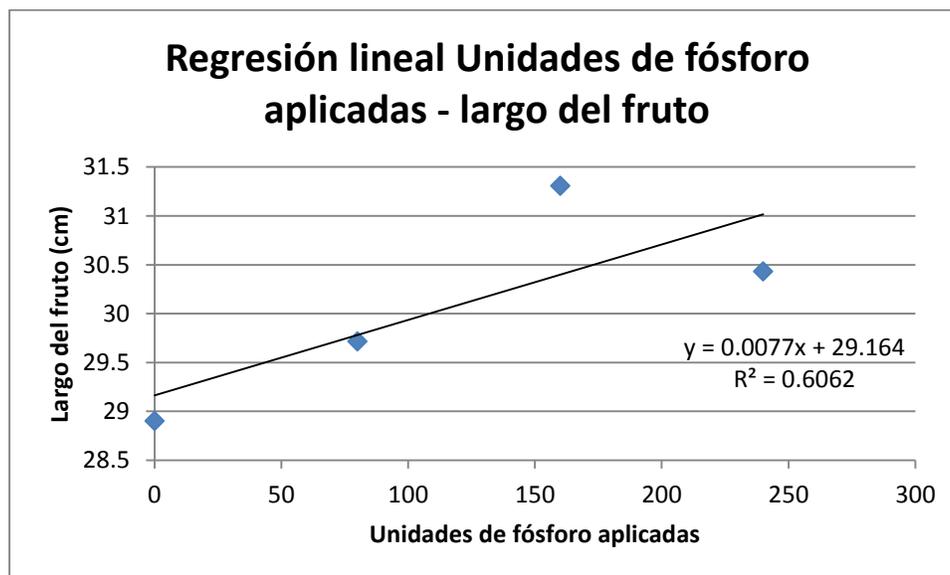
Variable dependiente: Largo del fruto					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	1	1.90962	1.90962	3.08	0.2214
Error :	2	1.24046	0.62023		
Total Corregido :	3	3.15008			

Raíz MSE	0.78755	R-cuadrado	0.6062
Media dependiente	30.0905	Adj R-Sq	0.4093
Coef. Variabilidad	2.61726		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	29.1635	0.65891	44.26	0.0005
dos	1	0.00773	0.0044	1.75	0.2214

Anexo 29: Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs largo del fruto



Anexo 30: Análisis de regresión lineal para la variable diámetro del fruto

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

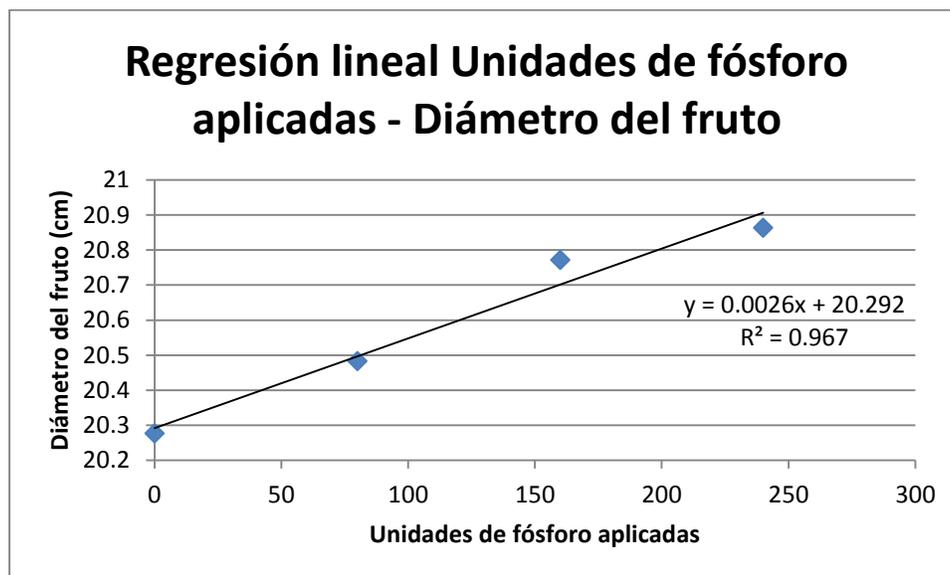
Variable dependiente: Diámetro del fruto					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	1	0.21013	0.21013	58.62	0.0166
Error :	2	0.00717	0.00358		
Total Corregido :	3	0.21729			

Raíz MSE	0.05987	R-cuadrado	0.9670
Media dependiente	20.599	Adj R-Sq	0.9505
Coef. Variabilidad	0.29065		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	7.36943	0.19184	38.41	0.0007
dos	1	0.00327	0.00128	2.55	0.1257

Anexo 31: Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs diámetro del fruto



Anexo 32: Análisis de regresión lineal para la variable peso promedio de fruto

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

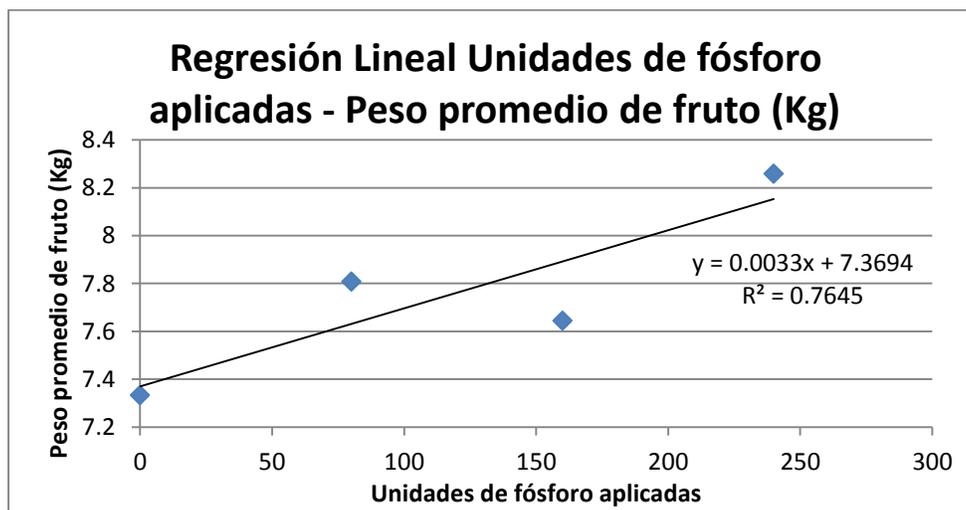
Variable dependiente: Peso promedio del fruto					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	1	0.34134	0.34134	6.49	0.1257
Error :	2	0.10515	0.05258		
Total Corregido :	3	0.44649			

Raíz MSE	0.2293	R-cuadrado	0.7645
Media dependiente	7.76135	Adj R-Sq	0.6467
Coef. Variabilidad	2.95434		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	20.2915	0.05009	405.09	<0.0001
dos	1	0.00256	0.00033467	7.66	0.0166

Gráfico 33: Gráfico de regresión lineal relacionando unidades de fósforo aplicadas vs peso promedio de fruto



Anexo 34: Análisis de regresión cuadrática para la variable rendimiento por hectárea

Se obtuvo el siguiente ANOVA luego de realizar la respectiva corrida estadística con el software SAS ver. 9.2:

Variable dependiente: Rendimiento por hectárea					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F
Modelo :	2	0.037845	0.18922	13.17	0.1912
Error :	1	0.01436	0.01436		
Total Corregido :	3	0.39281			

Raíz MSE	0.11985	R-cuadrado	0.9634
Media dependiente	18.5790	Adj R-Sq	0.8903
Coef. Variabilidad	0.6451		

Estimadores de parámetros:

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr > t
Intercep	1	20.2625	0.32992	61.42	0.0104
dos	1	-0.01921	0.00376	-5.10	0.1231
dosSq	1	0.0000449	0.00000926	4.85	0.1294

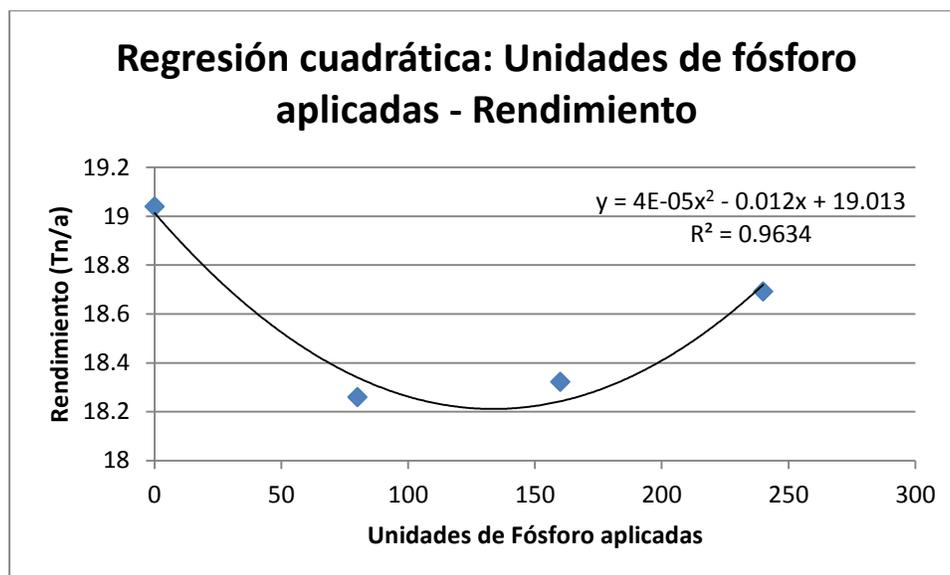
Estadísticos de salida:

Observación	Variable dependiente	Valor predicho	Error std media predicha	95% CL Media		95% CL Predicha		Residual
1	19.04	19.0135	0.1168	17.5289	20.4975	16.8866	21.1398	0.0268
2	18.26	18.3404	0.0889	17.2110	19.4698	16.4444	20.2364	- 0.0804
3	18.32	18.2426	0.0889	17.1132	19.3720	16.3466	20.1386	0.0804
4	18.69	18.7198	0.1168	17.2355	20.2041	16.5932	20.8464	- 0.0268

Observación	Residual de error std	Residual de student	- 2	-1	0	1	2	D de Cook
1	0.0268	1.0	I	I**	I			6.333
2	0.0804	- 1.0	I	**I	I			0.407
3	0.0804	1.0	I	I**	I			0.407
4	0.0268	- 1.0	I	**I	I			6.333

Suma de residuales	0
Suma de residuales cuadrados	0.01436
SS de residual predicho (PRESS)	0.63844

Anexo 35: Gráfico de regresión cuadrática relacionando unidades de fósforo aplicadas vs rendimiento obtenido



Anexo 36: Características de los fertilizantes usados para el ensayo (Fuente: Villagarcía & Aguirre, 2012)

Fertilizante	Ley	Fórmula química	Aspecto	Solubilidad	Higroscopicidad	Reacción del abono	Índice de salinidad
Nitrato de amonio	33% N	NO ₃ NH ₄	granulado	a 20°C, 192.3 kg de fertilizante en 100 lt de agua	A20°C, 33.1; a 30°C, 40.6; a 40°C 47.5; este fertilizante tiene tendencia a fraguar	sal prácticamente neutra, índice de acidificación = 60	105
Fosfato diamónico	18%N - 46%P ₂ O ₅	(NH ₄) ₂ HPO ₄	Granulado	588 g/l a 20°C(*)	a 30°C es 8	índice de acidez = 77	35
Sulfato de potasio	50% K ₂ O	K ₂ SO ₄	cristales rómbicos blancos	a 20°C, 66. 1 kg de fertilizante en 100 lt de agua	a 20° es 1.5	Neutra	46

* Fuente: IPNI (s/a)