

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**



**Influencia del abonamiento sintético (NPK) en el rendimiento  
de sandía (*Citrullus lanatus*) Pichari - Cusco 2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**Oscar Augusto Guerra Delgado**

**ASESOR:**

**Ing. Haroldo Satalaya Reategui**

**Ayacucho – Perú**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**TESIS**

**Influencia del abonamiento sintético (NPK) en el rendimiento de sandía**  
**(*Citrullus lanatus*) Pichari - Cusco 2016**

Expedito : 02 de setiembre de 2021  
Sustentado : 05 de noviembre de 2021  
Calificación : Bueno  
Jurados :



---

**Ing. Blgo. EDISON RODRÍGUEZ PALOMINO**  
**Presidente**



---

**Ph.D. MARHLENI CÉRDA GÓMEZ**  
**Miembro**



---

**M.Sc. ALEX LÁZARO TINEO BERMÚDEZ**  
**Miembro**



---

**Ing. HAROLDO SATALAYA REATEGUI**  
**Asesor**

*Con mucho cariño y gratitud para mi querida madre, por su gran apoyo moral en mis estudios.*

*A mis abuelos; Santiago y Estefanía, que descansan en paz y que desde el cielo iluminen mi camino para ser cada día mejor.*

*A la memoria de mi padre, que en paz descanse.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por albergarme en sus aulas durante el periodo de mis estudios.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal y a sus docentes por su contribución en mi formación profesional.

Al Ing. Haroldo Satalaya Reátegui, quien me asesoró en el desarrollo de mi trabajo de investigación.

Al Ing. Mg. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, quien me brindo sus consejos en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Emilio Calle Solier, a quien considero como un padre por haberme incentivado a seguir adelante y continuar con mis estudios.

A todos mis seres queridos y amigos que me dieron consejos de superación para que de esa manera culmine este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción .....	2

### **CAPÍTULO I**

<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. Origen e historia del cultivo de sandía.....	4
1.2. Taxonomía y morfología.....	4
1.2.1. Taxonomía .....	4
1.2.2. Morfología .....	5
1.3. Requerimientos edafoclimáticos .....	6
1.3.1. Clima.....	6
1.3.2. Temperatura .....	7
1.3.3. Precipitación.....	7
1.3.4. Humedad relativa .....	7
1.3.5. Suelos .....	7
1.4. Variedades.....	8
1.4.1. Sandías diploides o con semillas.....	8
1.4.2. Sandías triploides o sin semillas .....	9
1.5. Preparación del suelo .....	9
1.5.1. Drenajes .....	9
1.5.2. Surcado.....	9
1.5.3. Fertilidad del suelo.....	9
1.6. Aspectos de producción .....	12
1.6.1. Siembra .....	12
1.6.2. Época de siembra .....	13
1.6.3. Distanciamiento .....	13

1.7.	Manejo agronómico del cultivo .....	14
1.7.1.	Riego .....	14
1.7.2.	Fertilización .....	14
1.7.3.	Aporque.....	15
1.7.4.	Poda.....	15
1.7.5.	Deshierbo .....	16
1.8.	Plagas y enfermedades .....	16
1.8.1.	Plagas .....	16
1.8.2.	Enfermedades.....	17
1.9.	Cosecha .....	18
1.10.	Almacenado .....	19
1.11.	Rendimiento .....	19

## **CAPÍTULO II**

<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>21</b>	
2.1.	Información general .....	21
2.1.1.	Ubicación geográfica del campo experimental.....	21
2.1.2.	Antecedentes del campo experimental.....	22
2.1.3.	Condiciones meteorológicas .....	22
2.1.4.	Características del suelo.....	25
2.2.	Materiales.....	26
2.2.1.	Equipos y herramientas .....	26
2.2.2.	Insumos .....	26
2.3.	Metodología .....	27
2.3.1.	Diseño experimental .....	27
2.3.2.	Factores en estudio.....	28
2.3.3.	Procesamiento de datos .....	28
2.3.4.	Distribución y dimensiones del campo experimental .....	29
2.3.5.	Croquis de distribución de los tratamientos y de la parcela experimental.....	30
2.3.6.	Instalación y conducción del experimento.....	31
2.3.7.	Labores culturales complementarias .....	32
2.3.8.	Variables evaluadas.....	33

### **CAPÍTULO III**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
3.1. Rendimiento de sandía .....	34
3.2. Diámetro polar del fruto.....	41
3.3. Diámetro ecuatorial del fruto .....	44
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 2.1. Temperatura máxima, mínima, media y precipitación mensual del distrito de Pichari, correspondiente al año 2016 .....	23
Tabla 2.2. Características físico-químicas del suelo del área experimental. Comunidad de Teresa.....	25
Tabla 2.3. Descripción de tratamientos, según la Técnica del elemento faltante y del elemento presente .....	28
Tabla 3.1. Análisis de varianza del rendimiento de sandía. Teresa, Pichari .....	34
Tabla 3.2. Prueba de Duncan para el rendimiento de sandía (kg ha <sup>-1</sup> ). Teresa, Pichari .....	34
Tabla 3.3. Rendimientos relativos respecto al testigo y al tratamiento completo. Teresa, Pichari.....	37
Tabla 3.4. Coeficientes del modelo polinomial para el rendimiento de sandía. Teresa, Pichari.....	38
Tabla 3.5. Fórmula recomendada para la producción de sandía .....	41
Tabla 3.6. Análisis de varianza del diámetro polar del fruto de sandía. Teresa, Pichari .....	41
Tabla 3.7. Prueba de Duncan para el diámetro polar de fruto (cm). Teresa, Pichari .....	42
Tabla 3.8. Diámetro polar del fruto relativo (Dpr), respecto al testigo y al tratamiento completo. Teresa, Pichari.....	43
Tabla 3.9. Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto de sandía. Teresa, Pichari.....	44
Tabla 3.10. Prueba de Duncan para el diámetro ecuatorial de fruto (cm). Teresa, Pichari .....	44
Tabla 3.11. Diámetro ecuatorial del fruto relativo (Der), respecto al testigo y al tratamiento completo. Teresa, Pichari.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1. Ubicación geográfica de la parcela experimental .....	21
Figura 2.2. Diagrama ombrotérmico del distrito de Pichari, correspondiente al año 2016.....	24
Figura 2.3. Distribución de los tratamientos .....	30
Figura 2.4. Croquis de la parcela experimental .....	30
Figura 3.1. Rendimientos de sandía ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Teresa, Pichari.....	38
Figura 3.2. Superficie de respuesta de la interacción N- $\text{P}_2\text{O}_5$ .....	39
Figura 3.3. Superficie de respuesta de la interacción N- $\text{K}_2\text{O}$ .....	39
Figura 3.4. Superficie de respuesta de la interacción $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{K}_2\text{O}$ .....	40
Figura 3.5. Influencia de N, $\text{P}_2\text{O}_5$ y $\text{K}_2\text{O}$ en el rendimiento de sandía.....	40
Figura 3.6. Influencia de N, $\text{P}_2\text{O}_5$ y $\text{K}_2\text{O}$ en el diámetro polar del fruto de sandía ....	43
Figura 3.7. Influencia de N, $\text{P}_2\text{O}_5$ y $\text{K}_2\text{O}$ en el diámetro ecuatorial del fruto de sandía.....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Abonamiento en sandía. Parcelas de Omisión y de Inclusión .....	54
Anexo 2. Procedimiento de cálculo de abonamiento en sandía, mediante la “Técnica de las Parcelas de Omisión” .....	55
Anexo 3. Datos de las evaluaciones realizadas.....	57
Anexo 4. Índice de rentabilidad económica.....	58
Anexo 5. Costo de producción del cultivo de sandía por hectárea .....	59
Anexo 6. Panel fotográfico .....	67

## RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en la comunidad de Teresa, del distrito de Pichari, provincia La Convención, departamento Cusco, con el objetivo de evaluar la influencia del abonamiento sintético con N, P y K, en el rendimiento de sandía (*Citrullus lanatus*), utilizando la técnica del elemento faltante (Parcelas de Omisión) y del elemento presente (Parcelas de Inclusión). Los tratamientos corresponden a un arreglo factorial 2Nx2Px2K distribuidos en el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un total de 24 unidades experimentales. Se utilizó la variedad de sandía Crimson Sweet y como fuentes de nutrientes: urea (46 % N), superfosfato triple de calcio (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y cloruro de potasio (60 % K<sub>2</sub>O). Los resultados fueron sometidos al análisis de variancia y a la prueba de comparación de medias de Duncan, habiéndose concluido que abonar con 171-137-271 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (abonamiento completo), permitió el mayor rendimiento (34.59 t ha<sup>-1</sup>) y una rentabilidad económica de 160%, siendo estadísticamente superior respecto de aquellos tratamientos que recibieron solo nitrógeno, fósforo o potasio.

**Palabras clave:** Abonamiento sintético, rendimiento, nitrógeno, fósforo, potasio y *Citrullus lanatus*.

## INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) también conocida como patilla, es un fruto tropical de tamaño grande y elevado valor nutricional, tiene propiedades curativas, es muy eficaz para la precaución de algunos tipos de cáncer y enfermedades que afectan al corazón, ya que contiene un alto contenido de licopeno el cual actúa como un antioxidante natural y a la vez funciona como un buen diurético, dichas las propiedades del cultivo, es una especie que tiene la ventaja de ser precoz, porque su producción se da a los tres meses después del sembrado y se puede programar las siembras y obtener cosechas durante todo el año, también cabe mencionar que es un vegetal que se acomoda muy bien al clima tropical, obteniendo mejores resultados en época de verano y en suelos que tengan un buen drenaje y abundante contenido de materia orgánica.

Por todas las características ya mencionadas y más su buen sabor, es un producto que tiene gran aprobación en los diferentes mercados (local, regional y nacional), lo que la convierte en una atractiva alternativa de incrementar la economía y mejorar el nivel de vida de nuestros hermanos agricultores.

En la actualidad uno de los más importantes inconvenientes que existe en la producción y calidad del fruto de sandía, es la escasez de macronutrientes (N, P y K) presentes en el suelo, ya que el cultivo de sandía demanda de un alto consumo de nutrientes para su producción, y es por ello que se busca hallar mecanismos más efectivos de producción para incrementar el rendimiento y mejorar la calidad, y uno de los mecanismos para llegar a este objetivo, es emplear fórmulas de abonamiento (N, P y K), tendientes a un uso racional de los mismos para incrementar los rendimientos en el cultivo. El suelo contiene múltiples nutrientes que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y la función que cumple cada una de estas es irremplazable. Por las consideraciones expuestas en esta investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

**Objetivo general**

Evaluar la influencia del abonamiento sintético (NPK) en el rendimiento de sandía.

**Objetivos específicos**

1. Cuantificar la influencia del abonamiento con nitrógeno (N) en el rendimiento de sandía.
2. Determinar la influencia del abonamiento con fósforo (P) en el rendimiento de sandía.
3. Evaluar la influencia del abonamiento con potasio (K) en el rendimiento de sandía.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. ORIGEN E HISTORIA DEL CULTIVO DE SANDÍA**

La sandía es procedente del África Tropical, específicamente de sus zonas semidesérticas de donde se introdujo a Irán, la India y el lejano Oriente. De ahí lo trasladaron al continente europeo, donde genéticamente mejoraron la semilla, para después divulgarla extensamente en las regiones templadas, semicálidas y cálidas del planeta (Gómez, 1991).

La sandía forma parte de la descendencia de las cucurbitáceas, así como también el melón y el zapallo. Después de haber llegado al continente europeo pasó de incógnito hasta llegar al siglo 16. Referente a la llegada de este cultivar a Perú, no se poseen antecedentes precisos, se presume que ha sido traída durante la colonización de los españoles. En un inicio la sandía únicamente se usaba en la alimentación familiar y no se producían de óptima calidad (Ramírez, 1962).

#### **1.2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA**

##### **1.2.1. Taxonomía**

Bruzo (1988) clasifica taxonómicamente al cultivo de sandía de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledonea
Orden	: Cucurbitale
Familia	: Cucurbitaceae
Género	: Citrullus
Especie	: <i>Citrullus lanatus</i>
Nombre común	: Sandia

### **1.2.2. Morfología**

Reche (1998) detalla al cultivo de sandía de la siguiente forma:

#### **a) Planta**

El inicio del desarrollo del cultivo parte de un brote principal hasta conformar 5 a 6 hojas desarrolladas correctamente. Desde entonces se dan origen a los brotes del segundo orden desarrollándose en los nudos del tallo primordial. A partir de los nudos de segundo orden se dan origen a las ramas del tercer orden conformando así la planta.

#### **b) Raíz**

El cultivo de sandía tiene una raíz principal que se ramifica, dando origen a las raíces primarias, de la misma manera estas se subdividen. En comparación de las raíces secundarias con la principal, la raíz principal logra un buen desarrollo.

#### **c) Tallo**

El tallo es herbáceo (blando y flexible), extendido, trepador y extenso; con zarcillos caulinares, cuyas terminaciones pueden ser 2 o 3. El tallo tiene forma cilíndrica, asurcado longitudinalmente y pelo abundante; los pelos son inclinados, cortos, finos y brillan como la seda.

#### **d) Hoja**

La forma de su hoja es lobulada y peciolada. La superficie del haz, o lado de arriba es bastante suave al tacto y la superficie del envés, o lado de abajo es demasiado áspero y con las nervaduras bastante visibles, sobresaliendo completamente los nervios secundarios e incluso las últimas nerviaciones.

#### **e) Flor**

Desde la axila de la hoja, se originan unas yemas que son protegidas por hojas pequeñas ubicadas de manera superpuesta, estos brotes son las que darán origen a las flores femeninas y masculinas. Las flores femeninas ya polinizadas, se convertirán en fruto, distinguiéndose de las flores masculinas, ya que las flores femeninas tienen un ovario ínfero que se observa notablemente. El color de la flor de la sandía comúnmente es amarillo; de esta manera los insectos son atraídos por su aroma, color y néctar.

La sandía posee flores femeninas o pistiladas y flores masculinas o estaminadas, y cabe mencionar que tienen los dos sexos, ya que estas coexisten en una misma planta monoica, pero en distintas flores, es decir, son unisexuales monoicas.

#### **f) Frutos**

El fruto de la sandía es una enorme baya con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, normalmente de textura lisa, color, forma, tamaño diferente y esférico, más o menos ovalado largo, y puede alcanzar a tener un peso de 20 kg. Sin embargo, las dimensiones más comunes varían de 6 a 8 kg de peso los cuales son medianos, y mayores a 12 kg son grandes y estos casi no son comerciales. La pulpa no es más ni menos dulce y el color varía desde rosa claro al color rojo intenso. En la parte interior se hallan una gran cantidad de semillas, también contiene un gran porcentaje de agua que varía de 90 a 95%.

La sandia posee una piel de diferentes colores, ya que cambia según la variedad cultivada y normalmente varia el color, de verde claro a verde muy oscuro.

#### **g) Semillas**

Están ubicadas a lo largo de la pulpa, que, en comparación con el melón, estas están ubicadas en la parte central. Es comúnmente de longitud inferior que el doble del ancho, son planas, ovoides, fuertes y colores muy variables (amarillas, blancas, marrones, negras, etc.), también son moteadas unas con otras y con extensiones alares en los extremos más agudos.

### **1.3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

#### **1.3.1. Clima**

La condición óptima del ambiente de forma general, es primordial para el buen desarrollo del cultivo, ya que estos se hallan directamente asociados y la participación independiente de cada uno influye directamente en los demás (PROMOSTA, 2005).

La sandía es un cultivo de ambiente cálido, es por ello que no soporta heladas, se dice que para el proceso de germinación, la temperatura debe ser mayor a los 16 °C, debiendo tener un rango optimo que va de 21 a 30 °C y para su óptimo desarrollo de la

planta debe existir una temperatura ambiente que oscila de 18 a 25 °C, las temperaturas superiores a 35 °C e inferiores a 10 °C frenan su crecimiento (Valadez, 2006).

### **1.3.2. Temperatura**

PROMOSTA (2005) señala que el cultivo de sandía, se desarrolla de mejor manera a elevadas temperaturas superiores a 21 °C, con temperaturas excelente de 35 °C y como máxima de 40.6 °C. Si existe variación de temperatura entre el día y la noche que van de 20 a 30 °C, pueden provocar un desequilibrio en el cultivo, y en algunas situaciones se produce grietas en el cuello y tallo, provocando que el polen desarrollado no sea viable.

### **1.3.3. Precipitación**

Según Barandas (2014), la sandía requiere de 400 a 600 mm por periodo de producción y necesita de un clima seco para la maduración del fruto, y no es recomendable cultivar donde la precipitación exceda los 600 mm, ya que el cultivo, puede sufrir el ataque de enfermedades fungosas, por ello es preferible cultivarla bajo riego. El período crucial por demanda de agua, comienza desde la etapa de fructificación hasta inicios de la etapa de maduración.

### **1.3.4. Humedad relativa**

La humedad relativa adecuada para el cultivo de sandía, se encuentra entre los 60 a 80 % de humedad, convirtiéndose en un elemento determinante a lo largo de la floración, para ello necesita un aproximado de 10 horas luz al día (PROMOSTA, 2005).

Isakeit (1998), citado por CORPOICA (1998) menciona que la humedad relativa inferior al 70 % beneficia el correcto desarrollo del cultivo, aumentando la producción e incrementando el azúcar en el fruto. El alto porcentaje de humedad relativa genera la presencia de patologías en la planta y estos a su vez perjudican la calidad del producto.

### **1.3.5. Suelos**

Es una especie que no es demasiado exigente en suelo, aun sabiendo que los mejores resultados en función a rendimiento y calidad, se logran en suelos con buen contenido de materia orgánica, aireado, drenado y profundo. Tolera un pH que oscila entre 6 a 7 y es sensible a la excesiva humedad. Es ligeramente tolerante a la existencia de sales presentes en el suelo o el agua de riego (Monardes, 2009).

Es recomendable que el suelo tenga un buen drenaje. Los mejores resultados en el desarrollo del cultivo se obtienen en suelos franco arenosos y suelos francos, así como también podemos usar suelos franco arcillosos a arcillosos, utilizando enmiendas (añadiendo materia orgánica). No es recomendable trabajar la sandía en el mismo terreno todos los años, ya que debe realizarse una rotación de cultivo cada 3 años utilizando los siguientes cultivos: maíz o pastos. El suelo tiene que tener una temperatura que oscila de 25 a 35 °C para el proceso de germinación. Los suelos con textura franca y con elevado contenido de materia orgánica son los indicados para el crecimiento y desarrollo del cultivo (PROMOSTA, 2005).

El cultivo de sandía se desarrolla perfectamente en suelos muy bien drenados y excelentes en materia orgánica (PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN HORTÍCOLA, 2005).

La sandía es un cultivo que necesita suelos fértiles, franco arenoso, franco limoso, franco arcilloso; con alta concentración de materia orgánica que va de 1 a 2 % y a la vez tener un excelente drenaje (Quesada, 1990).

#### **1.4. VARIEDADES**

PROMOSTA (2005) afirma que existe más de 50 variedades del cultivo de sandía, que se pueden clasificar de acuerdo a su forma del fruto, color de pulpa, color de piel, peso, período de maduración, etc. Existen genéticamente 2 variedades de sandías:

##### **1.4.1. Sandías diploides o con semillas**

Tradicionalmente son las variedades más cultivadas, poseen semillas de color negro o de color marrón de consistencia leñosa. De acuerdo a su forma los frutos pueden ser:

- a) **Frutos alargados:** Presentan una corteza de color verde con bandas de color más claro. Sobresalen las variedades de Klondike y Charleston Gray.
- b) **Frutos redondos:** Presentan una corteza de color verde oscuro o negro, estos son los ejemplares más cultivados, pero estas están siendo apartados por las variedades que no tienen semillas. Sobresalen: Crimson Sweet, Dulce Maravilla, Early Star, Resistent, Sugar Baby e Sweet Marvell, estas son las más conocidas y cultivadas.

#### **1.4.2. Sandías triploides o sin semillas**

Son variedades que poseen semillas recientes de color blanco que no se observan de forma clara al consumir el fruto. Se diferencian por poseer la corteza de color verde claro con rayas de color verde oscuro y la pulpa puede variar de color rojo a color amarillo. Resaltan: Apirena, Jack, Pepsin, Reina de Corazones, y otras.

### **1.5. PREPARACIÓN DEL SUELO**

La óptima preparación del suelo es el producto de diversas actividades realizadas en el campo, este resultado se observará en la buena fijación de las plantas en el suelo y de esta manera mejorar la capacidad de detención, acopio de agua y oxígeno en el suelo. Asimismo desarrollar la actividad microbiana en el suelo (Alvarado, 2009).

PROMOSTA (2005) sugiere realizar las siguientes acciones para obtener una excelente cosecha de sandía: Preparar bien el suelo para que las semillas tomen la humedad y aireación necesaria, y también las raíces se desarrollen utilizando el agua y los nutrientes disponibles.

#### **1.5.1. Drenajes**

En terrenos bajos, esta actividad es muy necesaria, porque un suelo mal drenado no puede trabajarse adecuadamente. Drenar bien los suelos, permiten la buena circulación del aire, porque es importante para los cultivos, microflora y microfauna, siendo a la vez benéficas para que los nutrientes estén disponibles para las plantas (PROMOSTA, 2005).

#### **1.5.2. Surcado**

Se realizan utilizando surcadores (aradores) que trasladan tierra hacia los lados quedando una zanja o surco, la zona superior del surcado se emplea para instalar las semillas y la parte inferior se usa para realizar el riego de germinación (PROMOSTA, 2005).

#### **1.5.3. Fertilidad del suelo**

Se sabe que el rendimiento y calidad de un cultivar, está sujeta a factores del genotipo y otros externos, como son las características del agua, clima, suelo, factores bióticos, nutrición del cultivo y las buenas praxis agrícolas que se brinda al cultivo. La nutrición

mineral es uno de los factores primordiales, ya que facilita el control de la productividad y la calidad del producto, en este sentido deben aplicarse los nutrientes de acuerdo a la necesidad de la planta, en cantidades adecuadas y en épocas adecuadas, de manera que estos puedan ser absorbidos y asimilados. La planta tiene la capacidad de tomar sustancias del ambiente y utilizarlas para sintetizar sus componentes o como también utilizarla como fuente de energía (Mengel & Kirkby, 2000).

Quesada (1990) indica que la fertilización química debe considerarse, debido a que el N es determinante en la producción de flores femeninas y en consecuencia también en la cantidad de frutos, la presencia del  $P_2O_5$  y el  $K_2O$  ayudan en el grosor y la calidad del producto.

Cruz (1992) menciona que la fertilización del suelo, es el principal factor limitante en la producción y rendimiento del cultivo, a menos que se siembren en suelos con nutrientes disponibles suficientes para el desarrollo óptimo del cultivo.

Hoy en día, la nutrición mineral y los rendimientos óptimos de las cosechas, necesitan una incorporación suficiente y equilibrada de sales minerales; dichas deficiencias de un mineral determinado, se traduce como disminución del rendimiento (Rojas, 1979).

#### **a) Nitrógeno (N)**

Se conoce como nutriente importante para todos los seres vivos al nitrógeno, debido a que viene a ser uno de los macroelementos vitales presente en los aminoácidos, ácidos nucleicos, enzimas, proteínas, también está presente en las paredes celulares y la clorofila (UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, 2000).

#### **✓ Funciones**

El nitrógeno participa en la división de células y otros procesos más, así como la producción de clorofila, azúcares, almidón y lípidos, esenciales para la nutrición de la planta. Según se da el incremento del abastecimiento del nitrógeno, las proteínas sintetizan los aminoácidos transformándolas en crecimiento de hojas e incrementando la superficie donde se desarrolla la fotosíntesis (Pérez, 2007).

✓ **Deficiencia**

Según Pérez (2007), la planta que presenta deficiencias en nitrógeno tiene un crecimiento raquítrico. Los indicios de deficiencia de nitrógeno que muestra la planta se dan por el cambio de color que va del color verde claro al color verde amarillento. Se puede apreciar en las hojas más viejas amarillamiento que comienzan en el extremo de la hoja y desplazándose en toda la nervadura. Se impide el desarrollo de brotes y raíces, limitando de esta manera el crecimiento de la planta.

**b) Fósforo (P)**

El fósforo viene a ser uno de los 16 macroelementos esenciales para el desarrollo del cultivo. La función que desempeña no puede ser remplazada por otro elemento, ya que este elemento mineral, es importante en el crecimiento y reproducción óptima de la planta. El fósforo es una macronutriente, es por ello que es necesario su uso en cantidades mayores en la producción de cultivos (Crops, 1983).

✓ **Funciones**

El fósforo se incorpora mediante reacciones químicas a compuestos orgánicos en forma de ácidos nucleicos, enzimas, compuestos fosfatados buenos en energía, fosfolípidos y fosfoproteínas. Participa en los siguientes procesos: fosforilación, fotosíntesis, respiración y en la síntesis y la descomposición de los carbohidratos, proteínas y grasas. Es el componente principal de la membrana celular. Promueve el enraizamiento y macollamiento de los cultivos (Munera, 2012).

✓ **Deficiencia**

Se conoce que la deficiencia de fósforo disminuye en 40 a 45 % el desarrollo del cultivo, produciendo menor cantidad de hojas y por lo tanto menos área foliar (West Analítica y Servicios S.A. , 2016)

**c) Potasio (K)**

La función más importante del potasio como macronutriente es elemental durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, actúa en varios procesos bioquímicos y fisiológicos del cultivo. Realiza importantes trabajos dentro de la activación enzimática, actividad estomática, equilibrio anión-cación, fotosíntesis, transporte en el floema, resistencia al

estrés biótico y abiótico, osmorregulación, síntesis de proteínas y transferencia de energía (INTAGRI, 2015).

✓ **Funciones**

Larriva (2003) menciona que el potasio es el catión que más abunda en el citoplasma, el cual ayuda al desarrollo del potencial osmótico de la célula y tejidos radiculares de la planta, de la misma manera interviene en la osmosis ya que facilita la prolongación de la célula y el proceso de turgencia de la planta por hallarse en los cloroplastos y las vacuolas.

✓ **Deficiencia**

Ya que el potasio es móvil en la planta, los síntomas de deficiencia de este elemento mineral, se aprecian inicialmente en tejidos viejos de la planta (hojas con presencia de clorosis que luego se necrosan en los ápices y márgenes, notándose con claridad del resto del limbo, con una inclinación hacia abajo y un moteamiento blanco amarillento) (Larriva, 2003).

## **1.6. ASPECTOS DE PRODUCCIÓN**

### **1.6.1. Siembra**

Para realizar la siembra se tiene que considerar la pendiente del terreno y la dirección del viento. Previo a sembrar la semilla tiene que ser tratada con un protector para garantizar la germinación de las semillas y así evitar mayores pérdidas. Se recomienda realizar el riego previo a la siembra directa en campo, para que el suelo drene el exceso de agua y así realizar el proceso de siembra utilizando las siguientes densidades de siembra 2 x 2 m y 4 x 1 m (2 semillas/golpe), con poblaciones que varían de 3125 a 4166 plantas/hectárea. Pasado 10 a 12 días después de haber hecho la siembra se ralea las plantas, seleccionando las más vigorosas y sanas. Si la germinación se realiza en invernaderos, se utiliza bandejas germinadoras, con el objetivo de reducir costos y mortandad de semilla. Dado que se aprovecha el tiempo en épocas lluviosas, manteniendo buena sanidad de la planta y obteniendo plantones de igual tamaño a los 18 días posteriores a la siembra. La actividad de trasplante de plántulas se realiza en horas temprana de la mañana así como también en horas de la tarde (PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN HORTÍCOLA, 2005).

Para poder efectuar el proceso de siembra, el suelo tiene que estar libre de malezas. Debe contar con humedad suficiente, donde por lo menos el suelo este humedecido a una profundidad de 10 a 12 cm y evitar el encharcamiento del suelo. Durante el desarrollo y el llenado del fruto, es vital que no escasee el agua, de ser así, se tiene que proporcionar agua a través del riego complementario (INTA, 2018).

### **1.6.2. Época de siembra**

Durante el año, pueden realizarse dos siembras, donde la cosecha no debe coincidir con los meses de julio y agosto. La primera siembra se debe realizar los meses de febrero y abril, de la misma manera, la segunda siembra se debe realizar a partir del mes de julio a octubre (PROMOSTA, 2005).

Ya que el cultivo tiene un corto ciclo de vida (90 días) solo se instalan durante los dos semestres del año, caracterizándose por existir lluvias constantes durante los primeros seis meses y épocas menos lluviosa con sequias durante los seis meses restante (CORPOICA, 1998).

Las siembras se inician con las primeras lluvias o durante el final de la estación lluviosa, con la aplicación de riego al final del ciclo del cultivo. Es importante evitar que la maduración de la fruta ocurra durante los meses de mayor precipitación, pues excesos de agua promueven el desarrollo de las enfermedades y dañan la sandía (Bolaños, 2001).

### **1.6.3. Distanciamiento**

Con distancias de 2 x 2 m y 4 x 2 m (2 semillas/golpe), y con poblaciones de plantas que varían de 3125 a 4166 plantas/hectárea. (PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN HORTÍCOLA, 2005).

En el proceso de siembra directa, para una extensión de una manzana, se necesitan 5900 semillas, los cuales se depositarán a 2 semillas por golpe, utilizando una densidad de siembra de 2 x 1.5 m. Si se realiza primeramente el almacigo de las semillas, para que posteriormente se trasplante, se necesita 2950 semillas para poder obtener una población de 2300 plantas por manzana. El proceso de trasplante se hace de 8 a 10 días posterior a la germinación. La densidad varía de acuerdo a la variedad (INTA, 2018).

CORPOICA (1998) recomienda sembrar 2500 y 2666 plantas por hectárea, utilizando las siguientes densidades de siembra; 4 x 2 m y 2 semillas por golpe, y 3 x 2.50 m y 2 semillas por golpe.

## **1.7. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO**

### **1.7.1. Riego**

Previo a realizar la plantación, se realiza un riego abundante y luego se realiza riegos en periodos cortos y repetitivos hasta lograr que el cultivo este bien sujeta por las raíces. Durante el proceso de desarrollo del cultivo, hasta la floración, los riegos se realizan en periodos largos y de forma mínima, en el período de maduración del fruto se va incrementando gradualmente rango de riego y cantidad de agua (PROMOSTA, 2005).

La aplicación pertinente de agua, hace referencia a los días e intervalos que se realizan entre dos riegos, es decir a la aplicación de agua en el día apropiado. Porque si se deja de regar durante estos días, puede que no haya agua almacenada, y como resultado, la planta puede marchitarse. Si el riego se realiza frecuentemente, el agua se pierde por escorrentía y esto provocaría encharcamiento, disminución del contenido de oxígeno presente en el suelo, limitación al desarrollo de raíces y mala absorción de los nutrientes (Alvarado, 2009).

El cultivo de sandía tiene un consumo de agua que oscila notablemente a partir de la estación de invierno hasta el mes de junio, dicha necesidad es provocado por el engorde de los frutos, en tal sentido, se tiene que disminuir el riego para que aumente la conductividad eléctrica de la solución nutritiva durante el proceso de maduración y de esta forma se evita el rajado del fruto (PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN HORTÍCOLA, 2005).

### **1.7.2. Fertilización**

Reche (1998) recomienda el empleo de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos, potásicos para la producción de 40000 kg ha<sup>-1</sup> a 60000 kg ha<sup>-1</sup> en las siguientes cantidades de fertilizante:

- ✓ 150 a 250 kg de nitrógeno por hectárea.
- ✓ 150 kg de fósforo por hectárea.
- ✓ 250 a 450 kg de potasio por hectárea.

CORPOICA (1998) menciona la siguiente planificación de fertilización para cultivar sandía a una densidad de 2666 plantas/hectárea:

- ✓ 267 unidades de N por hectárea.
- ✓ 500 unidades de P por hectárea.
- ✓ 333 unidades de K por hectárea.

Cruz (2010) menciona la siguiente dosis de fertilizante; 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, y estiércol a razón de 200 gramos/planta, son las indicadas para la producción del cultivo de sandía.

Delgado (1987) indica que debe agregarse de 10 a 20 t ha<sup>-1</sup> de materia orgánica y una dosis de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O de la siguiente forma: En la primera fertilización el 100 % del fósforo, el 100 % del potasio y el 50 % de nitrógeno al momento de realizar la siembra y el 50 % restante del nitrógeno se añadirá en el aporque.

### **1.7.3. Aporque**

Después de un mes y medio de haber realizado la siembra, se observa como las plantas han desarrollado, razón por la cual se acordó realizar otra actividad (el aporcado). El aporcado es una tarea muy vital porque ayuda al desarrollo de las raíces de la planta y por consiguiente beneficia a mantener la humedad del suelo (Gutierrez, 2009).

### **1.7.4. Poda**

Dicha actividad se realiza de forma opcional, según la densidad establecida, porque no se han visto grandes diferencias en la producción de sandías al producir con poda o sin poda, se tiene conocimiento que se realiza la actividad de poda con el objetivo de formar la planta, de esta forma se elimina brotes principales para incitar el crecimiento de brotes secundarios. Esta actividad se basa en quitar el brote principal si esta presenta 5 a 6 hojas, dejando para que desarrollen 4 a 5 brotes secundarios que nacen de las mismas axilas, dando a la planta una forma más redondeada (PROMOSTA, 2005).

Japón (1985) menciona que en el cultivo de la sandía no suelen realizarse trabajos de poda. No obstante, de realizarse, pueden seguirse dos métodos: El primero consiste en anular o cortar los brotes secundarios, dejando sólo dos brazos orientados en el sentido

del ancho de la calle. Así, la cantidad de frutos que resulta por planta es de 4 a 5. La otra forma es dejar 3 brotes por planta de manera radial, cuando éstos tengan 5 o 6 hojas, en las axilas de éstas, se originan brotes secundarios, en los cuales se mantendrá un solo fruto, despuntado a tres hojas por encima de él.

#### **1.7.5. Deshierbo**

Se pueden hacer con las siguientes herramientas (guadaña, machete y rastrillo), este trabajo se hará a las calles durante los primeros 20 días de vida de la planta hasta que los tallos comiencen a expandirse entre plantas (CORPOICA, 1998).

Es importante mantener limpio el cultivo de sandía, durante los primeros 25 días a 30 días ya que es el período crítico del cultivo. El control de malezas va depender de la estación del año en la que se cultive. En época de sequía, el manejo de malezas solo necesita de 2 a 3 actividades y en la época de invierno necesita como mínimo 5 actividades utilizando las herramientas de azadón y machete (INTA, 2018).

### **1.8. PLAGAS Y ENFERMEDADES**

El PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN HORTICOLA (2005), menciona las siguientes plagas y enfermedades:

#### **1.8.1. Plagas**

##### **a) Araña roja: (*Tetranychus urticae*)**

Este se desarrolla debajo de las hojas, provoca descolorido, punteadas o manchas amarillas que pueden observarse en la parte superior de las hojas como inicio de los síntomas. Con una población mayor, provoca que las hojas se sequen o incluso la caída de estas.

##### **b) Mosca blanca: (*Trialeurodes vaporariorum*)**

Los perjuicios directos como el amarillamiento y debilitamiento del cultivo son ocasionados por la presencia de larvas y adultos, los cuales se alimentan al absorber la savia de las hojas. Los perjuicios indirectos suceden cuando se prolifera la negrilla sobre la melaza originada en la alimentación, el cual causa dificultad en el desarrollo normal de las plantas.

**c) Pulgón: (*Myzus persicae*)**

Es un insecto pequeño y blando de color verde amarillo y negro. El daño que causa es hacia las hojas y brotes, provocando que se deforme y reduzca su crecimiento.

**d) Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

Los perjuicios directos son producidos mediante la alimentación de estos en la etapa de larvas y adultos, suelen hallarse en toda la superficie del envés de las hojas, producto del daño, queda un aspecto plateado en las partes dañadas los cuales posteriormente se necrosan.

**e) Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii*)**

Los perjuicios directos, son provocados por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, producto de ello, queda un aspecto plateado en las áreas dañadas que posteriormente se necrosan.

**f) Oruga (*Spodoptera sp*)**

Los daños son provocados principalmente por las larvas al momento de alimentarse de las hojas de la planta.

**g) Gallina ciega (*Phylophaga sp.*)**

Usualmente estas usan las raíces de la planta como alimento y pueden llegar a destruir totalmente todo el sistema radical de la planta.

**h) Gusano cortador (*Agrotis sp.*)**

Son gusanos que provocan daño al ras del suelo, seccionando el tallo del cultivo.

### **1.8.2. Enfermedades**

**a) Oídio (*Sphaerotheca fuliginea*)**

Se presentan en la superficie de la hoja como mancha de color blanco, el cual va recubriendo la mayor parte del aparato vegetativo, de la misma manera afecta a los peciolos, tallos y frutos, los cuales llegan a cambiar de color de verde a amarillo para que posteriormente se marchiten.

**b) Chancro (*Didymella bryoniae*)**

Principalmente afecta a los cotiledones de las plántulas, provocando la aparición de manchas parduscas redondeadas, en donde se pueden ver puntos pequeños de colores negro y marrón repartidos en forma de anillos concéntricos.

**c) Antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*)**

Los daños se ocasionan en las hojas, con la presencia de encharcamientos de los tejidos contaminados, posteriormente viene la necrosis, dando como resultado las manchas circulares de diferentes diámetros. En el tallo y el pecíolo, se pueden ver daños elípticos, deprimidos, a su vez también puede presentarse el tejido necrótico cubierto por una capa rosada que es la fructificación, característica propia del hongo.

**d) Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*)**

Como síntoma inicial se puede apreciar el origen de puntos circulares u ovalados encharcados de color amarillo, localizados en el haz de la hoja, a la vez podemos observar esporas y conidios debajo de las hojas (envés) de color verde oliva a púrpura, posteriormente se puede observar la muerte de los tejidos los cuales se podrán identificar viendo la aparición del color café o parduzco.

## **1.9. COSECHA**

El tiempo de duración del ciclo del cultivo de sandía, dependerá del tipo de variedad que se produzca y del sitio de instalación. La primera cosecha se realizará aproximadamente a los 85 días después de haber realizado la siembra y la segunda cosecha se realizara a los 100 días después de la siembra (Bolaños, 2001).

La fecha de cosecha de la sandía, está relacionado a la variedad que se ha cultivado, lugar de cultivo, tiempo de siembra y del sistema de cultivo. A partir de la siembra o instalación hasta el inicio del proceso de cosecha pasan dos meses y medio a tres meses y medio (Reche, 1998).

Según PROMOSTA (2005), la cosecha es de forma manual y las señales que se utilizan para poder reconocer el punto de madurez del fruto, son las siguientes:

- ✓ Utilizar la palma de la mano, para golpear la corteza y si el fruto está maduro, la corteza vibra.

- ✓ El área de contacto de la sandía con suelo tiende a tener un color claro.
- ✓ Pérdida de la cubierta cerosa de los frutos, pasando a ser brillosos.
- ✓ Realizar la recolección en horas de la mañana, cortando con una navaja y dejando de 2 a 3 cm de pedúnculo. Para la clasificación de frutos, se considera el peso del fruto, porque la tendencia de hoy es, consumir sandías menores de 5 kg.

#### **1.10. ALMACENADO**

El fruto de sandía no tolera un largo periodo de almacenamiento, por tal motivo lo recomendable es consumir durante las dos o tres semanas después de la cosecha. A altas temperaturas el deterioro del fruto se acelera, provocando la pudrición causada por patógenos. Sin embargo, a bajas temperaturas el fruto puede desarrollar daños internos. Por otro lado, si los frutos se van a refrigerar, lo adecuado sería mantenerlas en un rango de temperatura de 10 a 15 °C. Los frutos que no se refrigeren pueden almacenarse a temperatura ambiente durante varios días (mayor a 7 días) en un lugar donde hay sombra, ventilación y preferentemente a una temperatura de 21 °C. Al realizar el transporte de los frutos, es recomendable mantener en las mismas condiciones en el que se daban al almacenar (Fornaris, 2015).

#### **1.11. RENDIMIENTO**

Los rendimientos de una producción de sandía pueden darse de 20 a 40 t ha<sup>-1</sup> y los cultivos producidos en épocas de sequía tienden a producir rendimientos menores (Maroto, 2002).

Domínguez (1993) sostiene que se pueden obtener rendimientos en la producción de sandía que van de 20 a 50 t ha<sup>-1</sup>.

López (1994) afirma que una hectárea produce de 3000 a 4000 frutos, también menciona que pueden obtener hasta 36000 kg ha<sup>-1</sup> dependiendo del peso del fruto.

Chambi (2008) en su trabajo de investigación realizado a dos variedades de sandía Disko (EMR-32) y Sunday Special (EMR - 27), obtuvo como resultados los siguientes rendimientos promedios 21 y 20 t ha<sup>-1</sup>.

García (2018) en su trabajo de investigación realizado en cinco variedades de sandía, estableció que el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento, fue la variedad de sandía Crimson Sweet con  $72.52 \text{ t ha}^{-1}$  en relación a las variedades; Santa Amelia con  $68.80 \text{ t ha}^{-1}$ , Star Brite con  $65.92 \text{ t ha}^{-1}$ , Fiesta con  $51.94 \text{ t ha}^{-1}$  y Peacock Improved con  $45.33 \text{ t ha}^{-1}$ .

Viza (2010) en su trabajo de investigación con el cultivo de sandía desarrollado en la región de Moquegua, obtuvo como resultado  $65.88 \text{ t ha}^{-1}$  como mayor rendimiento.

El incremento en el rendimiento de sandía por aumento en el nivel de fertilización de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$ , no se debe a la obtención de frutos con mayor peso, sino por la mayor cantidad de frutos cuajados producto de una floración femenina más temprana (Dufaul, 1986).

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1. INFORMACIÓN GENERAL

#### 2.1.1. Ubicación geográfica del campo experimental

La investigación se desarrolló el año 2016 en la comunidad de Teresa, distrito de Pichari, provincia de La Convención, departamento Cusco, y cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud : 12°13'00" S

Longitud : 73°49'30" O

Altitud : 550 m.s.n.m



**Figura 2.1.** Ubicación geográfica de la parcela experimental

### **2.1.2. Antecedentes del campo experimental**

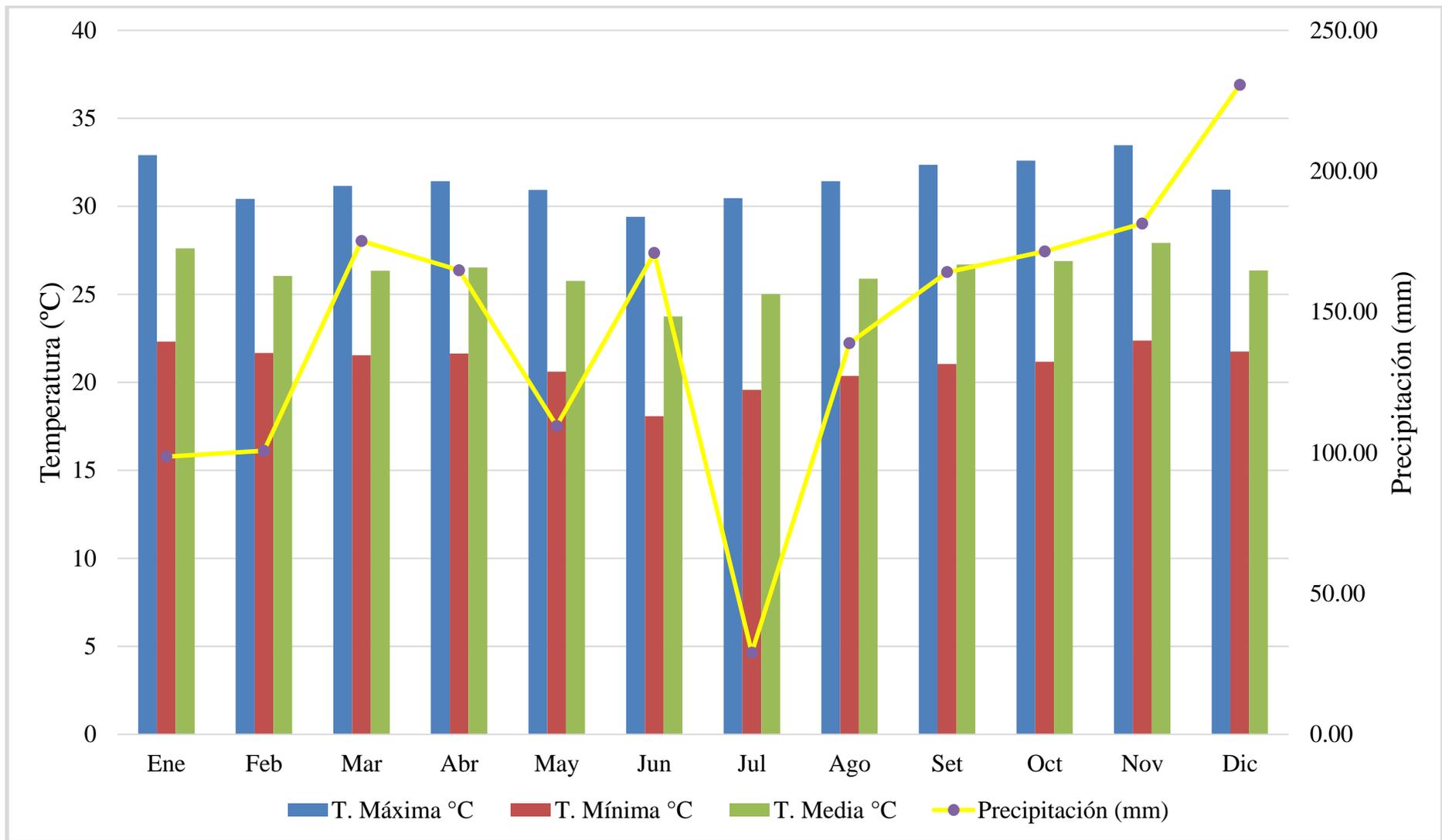
El área experimental donde se desarrolló la investigación, está formada por sedimentos asentados por las inundaciones periódicas de riachuelos o ríos y donde anteriormente no se trabajó con ningún cultivo.

### **2.1.3. Condiciones meteorológicas**

Los datos meteorológicos empleados en el presente trabajo de investigación, fueron obtenidos de la estación meteorológica de la Fuerza Armada del Perú el cual está bajo la Dirección del Área de Meteorología Aeronáutica Pichari – Cusco. Durante el periodo del cultivo, se obtuvo una temperatura promedio de 26.85 °C, con una temperatura máxima de 32.47 °C y una temperatura mínima de 21.24 °C, a su vez también se tuvo una precipitación de 655.90 mm durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. Si se considera que la temperatura óptima para el cultivo de sandía esta alrededor de 25 a 35 °C y una precipitación que va de 400 a 600 mm, se concluye que la temperatura estuvo dentro del promedio requerido por el cultivo y la precipitación fue ligeramente superior al promedio.

**Tabla 2.1.** Temperatura máxima, mínima, media y precipitación mensual del distrito de Pichari, correspondiente al año 2016

<b>Mes</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>	<b>Prom.</b>
<b>T. Máxima (°C)</b>	32.91	30.42	31.16	31.42	30.93	29.41	30.46	31.42	32.36	32.60	33.48	30.95	377.52	31.46
<b>T. Mínima (°C)</b>	22.31	21.66	21.53	21.63	20.60	18.08	19.57	20.36	21.04	21.17	22.37	21.75	252.07	21.01
<b>T. Media (°C)</b>	27.61	26.04	26.35	26.53	25.77	23.75	25.02	25.89	26.70	26.89	27.93	26.35	314.80	26.23
<b>Precipitación (mm)</b>	98.60	100.70	175.20	164.80	109.50	170.90	29.00	138.90	164.10	171.50	181.40	230.60	1735.20	144.60



**Figura 2.2.** Diagrama ombrotérmico del distrito de Pichari, correspondiente al año 2016

#### 2.1.4. Características del suelo

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se tomó 30 sub muestras de la parcela experimental de acuerdo a la forma convencional (diagonales) extraídos a una profundidad de 20 cm, los cuales fueron combinados para homogenizar y tomar como muestra final 1 kg de tierra el cual se envió para el análisis correspondiente en el Laboratorio de Análisis de suelos, plantas y aguas “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, dichos resultados e interpretación se muestran en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Características físico-químicas del suelo del área experimental. Comunidad de Teresa

<b>Características físicas</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Contenido</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Método</b>
<b>Arena</b>	74.9	-	Hidrómetro
<b>Limo</b>	13.8	-	Hidrómetro
<b>Arcilla</b>	11.3	-	Hidrómetro
<b>Textura</b>	-	Franco arenoso	-
<b>Características químicas</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Contenido</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Método</b>
<b>pH</b>	7.29	Ligeramente alcalino	Potenciómetro
<b>C.E. (dS/m)</b>	0.265	Muy ligeramente salino	Extracto de la pasta de saturación
<b>% MO</b>	1.87	Bajo	Walkley y Black
<b>%N total</b>	0.09	Bajo	Semi micro-Kjeldahl.
<b>ppm P disp.</b>	6.9	Bajo	Bray Kurtz I
<b>ppm K disp.</b>	66.15	Bajo	Extracción con acetato de amonio
<b>Ca<sup>++</sup> (Cmol+)/kg)</b>	4.1	Bajo	Complexometría EDTA
<b>Mg<sup>++</sup> (Cmol+)/kg)</b>	0.5	Bajo	Complexometría EDTA
<b>K<sup>+</sup> (Cmol+)/kg)</b>	0.59	Medio	Fotometría de llama
<b>CIC (Cmol+)/kg)</b>	6.4	Bajo	Saturación con acetato de amonio

Fuente: Laboratorio de suelos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

Según los resultados del análisis de suelo, se trata de un suelo de textura franco arenoso, con un pH ligeramente alcalino (7.69), muy ligeramente salino (0.265); y niveles bajos de materia orgánica (< 2 %), nitrógeno total (0 – 0.09 %), fósforo disponible (< 12 ppm)

y potasio disponible (< 100 ppm). De igual manera tiene una CIC bajo (6.4 cmol (+).kg<sup>-1</sup>). El aporte de nutrientes del suelo es de aproximadamente de 46.75 kg N ha<sup>-1</sup>, 47.40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> y 239.13 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

## **2.2. MATERIALES**

### **2.2.1. Equipos y herramientas**

- ✓ Machete
- ✓ Pico
- ✓ Azadón
- ✓ Cordel para alinear
- ✓ Estacas de madera
- ✓ Regaderas
- ✓ Balanza digital (KAMBOR) con 5 g de precisión.
- ✓ Vernier.

### **2.2.2. Insumos**

#### **a) Semilla**

Se utilizó la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad “Crimson Sweet”, proporcionado por la estación experimental Canaán – INIA.

#### **b) Insecticidas y fungicidas**

Se utilizó los siguientes componentes químicos como preventivos:

- ✓ Cigaral 700 g (insecticida).
- ✓ Vitavax 200 g (fungicida).

#### **c) Fertilizantes inorgánicos**

- ✓ Como fuente de nitrógeno: Se utilizó urea (46 % N).
- ✓ Como fuente de fósforo: Se utilizó súper fosfato triple de calcio (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).
- ✓ Como fuente de potasio: Se empleó cloruro de potasio (60 % K<sub>2</sub>O).

La cantidad por hectárea de fertilizantes aplicados, se estableció de acuerdo a la estimación de extracción de nutrientes del cultivo, ya que se conoce según (Ciampitti & Garcia, 2007) que el cultivo de sandía requiere 2-0.3-3 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O para producir una tonelada de frutos. De la misma forma se consideró la eficiencia de

utilización del fertilizante: 50-70 % para N, 10-30 % para P y 50-70 % para K según (Isherwood, 1990).

Considerando estos parámetros antes mencionados, se realizó una proyección para una producción de 60 toneladas de fruto, logrando obtener la siguiente dosis de fertilización 171-137-271 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.

Para poder estimar la cantidad necesaria de fertilizante que se debe aplicar al suelo, se completó a la cantidad de nutrientes presentes según el análisis de suelo y de esta manera llegar a la cantidad de fertilizante proyectada.

- ✓ Cantidad de dosis requerida según extracción del cultivo para 60 toneladas:  
171 - 137 - 271 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O
- ✓ Cantidad de fertilizante existente de acuerdo al análisis de suelo:  
46.75 - 47.40 - 239.13 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O
- ✓ Cantidad de fertilizante que falta para llegar a la cantidad de dosis requerida:  
124.68 - 90.00 - 31.99 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O

## **2.3. METODOLOGÍA**

### **2.3.1. Diseño experimental**

Los tratamientos utilizados en la investigación, corresponden a un arreglo factorial de 2Nx2Px2K los cuales se distribuyeron en el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con un total de con 24 unidades experimentales (3 bloques, cada uno con 8 tratamientos), para tres factores; los niveles empleados en cada factor se indican en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Descripción de tratamientos, según la Técnica del elemento faltante y del elemento presente

Tratamiento	Nivel codificado			Nivel de abonamiento (kg ha <sup>-1</sup> )			Nivel de abonamiento (g/planta)		
	X1	X2	X3	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Urea	SFT	KCl
T1 (T)	-2	-2	-2	0	0	0	0	0	0
T2 (+N)	2	-2	-2	171	0	0	108	0	0
T3 (+P)	-2	2	-2	0	137	0	0	11	0
T4 (-K)	2	2	-2	171	137	0	108	11	0
T5 (+K)	-2	-2	2	0	0	271	0	0	22
T6 (-P)	2	-2	2	171	0	271	108	0	22
T7 (-N)	-2	2	2	0	137	271	0	11	22
T8 (C)	2	2	2	171	137	271	108	11	22

### 2.3.2. Factores en estudio

✓ Nutrientes: **N, P y K.**

### 2.3.3. Procesamiento de datos

Adicionalmente a los análisis de variancia y de regresión correspondiente, se realizaron otros cálculos con la finalidad de interpretar el estado de fertilidad del suelo en cuanto a sus contenidos de N, P y K; los cálculos se refieren a la determinación de los rendimientos relativos por las técnicas del elemento faltante y del elemento presente, de acuerdo a la metodología propuesta por Tineo (2014).

1) Análisis de regresión para determinar el modelo matemático de primer orden:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3$$

De acuerdo a la metodología descrita por Tineo (2006), la pendiente (coeficientes de los términos lineales:  $b_1$ ;  $b_2$ ;  $b_3$ ) indica el grado de aporte de cada nutriente en el abonamiento.

2) En base a la extracción media de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, por cada tonelada de sandía cosechada, se calculó la fórmula de abonamiento correspondiente al lugar, en base a los resultados obtenidos en campo con la técnica de las parcelas de omisión.

- 3) Se determinaron los rendimientos relativos (Rr) con las técnicas del elemento faltante (Parcelas de Omisión) y del elemento presente (Parcelas de Inclusión). Los Rr para la técnica del elemento faltante (EF) a niveles de N, P y K, considera a los tratamientos T<sub>7</sub> (-N), T<sub>6</sub> (-P), T<sub>4</sub> (-K) y T<sub>8</sub> (C). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rr (\%) = \frac{Rdto (Ti)}{Rdto (T8)} * 100$$

Dónde:

Ti: Tratamiento del elemento faltante T<sub>7</sub> (-N), T<sub>6</sub> (-P), T<sub>4</sub> (-K).

T8: Tratamiento completo.

Los Rr para la técnica del elemento presente (EP) a niveles de N, P y K, considera a los tratamientos T<sub>2</sub> (+N), T<sub>3</sub> (+P), T<sub>5</sub> (+K) y T<sub>1</sub> (testigo). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rr (\%) = \frac{Rdto (Ti)}{Rdto (T1)} * 100$$

Dónde:

Ti: Tratamiento del elemento faltante T<sub>2</sub> (+N), T<sub>3</sub> (+P), T<sub>5</sub> (+K).

T1: Testigo

### 2.3.4. Distribución y dimensiones del campo experimental

#### Campo experimental

- ✓ Largo : 24 m
- ✓ Ancho : 12 m
- ✓ Área total : 288 m<sup>2</sup>

#### Bloques

- ✓ Número de bloques : 03
- ✓ Ancho de los bloques : 2.0 m
- ✓ Largo de los bloques : 16 m
- ✓ Área : 32 m<sup>2</sup>

#### Unidades experimentales

- ✓ N° de unidades /bloque : 8

- ✓ N° de unidades /campo experimental : 24
- ✓ Largo : 2.0 m
- ✓ Ancho : 2.0 m
- ✓ Área : 4.0 m<sup>2</sup>
- ✓ Distancia entre unidades experimentales: 2.0 m

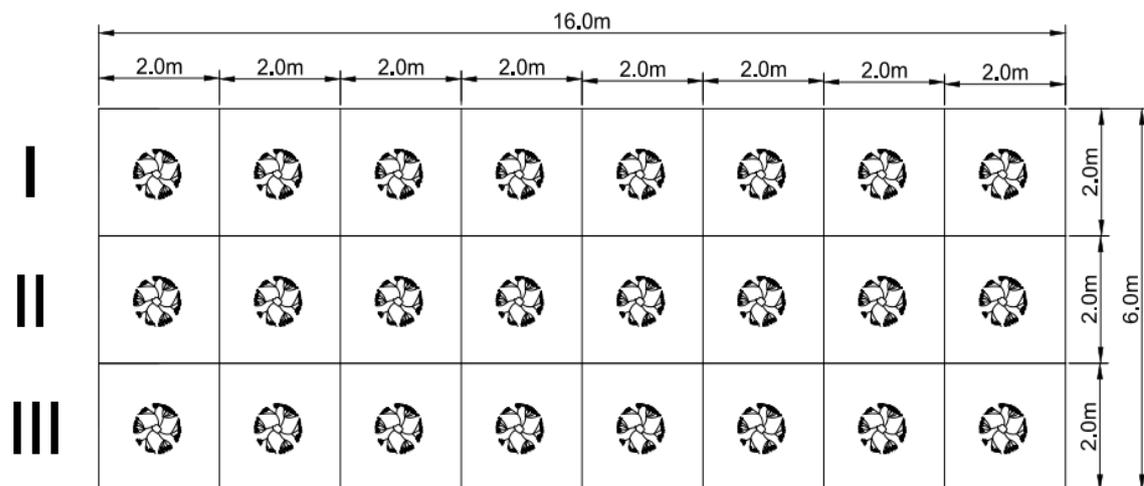
**Del total**

- ✓ Largo : 24 m
- ✓ Ancho : 12 m
- ✓ Área total de experimento : 288 m<sup>2</sup>
- ✓ Área efectiva del experimento : 96 m<sup>2</sup>

**2.3.5. Croquis de distribución de los tratamientos y de la parcela experimental**

I	T1	T6	T3	T8	T2	T7	T5	T4
II	T5	T2	T7	T6	T4	T3	T8	T1
III	T7	T5	T4	T2	T6	T1	T3	T8

**Figura 2.3.** Distribución de los tratamientos



**Figura 2.4.** Croquis de la parcela experimental

### **2.3.6. Instalación y conducción del experimento**

#### **a) Preparación de terreno:**

1. Limpieza del campo experimental: Esta actividad se realizó el 13 de agosto, se eliminó todo tipo de maleza y piedras existentes en el terreno realizando el rozo de las malezas y arbustos utilizando machetes y rastrillo, seguidamente se dejó secar durante 10 días, para finalmente realizar la limpieza total el 23 de agosto.
2. Movimiento de tierra: Esta actividad se realizó el 24 de agosto, utilizando el pico como herramienta, se removió el suelo con la finalidad de mejorar la aireación del suelo, así también suavizar los suelos compactados.
3. Demarcado del terreno: Esta actividad se realizó el 25 de agosto, utilizando wincha, estacas y cordeles, se procedió a trazar el área de acuerdo al diseño experimental (3 bloques, cada uno con 8 tratamientos).
4. Hoyado: Esta actividad se realizó el 26 de agosto, utilizando un pico se aperturó los hoyos donde se trasladaron las plántulas de sandía.

#### **b) Germinado**

Esta actividad se realizó el 06 de agosto, 7 días antes de realizar la actividad de limpieza del terreno, para ello se preparó una cama de almácigo donde se sembró en vasos descartables las semillas de sandía previamente curadas con el fungicida Vitavax, de esta manera se garantizó la germinación de plántulas a trasplantar a campo definitivo.

#### **c) Siembra**

Esta actividad se desarrolló el 27 de agosto, una vez preparado el terreno, se realizó el trasplante de las plántulas, dejando una plántula por hoyo a una profundidad de 15 cm.

#### **d) Fertilización**

Para realizar esta actividad, se consideró el resultado del análisis de suelo realizado a la parcela experimental, posteriormente se calculó los compuestos a utilizar en el proceso de fertilización.

La cantidad de fertilizante utilizado para completar el mineral faltante es la siguiente:

Urea	: 271 kg ha <sup>-1</sup>
Superfosfato triple de calcio	: 196 kg ha <sup>-1</sup>
Cloruro de potasio	: 53 kg ha <sup>-1</sup>

Esta actividad se desarrolló en dos procesos y debido a las condiciones de la urea, se tuvo que fraccionar la aplicación en dos momentos:

- ✓ Primer momento (al momento de trasplantar): Esta actividad se realizó el 27 de agosto donde se aplicó un 40 % del total de urea y el 100 % de superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio, los fertilizantes se colocan a 10 cm de distancia de la plántula.
- ✓ Segundo momento (al momento de aporcar): Esta actividad se realizó el 27 de setiembre donde se aplicó el 60 % restante de urea.

### **2.3.7. Labores culturales complementarias**

#### **a) Riego**

El riego se realizó en horas de la tarde para evitar posibles inundaciones, desecaciones y evitar el marchitamiento o la aparición de enfermedades fitosanitarias.

#### **b) Control de malezas**

Esta actividad se realizó haciendo uso del azadón en tres etapas dividido en todo el ciclo del cultivo, con la finalidad de mantener libre de malezas:

- ✓ Primer control 06 de setiembre.
- ✓ Segundo control 26 de setiembre.
- ✓ Tercer control 16 de octubre.

#### **c) Control fitosanitario**

Para el control de hongos e insectos se aplicó productos químicos (insecticidas y fungicidas) de forma preventiva para controlar un posible ataque de las plagas y enfermedades.

Esta actividad se realizó en dos oportunidades: El 12 de setiembre y 15 de octubre utilizando Cigral como insecticida a 200 g/200 L.

#### **d) Cosecha**

Esta actividad se realizó cuando aproximadamente transcurrían los 3 meses y 10 días con fecha 14 de noviembre del 2016, para ello se consideró los siguientes indicadores:

- El fruto cambia de color verde hacia amarillo.

- Al aplicar golpes sobre corteza del fruto con la palma de la mano, la corteza tiende a vibrar.
- Los frutos cuando están maduros, pierden su cubierta cerosa y se vuelven brillantes.

#### **2.3.8. Variables evaluadas**

##### **a) Rendimiento de sandía ( $\text{kg ha}^{-1}$ )**

Para medir este parámetro se tuvo que considerar la cantidad promedio de frutos por tratamiento para luego multiplicarlo por el peso promedio de fruto por tratamiento obteniendo así un rendimiento por hectárea de cada tratamiento.

##### **b) Diámetro polar del fruto (cm)**

Para evaluar este parámetro se tomó cada unidad experimental, una vez cosechado, los cuales fueron medidos con un instrumento de longitud; para ello se utilizó el pie de rey (vernier).

##### **c) Diámetro ecuatorial del fruto (cm)**

Para evaluar este parámetro se tomó cada unidad experimental, una vez cosechado, los cuales fueron medidos con un instrumento de longitud; para ello se utilizó el pie de rey (vernier).

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. RENDIMIENTO DE SANDÍA

En la tabla anexo 1, se presenta los datos de rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de los diferentes tratamientos en el cultivo de sandía. Los resultados obtenidos en campo se sometieron al análisis de variancia (ANVA) y se presenta en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Análisis de varianza del rendimiento de sandía. Teresa, Pichari

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Tratamiento	7	1246967891	178138270	15.08	< 0.0001
Bloque	2	17308490	8654245	0.73	0.4982
Error	14	165377344	11812667		
Total	23	1429653724			

C.V=17.7 %

En la tabla 3.1, se observa que no existen diferencias entre bloques, pero si entre tratamientos, lo que indica que al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás. Respecto al C.V. el valor estimado fue de 17.7 % lo que indica que se halla dentro del rango establecido para trabajos de campo (9 a 29 %), según Calzada (1984).

**Tabla .3.2.** Prueba de Duncan para el rendimiento de sandía ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Teresa, Pichari

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Significancia</b>
T8 (C)	171	137	271	34592	<b>a</b>
T7 (-N)	0	137	271	24600	<b>b</b>
T6 (-P)	171	0	271	20683	<b>b c</b>
T5 (+K)	0	0	271	19600	<b>b c d</b>
T4 (-K)	171	137	0	17950	<b>b c d</b>
T3 (+P)	0	137	0	15067	<b>b c d</b>
T2 (+N)	171	0	0	12933	<b>c d</b>
T1 (T)	0	0	0	9733	<b>d</b>

Según la prueba de Duncan (Tabla 3.2) el tratamiento T8 (C: completo) alcanzó el mayor rendimiento ( $34591.67 \text{ kg ha}^{-1}$ ) al cual se suministró ( $171\text{-}137\text{-}271 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ ), siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos; por otra parte el rendimiento más bajo ( $9733.33 \text{ kg ha}^{-1}$ ) corresponde al tratamiento T1 (T: testigo) al cual no se suministró ningún fertilizante, siendo estadísticamente similar a los tratamientos T2 (+N: nitrógeno), T3 (+P: fósforo), T4 (-K: sin potasio) y T5 (+K: potasio).

Sobre los resultados obtenidos, se debe señalar que en comparación con otros trabajos de investigación, el rendimiento obtenido fue inferior. Anquise (2016) en su trabajo de investigación a tres variedades de cultivo de sandía producido a una densidad de siembra de  $3.0 \times 2.0 \text{ m}$  y una fórmula de fertilización:  $83\text{-}50\text{-}75 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ , reportó que los siguientes cultivares de sandía Crimson Sweet, Santa Amelia y Peacock Improved, obtuvieron los siguientes rendimientos promedio:  $37.95$ ,  $37.20$  y  $26.59 \text{ t ha}^{-1}$ , los resultados de dicha investigación obedecen a un suelo que presenta una textura franco arenoso y cuenta con un contenido de materia orgánica en un nivel medio, el cual ha contribuido a una mejor asimilación de los nutrientes por parte del cultivo, considerando que existen otros elementos nutricionales que cumplen una función importante en la nutrición vegetal y que no fueron incorporados en el presente trabajo de investigación. De igual manera Viza (2010), reportó un rendimiento mayor en su trabajo de investigación con el cultivo de sandía producido a una densidad de siembra de  $0.6 \times 2.0 \text{ m}$  en la región de Moquegua, con la siguiente fórmula de fertilización:  $100\text{-}100\text{-}200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$  y con un rendimiento igual a  $65.88 \text{ t ha}^{-1}$ , los resultados obtenidos obedecen a que el campo experimental donde se desarrolló dicha investigación, posee un contenido medio de materia orgánica y un contenido muy alto de fósforo y potasio, así mismo el suelo cuenta con una textura franco arenoso y pH neutro. A su vez, García (2018) en su trabajo de investigación a cinco variedades de cultivares de sandía con una densidad de siembra de  $3.0 \times 1.0 \text{ m}$  y una fórmula de fertilización:  $180\text{-}100\text{-}120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ , determinó que los tratamientos que mostraron mayor rendimiento fueron los cultivares de sandía Crimson Sweet y Santa Amelia con rendimientos promedio de  $72.52 \text{ t ha}^{-1}$  y  $68.80 \text{ t ha}^{-1}$ , y por otra parte los rendimientos más bajos obtenidos corresponden a los cultivares de sandía Star Brite, Fiesta y Peacock Improved, con rendimientos promedio de  $65.92$ ,  $51.94$  y  $45.33 \text{ t ha}^{-1}$ , estos resultados se deben a que la investigación se desarrolló en un suelo que presenta

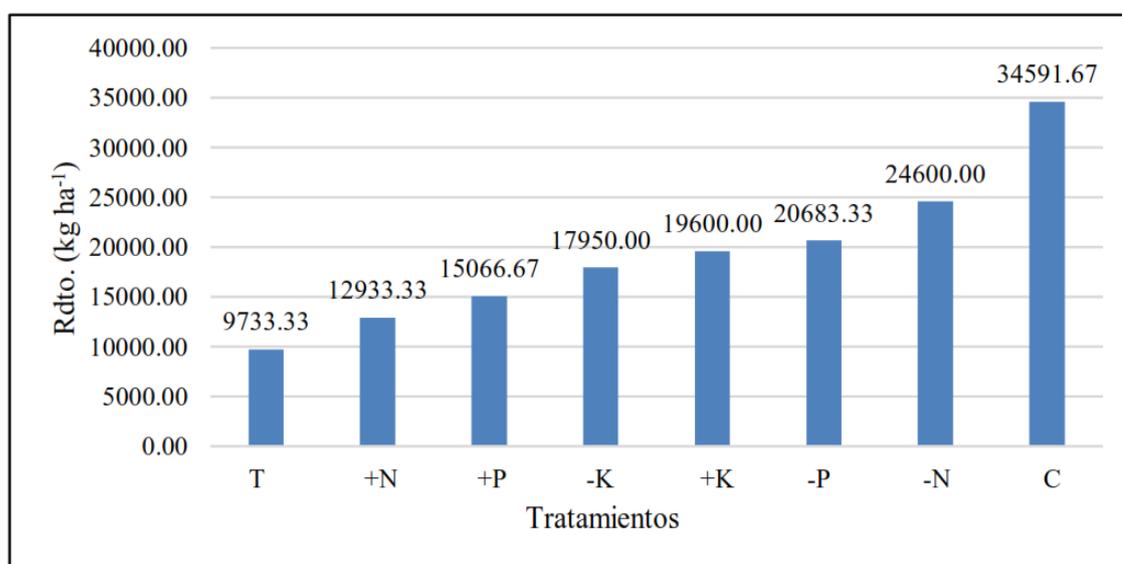
una textura franca, con cationes cambiabiles y la CIC que según su análisis de caracterización se encuentran en un rango medio, el cual ha contribuido a una mejor asimilación de los nutrientes por parte del cultivo. Según Dufaul (1986), el incremento en el rendimiento del cultivo de sandía por incremento en el nivel de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O no se debe a la obtención de frutos con mayor peso, sino por la mayor cantidad de frutos cuajados producto de una floración femenina más temprana. Por otra parte Cárdenas (2001), afirma que la floración y el cuajado de frutos, se da en función a la adaptación de la sandía al clima y a las condiciones de humedad del medio, ya que este cultivo se desarrolla de la mejor manera, cuando coinciden los tiempos secos y soleados, pero con suficiente humedad en el suelo; y en zonas con demasiada humedad, la fructificación y calidad de fruto, es muy baja. Por su parte Feltrim (2011), describe que las altas densidades de plantación en las cucurbitáceas, produce un gran número de frutos por área, pero en relación al tamaño y peso del fruto por planta, puede verse afectado debido principalmente a la competencia por agua, luz y nutrientes. Según INTAGRI (2005), la CIC es la cantidad total de cationes intercambiabiles que un suelo puede o es capaz de retener y la mayor influencia sobre la CIC viene de los suelos arcillosos y de la materia orgánica por poseer gran cantidad de cargas negativas. Castellanos & Rodríguez (2017) afirman que la urea es una fuente con alto porcentaje de contenido de nitrógeno, pero que fácilmente se puede perder antes de ser absorbido por los cultivos por diferentes procesos tales como: volatilización, desnitrificación y lixiviación. Kashawneh (1980) señala que el superfosfato de calcio triple es uno de los fertilizantes fosfatados con alto contenido de P, ya que más del 90 % del P total es soluble en agua, por lo que rápidamente se encuentra disponible para las plantas, pero también se pierde fácilmente a través del escurrimiento superficial. Molina (2003) indica que el cloruro de potasio es la fuente de potasio más comúnmente utilizada en la agricultura ya que incluye más cantidad de este nutrimento que otras fuentes. La mejor forma de aplicar es fraccionarlo para evitar que se pierda por lixiviación, sobre todo en lugares con alta precipitación. FAO (2000) menciona que el suelo franco arenoso está formado principalmente por arena y en pequeñas proporciones por arcilla y limo. Los suelos franco arenosos presentan las siguientes características; baja capacidad de retención de agua y baja capacidad para retener nutrientes minerales. Sin embargo, los resultados de la presente investigación obedecen a los niveles bajos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, así como también al nivel bajo de la CIC, ya que este nos indica la habilidad del suelo a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes para la planta, los cuales

son esenciales para el crecimiento y desarrollo óptimo de la planta. También se puede afirmar que el pH del suelo de la presente investigación no afectó la accesibilidad o disponibilidad de los nutrientes, por hallarse dentro del rango adecuado favorable para la asimilación del nitrógeno, fósforo y potasio. Según Hidalgo (2012), la relación ideal de Ca/Mg está entre 6-8 y según el resultado del análisis de suelo no existió bloqueo en la asimilación de ambos nutrientes por la planta ya que la relación estuvo dentro del rango ideal; del mismo modo la relación ideal de Ca/K está entre 14-16 y según el resultado de análisis de suelo, se dio la deficiencia del Ca por el efecto antagónico del K ya que la relación no estuvo dentro del rango ideal; de la misma manera la relación ideal de Mg/K está entre 1.8-2.5 y según el resultado de análisis de suelo, se dio la deficiencia del Mg por el efecto antagónico del K ya que la relación no estuvo dentro del rango ideal, entonces se puede afirmar que el potasio bloqueó la asimilación de ambos nutrientes Ca y Mg para la planta. Según Alarcón (2000), las plantas necesitan un cierto número de elementos químicos que normalmente son proporcionados por el sistema radical. Estos elementos conforman la fracción mineral y sólo representan una pequeña proporción del peso seco de la planta, pero no dejan de ser esenciales ya que son considerados, junto al carbono, hidrógeno y oxígeno, como elementos importantes para la nutrición de las plantas. Flores & Gadea (2001) mencionan que el rendimiento en cualquier cultivo, es la variable primordial, ya que este parámetro determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad; por lo tanto, viene a ser el resultado de un conjunto de factores biológicos, ambientales y manejo que se le brinda al cultivo, donde se relacionan entre sí, para expresarse en producción de  $\text{kg ha}^{-1}$ .

**Tabla 3.3.** Rendimientos relativos respecto al testigo y al tratamiento completo. Teresa, Pichari

Tratamiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Rdto.	Rr (%)
T1 (T)	0	0	0	9733.33	100.00
T2 (+N)	171	0	0	12933.33	132.88
T3 (+P)	0	137	0	15066.67	154.79
T4 (-K)	171	137	0	17950.00	51.89
T5 (+K)	0	0	271	19600.00	201.37
T6 (-P)	171	0	271	20683.33	59.79
T7 (-N)	0	137	271	24600.00	71.12
T8 (C)	171	137	271	34591.67	100.00

A partir de los resultados de Rr (%) se deduce que el aporte de N no contribuyó significativamente en el incremento del rendimiento (según la técnica de las parcelas de inclusión); asimismo, la omisión del  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , perjudica notablemente el rendimiento del cultivo, o su inclusión (con respecto al testigo) resulta de mucha importancia para el incremento de los rendimientos.



**Figura 3.1.** Rendimientos de sandía (kg ha<sup>-1</sup>). Teresa, Pichari

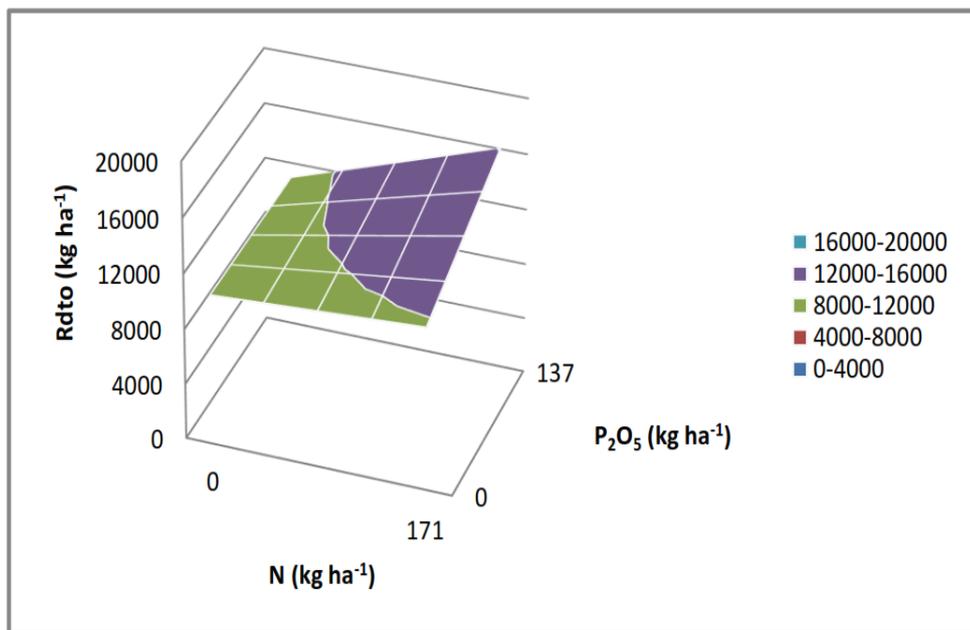
Los resultados obtenidos en campo, muestran comportamientos diferentes del cultivo en cada uno de los tratamientos, por lo tanto, se puede afirmar que el incremento en el rendimiento de sandía, es influenciado por la aplicación de los fertilizantes, más aún cuando el suelo tiene escaso contenido de nutrientes como el de la presente investigación.

**Tabla 3.4.** Coeficientes del modelo polinomial para el rendimiento de sandía. Teresa, Pichari

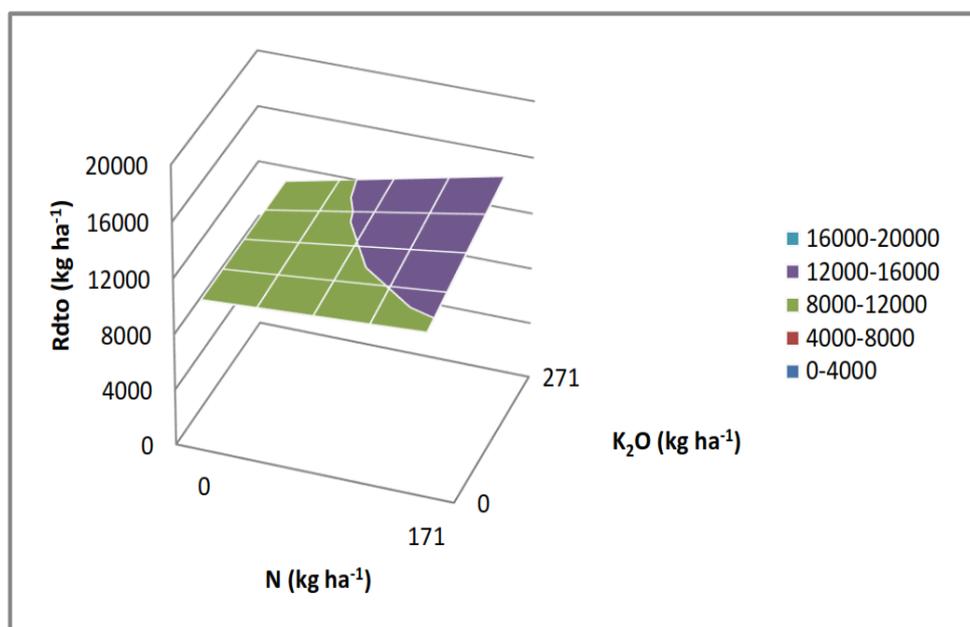
Parámetro	Valor est.	E. estándar	T*	Pr >  T
Intercepto	10886.45833	1918.811656	5.67	0.0001 **
N	5.22661	14.691896	0.36	0.7264 ns
$P_2O_5$	22.09550	18.338060	1.20	0.2447 ns
$K_2O$	27.89822	9.270532	3.01	0.0079 **
N* $P_2O_5$	0.18337	0.123830	1.48	0.1569 ns
N* $K_2O$	0.05386	0.062601	0.86	0.4016 ns
$P_2O_5$ * $K_2O$	0.11526	0.078136	1.48	0.1585 ns

Considerando el modelo polinomial para el rendimiento, la ecuación obedece al modelo:  $Y = 10886.45833 + 5.22661 N + 22.09550 P_2O_5 + 27.89822 K_2O + 0.18337 N * P_2O_5 + 0.05386 N * K_2O + 0.11526 P_2O_5 * K_2O$ .

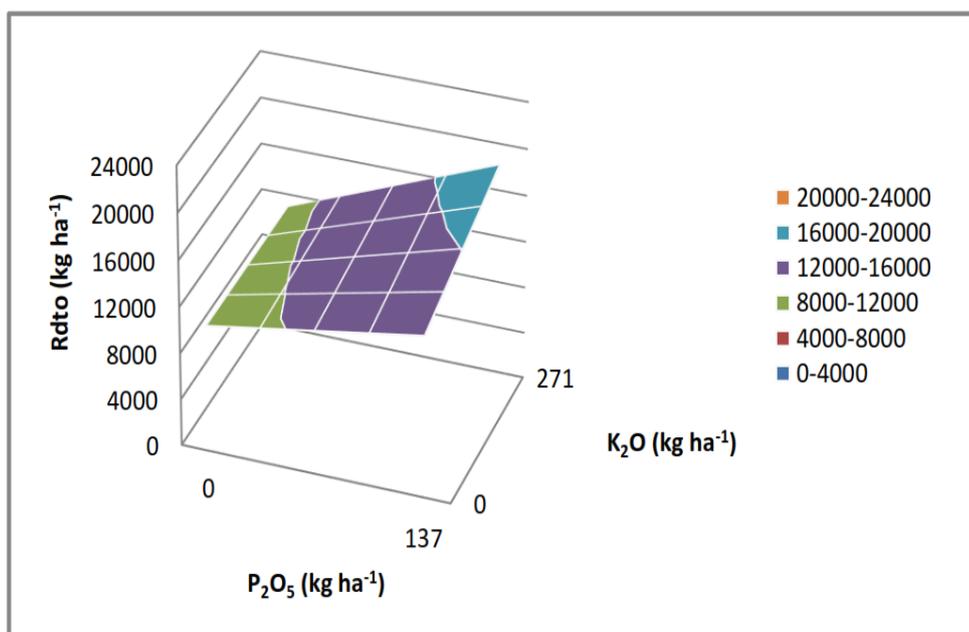
Sus figuras correspondientes, son las siguientes:



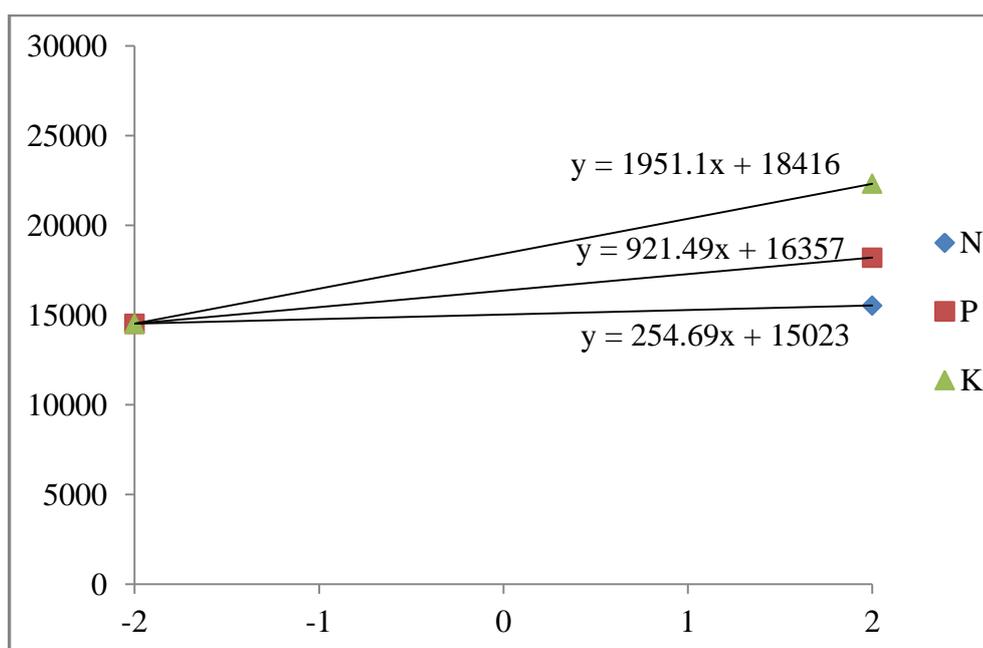
**Figura 3.2.** Superficie de respuesta de la interacción N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>



**Figura 3.3.** Superficie de respuesta de la interacción N-K<sub>2</sub>O



**Figura 3.4.** Superficie de respuesta de la interacción  $P_2O_5$ - $K_2O$



**Figura 3.5.** Influencia de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  en el rendimiento de sandía

Los valores de la pendiente en la figura 3.5. (Influencia de dosis crecientes de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , en el rendimiento de sandía, en ausencia de los otros dos nutrientes) y la figura Anexo 1. (Influencia de dosis crecientes de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , en el rendimiento de sandía, a nivel medio de los otros dos nutrientes), muestra que, en presencia de niveles medios de los otros nutrientes, la respuesta del cultivo al abonamiento con dosis crecientes de un nutriente es mayor, que la respuesta a éste en ausencia de los otros nutrientes.

### Recomendación de abonamiento para sandía

La tabla 3.5, muestra los requerimientos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O para el cultivo de sandía en el lugar en donde se realizó el ensayo (Comunidad Teresa, Pichari).

**Tabla 3.5.** Fórmula recomendada para la producción de sandía

Tratamiento	Rendimiento	Diferencia	Comp.	PAU	FC	FR
-N	24.60	9.99	19.98	40	50.0	50
-P	20.68	13.91	4.17	15	27.8	30
-K	17.95	16.64	49.93	50	99.9	100
C	34.59	<b>Fórmula recomendada: 50-30-100</b>				

La “Técnica de las parcelas de Omisión” permite estimar la contribución de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O por el suelo, y mediante cálculos sencillos se calcula la fórmula de abonamiento a recomendar en el sitio específico. En el caso de la comunidad Teresa, se recomienda una fórmula de 50-30-100 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O para un rendimiento de 34.59 t ha<sup>-1</sup>.

### 3.2. DIÁMETRO POLAR DEL FRUTO

La tabla anexo 3.3, presenta los datos del diámetro polar del fruto de sandía expresados en cm. El análisis de varianza se presenta en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6.** Análisis de varianza del diámetro polar del fruto de sandía. Teresa, Pichari

F.V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	7	92.98	13.28	41.94	<0.0001
Bloque	2	0.76	0.38	1.20	0.3292
Error	14	4.43	0.32		
Total	23	98.18			

C.V=3.73 %

En la tabla 3.6, se observa que no hay diferencias entre bloques, pero si entre los promedios de tratamientos, lo que indica que por lo menos un fruto de sandía tuvo el diámetro polar diferente.

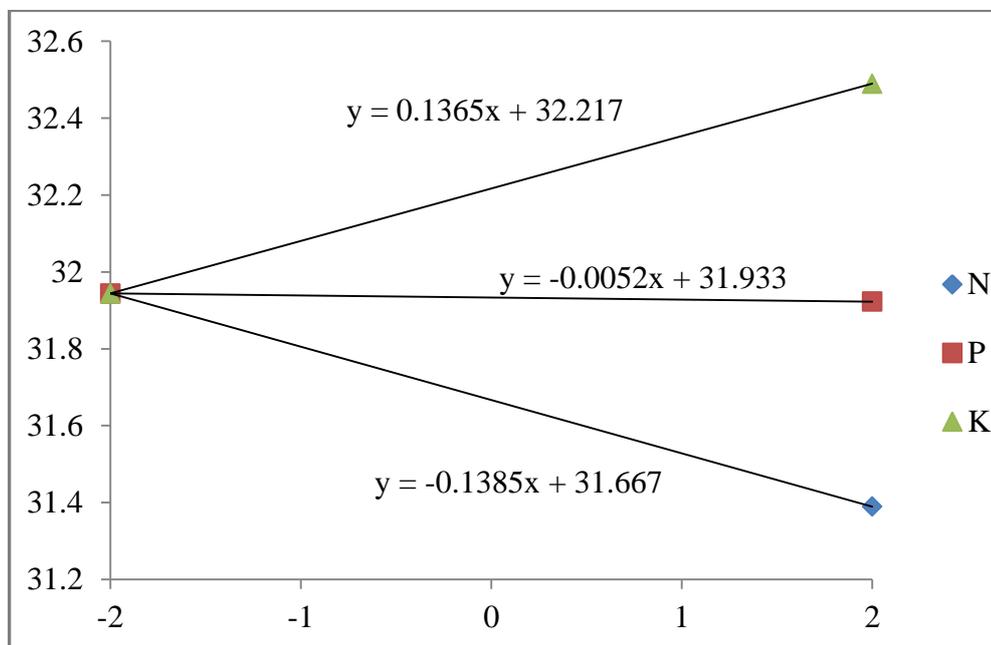
**Tabla 3.7.** Prueba de Duncan para el diámetro polar de fruto (cm). Teresa, Pichari

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significancia</b>
T8 (C)	171	137	271	19,833	<b>a</b>
T7 (-N)	0	137	271	15,817	<b>b</b>
T6 (-P)	171	0	271	15,117	<b>b c</b>
T5 (+K)	0	0	271	14,217	<b>b c</b>
T4 (-K)	171	137	0	15,017	<b>b c d</b>
T3 (+P)	0	137	0	13,800	<b>c d</b>
T2 (+N)	171	0	0	13,583	<b>c d</b>
T1 (T)	0	0	0	13,283	<b>d</b>

En la tabla 3.7 según la prueba de Duncan, indica que el tratamiento que alcanzó mayor diámetro polar y estadísticamente es superior a todos es el T8 (C: completo) con 19.833 cm, así como también el tratamiento que alcanzó menor diámetro polar es el T1 (T: testigo) con 13.283 cm; sin diferencia estadística con los tratamientos T2 (+N), T3 (+P) y T4 (-K). Al respecto, García (2018) en su investigación en determinar el rendimiento de cinco variedades de sandía, obtuvo los siguientes promedios 34.24, 34.21, 34.02, 30.29 y 28.14 cm de diámetro polar de fruto, estos resultados fueron superiores a los obtenidos en la presente investigación. De la misma manera, Cruz (1990) en su investigación determinar el rendimiento de cuatro variedades de sandía, obtuvo los siguientes promedios; 25.24, 24.31, 22.85 y 19.45 cm de diámetro polar de fruto, en comparación con los diámetros obtenidos, estos resultados fueron superiores. Asimismo, Aguilar (2014) refiere que esta variable está íntimamente relacionada con las características genéticas de la variedad y con las condiciones climáticas a la que se encuentre expuesta el cultivo durante su desarrollo vegetativo. El tamaño y la forma del fruto, son productos de factores genéticos de cada cultivar, buen manejo agronómico, nivel de fertilidad del suelo, condición ambiental y la densidad de población.

**Tabla 3.8.** Diámetro polar del fruto relativo (Dpr), respecto al testigo y al tratamiento completo. Teresa, Pichari

Tratamiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Promedio	Dpr (%)
T1 (T)	0	0	0	13.28	100.00
T2 (+N)	171	0	0	13.58	102.26
T3 (+P)	0	137	0	13.80	103.89
T4 (-K)	171	137	0	15.02	75.71
T5 (+K)	0	0	271	14.22	107.03
T6 (-P)	171	0	271	15.12	76.22
T7 (-N)	0	137	271	15.82	79.75
T8 (C)	171	137	271	19.83	100.00



**Figura 3.6.** Influencia de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en el diámetro polar del fruto de sandía

Sobre los promedios obtenidos del diámetro polar del fruto de sandía, se concluye que el aporte de N o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, no contribuyen significativamente en el desarrollo de la longitud de la sandía (según la técnica de las parcelas de inclusión); En el caso del K<sub>2</sub>O, su omisión (con respecto al completo) perjudica notablemente el rendimiento del cultivo, o su inclusión (con respecto al testigo) resulta de mucha importancia en el desarrollo de la longitud.

### 3.3. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO

La tabla anexo 3.4, presenta los datos del diámetro ecuatorial del fruto de sandía expresados en cm. El análisis de varianza se presenta en la tabla 3.9.

**Tabla 3.9.** Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto de sandía. Teresa, Pichari

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Tratamiento	7	138.13	19.73	78.50	<0.0001
Bloque	2	0.89	0.44	1.76	0.2078
Error	14	3.52	0.25		
Total	23	142.54			

C.V=1.49 %

La tabla 3.9, muestra que no hay diferencias entre bloques, pero si hay variaciones altamente significativas entre los promedios de tratamientos, lo que indica que por lo menos una variedad tuvo el diámetro ecuatorial diferente.

**Tabla 3.10.** Prueba de Duncan para el diámetro ecuatorial de fruto (cm). Teresa, Pichari

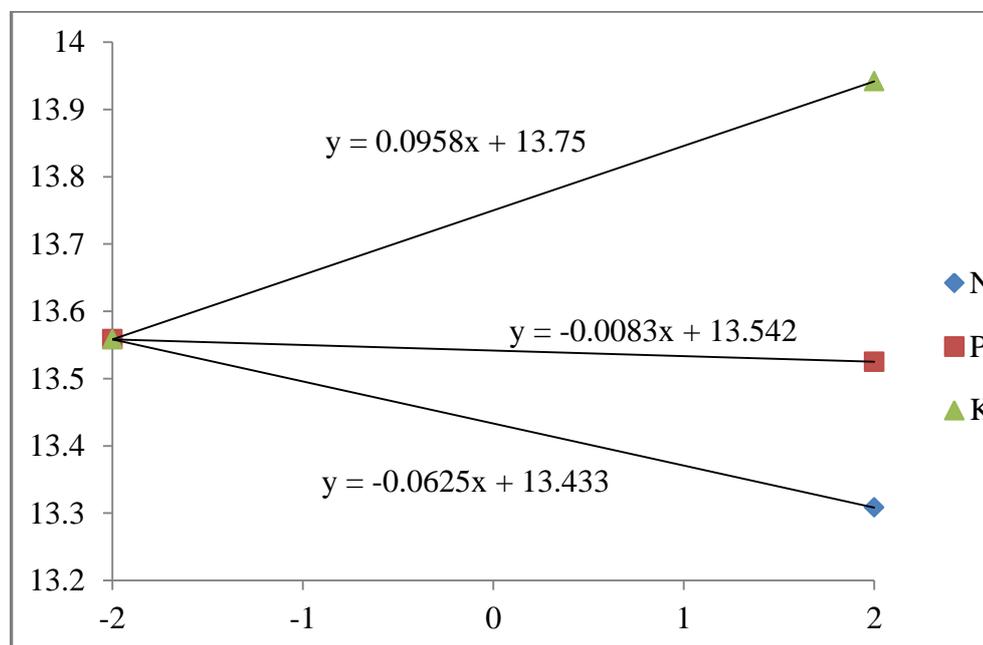
<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significancia</b>
T8 (C)	171	137	271	39,483	<b>a</b>
T7 (-N)	0	137	271	34,867	<b>b</b>
T6 (-P)	171	0	271	33,667	<b>b c</b>
T5 (+K)	0	0	271	32,800	<b>b c</b>
T4 (-K)	171	137	0	33,567	<b>c d</b>
T3 (+P)	0	137	0	32,233	<b>c d</b>
T2 (+N)	171	0	0	31,700	<b>d</b>
T1 (T)	0	0	0	31,633	<b>d</b>

En la tabla 3.10, se observa que el tratamiento T8 (C: completo) con 39.48 cm alcanzó estadísticamente el mayor diámetro ecuatorial, de la misma manera el tratamiento T1 (T: testigo) con 31.63 cm alcanzó el menor diámetro ecuatorial en comparación con los demás tratamientos. Referente a dichos resultados, García (2018) en su investigación en la determinación del rendimiento de cinco variedades de sandía, obtuvo los siguientes promedios 25.57, 23.19, 22.78, 21.74 y 20.77 cm de diámetro ecuatorial de fruto y estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente investigación. No obstante, Zacarías (2002) afirma que gracias a la plasticidad que tienen las especies del género

cucurbitácea, la planta puede aumentar o disminuir el diámetro de fruto y esto sucede para compensar los espacios de siembra. La forma y el tamaño del fruto están dados principalmente por factores genéticos de cada variedad, buen manejo agronómico, nivel de fertilidad del suelo, condición ambiental y la densidad de población.

**Tabla 3.11.** Diámetro ecuatorial del fruto relativo (Der), respecto al testigo y al tratamiento completo. Teresa, Pichari

Tratamiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Promedio	Der (%)
T1 (T)	0	0	0	31.63	100.00
T2 (+N)	171	0	0	31.70	100.21
T3 (+P)	0	137	0	32.23	101.90
T4 (-K)	171	137	0	33.57	85.01
T5 (+K)	0	0	271	32.80	103.69
T6 (-P)	171	0	271	33.67	85.27
T7 (-N)	0	137	271	34.87	88.31
T8 (C)	171	137	271	39.48	100.00



**Figura 3.7.** Influencia de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en el diámetro ecuatorial del fruto de sandía

De los resultados obtenidos sobre los promedios del diámetro ecuatorial del fruto de sandía, se puede afirmar que el aporte del N o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no contribuyen significativamente en el desarrollo del diámetro ecuatorial de la sandía (según la técnica de las parcelas de

inclusión); En el caso del  $K_2O$ , su omisión (con respecto al completo) afecta notablemente el rendimiento del cultivo, o su inclusión (con respecto al testigo) resulta de gran importancia en el desarrollo del diámetro ecuatorial.

## CONCLUSIONES

En las condiciones en la que se condujo el experimento, se plantean las siguientes conclusiones:

1. Con el aporte de 171-137-271 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, se obtuvo mejor rendimiento del cultivo de sandía (34.59 t ha<sup>-1</sup>), respecto de aquellos tratamientos que recibieron solo nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y el testigo.
2. La sola aplicación de potasio (271 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O), de fósforo (137 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y nitrógeno (171 kg ha<sup>-1</sup> N), permitió producir 19.60, 15.07 y 12.93 t ha<sup>-1</sup> de fruta sandía, respectivamente.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para un rendimiento de 34.59 t ha<sup>-1</sup> de sandía en la localidad de Teresa, distrito de Pichari, provincia de La Convención y departamento Cusco, se recomienda la fórmula de abonamiento de 50-30-100 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.
2. Realizar ensayos de diferentes densidades, formulaciones de nutrientes en el cultivo de sandía, con la finalidad de aproximarse a una fertilización incluyendo además otros nutrientes acordes a las características de los suelos en nuestra zona.
3. Difundir los resultados del ensayo a los agricultores que producen este cultivo en condiciones similares al ensayo de manera que puedan mejorar sus rendimientos comerciales y puedan obtener un mayor ingreso por unidad productiva.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alvarado, P., Escalona, V., Martínez, A., Monardes, H., & Urbina, C. (2009). Manual del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo* L). Nodo hortícola VI región, Chile.
- Anquise, R. (2010). Respuesta a la adaptación y rendimiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en el valle de San Gabán-Puno: Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Bolaños, A. (2001). Introducción a la olericultura. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Bruzon, C. (1988). El cultivo de la sandía o patilla. Guía para la producción de hortalizas. Cali, Colombia.
- Calzada, J. (1984). Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica: Lima, Perú.
- Cárdenas, V. (2001). Evaluación agroeconómica de siete materiales genéticos de sandía con tres niveles de podas vegetativas bajo condiciones protegidas en Zamorano: Tesis Ingeniero Agrónomo, Honduras.
- Chambi, T. (2008). Influencia de cinco niveles de biol sobre el crecimiento y rendimiento de dos cultivares híbridos de sandía (*Citrullus lanatus*) bajo condiciones de la Yarada. Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Ciampitti, I., & García, F. (2007). Requerimientos nutricionales absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Archivo agronómico N° 12.
- CORPOICA. (1998). Manual de asistencia técnica N° 07. El cultivo de la sandía o patilla (*Citrullus lanatus*) en el departamento del Meta, Colombia.
- Crops, B. (1983). Functions of Phosphorus in Plants. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Canadá.
- Cruz, B. (1992). Determinación de rendimiento de cuatro cultivares de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en el Valle de Moquegua: Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Cruz, H. (2010). Rendimiento de quince cultivares de sandía (*Citrullus lanatus* Thumb) en el valle de Moquegua: Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Delgado, F. (1987). Hortalizas datos básicos. Programa de hortalizas: Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- Dominguez, A. (1993). *Fertirrigación*. Editorial Mundi-Prensa: Madrid, España.
- Dufaul, J. (1986). Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant quality and early yield: Sociedad Estadounidense de Ciencias Hortícolas, Alexandria, United States.
- Edmon, J. (1984). *Horticultura. Etapas de desarrollo de la planta*. Editorial Continental: Mexico.
- Feltrim, A., Cecílio A., Vinicius M., Pavani L., Barbosa J., & Mendoza J. (2011). Distancia entre plantas y dosis de nitrógeno y potasio en sandía sin semilla fertirrigada, Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidade Estadual Paulista, Brasilia, Brasil.
- Flores, R., & Gadea, V. (2001). Efecto de número de plantas por nido y frutas por planta sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de sandía (*Citrullus vulgaris Schrad*). Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Fornaris, G. (2015). Cosecha y manejo postcosecha. Conjunto tecnológico para la producción de sandía. Estación experimental agrícola: Universidad de Puerto Rico.
- Garcia, M. (2018). Determinación del rendimiento de cinco cultivares de sandía (*Citrullus lanatus*) bajo riego por goteo en el CEA III "Los Pichones". Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Gómez, J. (1991). *El melón y la sandía*. Editorial Espansando: Caracas, Venezuela.
- Gutiérrez, J. (16 de Noviembre de 2009). Proyecto productivo Isla Bonita. Consultado el 18 de agosto del 2018. Disponible en:  
<http://islaboa.blogspot.com/2009/11/aporcado-y-crecimiento-de-plantas.html>
- IFA. (2002). *Los fertilizantes y su uso. Manual mundial sobre el uso de los fertilizantes*: París.
- INIAA. (1989). Producción de sandía mediante poda. "Boletín de divulgativa". Estación experimental, Moquegua, Perú.
- INPOFOS. (1997). *Informaciones agronómicas. Los componentes de los alimentos funcionales y la participación de los nutrientes minerales*: Quito, Ecuador.
- INTA. (2018). *Recomendaciones para la producción de sandía*: Nicaragua.
- INTAGRI. (Jueves de Diciembre de 2015). *Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal*. Consultado el 22 de agosto del 2018. Disponible en:

<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-funciones-del-potasio-en-la-nutricion-vegetal>

- Isakeit, T. (1998). Diagnosis and control of watermelon diseases in South Texas. Consultado el 20 de agosto del 2018. Disponible en: <http://agrillifebookstore.org>.
- Isherwood, K. (1990). IFA. 5<sup>th</sup> AFA Internacional annual conference: Cairo, Egypto.
- Japón, J. (1982). Cultivo de melón y sandía. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura y Pesca: Madrid, España.
- Larriva, N. (2003). Síntesis de la importancia del potasio en el suelo y planta. Revista de ciencias de la vida "La Granja": Cuenca, Ecuador.
- López, M. (1994). Horticultura. Editorial Trillas: México.
- Maroto, J. (2002). Horticultura herbácea especial. Editorial Mundi-Prensa: Madrid, España.
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). Principios de nutrición vegetal: Instituto internacional de la potasa, Basilea, Suiza.
- Munera, G. (2012). El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal: Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Perdomo, C. (2000). Nitrógeno. Área de suelos y cátedra de fertilidad: Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Pérez, F. (2007). Fisiología vegetal parte III : Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA. (Viernes de Setiembre de 2020). Las necesidades hídricas en la producción de sandía. Consultado el 15 de noviembre del 2020. Disponible en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/las-necesidades-hidricas-en-la-produccion-de-sandia>.
- PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN HORTICOLA. (2005). Guía para el cultivo de sandía. Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola. Editorial Chemonics International: Nicaragua.
- PROMOSTA. (2005). El cultivo de sandía. Guía tecnológica de frutas y vegetales: Costa Rica.
- Quesada, F., Castilla, N., & Pozuelo, J. (1990). Extracción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) del cultivo de sandía al aire libre con diferentes técnicas de semiforzado: I Congreso Ibérico de ciencias hortícolas, Lisboa, Portugal.

- Ramirez, A. (1962). Ensayo de Abonamiento con N y P en el cultivo de sandía en la zona de Huaral. Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Reche, J. (1998). Cultivo intensivo de la sandía. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Madrid, España.
- Rojas, M. (1979). Fisiología vegetal aplicada 2º ed. Editorial McGraw-Hill: México.
- Tineo, A. (2014). Superficies de respuesta: El Diseño 03 de Julio. Editorial Multiservicios Publigráf: Ayacucho, Perú.
- UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. (2009). Curso de introducción a la programación SAS®: Madrid, España.
- Usherwood, R. (1985). El papel del potasio en la calidad de los cultivos: Madison, USA.
- Valadez, A. (2006). Producción de Hortalizas. Editorial Noriega: Madrid, España.
- Viza, A. (2010). Influencia de cuatro niveles de fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) variedad Santa Amelia, en condiciones del valle de Moquegua. Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- West Analítica y Servicios S.A. . (2016). El cultivo de melón y sandía. Agricultura Razonada: Guadalajara, México.

# ANEXOS

### Anexo 1. Abonamiento en sandía. Parcelas de Omisión y de Inclusión

Tabla Anexo 1. Rendimiento de sandía (kg ha<sup>-1</sup>) y rendimiento relativo (%) para la técnica de las Parcelas de Omisión y Parcelas de Inclusión.

Tratam.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio	Rr(%)
T1 (T)	0	0	0	10100	9350	9750	9733.33	100.00
T2 (+N)	171	0	0	10500	11800	16500	12933.33	132.88
T3 (+P)	0	137	0	12500	17700	15000	15066.67	154.79
T4 (-K)	171	137	0	22350	15500	16000	17950.00	51.89
T5 (+K)	0	0	271	20250	18825	19725	19600.00	201.37
T6 (-P)	171	0	271	16000	22425	23625	20683.33	59.79
T7 (-N)	0	137	271	24375	23850	25575	24600.00	71.12
T8 (C)	171	137	271	29625	41900	32250	34591.67	100.00

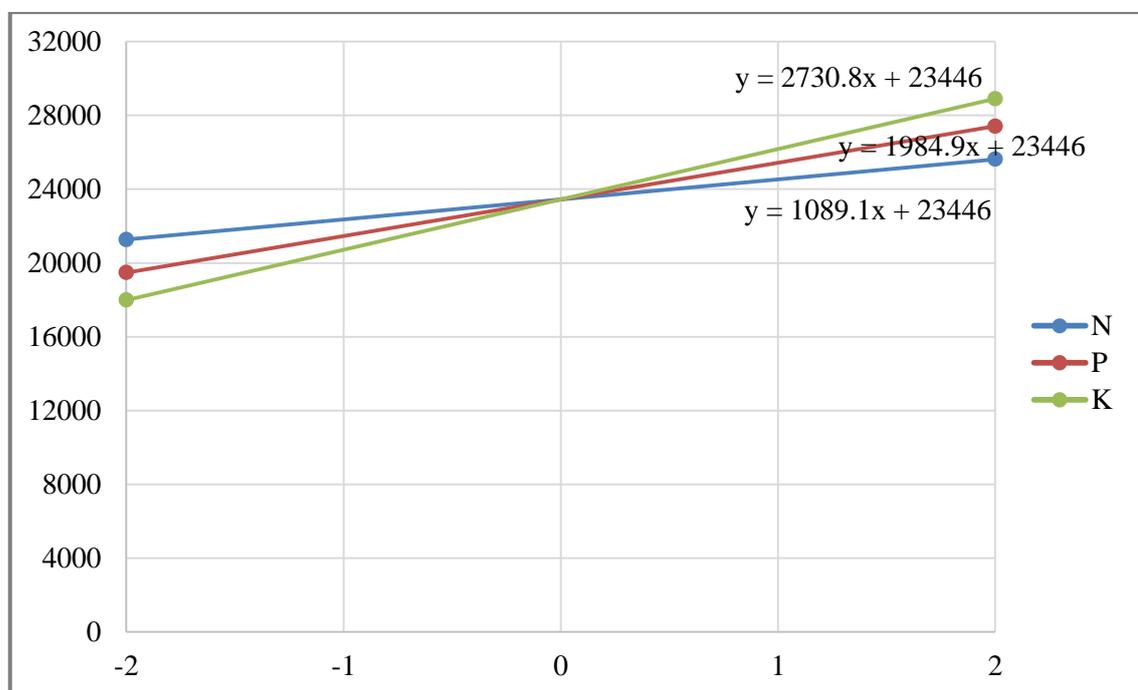


Figura Anexo 1. Influencia de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, en el rendimiento de sandía, cuando los otros dos factores están en su nivel medio

**Anexo 2.** Procedimiento de cálculo de abonamiento en sandía, mediante la “Técnica de las Parcelas de Omisión”

Tabla Anexo 2. Fórmula de abonamiento para el cultivo de sandía.

Tratamiento	Rendimiento	Diferencia	Comp.	PAU	FC	FR	
-N	24.60	9.99	19.98	40	50.0	50	
-P	20.68	13.91	4.17	15	27.8	30	
-K	17.95	16.64	49.93	50	99.9	100	
C	34.59	<b>Fórmula recomendada: 50-30-100</b>					

1. Ubicar los rendimientos de sandía obtenida en el campo (Rdto), en la columna 2, correspondiente a los tratamientos (Trat) identificados en la columna 1.

2. En la columna 3, registrar la diferencia (Dif) entre los rendimientos del tratamiento completo (C) y los tratamientos donde se omitió un factor (nutriente):

$$\text{Rdto (C)} - \text{Rdto (-N)} = 34.59 - 24.60 = 9.99$$

$$\text{Rdto (C)} - \text{Rdto (-P)} = 34.59 - 20.68 = 13.91$$

$$\text{Rdto (C)} - \text{Rdto (-K)} = 34.59 - 17.95 = 16.64$$

3. En la columna 4, se halla la parte complementaria (Comp) de nutrientes que debe incorporar la cosecha (el cultivo) en sus tejidos, a partir de los abonos, para alcanzar el rendimiento planteado ( $60 \text{ t ha}^{-1}$ ). Se conoce que el requerimiento del cultivo de sandía para producir 1 tonelada de sandía es 2-0.3-3 kg de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O:

$$\text{N} = 9.99 * 2.0 = 19.98$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 13.91 * 0.3 = 4.17$$

$$\text{K}_2\text{O} = 16.64 * 3.0 = 49.93$$

4. Los nutrientes que se proveen, están sujetos a pérdidas en el suelo por diferentes mecanismos (lixiviación, fijación, etc.). La eficiencia de uso de los nutrientes suministrados vía abonamiento (PAU) depende de factores edáficos, climáticos y genéticos, entre otros. Considerando los valores indicados en la columna 5 (estimado para las condiciones de la comunidad de Teresa), calculamos las cantidades de abono (columna 6) requerido (FC):

$$\text{N} = 19.98 \cdot 100 / 40 = 50.0$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 4.17 \cdot 100 / 15 = 27.8$$

$$\text{K}_2\text{O} = 49.93 \cdot 100 / 50 = 99.9$$

5. Los valores de la columna 6 se redondean por comodidad para representarlo como una fórmula de abonamiento a recomendar (columna 7: FR); en este caso 50-30-100 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.

### Anexo 3. Datos de las evaluaciones realizadas

Tabla Anexo 3.1. Datos ordenados de la cantidad de frutos por planta (unidades).

<b>Tratamiento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>I</b>	2	2	2	3	3	2	3	3
<b>Bloques II</b>	2	2	3	2	3	3	3	4
<b>III</b>	2	3	3	2	3	3	3	3
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Promedio</b>	<b>2.00</b>	<b>2.33</b>	<b>2.67</b>	<b>2.33</b>	<b>3.00</b>	<b>2.67</b>	<b>3.00</b>	<b>3.33</b>

Tabla Anexo 3.2. Datos ordenados del peso de cada fruto (kg).

<b>Tratamiento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>I</b>	2.02	2.1	2.5	2.98	2.7	3.2	3.25	3.95
<b>Bloques II</b>	1.87	2.36	2.36	3.1	2.51	2.99	3.18	4.19
<b>III</b>	1.95	2.2	2	3.2	2.63	3.15	3.41	4.3
<b>Total</b>	<b>5.84</b>	<b>6.66</b>	<b>6.86</b>	<b>9.28</b>	<b>7.84</b>	<b>9.34</b>	<b>9.84</b>	<b>12.44</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.95</b>	<b>2.22</b>	<b>2.29</b>	<b>3.09</b>	<b>2.61</b>	<b>3.11</b>	<b>3.28</b>	<b>4.15</b>

Tabla Anexo 3.3. Datos ordenados del diámetro polar del fruto (cm).

<b>Tratamiento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>I</b>	13.4	13.45	14.1	14.25	14.35	15.8	16	19
<b>Bloques II</b>	13.1	13.7	13.9	15	14	14.75	15.15	19.5
<b>III</b>	13.35	13.6	13.4	15.8	14.3	14.8	16.3	21
<b>Total</b>	<b>39.85</b>	<b>40.75</b>	<b>41.4</b>	<b>45.05</b>	<b>42.65</b>	<b>45.35</b>	<b>47.45</b>	<b>59.5</b>
<b>Promedio</b>	<b>13.28</b>	<b>13.58</b>	<b>13.80</b>	<b>15.02</b>	<b>14.22</b>	<b>15.12</b>	<b>15.82</b>	<b>19.83</b>

Tabla Anexo 3.4. Datos ordenados del diámetro ecuatorial del fruto (cm).

<b>Tratamiento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>I</b>	31.3	32	32.2	33.3	33	34	35	38.35
<b>Bloques II</b>	31.6	31.3	32.5	33.5	32.4	33	34.2	40.1
<b>III</b>	32	31.8	32	33.9	33	34	35.4	40
<b>Total</b>	<b>94.9</b>	<b>95.1</b>	<b>96.7</b>	<b>100.7</b>	<b>98.4</b>	<b>101</b>	<b>104.6</b>	<b>118.45</b>
<b>Promedio</b>	<b>31.63</b>	<b>31.70</b>	<b>32.23</b>	<b>33.57</b>	<b>32.80</b>	<b>33.67</b>	<b>34.87</b>	<b>39.48</b>

#### Anexo 4. Índice de rentabilidad económica

Tabla Anexo 4. Índice de rentabilidad económica

<b>Trat.</b>	<b>Descr.</b>	<b>Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Precio (S/. kg)</b>	<b>Ingreso por venta (S/.)</b>	<b>Costo de prod. (S/.)</b>	<b>Utilidad</b>	<b>Índice de rentab.</b>
<b>T8</b>	<b>C</b>	34591.67	1.00	34591.67	13324.50	21267.17	1.60
<b>T7</b>	<b>-N</b>	24600.00	1.00	24600.00	12516.00	12084.00	0.97
<b>T6</b>	<b>-P</b>	20683.33	1.00	20683.33	12432.00	8251.33	0.66
<b>T5</b>	<b>+K</b>	19600.00	1.00	19600.00	11833.50	7766.50	0.66
<b>T4</b>	<b>-K</b>	17950.00	1.00	17950.00	11875.50	6074.50	0.51
<b>T3</b>	<b>+P</b>	15066.67	1.00	15066.67	11224.50	3842.17	0.34
<b>T2</b>	<b>+N</b>	12933.33	1.00	12933.33	11140.50	1792.83	0.16
<b>T1</b>	<b>T</b>	9733.33	1.00	9733.33	9702.00	31.33	0.00

**Anexo 5.** Costo de producción del cultivo de sandía por hectárea

Tabla Anexo 5.1. Costo de producción del tratamiento T1 (Sin fertilizante).

Actividad	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
<b>I. Costos directos</b>				<b>S/. 9,240.00</b>
<b>Herramientas</b>				<b>S/. 640.00</b>
Machete	Unidad	8	15	120.00
Azadón	Unidad	8	40	320.00
Limador	Unidad	10	20	200.00
<b>Terreno</b>				<b>S/. 3,500.00</b>
Terreno a instalar	ha	1	3500	3500.00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Rozo	Jornal	10	50	500.00
Quema	Jornal	10	30	300.00
Limpieza	Jornal	10	50	500.00
<b>Instalación</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	10	50	500.00
Siembra	Jornal	10	50	500.00
Abonado	Jornal	0	0	0.00
<b>Labores culturales</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
1er deshierbo (aporque)	Jornal	9	50	450.00
2do deshierbo (aporque)	Jornal	9	50	450.00
1er control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
2do control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
<b>Cosecha</b>				<b>S/. 300.00</b>
Arranque	Jornal	6	50	300.00
<b>Insumos</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Semillas	g	500	2	1000.00
<b>Fertilizantes</b>				<b>S/. 0.00</b>
Urea	Saco	0	130	0.00
Superfosfato triple de calcio	Saco	0	150	0.00
Cloruro de potasio	Saco	0	130	0.00
<b>Movilidad</b>				<b>S/. 200.00</b>
Traslado de frutos	Flete	2	100	200.00
<b>II. Costos indirectos</b>				<b>S/. 462.00</b>
Gastos administrativos y generales (5% G.D)				<b>S/. 462.00</b>
<b>Costo total</b>				<b>S/. 9,702.00</b>

Tabla Anexo 5.2. Costo de producción del tratamiento T2 (Fertilizado con N).

Actividad	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
<b>I. Costos directos</b>				<b>S/. 10,610.00</b>
<b>Herramientas</b>				<b>S/. 640.00</b>
Machete	Unidad	8	15	120.00
Azadón	Unidad	8	40	320.00
Limador	Unidad	10	20	200.00
<b>Terreno</b>				<b>S/. 3,500.00</b>
Terreno a instalar	ha	1	3500	3500.00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Rozo	Jornal	10	50	500.00
Quema	Jornal	10	30	300.00
Limpieza	Jornal	10	50	500.00
<b>Instalación</b>				<b>S/. 1,500.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	10	50	500.00
Siembra	Jornal	10	50	500.00
Abonado	Jornal	10	50	500.00
<b>Labores culturales</b>				<b>S/. 1,400.00</b>
1er deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
2do deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
1er control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
2do control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
<b>Cosecha</b>				<b>S/. 450.00</b>
Arranque	Jornal	9	50	450.00
<b>Insumos</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Semillas	g	500	2	1000.00
<b>Fertilizantes</b>				<b>S/. 520.00</b>
Urea	Saco	4.0	130	520.00
Superfosfato triple de calcio	Saco	0.0	150	0.00
Cloruro de potasio	Saco	0.0	130	0.00
<b>Movilidad</b>				<b>S/. 300.00</b>
Traslado de frutos	Flete	3	100	300.00
<b>II. Costos indirectos</b>				<b>S/. 530.50</b>
Gastos administrativos y generales (5% G.D)				<b>S/. 530.50</b>
<b>Costo total</b>				<b>S/. 11,140.50</b>

Tabla Anexo 5.3. Costo de producción del tratamiento T3 (Fertilizado con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Actividad	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
<b>I. Costos directos</b>				<b>S/. 10,690.00</b>
<b>Herramientas</b>				<b>S/. 640.00</b>
Machete	Unidad	8	15	120.00
Azadón	Unidad	8	40	320.00
Limador	Unidad	10	20	200.00
<b>Terreno</b>				<b>S/. 3,500.00</b>
Terreno a instalar	ha	1	3500	3500.00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Rozo	Jornal	10	50	500.00
Quema	Jornal	10	30	300.00
Limpieza	Jornal	10	50	500.00
<b>Instalación</b>				<b>S/. 1,500.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	10	50	500.00
Siembra	Jornal	10	50	500.00
Abonado	Jornal	10	50	500.00
<b>Labores culturales</b>				<b>S/. 1,400.00</b>
1er deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
2do deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
1er control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
2do control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
<b>Cosecha</b>				<b>S/. 500.00</b>
Arranque	Jornal	10	50	500.00
<b>Insumos</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Semillas	g	500	2	1000.00
<b>Fertilizantes</b>				<b>S/. 450.00</b>
Urea	Saco	0.0	130	0.00
Superfosfato triple de calcio	Saco	3.0	150	450.00
Cloruro de potasio	Saco	0.0	130	0.00
<b>Movilidad</b>				<b>S/. 400.00</b>
Traslado de frutos	Flete	4	100	400.00
<b>II. Costos indirectos</b>				<b>S/. 534.50</b>
Gastos administrativos y generales (5% G.D)				<b>S/. 534.50</b>
<b>Costo total</b>				<b>S/. 11,224.50</b>

Tabla Anexo 5.4. Costo de producción del tratamiento T4 (Fertilizado con N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Actividad	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
<b>I. Costos directos</b>				<b>S/. 11,310.00</b>
<b>Herramientas</b>				<b>S/. 640.00</b>
Machete	Unidad	8	15	120.00
Azadón	Unidad	8	40	320.00
Limador	Unidad	10	20	200.00
<b>Terreno</b>				<b>S/. 3,500.00</b>
Terreno a instalar	ha	1	3500	3500.00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Rozo	Jornal	10	50	500.00
Quema	Jornal	10	30	300.00
Limpieza	Jornal	10	50	500.00
<b>Instalación</b>				<b>S/. 1,500.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	10	50	500.00
Siembra	Jornal	10	50	500.00
Abonado	Jornal	10	50	500.00
<b>Labores culturales</b>				<b>S/. 1,400.00</b>
1er deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
2do deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
1er control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
2do control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
<b>Cosecha</b>				<b>S/. 600.00</b>
Arranque	Jornal	12	50	600.00
<b>Insumos</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Semillas	g	500	2	1000.00
<b>Fertilizantes</b>				<b>S/. 970.00</b>
Urea	Saco	4.0	130	520.00
Superfosfato triple de calcio	Saco	3.0	150	450.00
Cloruro de potasio	Saco	0.0	130	0.00
<b>Movilidad</b>				<b>S/. 400.00</b>
Traslado de frutos	Flete	4	100	400.00
<b>II. Costos indirectos</b>				<b>S/. 565.50</b>
Gastos administrativos y generales (5% G.D)				<b>S/. 565.50</b>
<b>Costo total</b>				<b>S/. 11,875.50</b>

Tabla Anexo 5.5. Costo de producción del tratamiento T5 (Fertilizado con K<sub>2</sub>O).

Actividad	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
<b>I. Costos directos</b>				<b>S/. 11,270.00</b>
<b>Herramientas</b>				<b>S/. 640.00</b>
Machete	Unidad	8	15	120.00
Azadón	Unidad	8	40	320.00
Limador	Unidad	10	20	200.00
<b>Terreno</b>				<b>S/. 3,500.00</b>
Terreno a instalar	ha	1	3500	3500.00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Rozo	Jornal	10	50	500.00
Quema	Jornal	10	30	300.00
Limpieza	Jornal	10	50	500.00
<b>Instalación</b>				<b>S/. 1,500.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	10	50	500.00
Siembra	Jornal	10	50	500.00
Abonado	Jornal	10	50	500.00
<b>Labores culturales</b>				<b>S/. 1,400.00</b>
1er deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
2do deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
1er control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
2do control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
<b>Cosecha</b>				<b>S/. 650.00</b>
Arranque	Jornal	13	50	650.00
<b>Insumos</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Semillas	g	500	2	1000.00
<b>Fertilizantes</b>				<b>S/. 780.00</b>
Urea	Saco	0.0	130	0.00
Superfosfato triple de calcio	Saco	0.0	150	0.00
Cloruro de potasio	Saco	6.0	130	780.00
<b>Movilidad</b>				<b>S/. 500.00</b>
Traslado de frutos	Flete	5	100	500.00
<b>II. Costos indirectos</b>				<b>S/. 563.50</b>
Gastos administrativos y generales (5% G.D)				<b>S/. 563.50</b>
<b>Costo total</b>				<b>S/. 11,833.50</b>

Tabla Anexo 5.6. Costo de producción del tratamiento T6 (Fertilizado con N y K<sub>2</sub>O).

Actividad	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
<b>I. Costos directos</b>				<b>S/. 11,840.00</b>
<b>Herramientas</b>				<b>S/. 640.00</b>
Machete	Unidad	8	15	120.00
Azadón	Unidad	8	40	320.00
Limador	Unidad	10	20	200.00
<b>Terreno</b>				<b>S/. 3,500.00</b>
Terreno a instalar	ha	1	3500	3500.00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Rozo	Jornal	10	50	500.00
Quema	Jornal	10	30	300.00
Limpieza	Jornal	10	50	500.00
<b>Instalación</b>				<b>S/. 1,500.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	10	50	500.00
Siembra	Jornal	10	50	500.00
Abonado	Jornal	10	50	500.00
<b>Labores culturales</b>				<b>S/. 1,400.00</b>
1er deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
2do deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
1er control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
2do control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
<b>Cosecha</b>				<b>S/. 700.00</b>
Arranque	Jornal	14	50	700.00
<b>Insumos</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Semillas	g	500	2	1000.00
<b>Fertilizantes</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Urea	Saco	4.0	130	520.00
Superfosfato triple de calcio	Saco	0.0	150	0.00
Cloruro de potasio	Saco	6.0	130	780.00
<b>Movilidad</b>				<b>S/. 500.00</b>
Traslado de frutos	Flete	5	100	500.00
<b>II. Costos indirectos</b>				<b>S/. 592.00</b>
Gastos administrativos y generales (5% G.D)				<b>S/. 592.00</b>
<b>Costo total</b>				<b>S/. 12,432.00</b>

Tabla Anexo 5.7. Costo de producción del tratamiento T7 (Fertilizado con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O).

Actividad	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
<b>I. Costos directos</b>				<b>S/. 11,920.00</b>
<b>Herramientas</b>				<b>S/. 640.00</b>
Machete	Unidad	8	15	120.00
Azadón	Unidad	8	40	320.00
Limador	Unidad	10	20	200.00
<b>Terreno</b>				<b>S/. 3,500.00</b>
Terreno a instalar	ha	1	3500	3500.00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Rozo	Jornal	10	50	500.00
Quema	Jornal	10	30	300.00
Limpieza	Jornal	10	50	500.00
<b>Instalación</b>				<b>S/. 1,500.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	10	50	500.00
Siembra	Jornal	10	50	500.00
Abonado	Jornal	10	50	500.00
<b>Labores culturales</b>				<b>S/. 1,400.00</b>
1er deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
2do deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
1er control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
2do control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
<b>Cosecha</b>				<b>S/. 750.00</b>
Arranque	Jornal	15	50	750.00
<b>Insumos</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Semillas	g	500	2	1000.00
<b>Fertilizantes</b>				<b>S/. 1,230.00</b>
Urea	Saco	0.0	130	0.00
Superfosfato triple de calcio	Saco	3.0	150	450.00
Cloruro de potasio	Saco	6.0	130	780.00
<b>Movilidad</b>				<b>S/. 600.00</b>
Traslado de frutos	Flete	6	100	600.00
<b>II. Costos indirectos</b>				<b>S/. 596.00</b>
Gastos administrativos y generales (5% G.D)				<b>S/. 596.00</b>
<b>Costo total</b>				<b>S/. 12,516.00</b>

Tabla Anexo 5.8. Costo de producción del tratamiento T8 (Fertilizado con N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O).

Actividad	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
<b>I. Costos directos</b>				<b>S/. 12,690.00</b>
<b>Herramientas</b>				<b>S/. 640.00</b>
Machete	Unidad	8	15	120.00
Azadón	Unidad	8	40	320.00
Limador	Unidad	10	20	200.00
<b>Terreno</b>				<b>S/. 3,500.00</b>
Terreno a instalar	ha	1	3500	3500.00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>S/. 1,300.00</b>
Rozo	Jornal	10	50	500.00
Quema	Jornal	10	30	300.00
Limpieza	Jornal	10	50	500.00
<b>Instalación</b>				<b>S/. 1,500.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	10	50	500.00
Siembra	Jornal	10	50	500.00
Abonado	Jornal	10	50	500.00
<b>Labores culturales</b>				<b>S/. 1,400.00</b>
1er deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
2do deshierbo (aporque)	Jornal	10	50	500.00
1er control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
2do control fitosanitario	Jornal	4	50	200.00
<b>Cosecha</b>				<b>S/. 800.00</b>
Arranque	Jornal	16	50	800.00
<b>Insumos</b>				<b>S/. 1,000.00</b>
Semillas	g	500	2	1000.00
<b>Fertilizantes</b>				<b>S/. 1,750.00</b>
Urea	Saco	4.0	130	520.00
Superfosfato triple de calcio	Saco	3.0	150	450.00
Cloruro de potasio	Saco	6.0	130	780.00
<b>Movilidad</b>				<b>S/. 800.00</b>
Traslado de frutos	Flete	8	100	800.00
<b>II. Costos indirectos</b>				<b>S/. 634.50</b>
Gastos administrativos y generales (5% G.D)				<b>S/. 634.50</b>
<b>Costo total</b>				<b>S/. 13,324.50</b>

## Anexo 6. Panel fotográfico



**Foto 01:** Limpieza general de la parcela de investigación el cual está ubicado en la comunidad de Teresa, Pichari.



**Foto 02:** Conclusión de limpieza de la parcela experimental.



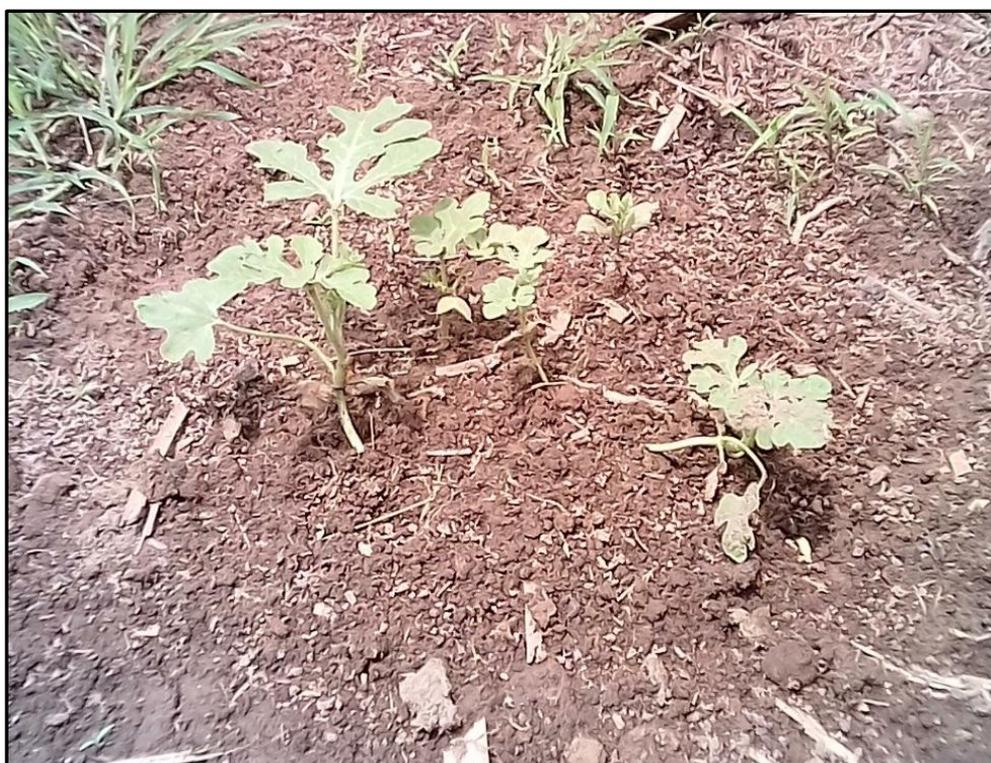
**Foto 03:** Germinación de plántulas de sandía.



**Foto 04:** Hoyado para realizar el trasplante de las plántulas germinadas.



**Foto 05:** Preparación del hoyado para realizar la siembra de las plántulas.



**Foto 06:** Plántulas trasplantadas en campo definitivo.



**Foto 07:** Plántulas de sandía de un mes de ser trasplantado a campo definitivo.



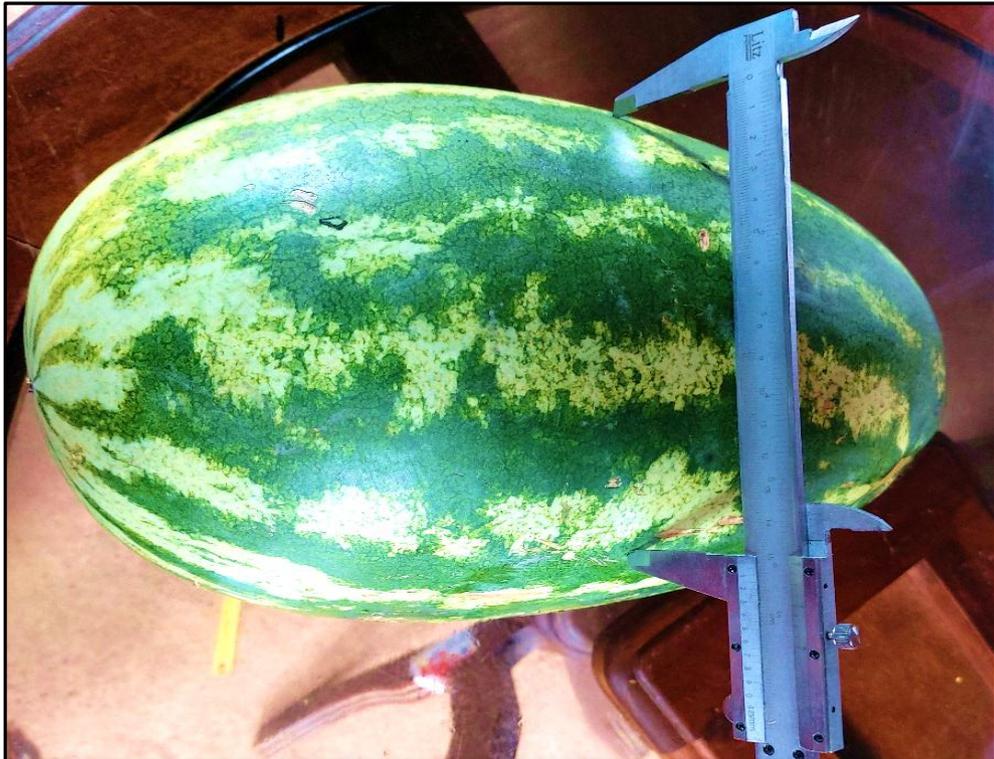
**Foto 08:** Planta de sandía en estado de floración.



**Foto 09:** Fruto de sandía en crecimiento.



**Foto 10:** Medición del peso (kg) del fruto de sandía utilizando una balanza digital con una precisión de 5 g.



**Foto 11:** Medición del diámetro polar (cm) del fruto de sandía utilizando como instrumento el vernier.



**Foto 12:** Medición del diámetro ecuatorial (cm) del fruto de sandía utilizando una forcípula mecánica.



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

### **“Influencia del abonamiento sintético (NPK) en el rendimiento de sandía (*Citrullus lanatus*) Pichari-Cusco 2016.**

Autor : Oscar Augusto Guerra Delgado

Asesor : Haroldo Satalaya Reategui

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 14 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 23 de julio de 2022

-----  
**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATED**  
**Presidente de comisión**

# Influencia del abonamiento sintético (NPK) en el rendimiento de sandía (*Citrullus lanatus*) Pichari-Cusco 2016.

*por* Oscar Augusto Guerra Delgado

---

**Fecha de entrega:** 21-jul-2022 11:02p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1873647556

**Nombre del archivo:** TESIS\_SANDIA\_-\_OSCAR\_GUERRA.pdf (3.89M)

**Total de palabras:** 17129

**Total de caracteres:** 89811

# Influencia del abonamiento sintético (NPK) en el rendimiento de sandía (Citrullus lanatus) Pichari-Cusco 2016.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="http://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="http://agronomia.unas.edu.pe">agronomia.unas.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://redi.unjbg.edu.pe">redi.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://dspace.utb.edu.ec">dspace.utb.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%

9

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

10

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

11

www.scielo.cl

Fuente de Internet

<1 %

12

cdigital.uv.mx

Fuente de Internet

<1 %

13

globalhealthmas.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo