

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

**NIVELES DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN EL CULTIVO  
DE SANDIA (*Citrullus lanatus*) CULTIVAR 'KLONDIKE'  
BAJO R.L.A.F.: GOTEO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach: APOLINARIO TANCARA GUTIÉRREZ**

Para optar el título de

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA—PERÚ**

**2009**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA**


**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

**NIVELES DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN EL CULTIVO DE SANDIA  
(*Citrillus lanatus*) CULTIVAR 'KLONDIKE'  
BAJO R.L.A.F.: GOTEIO**

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 06 DE ENERO DEL 2006  
ESTANDO INTEGRADO EL JURADO CALIFICADOR**

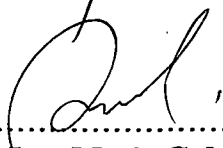
**PRESIDENTE**

  
.....  
**Msc. Nivardo Núñez Torreblanca**

**SECRETARIO**

  
.....  
**Dr. Oscar Fernandez Cutire**

**VOCAL**

  
.....  
**Ing. Mario Galvez Briceño**

**ASESOR**

  
.....  
**Ing. Magno Robles Tello**

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

TITULO PROFESIONAL

Tomos: 02

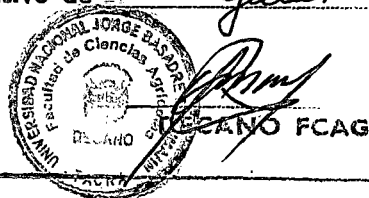
Folio N° 311

El Decano de la Facultad, CERTIFICA:

Que el Bachiller: Tameara Gutierrez  
Apolinario

ha sustentado el presente Trabajo de Tesis y ha sido APROBADO  
por Mayoría, con el calificativo de Regular

Tacna, octubre 2009



## **DEDICATORIA**

A mis padres Valentín y Marcelina por su amor  
cariño y constancia por hacer de mi una persona  
de bien

A mi hija Lorena Valentina, por ser motivo de mi  
superación

A mi eterno amor y futura esposa Yovana  
Ramos, por su comprensión y aliento constante e  
incondicional para la obtención de mi título  
profesional

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la facultad de ciencias agrícolas, escuela de agronomía porque sus aulas estimularon y forjaron mis conocimientos.
- A mis profesores por sus enseñanzas que contribuyeron a mi formación como estudiante y futuro profesional.
- A mis familiares y amigos que de una u otra forma contribuyeron a forjarme como persona y profesional
- A mis compañeros de estudio por brindarme su apoyo y compartir conmigo sus experiencias

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN .....	01
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	03
MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	44
CONCLUSIONES .....	61
RECOMENDACIONES .....	63
BIBLIOGRAFÍA .....	64
ANEXOS .....	69

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación “Niveles de nitrógeno y fósforo en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) cultivar ‘Klondike’ bajo R.L.A.F.: Goteo” se llevo a cabo en el CEA-III Fundo “Los Pichones” de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna. Teniendo como objetivos: Determinar la dosis optima de nitrógeno y fósforo para el manejo adecuado de la fertilización.

El experimento se desarrolló durante los meses de octubre de 2001a enero del 2002.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos aleatorios con cuatro repeticiones, con dieciséis tratamientos de fertilización de N-P por lo cual se evaluaron cuatro niveles de nitrógeno (80;160;240;320 kg de N/ha) las cuales se combinaron con cuatro niveles de fósforo (40;80;160;240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

El análisis de los resultado demostró que tanto para, rendimiento total de frutos, el peso de fruto, concentracion de sólidos solubles y diámetro longitudinal existe interacción de los factores nitrógeno y fósforo, es decir que existe efectos dependientes de cada factor.

Se concluyó que con el nivel de fertilización 218,44 kgN/ha y de 138,49 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se obtuvo el más alto rendimiento total de 57,086 t/ha.

## I. INTRODUCCIÓN

La fertilización, es una práctica indispensable en toda agricultura, sea como conservadora de la fertilidad de suelos y/o como factor importante en el incremento de los rendimientos. La explotación de las plantas en general, se realiza en forma intensiva y por ende es lógico pensar que la extracción de nutrientes del suelo es bastante alta, por lo cual debe darse cumplimiento a varias premisas en relación a conocer que, cuanto, como, cuando y en que forma se deben utilizar. Evidentemente no existe una respuesta simple debido a las innumerables situaciones con las que podemos encontrarnos, por ejemplo la relación entre las curvas de crecimiento y las de absorción de nutrientes en función de la edad de cultivo permitirá elaborar parte del plan, mostrando de este modo el “cuándo” adecuado para la aplicación de nutrientes.

En Tacna la producción de sandía se viene incrementando de manera significativa, de 134 ha en 1999, se ha llegado a sembrar en el año 2001 150 ha, en este ultimo año se logró exportar 166 766,4 kg de sandía hacia el mercado de Chile.

Por estas razones es que se debe fomentar este cultivo no sólo con fines de exportación sino también para el consumo interno masivo.

Para ello el agricultor deberá de disponer de datos ajustados a las condiciones locales con objeto de poder determinar la fertilización que debe aplicarse tanto en

cantidades totales de nutrientes como su distribución a lo largo del cultivo. Con ello se aseguraría la máxima eficacia en la utilización de los fertilizantes sin provocar excesos no deseables para el medio ambiente y consiguiendo así un desarrollo óptimo del cultivo.

La falta de existencia de datos reales y de la importancia que esta información tiene para la eficiencia de la fertilización, debe servir para estimular las acciones necesarias para que, mediante los trabajos de investigación se vaya obteniendo dicha información, lo cual permitirá una utilización adecuada de los fertilizantes y reducir las deficiencias o excesos del uso de los fertilizantes, lo cual para el agricultor se dará a conocer económicamente, reduciendo sus gastos e incrementando el rendimiento del cultivo.

Por lo antes mencionado, se consideró muy importante realizar este trabajo de investigación el cual tiene el siguiente objetivo:

- a) Determinar la dosis óptima de nitrógeno y fósforo en el cultivo de la sandía, bajo riego localizado de alta frecuencia: goteo.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 GENERALIDADES SOBRE LA SANDIA**

#### **2.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO EN EL PERÚ Y EL MUNDO**

La sandía en el Perú comercializa bajo dos formas, en tajadas o entero cuando su destino es el mercado local y entero cuando el mercado es de exportación.

El cultivo de sandía en el Perú se concentra a lo largo de la franja costera porque ofrece las condiciones de temperatura propicias para el desarrollo del cultivo, los primeros sembríos se dan en la costa norte. El cultivo más utilizado es el 'Peacock' y es cultivado para la comercialización en el mercado local y nacional. Los cultivares más utilizados con fines de exportación desde el 2001 realizados en Tacna son las de cáscara rayada 'Klondike', 'Star brite' y el 'Emperor'. Las zonas productoras más importantes son Loreto, La Libertad, Lima e Ica.

#### **• ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN**

El área sembrada en Tacna de esta fruta no figura estadísticas oficiales; sin embargo se tiene los siguientes datos aproximados:

**Cuadro 1: Área sembrada de sandía en Tacna**

<b>AÑO</b>	<b>ÁREA SEMBRADA</b>	<b>ZONA DE PRODUCCIÓN</b>
2000	280 ha	Tacna
2001	150 ha	Tacna
2002	191 ha	Tacna

FUENTE: A. Agrarias

ELABORACIÓN: O.I.A. Tacna

La sandía puede ser exportado en los meses de 15 de setiembre al 15 de diciembre hacia los mercados de Chile ya que los meses siguientes son de cosecha en ese país.

A continuación se presenta los volúmenes de exportación en el año 2001.

<b>DESTINO</b>	<b>kg FRUTOS</b>
Chile	106 744,4

FUENTE: Ceticos Tacna

### **2.1.2 SOBRE EL CULTIVO DE LA SANDIA**

Su origen se considera que es el sureste de África y sur de Asia como especie comestible. Su centro primario se le considera en África Central y del sur fue propagada para aprovecharse como forraje. Se conoció

primero en Egipto pero es en la India donde se alcanza la mayor diversidad de cultivares.

En el siglo XVI se introduce a Europa para posteriormente ser introducida en América durante la colonia.

Fuente: ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), 2001)

### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Sub-división	Angiospermas
Clase	Dicotyledóneae
Sub clase	Dillinudeae
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Sub familia	Cucurbitoideae
Tribu	Benincaseae
Género	Citrullus
Especie	Lanatus
Nombre científico	<i>Citrullus lanatus</i>
Cultivar	'Klondike'

FUENTE: TÁMARO (26)

## **B. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA**

La sandía es una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora, propia de cultivos intensivos de secano y regadío..

**Raíz.-** La raíz de la sandía es ramificada; la raíz principal se ramifica en raíces primarias y éstas, a su vez, vuelven a subdividirse. La raíz principal alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias.

**Tallos.-** Los tallos son herbáceos (blandos y verdes), tendidos, trepadores y largos; con zarcillos caulinares, cuyo extremo puede ser bifido o trifido (según que esté hendido en dos o tres partes). El tallo es cilíndrico, asurcado longitudinalmente y muy peloso; los pelos inclinados, cortos y finos, relucen como la seda. Por su débil consistencia se tumban en el suelo, en el cual se apoya para su crecimiento, al igual que todos los tallos reptantes.

**Hojas.-** El limbo, o porción laminar de la hoja, tiene el haz, o cara superior, muy suave al tacto y al envés, o cara inferior, muy áspero y con las nerviaciones muy pronunciadas, destacándose perfectamente

los nervios secundarios y hasta las últimas nerviaciones o nérvulos que tienen forma de mosaico.

Las hojas son partidas, con segmentos redondeados, poseyendo de tres a cinco lóbulos que se insertan alternativamente a lo largo del eje principal, volviéndose a subdividir estos lóbulos en otros más pequeños, presentando profundas entalladuras que no llegan al nervio principal, característico de las hojas pinnatipartidas. Por su forma, la hoja es oblonga.

En la axila de cada hoja nacen unos zarcillo bífidos o trifidos que utiliza la planta para sujetarse al suelo o a otras plantas con el fin de que los vientos no la vuelquen, y que, a la vez, le ayudan a reptar en su crecimiento. Los zarcillos actúan como fijadores gracias a su intensa excitabilidad al contacto.

**Flores.-** En las axilas de las hojas nacen unas yemas que están protegidas por hojitas colocadas en forma imbricada. Estas yemas son floríferas y dan lugar a flores masculinas o femeninas; las últimas son las que, una vez polinizadas, darán origen al fruto, diferenciándose fácilmente porque poseen un ovario ínfero que se aprecia notablemente.

Las flores son de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares.

La corola está formada por cinco pétalos unidos por su base, con simetría regular o actinomorfa. El caliz es de color verde, formado por sépalos libres, llamado por ello dialisépalo o corisépalo.

La flor de la sandía puede ser masculina o estaminada y femenina o pistilada, es decir, los dos sexos coexisten en una misma planta monóica, pero en flores distintas.

Las flores masculinas poseen ocho estambres de igual longitud, formando cuatro grupos de estambres soldados por sus filamentos. Tienen ascas o tecas encorvadas o arqueadas, según se aprecia en la figura, con los estambres bien visibles.

Las flores femeninas tienen los estambres rudimentarios y el ovario ínfero por hallarse debajo de los restantes verticilos. El ovario es veloso y ovoide, recordando en su primer estadio una pequeña sandía del tamaño de un hueso de aceituna.

**Fruto.-** La sandía es una baya grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, generalmente liso, de color, forma y tamaño variables, con la pulpa más o menos dulce y color que va del rosa

claro al rojo intenso. En su interior se encuentra gran número de semillas.

**Semillas.-** Son de tamaño variable, generalmente de longitud menor que el doble de la anchura, aplastadas, ovoides, duras, de peso y colores también variables (blancas, marrones, amarillas, negras, etc.), moteadas unas, otras no; con expansiones alares en los extremos más agudos. **(Reche 1988).**

### **C. VALOR NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE LA SANDÍA**

La sandía es un magnífico diurético, su elevado poder alcalinizante favorece la eliminación de ácidos perjudiciales para el organismo.

Esta formada principalmente por agua (93%), por tanto su valor nutritivo es poco importante. Los niveles de vitaminas son medios.

**Cuadro 2: Valor nutricional de la sandia en 100g de sustancia comestible**

Agua (%)	93,0
Energía (kcal)	26,0
Proteínas (g)	0,5
Grasas (g)	0,20
Carbohidratos (g)	6,4
Vitamina A (U.I.)	5,9
Tiamina (mg)	0,03
Riboflavina (mg)	0,03
Niacina (mg)	0,20
Ácido ascórbico (mg)	7,0
Calcio (mg)	7,0
Fósforo (mg)	10,0
Hierro (mg)	0,5
Sodio (mg)	1,0
Potasio (mg)	100,0

FUENTE: Modificado de Lorenz y Maynard (1998)

#### **D. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS**

El aprovechamiento de los factores climáticos cultivando en épocas propicias es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

- **TEMPERATURA:** La sandía es menos exigente en temperatura que el melón, siendo los cultivares triploides más exigentes que los normales, presentando además mayores problemas de germinabilidad.

Cuando las diferencias de temperatura entre el día y la noche son de 20-30 °C, se originan desequilibrios en las plantas: en algunos casos se abre el cuello y los tallos y el polen producido no es viable.

***Cuadro 3: Temperaturas críticas para sandía***

Helada		0 °C
Detección de la vegetación		11-13 °C
Germinación	Mínima	15 °C
	Optima	25 °C
Floración	Optima	18-20 °C
Desarrollo	Optima	23-28 °C
Maduración del fruto		23-28 °C

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

FUENTE: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), 2001

Cuando se trata de sandías injertadas aumenta la resistencia tanto al frío como al calor.

- **HUMEDAD:** La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60% y el 80%, siendo un factor determinante durante la floración.
  
- **EXIGENCIAS EN SUELO:** La sandía no es muy exigente en suelos, aunque le van bien los suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y fertilizantes. No obstante, la realización de la técnica del enarenado hace que el suelo nos sea un factor limitante para el cultivo de la sandía, ya que una vez implantado se adecuará la fertirrigación al medio. ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), 2001).

#### **E. CULTIVARES.-**

Las variedades criollas han desaparecido, cediendo su lugar a las americanas, básicamente por su uniformidad de madurez y consecuentemente por la seguridad de obtener frutos de calidad. **Giaconi V. (1995).**

**De cáscara overa o rayada;** la más difundida por no decir la única, es la *Klondike Striped Blue Ribbon* ('Klondike' overa cinta azul). Sus frutos son grandes, de forma alargada y cáscara delgada. Pulpa densa, rosada a roja, muy jugosa y dulce. Semillas de color café, con

vetas negruzcas en sus bordes en algunas razas; de color casi negro en otras. Hay razas o líneas resistentes a fusarium y antracnosis. La variedad *Jubilee* produce frutos de forma oblonga, aptos para embarque. Es resistente a los hongos ya indicados. Existen numerosas variedades "overas" con resistencia a dichas enfermedades.

**De cáscara verde oscura**, en este grupo destaca la Klondike R7, de frutos relativamente cortos y gruesos, cáscara delgada, calidad muy fina; predominan en esta variedad las razas cuyos frutos tienen semilla negra. Resistente al fusarium. La Peacock, similar a la anterior, pero con cáscara más gruesa y resistente ligeramente surcada a lo largo. Finalmente la Florida Giant, frutos casi esféricos. susceptible al fusarium.

**De cascara verde ploméa**, estas variedades no tienen aceptación en el país. si bien su calidad no desmerece comparada con las anteriores. La Charleston 76 produce frutos de gran tamaño, alargados, aptos para embarque. Resistente a antracnosis y fusarium. Además, es tolerante a las "quemaduras de sol.

**Híbridos:** Varias empresas semilleras producen híbridos de excelente calidad, algunos de los cuales conservan el nombre de la variedad de polinización abierta de que derivan.

Royal Sweet: ha tenido muy buena acogida en el país. Híbrido vigoroso; temprano y uniforme: frutos grandes (9-11 kg), oblongos: cascara de color verde oscuro con franjas verde claro, apto para embarque.

Royal Jubilee: fruto alargado, de 11-13 kg de peso; cáscara verde claro con franjas de color verde oscuro. Cáscara muy firme, apto para embarque.

Crimset Fl: fruto casi redondo, cáscara similar a la anterior, apto para embarque, de 9 a 13 kg de peso.

Los híbridos mencionados tienen tolerancia a fusarium y antracnosis.

## **F. COSECHA POST COSECHA**

El momento óptimo de la cosecha es cuando al golpear los frutos con los dedos los maduros dan un sonido ronco característico, otra alternativa es tomar muestra para determinar el contenido sólido

soluble, con un refractómetro; el cultivar 'Klondike' da a la madurez 10,5% (Giaconi V. 1989).

- La sandía estará madura cuando el zarcillo ("aguilón") que hay en el pedúnculo junto al fruto esté completamente seco.
- El pedúnculo ha de encontrarse tierno, en caso contrario la sandía se ha pasado de madurez.
- Dando "capirotazos" con los dedos, si el sonido que se produce es «sordo» está madura, por el contrario si suena a "hueco" se encuentra todavía verde.

Cuando se oprime entre las manos, sí la pulpa está madura, se oye un sonido claro como si se resquebrajase interiormente; si el sonido es "turbio", "apagado", es síntoma bastante claro de que la fruta está verde. (Reche M. 1988).

## **G. CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

### **Frutos**

Una vez recogidos los frutos se colocan amontonados, teniendo la precaución de no colocar más de tres capas,.

En cuanto a la conservación se debe establecer unas condiciones ambientales de humedad relativa que oscile entre el 85 y el 90 por 100 y una temperatura de 2 a 4° C, la duración de la conservación puede ser hasta de 25 días.

## H. FERTILIZACIÓN

La nutrición de las plantas, esta relacionada con la provisión de nutrientes así como la absorción y distribución de estos en las plantas, en un amplio sentido se considera la asimilación de nutrientes, sus funciones en el metabolismo y su contribución al crecimiento, así como a los rendimientos. Desde el punto de vista práctico la nutrición vegetal se relaciona con la aplicación de fertilizantes; los nutrientes requeridos por las plantas verdes son exclusivamente de naturaleza orgánica (Mengel y Kirkby, 1978).

Para obtener rendimientos de 20 a 50 t/ha de sandía, el cultivo hace las siguientes extracciones de nutrientes 3 a 4 kg. de nitrógeno por tonelada de cosecha; 0,8 a 1,5 kg de  $P_2O_5$  por tonelada de cosecha; 4 a 5 kg de  $K_2O$  por tonelada de cosecha y de 1 a 2 kg de MgO por tonelada de cosecha. (Dominguez .- 1993 ).

## ▪ ROL DE NITRÓGENO EN LAS PLANTAS

El rol de nitrógenos en las plantas, describen tanto a nivel celular como extra celular.

A nivel celular el nitrógeno interviene en la formación de proteínas (nitrógeno proteína) vegetales de carácter estructural y de reserva. Del mismo modo otras proteínas están definidos por su carácter funcional y enzimática; tales como las nucleoproteínas que forman parte del material genético que controlan los procesos de la herencia del desarrollo celular (**Urbano, 1995**).

En nitrógeno no protéico también es muy importante por que se encuentra formando la lignina, las auxinas en otros casos pueden aparecer nitrógeno mineral combinado que actúa neutralizando la acidez que a los jugos celulares puedan aportar la presencia de algunos ácidos orgánicos (**Urbano, 1995**).

A nivel extra celular, el rol del nitrógeno es fundamental en varios aspectos del crecimiento, desarrollo y rendimiento de algunas cosechas (**Urbano, 1995**), tales como:

- La abundancia de nitrógeno origina mayor producción de clorofila.

- Eleva el contenido protéico de los órganos de almacenamiento: granos, tubérculos, raíces.
- La buena dotación de nitrógeno hace que los tejidos de las plantas sean más ricos en agua, más tiernos, succulentos y digestibles. La senescencia y madurez se retrasan.
- Al disminuir la lignificación y endurecimiento de los tejidos, la planta es más sensible al ataque de las plagas y enfermedades.
- Excesos de nitrógeno origina desequilibrios en la multiplicación celular y crecimiento vegetal (acame de los cereales).
- El exceso de nitrógeno afecta negativamente la relación tallo/raíz hace que la planta no tenga buena fijación al suelo y sea más sensible a la falta de humedad.
- Es básico para el crecimiento de vegetal. Su presencia estimula la brotación precoz y provoca un alargamiento de las fases de desarrollo vegetal.
- Es fundamental en la producción, al ser más intensa y prologada la actividad asimiladora de la planta, intervienen en forma decisiva en los rendimientos de las cosechas.

- El nitrógeno influye en la calidad de la cosechas. Una dosis adecuada de nitrógeno, en equilibrio con las correspondientes dosis de fósforo y potasio, favorece el desarrollo vegetativo, la floración, cuajado de flores, y madurez de los frutos. Todo esto se traduce en mejores rendimientos de raíces y tubérculos, tallos, hojas, inflorescencias y frutos como tomate, melón, sandía y otros.
- El exceso de nitrógeno perjudica la calidad de productos generando tallos, hojas y frutos más blandos y frágiles con menor riqueza en azúcar y la conservación más frágil; retrasa la maduración y aumenta la sensibilidad de la planta al ataque de parásitos y virus, en algunos cultivos determina un retardos en la floración y la formación de semillas.
- El nitrógeno también es también constituyente de importante de ciertas hormonas tanto como ácidos indol 3 acético citoquiminas **(Hopkins, 1995)**

▪ **EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO DE SANDÍA**

Menciona que el abonado nitrogenado no deberá usarse durante la floración, por favorecer el corrimiento de las flores; tampoco se aplicara durante la maduración de los frutos, pues origina insípidos de los mismos perjudicándose además la conservación posterior de la sandía. El nitrógeno influye incrementando el número de flores femeninas y, por consiguiente el número de frutos. **Reche (1988).**

Una deficiencia de nitrógeno en sandía y melón reduce drásticamente su crecimiento en un 25%, así mismo puede reducir el 35% de flores macho y 55% de flores hermafroditas, afectando además el cuajado de frutos.

El nivel de fertilidad de nitrógeno en el suelo así como su correcta aplicación tiene más influencia sobre el crecimiento y rendimiento del melón y sandía, de ningún otro nutriente vegetal.

Una eficiencia de N afecta más en la etapa en que el fruto alcanza entre 5 a 10 cm de diámetro en melón y entre 10 a 15 en sandía.

La dosis de fertilización que se manejan comúnmente están en el rango de 90 a 180 kg/ha para melón y de 125 a 200 kg/ha para sandía. ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com))

Las plantas absorben el nitrógeno en la forma de  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$ . El  $\text{NO}_3^-$  generalmente se presenta en mayores concentraciones que el  $\text{NH}_4^+$ , y es libre para movilizarse por las raíces por flujo de masa y difusión. **(Raij 1991).**

El nitrógeno es el elemento que tiene el efecto más rápido y pronunciado de los tres elementos (N,P,K); que componen corrientemente los fertilizantes comerciales. Es el constituyente de todas las proteínas, las cuales son probablemente los componentes activos del protoplasma; además tiende a impulsar el desarrollo del follaje y a impartir un color verde oscuro a las hojas. **(Hipp 1974).**

#### ▪ **ROL DEL FÓSFORO EN LAS PLANTAS**

Desde un punto de vista cuantitativo, el fósforo interviene modestamente, la cantidad absorbida de nitrógeno, potasio, calcio y azufre, es generalmente superior a la de fósforo. Su verdadero valor aparece desde un punto de vista cualitativo, en la planta desempeña un papel tan variado que solamente el nitrógeno puede igualarle o superarle.

Es el elemento indispensable para que se realice la fotosíntesis y formación de compuestos orgánicos.

El fósforo actúa a nivel celular (Urbano. 1995) de la siguiente manera:

- Resulta indispensable para la formación de hidratos de carbono, grasas y proteínas.
- Proporciona la energía necesaria para la transformación entre diferentes compuestos vegetales.
- Es indispensable para la formación de sustancias complejas; fitinas, fosfolípidos, nucleoproteína, enzimas, vitaminas, etc.
- Forma parte de los ácidos nucleicos RNA y DNA, con su influencia en los caracteres hereditarios. A nivel extracelular al fósforo se le reconoce un papel fundamental (Urbano, 1995) como:
  - Factor de crecimiento estimulando la generación de semillas Y brotación de yemas, favorece la actividad de los ápices vegetativos y el crecimiento de la raíces.
  - Factor de precocidad acortando la fase vegetativa y estimulando la entrada de la planta en las fases reproductoras. En consecuencia adelanta la floración y favorece la

fecundación, cuajado y madurez de las plantas. En este aspecto juega un papel compensador con el nitrógeno.

- Factor vigorizante para la planta, aumentando la resistencia al frío y a las enfermedades.
- Factor de calidad mejorando los caracteres organolépticos de frutas, flores, hortalizas, etc.

En muchas especies el fósforo y el nitrógeno interactúan de manera estrecha al afectar la madurez; el exceso de nitrógeno la retarda y la abundancia de fósforo la acelera. Si se proporciona fósforo en exceso, el crecimiento de la raíz con frecuencia se incrementa en relación con el crecimiento de la parte aérea.

El fosfato se redistribuye con facilidad en la mayor parte de las plantas de un órgano a otros, y se pierde en las hojas antiguas, acumulándose en hojas jóvenes en flores y semillas en desarrollo, como los resultados de esto, los síntomas de deficiencia se presentan primero en las hojas maduras. El fósforo es parte esencial de muchos glucofosfatos que participan en la fotosíntesis, la respiración y otros procesos metabólicos (Salisbury Ross, 1994)

▪ **EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFORADA EN EL CULTIVO DE SANDÍA**

Afirma que los abonos fosfatados y potásicos intervienen fundamentalmente en el engrosamiento y la calidad de los frutos de sandía.

El fósforo es el elemento que más incide en el incremento de los azúcares del fruto. **(Reche 1998).**

El melón y la sandía necesitan cantidades relativamente bajas de fósforo en comparación al N y K. En la etapa inicial de crecimiento los requerimientos de fósforo son moderados, para luego ir ascendiendo hasta la fructificación. Se ha observado que una deficiencia de fósforo puede reducir en 40% a 45% el crecimiento produciendo además menor número de hojas y por consiguiente menor área foliar.

Una deficiencia de fósforo con exceso de nitrógeno disminuye en 70% el potencial de floración creando también condiciones desfavorables para el cuajado y crecimiento de los frutos.

**([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com))**

El fósforo se absorbe bajo las formas de ión primario ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) y en pequeñas cantidades como ión secundario ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) siendo el primero absorbido 10 veces más rápido que el segundo, además se necesita ser reducido al interior de las células antes de ser incorporados en compuestos orgánicos. El fósforo es un elemento indispensable para la elaboración de hidratos de carbono (almidón), grasas (lecitinas) y de albúminas (núcleo proteínas). La carencia de fósforo genera en los cultivos un crecimiento lento, producción de semillas pequeñas y por ende se retrasa la madurez, los peciolo se alargan, las hojas son delgadas y erectas, las nervaduras son poco pronunciadas, las hojas se amarillan y se necrosan con un pardeamiento rojizo. **(Baeyens, 1970).**

Afirman que desde el punto de vista agrícola el fósforo es necesario especialmente para la formación de semillas, mejora el cuajado de las flores, se le encuentra en estrecha relación con la producción de vitaminas y citocromos, acelera la maduración de los frutos, es decir es un factor de precocidad contrarrestando un efecto unilateral del exceso del nitrógeno. **(Baeyens, 1970 y Villagarcia , 1987).**

La carencia de fósforo genera en los cultivos un crecimiento lento, producción de semillas pequeñas y por ende se retrasa la madurez, los pecioloos se alargan, las hojas son delgadas y erectas, las nervaduras son poco pronunciadas, las hojas se amarillan y necrosan con un pardeamiento rojizo. (Yamaguchi, 1983).

▪ **EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN DEL POTASIO EN EL CULTIVO DE SANDIA**

El melón y la sandia tiene una demanda muy alta de potasio y absorben tanto o igual o más que nitrógeno. Una de las funciones principales del potasio en el crecimiento de las plantas es la traslocación de los carbohidratos recién formados por la planta.

Esto hace el potasio esencial en el movimiento de los azúcares - producidos en las hojas durante la fotosíntesis- hasta los frutos del melón en desarrollo. El potasio también es responsable de mantener la presión de turgencia de células individuales lo que es de suma importancia en la producción de melones suculentos de alta calidad. Por otra parte la falta de potasio puede disminuir en 35% en flores hermafroditas. En condiciones de humedad

relativa elevada, el potasio disminuye significativamente los riesgos del rajado del fruto, aumentando también el peso de los mismos. Además está comprobado que el potasio aumenta la resistencia a la sequía así como el ataque de plagas y enfermedades. ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), 2001)

A diferencia de N y P, el K no es utilizado en la planta para la formación de compuestos. El K no se le encuentra en la célula misma, en el núcleo, en los cloroplastos, ni en cristales de albúmina; se le encuentra presente en el jugo de la vacuolas además se le halla en todos los órganos que se encuentra en plena actividad fisiológica (ápice vegetativo, órganos sexuales, embrión, cambium, etc.), casi todo el K de la planta es difusible en agua fría lo cual explica su mayor presencia en el jugo vascular.

El K desempeña un papel importante en el transporte de azúcares por floema y así mismo, está implicado en la teoría electrosmótica del transporte de solutos por el floema. Además está relacionado con la evapotranspiración y los mecanismos regulares en la apertura y cierre de los estomas.

El K desempeña un papel importante como el elemento antagónico del N, el exceso de K disminuye la absorción de Ca, Mg y Cu, mientras que su escasez aumenta la asimilación de dichos elementos. Estos antagonismo tienen lugar en el sentido expresado pero no son recíprocos. **(Baeyens, 1970).**

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 GENERALIDADES**

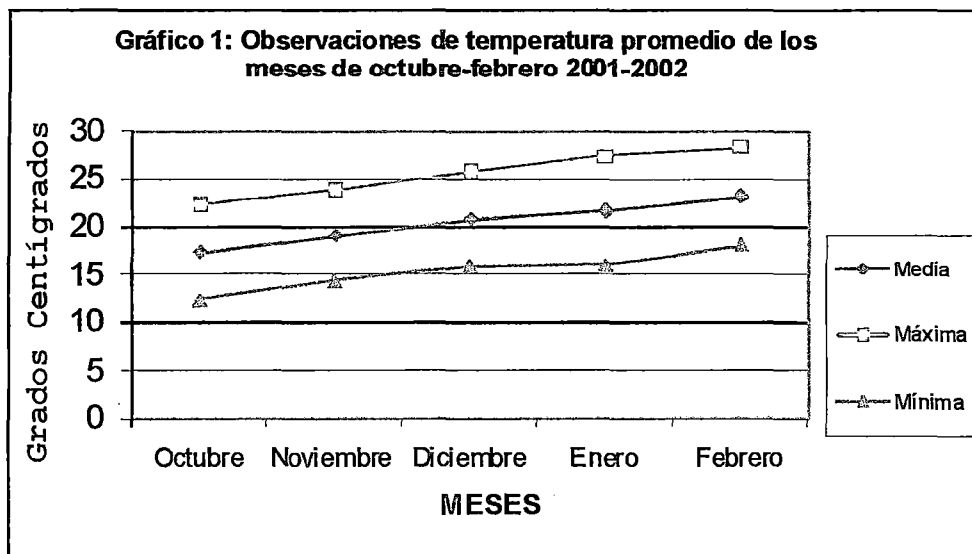
##### **3.1.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental Agrícola “Los Pichones” (CEA III) de propiedad de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional “Jorge Basadre Grohmann-Tacna”, el cual se encuentra ubicada en la ciudad de Tacna a 17°59’38” de latitud sur y 70°14’22” de longitud oeste. Con una altitud de 508 m.s.n.m. y con un clima variado.

##### **3.1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

Los datos presentados en el gráfico 1 son los obtenidos en la Estación Principal Jorge Basadre Grohmann. Se consideró el periodo de setiembre-enero de 3 años anteriores consecutivos, incluyendo humedad, evaporación, temperaturas máximas, mínimas y medias.

Las condiciones climáticas en cuanto a temperatura correspondientes a los meses de octubre a febrero de 2001-2002, fecha que se realizó la fase de campo del presente trabajo se muestran en el gráfico 1.



FUENTE: SENAMHI-Tacna

### 3.1.3 CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Para la determinación de las características físico-químicas se realizó el análisis de suelo correspondiente, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 4.

Dentro de las principales características físico químicas que presenta el suelo, se tiene un suelo de textura arena franca, el pH del suelo es prácticamente neutra, la salinidad es ligeramente salina, media en materia orgánica, muy bajo en cuanto a nitrógeno, bajo en fósforo y alto en potasio.

**Cuadro 4**

<b>Análisis físico</b>	<b>Resultado</b>
Capacidad de campo %	16,70
Punto de marchitez permanente %	8,54
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	1,53
Arena %	78,77
Limo %	16,66
Arcilla %	5,05
Clase textural	Arena-franca
<b>Análisis químico</b>	
C.E mmhos/cm a 25°C	3,25
pH a 25°C	6,95
Calcáreo total %	0,70
Materia orgánica %	2,22
Fósforo disponible (ppm)	5,00
Potasio disponible (ppm)	580,5
Nitrógeno %	0,112

FUENTE: Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de Ciencias Agrarias laboratorio de suelos.

## 3.2 MATERIALES

### 3.2.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material experimental se utilizó la sandía cultivar 'Klondike' (striped Klondike blue Ribbon) cuya procedencia fue de la empresa semillera Chilena Asgrow, el cual fue sometido a cuatro niveles de nitrógeno y cuatro niveles de fósforo.

Las fuentes nutritivas, utilizados en el trabajo experimental fueron:

Fuente nitrogenada : Úrea (46% N)

Fuente fosforada : Superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

### 3.2.2 FACTORES EN ESTUDIO

Se utilizó dos factores: nitrógeno y fósforo, cada uno con 4 niveles crecientes de cada factor, el potasio se aplicó en una dosis de 80 kg de K<sub>2</sub>O/ha en forma constante a las unidades experimentales.

Factor nitrógeno: N(kg/ha)	Factor fósforo: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)
n <sub>1</sub> : 80	p <sub>1</sub> : 40
n <sub>2</sub> : 160	p <sub>2</sub> : 80
n <sub>3</sub> : 240	p <sub>3</sub> : 160
n <sub>4</sub> : 320	p <sub>4</sub> : 240

FUENTE: Elaboración propia.

Con los niveles mencionados, de nitrógeno y fósforo se realizó las combinaciones que constituyen los tratamientos los cuales se observa en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5:** Combinación de los factores en estudio

FACTORES EN ESTUDIO		COMBINACIÓN	CÓDIGO
Nº NITRÓGENO	Nº FÓSFORO		
N <sub>1</sub>	p <sub>1</sub>	(80 kg de N/ha, con 40 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>1</sub>
	p <sub>2</sub>	(80 kg de N/ha, con 80 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>2</sub>
	p <sub>3</sub>	(80 kg de N/ha, con 160 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>3</sub>
	p <sub>4</sub>	(80 kg de N/ha, con 240 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>4</sub>
N <sub>2</sub>	p <sub>1</sub>	(160 kg de N/ha, con 40 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>5</sub>
	p <sub>2</sub>	(160 kg de N/ha, con 80 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>6</sub>
	p <sub>3</sub>	(160 kg de N/ha, con 160 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>7</sub>
	p <sub>4</sub>	(160 kg de N/ha, con 240 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>8</sub>
N <sub>3</sub>	p <sub>1</sub>	(240 kg de N/ha, con 40 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>9</sub>
	p <sub>2</sub>	(240 kg de N/ha, con 80 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>10</sub>
	p <sub>3</sub>	(240 kg de N/ha, con 160 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>11</sub>
	p <sub>4</sub>	(240 kg de N/ha, con 240 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>12</sub>
N <sub>4</sub>	p <sub>1</sub>	(320 kg de N/ha, con 40 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>13</sub>
	p <sub>2</sub>	(320 kg de N/ha, con 80 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>14</sub>
	p <sub>3</sub>	(320 kg de N/ha, con 160 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>15</sub>
	p <sub>4</sub>	(320 kg de N/ha, con 240 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	T <sub>16</sub>

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.3 MÉTODO

#### 3.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental en el presente trabajo de tesis fue el de bloques completos aleatorios con cuatro repeticiones, con un arreglo factorial de 16 tratamientos de fertilización nitrógeno-fósforo

### 3.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los factores en estudio, se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza, usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01. Para determinar la tendencia y hallar el nivel óptimo se empleo la técnica de regresión, ajustándose a una función de respuesta de segundo orden.

El modelo aditivo lineal utilizado es:

$$\hat{Y} = \mu + \delta_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde: (i = 1.....n; j = 1....p; k = 1....r)

### ALEATORIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La aleatorización y distribución del campo experimental fue de la siguiente manera:

**Croquis 1: Distribución del campo experimental como sus respectivos niveles de fertilización.**

T <sub>12</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>3</sub>	I
T <sub>6</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>10</sub>	
T <sub>4</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	II
T <sub>16</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
T <sub>9</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>4</sub>	III
T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>2</sub>	
T <sub>14</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	IV
T <sub>2</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>1</sub>	

FUENTE: Elaboración propia

### 3.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

***Campo experimental:***

- Largo : 32,0 m
- Ancho : 32,0 m
- Área : 1024,0 m<sup>2</sup>

***Bloques:***

- Número : 4 u
- Largo : 32,0 m
- Ancho : 8,0 m
- Área : 256,0 m<sup>2</sup>

***Tratamiento:***

- Número : 16 u
- Largo : 4,0 m
- Ancho : 4,0 m
- Área : 16,0 m<sup>2</sup>
- Separación entre plantas : 0,5 m
- Plantas por golpe : 1
- Plantas por bloque : 512
- Plantas por tratamiento : 8
- Número de plantas por hectárea : 5000

### 3.3.4 VARIABLES EVALUADAS

Se evaluó el 40% de plantas por unidad experimental, tomadas al azar, donde los parámetros evaluados son:

- a) ***Rendimiento total de frutos (Frescos)***. Esta variable se determinará basándose del peso total del producto cosechado en su estado fresco, en la fase de maduración.
- b) ***Largo y diámetro de fruto***: El largo del fruto se determinará con la ayuda de un juego de escuadras, en la etapa de pleno desarrollo y maduración.
- c) ***Longitud de planta***: Se realizó en la etapa de desarrollo, pleno desarrollo y maduración, desde la base de la planta hasta el ápice del eje central, de las plantas seleccionadas.
- d) ***Rendimiento por planta***: Se determinará pesando el total de frutos cosechados por planta, tomando 3 plantas al azar de cada unidad experimental, en la etapa de maduración.
- e) ***Número de frutos por planta***: Esta variable se evaluará contando los frutos por planta, de un número total de 3 plantas por unidad experimental, en la etapa de pleno desarrollo.
- f) ***Grados Brix°***: Esta variable es la más importante ya que va determinar la calidad del producto a través del mayor grado de sólidos solubles del producto, se utilizó un refractómetro.

### **3.4 CONDUCCIÓN DEL CULTIVO**

#### **3.4.1 PREPARACIÓN DEL SUELO**

El suelo se preparó realizando una limpieza de los rastrojos del cultivo anterior (tomate). Roturando el suelo a una profundidad de 30 cm y un ancho de 40 cm, a lo largo de toda la franja de riego. Posteriormente se incorporó materia orgánica (estiércol de vacuno) en una cantidad de un kg/por metro lineal mezclando en el terreno con un rastrillo, uniformizando la superficie. Luego se colocó las mangueras de riego y se procedió a realizar un riego de 12 horas, se volvió a roturar el terreno, posteriormente desterronar y nivelar la superficie del terreno.

Se realizó el riego de remojo durante 4 horas en un día, luego se esperó que el suelo estuviera a capacidad de campo.

#### **3.4.2 INSTALACIÓN DE RIEGO**

La instalación del sistema de riego se efectuó colocando mangueras de goteo de 32 m, las mangueras se distanciaron cada 4 m entre mangueras.

#### **3.4.3 SIEMBRA**

La siembra se realizó después de humedecer el terreno hasta obtener la capacidad de campo óptima de siembra. La siembra se hizo el 05-

noviembre-2001 efectuando en forma manual y directa, colocándose 02 semillas por golpe a una profundidad de 2 cm aproximadamente cubriendo la semilla con arena lavada de río para facilitar la emergencia de la plántulas.

El inicio de la germinación empezó a los 6 días, en forma casi uniforme.

#### **3.4.4 DESAHIJE**

Se realizó en forma manual a los 30 días después de la siembra, dejando una planta por golpe, teniendo así una densidad de 5000 plantas/hectárea.

#### **3.4.5 FERTILIZACIÓN**

La fertilización se realizó utilizando la fórmula de abonamiento según los niveles mencionados, de cada factor en estudio.

- **NITRÓGENO:**

Para el factor nitrógeno, este se aplicó en forma de úrea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) con una riqueza del 46% de nitrógeno, teniendo en cuenta los siguientes niveles:

$n_1$  : 80 kg de N/ha

$n_2$  : 160 kg de N/ha

$n_3$  : 240 kg de N/ha

$n_4$  : 320 kg de N/ha

La aplicación de este fertilizante a lo largo del cultivo, se realizó de acuerdo a las fases del cultivo a una proporción de 1:2:3:2; aplicando los fertilizantes de acuerdo a la fases de crecimiento del cultivo.

**Cuadro 6: Programa de fertilización según fases del cultivo**

<b>PERIODO VEGETATIVO</b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>4</sub></b>
	<b>80*</b>	<b>160*</b>	<b>240*</b>	<b>320*</b>
INICIO VEGETATIVO	10	20	30	40
FASE DE DESARROLLO	20	40	60	80
FASE DE PRODUCCIÓN	30	60	90	120
FASE FINAL	20	40	60	80

\* = kg de N/ha

FUENTE: Elaboración propia.

- **FÓSFORO:**

La aplicación de fósforo fue en forma de super fosfato triple con una riqueza de 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

La modalidad de aplicación fue del 100% al momento de preparación del suelo, teniendo los niveles que se menciona a continuación:

p<sub>1</sub> : 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

p<sub>2</sub> : 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

p<sub>3</sub> : 160 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

p<sub>4</sub> : 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

- **POTASIO:**

Según el análisis de suelo, **cuadro 3**, indica que existe suficiente cantidad de potasio en el suelo que requiere el cultivo, sin embargo para no provocar un desequilibrio, se incorporó sulfato potásico ( $K_2SO_4$ ), en la preparación del suelo cuya riqueza es del 50% de  $K_2O$ .

- **MICROELEMENTOS:**

Para corregir algunas deficiencias de microelementos se aplicó el fertilizante foliar Multimicro a una dosis de  $250\text{ cm}^3/200\text{ l.}$  de agua, y para una mejor aplicación se usó el adherente Citoweett a razón de  $5\text{ cm}^3$  por mochila.

### **3.4.6 RIEGOS.**

Se realizó de acuerdo al punto de marchitez, el primer riego se realizó antes de la siembra luego a los 5 días después de la siembra, posteriormente se realizó día por medio por un tiempo aproximado de 2 horas durante la etapa de crecimiento, incrementándose luego a 3 horas en la etapa de cuajado y frutificación.

### 3.4.7 CONTROL DE MALEZAS

El control se realizó en forma manual, se hizo primero a los 15 días de realizada la siembra, luego cada 20 días, haciendo un total de 4 deshierbos, a fin de no tener problemas por la competencia de los nutrientes ni exista hospederos de plagas. Las malezas que se presentaron con mayor frecuencia son las siguientes:

- Coquito *Cyperus rotundius*
- Yuyo *Amaranthus spp.*
- Verdolaga *Portulaca oleracea*
- Grama dulce *Cynodon dactylon*
- Diente de león *Taraxacum officinale*

### 3.4.8 CONTROL DE PLAGAS

En la conducción del cultivo de sandía se presentaron algunas plagas importantes:

- **Gusano de tierra (*Agrotis sp.*)**; se presentó durante la germinación de las plántulas. Su control se realizó aplicando Force (teflutrina) a una dosis de 12 kg/ha, realizándose en dos oportunidades, la primera luego de la siembra de manera preventiva y otra, luego de haber germinado.

- **Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)**; se presentó luego de la germinación en el estado de hoja cotilidonal, su control se realizó aplicando Pounce a una dosis de 100 ml/200 l de agua.
- **Barrenador de frutos y guías; (*Diaphania nictidalis*, *Diaphania hialinata*)** es la plaga más importante del cultivo, las larvas comúnmente se pueden encontrar en brotes terminales, capullo de las flores y barrenando frutos, los frutos picados por las larvas generalmente tienden a pasmarse tornándose de un color amarillento. Para el control de esta plaga se aplicó dos productos químicos. Lannate 90 EC (metomilo) a una dosis de 200 g/200 l. agua. Pynex EC (clorpyrifos) a una dosis de 400 ml/200 l. de agua.
- **Pulgón (*Aphis gossipi*)**, esta se presentó en forma muy reducida no afectando significativamente el desarrollo de las plantas.
- **Arañita roja (*Tetranychus spp*)**; esta plaga se presentó en el envez de las hojas maduras para su control se aplicó Peropal 200g/200 l. de agua.

#### **3.4.9 CONTROL DE ENFERMEDADES**

“Chupadera Fungosa” (*Rhizoctoni solani*); para su control se aplicó el fungicida Benlate 50 pm (Benomil) a una dosis de 200 g/200 l. de agua, el

grado de infestación fue relativamente bajo, debido a que se hizo aplicaciones preventivas.

- **Oidium (*Erysiphe cichoracearum*)**; se presentó en forma de un polvillo blanquecino en el envés de las hojas próximas a la base de la planta para su control se utilizó dos productos químicos.
- Azufre SC a una dosis de 1 kg/200 l. de agua.
- Topas 100 EC a una dosis de 100 ml/200 l. de agua.
- **Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*)**; se presenta en el periodo de cosecha presentando un amarillamiento de los folíolos de las hojas para su control se aplicó Ridomil MZ-72 PM 1 kg/200.

#### **3.4.10 COSECHA**

La sandía se empezó a cosechar a los 85 días realizada la siembra y se prolongo por 4 semanas más. La operación de cosecha consistió en golpear los frutos con los dedos, los maduros dan un sonido ronco característico procediendo luego a cortar los pedunculos del fruto. El número de cosechas fue de 4 y la secuencia vario de 5 a 6 días según la incidencia de maduración.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

##### 4.1 RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTOS DE SANDIA

Los datos de los pesos de sandia por unidad experimental se presentan en el anexo 3. El análisis de varianza se expresa en el cuadro 9.

Anva : *PESO DE SANDIA POR UNIDAD EXPERIMENTAL*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign
Bloques	3	179,802	59,934	1,686	NS
Nitrógeno	3	4569,857	1523,286	42,862	**
Fósforo	3	2588,915	862,972	24,282	**
N x P	9	765,155	85,017	2,392	*
Error	45	1599,266	35,539		
TOTAL	63	9702,995		C.V. % =	8,57

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de varianza del rendimiento total de los frutos por tratamientos muestra que el factor bloques no se encontraron diferencias estadísticas Para el factor nitrógeno y fósforo, analizando independientemente se encontró diferencias altamente significativa. La interacción de los factores nitrógeno por fósforo resultó estadísticamente significativa, indicándonos que existe efectos dependientes de cada factor.

Para determinar la función de respuesta; se utilizó el análisis de regresión.

**CUADRO 10: ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN DE RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTOS**

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Regresión</b>	<b>5</b>	<b>6892,4512</b>	<b>1378,49025</b>	<b>28,45**</b>
<b>Nl</b>	<b>1</b>	<b>927,863</b>		
<b>Nc</b>	<b>1</b>	<b>3406,181</b>		
<b>Pl</b>	<b>1</b>	<b>4,489</b>		
<b>Pc</b>	<b>1</b>	<b>2538,900</b>		
<b>NPl</b>	<b>1</b>	<b>10,192</b>		
<b>Error Exp.</b>	<b>58</b>	<b>2810,543578</b>	<b>48,457648</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>9702,994844</b>		

FUENTE: Elaboración propia.

$$CV=10\%$$

$$R^2 = 71,03\%$$

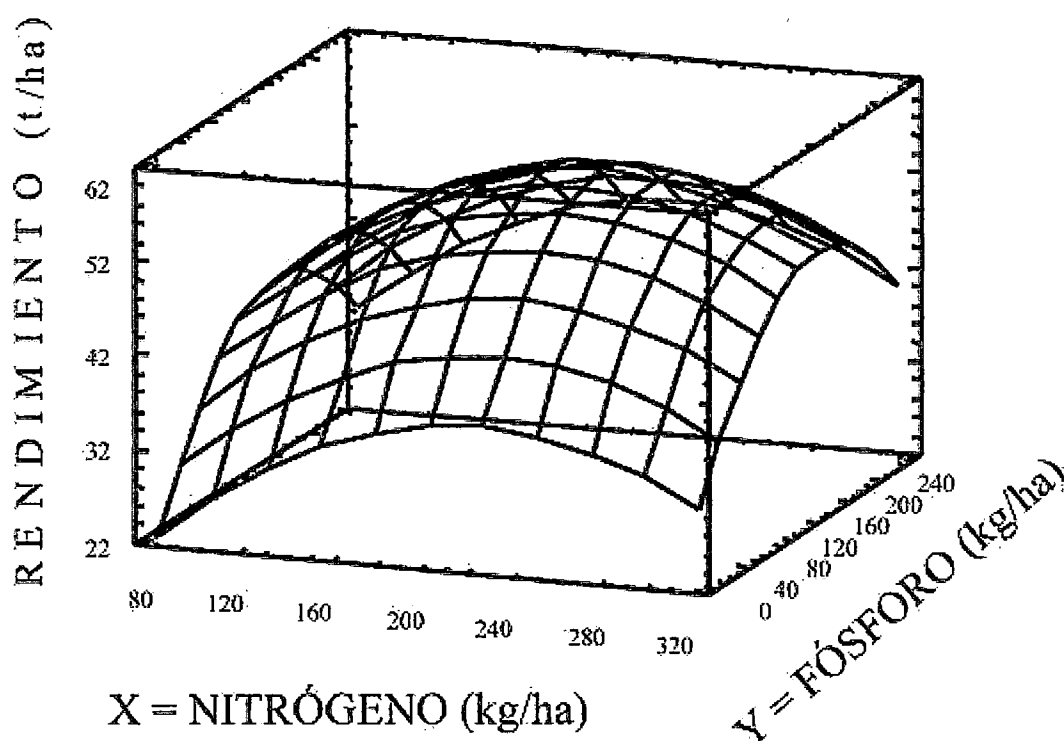
En el cuadro 10 se observa que el análisis de variante de regresión de rendimiento total de fruto, en el que se aprecia, que resultó ser altamente significativo, lo que indica que el modelo propuesto es apropiado para conocer el comportamiento de la variable de respuesta.

La función de respuesta obtenida es la siguiente:

$$\hat{y} = 3,14579 + 0,50577 N + 0,43041 P - 0,00114 N^2 - 0,0151 P^2 - 0,00005568 NP$$

Obteniéndose que los niveles más adecuados de N y P son de 218,44 kg/ha y 138,49 kg/ha respectivamente para un rendimiento de sandía de 57,086 t/ha.

**GRÁFICO 2** Interacción nitrógeno fósforo para rendimiento total de fruto de sandia (kg/ha)



FUENTE: Elaboración propia.

El rendimiento hallado en el presente ensayo son superiores a los reportados por Dominguez(1993), que obtuvo 25 t/ha de sandia con una dosis de abonamiento 80kg de N/ha; y 60 kg de  $P_2O_5$ /ha. Esto podría deberse a que su trabajo de investigación lo realizó utilizando el riego por gravedad.

Esta influencia de nitrógeno sobre el rendimiento es corroborado por Ramírez(19962) en un ensayo que realizó sobre abonamiento con nitrógeno y

fósforo, encontró que los niveles de nitrógeno resultaron altamente significativo en los análisis estadísticos, así al pasar de N0(sin nitrógeno) a N<sub>1</sub>(50kg N/ha) registró incremento de 8253 kg/ha, y al pasar de N<sub>1</sub> a N<sub>2</sub> (100kg N/ha), el incremento fue de 5391 kg de sandia por hectárea, asimismo el tratamiento que mayor utilidad que arrojó fue el de 100 kg N/ha .

Los resultados obtenidos permiten establecer que el cultivador “Klondique”, tiene un buen potencial productivo y con un manejo apropiado de la nutrición, constituye una alternativa atractiva para la zona.

#### 4.2. LONGITUD DE PLANTAS

Esta variable consta de la altura final de las planta evaluadas los datos de la longitud de plantas se presentan en el Anexo 5, el análisis de varianza se muestra en el Cuadro 11

<i>Anva : LONGITUD DE PLANTAS</i>						
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign	
Bloques	3		0,463	0,154	2,538	NS
Nitrógeno	3		0,150	0,050	0,822	NS
Fósforo	3		0,435	0,145	2,386	NS
N x P	9		0,556	0,062	1,016	NS
Error	45		2,735	0,061		
TOTAL	63		4,339		C.V. %=	6,74

FUENTE: Elaboración propia.

El cual nos muestra que para el efecto de bloques no se encontraron diferencias estadísticas, lo cual nos indica que los bloques tuvieron un

comportamiento similar, para la variable longitud de planta, la interacción nitrógeno por fósforo, no resultó significativa lo cual nos indica que dichos factores tienen efectos independientes uno del otro.

Para el factor nitrógeno no se encontraron diferencias estadísticas, lo cual nos indica que las longitudes de plantas tuvieron un comportamiento similar.

Para el factor fósforo, al igual que el factor nitrógeno no se encontraron diferencias estadísticas.

### 4.3. GRADOS BRIX

Los datos de los grados Brix tomados en las unidades experimentales se presenta en el Anexo 7, el análisis de varianza se expresa en el Cuadro 12

*Anva : GRADOS BRIX*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign
Bloques	3	0,021	0,007	0,824	NS
Nitrógeno	3	1,593	0,531	61,779	**
Fósforo	3	2,846	0,949	110,416	**
N x P	9	0,313	0,035	4,045	**
Error	45	0,387	0,009		
TOTAL	63	5,160		C.V. % =	0,87

FUENTE: Elaboración propia.

El cual nos indica que para el efecto de bloques no se encontraron diferencias estadística.

Para el factor nitrógeno y fósforo, analizando independientemente se encontró diferencias estadísticas altamente significativas.

La interacción de los factores nitrógeno por fósforo se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que existe efectos dependientes de cada factor.

Para determinar la función de respuesta se empleó el análisis de regresión.

**CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN DE GRADOS BRUX**

<b>F de 4</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Regresión</b>	<b>5</b>	<b>4,04074</b>	<b>0,8815</b>	<b>41,8**</b>
<b>Nl</b>	<b>1</b>	<b>0,373</b>		
<b>Nc</b>	<b>1</b>	<b>1,148</b>		
<b>Pl</b>	<b>1</b>	<b>0,071</b>		
<b>Pc</b>	<b>1</b>	<b>2,694</b>		
<b>NP</b>	<b>1</b>	<b>0,088</b>		
<b>Error</b>	<b>58</b>	<b>1,11905</b>	<b>1,1929</b>	
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>5,15979</b>		

**CV=1,30%**

**R<sup>2</sup> = 78%**

FUENTE: Elaboración propia.

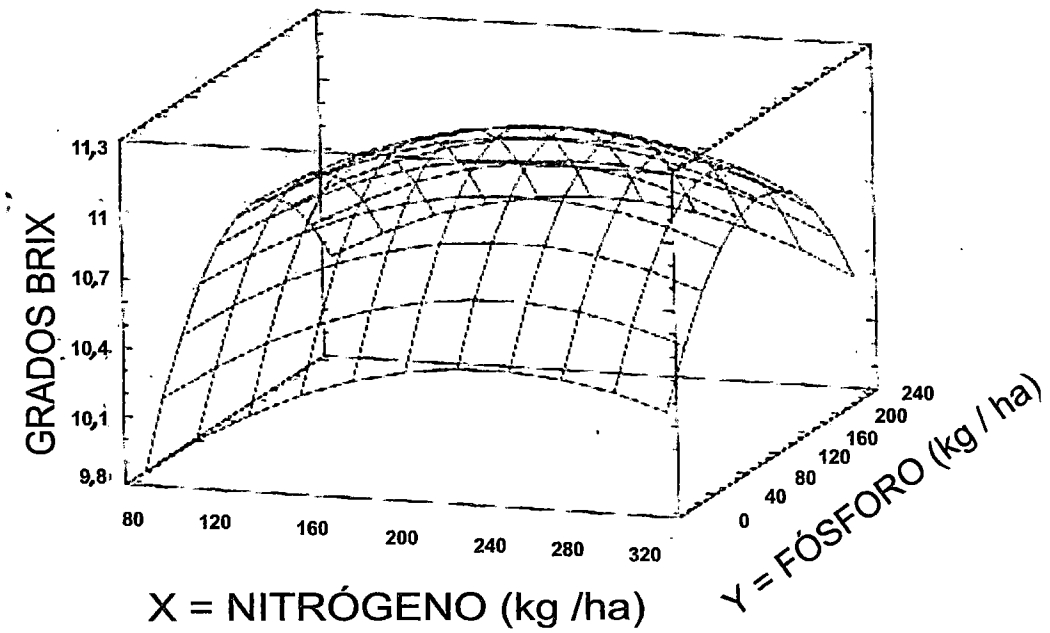
El cuadro 13, se presenta el análisis de varianza de regresión de grados Brix, en el se puede observar que existe alta significación estadística lo que indica, que el modelo propuesto, permite medir las variaciones de los grados Brix en relación a los niveles de fertilización.

La función de respuesta obtenida es la siguiente.

$$\hat{y} = 9,18054 + 0,01002N + 0,07282P - 0,00002092N^2 - 0,00004424P^2 - 0,00000611NP$$

A partir de esta función de respuesta, se determinó que el máximo nivel de grados Brix fue de 11,108 con los niveles de fertilización de 220,55 kg de N/ha; y 142,75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha.

**GRAFICO 3** Interacción nitrógeno fósforo para contenido de sólidos solubles  
(Grados Brix) del fruto de sandia



FUENTE: Elaboración propia.

Este resultado de 11,108 grados Brix es corroborado por **Rubatzki y Yamaguchi (1997)** afirman que la concentración de sólidos solubles deben medirse del centro del fruto y alcanza valores de 10° Brix, encontrándose en algunos cultivares valores de 12° Brix .

Según Reche ( 1998), menciona que dosis altas de fósforo elevan el contenido de sólidos solubles, ya que está comprobado que da mejores resultados para la jugosidad y dulzura de la pulpa.

Aldana (2003), al probar la dosis del fitoregulador Atomix, encontró un nivel máximo de 10,415 grados Brix para el cultivar Klondike en tanto que para el presente caso el nivel de grados Brix es superior (11,108) y respuesta que probablemente se conocía a la afirmación del Reche (1998) con respecto ala afecto del fósforo sobre la dulzura de la pulpa del fruto.

#### 4.4 DIÁMETRO LONGITUDINAL

Los datos de los diámetros longitudinales se presentan en el Anexo 9 el análisis de varianza se expresa en el cuadro 14

*Anva : Diámetro longitudinal*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign
Bloques	3	14,896	4,965	4,383	*
Nitrógeno	3	12,827	4,276	3,774	*
Fósforo	3	82,840	27,613	24,372	**
N x P	9	22,988	2,554	2,254	*
Error	45	50,985	1,133		
TOTAL	63	184,537		C.V. %=	4,13

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de varianza del diámetro longitudinal de las tratamientos, muestra el factor bloques resultó significativa que nos indica una acertada elección del diseño experimental.

En el cual se observa que para el factor nitrógeno se encontró diferencias estadísticas; para el factor fósforo se encontró diferencia estadística altamente significativa. Para el efecto de interacción de los factores nitrógeno por fósforo se encontró diferencias estadísticas, indicándonos que existe efectos dependientes de cada factor para lo cual se analizó sólo la interacción nitrógeno y fósforo.

**Para determinar la función de respuesta se empleó el análisis de regresión**

**CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN DE  
DIÁMETRO LONGITUDINAL DE FRUTO**

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Regresión</b>	<b>5</b>	<b>95,9705</b>	<b>19,02172</b>	<b>12,33**</b>
<b>Nℓ</b>	<b>1</b>	<b>5,971</b>		
<b>Nc</b>	<b>1</b>	<b>6,819</b>		
<b>Pℓ</b>	<b>1</b>	<b>8,388</b>		
<b>Pc</b>	<b>1</b>	<b>64,501</b>		
<b>NPℓ</b>	<b>1</b>	<b>0,194</b>		
<b>Error</b>	<b>58</b>	<b>89,42794</b>	<b>1,54186</b>	
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>184,53655</b>		

CV=4,817%      R<sup>2</sup>=51,54%

FUENTE: Elaboración propia.

En el cuadro 15, se presenta el análisis de varianza de regresión de diámetro longitudinal en el que observe que resultó ser altamente significativo lo que quiere decir que el modelo permite apreciar el comportamiento de la variable de respuesta.

La función de respuesta obtenida es la siguiente:

$$\hat{y} = 19,49774 + 0,02319N + 0,0771P - 0,000051N^2 - 0,00026605P^2 + 0,00000478NP$$

### DIÁMETRO TRANSVERSAL

Los datos del diámetro transversal se presenta en el Anexo 11 el análisis de varianza se expresa en el cuadro 13

<i>Anva :</i>	<i>Diámetro transversal</i>				
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign
Bloques	3		21,141	7,047	2,654 NS
Nitrógeno	3		6,483	2,161	0,814 NS
Fósforo	3		13,214	4,405	1,659 NS
N x P	9		48,342	5,371	2,023 NS
Error	45		119,469	2,655	
TOTAL	63		208,649	C.V. %=	8,11

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de varianza nos muestra que para el efecto de bloques no se encontrarán diferencias estadísticas; lo cual nos indica que los bloques tuvieron un comportamiento similar para los factores nitrógeno y fósforo no se encontraron diferencias estadísticas, lo cual nos indica que los diámetros transversales de los frutos tuvieron un comportamiento de forma similar.

Las interacción nitrógeno y fósforo resultó no significativa lo cual nos indica que dichos factores tienen efectos independiente uno del otro.

#### 4.5 PESO DEL FRUTO DE SANDIA POR PLANTA (kg)

Los datos del peso de frutos se presenta en el Anexo 13 el análisis de varianza se expresa en el cuadro 16

Anva : *PESO PROMEDIO DE SANDIA kg*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign
Bloques	3	2,300	0,767	3,961	*
Nitrógeno	3	55,119	18,373	94,895	**
Fósforo	3	41,927	13,976	72,182	**
N x P	9	4,579	0,509	2,628	*
Error	45	8,713	0,194		
TOTAL	63	112,638		C.V. % =	6,94

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de varianza de peso sandia/planta muestra diferencias estadísticas significativa para la variable bloques, esto nos indica que ha sido acertada la elección del diseño estadístico. Para el factor nitrógeno y fósforo, analizando independientemente se encontró diferencias estadísticas altamente significativas la interacción de los factores nitrógeno x fósforo se encontró diferencias estadísticas significativas indicando que existe efectos dependientes de cada factor.

Para determinar la función de respuesta se empleó el análisis de regresión.

**CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN.**

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Regresión</b>	<b>5</b>	<b>85,93962</b>	<b>17,18792</b>	<b>37,34**</b>
<b>Nl</b>	<b>1</b>	<b>0,674</b>		
<b>Nc</b>	<b>1</b>	<b>51,822</b>		
<b>Pl</b>	<b>1</b>	<b>2,233</b>		
<b>Pc</b>	<b>1</b>	<b>36,921</b>		
<b>NP<sub>l</sub></b>	<b>1</b>	<b>0,291</b>		
<b>Error</b>	<b>58</b>	<b>26,69885</b>	<b>0,46033</b>	
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>112,63847</b>		

CV=10,71%

R<sup>2</sup>=76,30%

FUENTE: Elaboración propia.

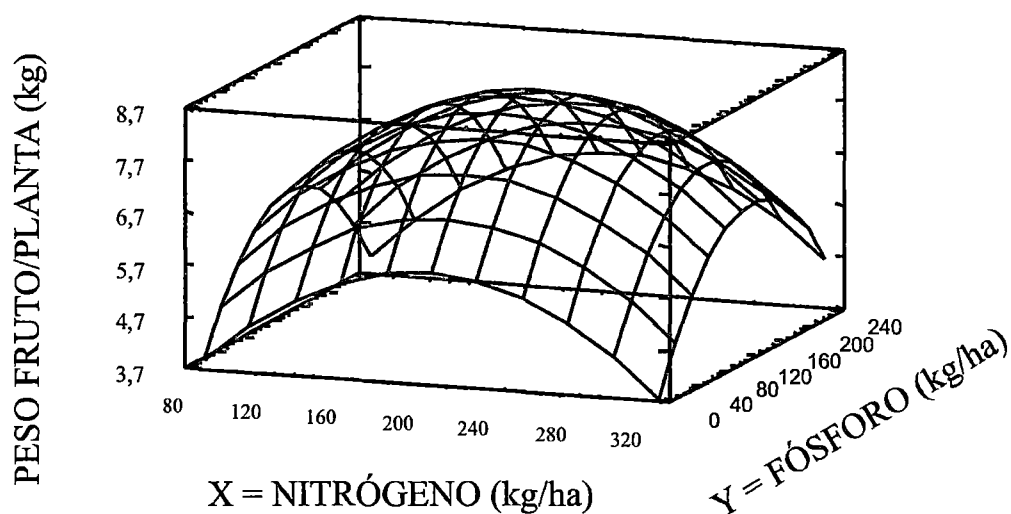
En el cuadro 17, se presenta el análisis de variancia de regresión de peso de fruto por planta, en el que se aprecia que resultó ser estadísticamente significativo, lo que quiere decir que el modelo permite conocer el comportamiento de peso de fruto de sandía por planta.

La función de respuesta obtenida es la siguiente:

$$\hat{y} = 0,26904 + 0,05575N + 0,03789P - 0,00014060N^2 - 0,00015734P^2 + 0,00001262NP$$

Mediante esta ecuación se determinó que el peso de fruto por planta máximo fue de 7,89 kg con 203,02849 kg de N/ha y 126,35 kg de P<sub>20</sub>-5/ha.

**GRÁFICO 5** Interacción nitrógeno fósforo para el peso del fruto de sandía por planta (kg)



FUENTE: Elaboración propia.

**Hwan Jou Bae (1998 )** en un ensayo que realizó en cultivares de sandía en Huaral, empleando la siguiente dosis en fertilización 180 – 100 – 120 kg/ha de NPK; obtuvo como resultado en el cultivar ‘emperador’ un peso promedio de frutos de 12 kg.

Esto contrasta con el resultado obtenido en el presente trabajo en el que se determinó un óptimo de 7,89 kg por fruto de sandía,

Este resultado es corroborado por **Reche (1988)** que menciona que las variedades de sandía son diferenciables generalmente por la forma y tamaño de los frutos.

#### 4.6 FRUTAS POR PLANTA

Los datos del número de frutos por planta se presenta en el Anexo 15 el análisis de varianza se expresa en el Cuadro 15

*Anva : Frutos por planta*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign
Bloques	3	0,048	0,016	0,119	NS
Nitrógeno	3	0,113	0,038	0,282	NS
Fósforo	3	0,306	0,102	0,769	NS
N x P	9	0,934	0,104	0,781	NS
Error	45	5,977	0,133		
TOTAL	63	7,378		C.V. %=	27,38

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de varianza del número de frutos/planta muestra que para el efecto bloques no se encontraron diferencias estadísticas lo cual nos indica que los bloques tuvieron un comportamiento similar, para el factor nitrógeno y fósforo no se encontraron diferencias estadísticas lo cual no indica que el número de frutos por planta se comportaron en forma similar, la interacción nitrógeno por fósforo resultó no significativo lo cual nos indica que dichos resultados tienen efectos independientes uno del otro.

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue realizado el presente experimento y en base a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- Respecto del principal componente del rendimiento total: “Rendimiento total de frutos de sandía por unidad experimental, el análisis de varianza muestra diferencias estadísticas significativa para el efecto de interacción de ambos factores en estudio. Bajo las condiciones de presente experimento, el máximo rendimiento de frutas de sandía fue de 57,086 t/ha, empleando los niveles de fertilización de 218,44 kg de N/ha y 138,49 kg de P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> /ha.
- Respecto a la concentración de sólidos solubles en general resulto significativa la interacción nitrógeno por fósforo, alcanzando un optimo de concentración de sólidos solubles de 11,108 grados Brix con el nivel de fertilización 220,55 kg de N/ha y 142,75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha respectivamente.
- Para el diámetro longitudinal se encontró diferencias estadísticas para la interacción nitrógeno por fósforo resultando un máximo diámetro longitudinal de 27,748 cm. con un nivel de fertilización 234,42 kg N/ha y 124,06 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha respectivamente.
- La fertilización no influyó en el número de frutas de sandía por planta.

- Finalmente el análisis económico indica un alto margen de utilidad para el cultivo de sandía, siendo el nivel de fertilización 218,44 kg de N/ha y 138,49 kg de  $P_2O_5$ /ha el que presenta el mayor beneficio neto e índice de rentabilidad con 1,9

## VI. RECOMENDACIONES

- Para las condiciones del fundo “Los Pichones” en el periodo de octubre a enero, se recomienda la utilización del nivel de fertilización 220 kg de N/ha y 140g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, siempre que se trate de riego localizado.
- Repetir el ensayo en otras épocas de siembra temprana, que permita evaluar así la potencialidad de producción del cultivo.
- Realizar este ensayo en otras localidades que supondría una alternativa para obtener una buena producción y abastecer el mercado en los meses de noviembre y diciembre.
- Promover el cultivo de sandía en la zona, como una alternativa en la creciente actividad agroexportadora.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Agraria OIA Tacna "*Anuario estadístico Agrario Regional*". Tacna-Perú. pág. 293.
2. Aldana, L.L. 2003. Influencia de cuatro dosis del fitoregulador Afomik, en el rendimiento de los cultivos de sandía ( *Citrullus lanatus* ) en dos localidades de Tacna. Tesis Ingeniero agrónomo. Facultad de ciencias agrícolas. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.T 82 pág.
3. Beyens,J. 1970."*Nutrición de las plantas de cultivo*". Versión 1 Mateo Box E. Lemos, Madrid-España. 482 pág .
4. Cohaila, Victor Hugo. TESIS:"*Influencia de la poda que la densidad de siembra en el rendimiento de sandia, bajo el sistema de riego por exudación en la localidad de la Yarada 1993 Tacna-Perú*". 58 pág.
5. *Centro de Paking de Cucurbitaceas*. Ceticos Tacna. 10 pág.

6. Chapman, H Y P. Prat. 1970. "*Métodos de análisis para suelos, plantas y agua*". Aditorial Trillas, Mexico. 87 pág.
7. Cruz Esteba , bruno. Tesis "*Determinación del Rendimiento de 4 cultivares de Sandía*" (*Citrullus lanatus*) en el Valle de Moquegua. 54 pág.
8. Delgado de la Flor. 1987. "*Horticultura datos Bancos de los cultivos Hortícolas*". UNALM.105 pág.
9. Devlin M., Robert, 1982. "*Fisiología Vegetal*" 4ta edición. Editorial Omega Barcelona-España. 517 pág
10. Domínguez, V.A, Alonso. 1993. "*Fertiirrigación* ". Ediciones Mundi-Prensa.; Madrid-España, 63 pág.
11. Fassbender Hans, W. 1994. "*Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina IICA*". San José de Costa Rica. Pág. 409
12. García Fernández, J.; García del Caz, R. 1982. "*Edafología y Fertilización Agrícola*" Editorial AEDOS. Barcelona-España, 107. pág.

13. Giaconi V. 1995. "***Cultivo de Hortalizas***". Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 263 pág.
14. Gres Andre.1981. "***Abonos guía practica de la fertilización***". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. 556 pág
15. Gros André, 1992. "***Abonos. Guía Practica de Fertilización Agrícola***". 8ta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España 182. pág
16. Hopking, W G. 1995. introducción to plant Physiologg. The University of Western Ontario. New York. 485 pág.
17. Hwan Jou Bae, 1998. Evaluación de cultivares de Sandía (informe de sandía y melón), E.E. INIA – Donoso, Huaral (Folleto) 72 pág.
18. INIAA,1991."***Cursosobre producción de hortalizas Huaral-Perú***"26 pág.
19. Linares,L.1994."***Curso de riegos y drenajes***".UNJBG, Tacna-Perú 57. pág
20. Mengel, K y Kirkby , E. 1978. pinciples of plant nutrition. Editors International Potash Institute. Swizerland 593 pág.

21. Moroto J. (1983). "*Horticultura herbáceo especial*". Ed. Mundi presna Madrid. 650 pág.
22. Raij Bernado, Van. 1991. "*Fertidade do sólo e adubacao*". Editora Agronómica Ceres Ltda. E Porafos. 343 pág.
23. Ramírez, A. F. 1962, Ensayo de abonamiento con N y P en el cultivo de sandía en la zona de pág.Huaral, Tesis, Ing. Agrónomo, UNALM, Lima-Perú. 23 pág.
24. Reche M. 1988. "*La sandia*". 3ra edición Editorial Mundi-Prensa. Madrid-España. 227 pág.
25. Resúmenes *Estadísticos Agrario y Pecuario Año 2000-2002*. Ministerio de Agricultura Dirección sub Regional Agraria Tacna. 305 pág.
26. Salisburgif y. C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamérica. México. 215 pág.
27. Tisdale, S.; Nelson, W. 1985. "*Fertilidad de los suelos y Fertilizantes*". Unión Topográfica Editorial Hispano-Americana, S.A. de C.V. Impreso México. 359 pág.

28. Urbano, P 1995 . Tratado de protecnia general. Editorial Mundi Prensa .  
Madrid España, 580 pág.
29. Yamaguchi,M; 1983. "*Vegetables: principles, production and nutritive values*" Plan Science textbook, AVI Publishing Company, Inc. 415.  
pág.
30. [www:infoagro.com/frutas/sandia.htm](http://www.infoagro.com/frutas/sandia.htm).
31. Zea Rojas, W., 1995. "*Estadística y Diseños Experimentales*".  
Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú. 250 pág.

# ANEXOS

## VIII.

### ANEXO 1

CONDICIONES METEOROLÓGICAS PROMEDIO MENSUAL DURANTE EL CULTIVO DE LA SANDIA EN EL CEA III "LOS PICHONES"-TACNA; OCTUBRE-ENERO 2000-2001

MES	TEMPERATURA			H.R	TANQUE TIPO "A"
	Máx	Mín	Media	%	Mm/día
Octubre	22,4	12,9	17,7	74,0	3,8
Noviembre	23,9	13,5	18,7	70,0	4,3
Diciembre	26,1	16,3	21,2	69,0	4,5
Enero	27,6	17,6	22,6	64,0	5,1

Fuente: Estación Meteorológica MAP "Jorge Basadre Grohmann".-Tacna

### ANEXO 2

CONDICIONES METEOROLÓGICAS PROMEDIO MENSUAL EN EL CEA III "LOS PICHONES"-TACNA; OCTUBRE-ENERO 1997-1999

**1997-1998**

OBSERVACIONES	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
T.máxima (°C)	24,2	25,0	26,2	28,1
T.media (°C)	19,5	20,4	22	24,1
T.mínima (°C)	14,9	15,8	17,8	20,1
H°R (%)	73,0	74,0	74,0	78,0
Ev. Tanque "A" (mm)	4,0	4,2	4,1	4,2

Fuente: Estación Meteorológica MAP "Jorge Basadre Grohmann".-Tacna

**Año 1998-1999**

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>ENERO</b>
T.máxima (°C)	22,1	24,6	25,6	26,7
T.media (°C)	17,3	19,7	20,7	21,3
T.mínima (°C)	12,5	14,7	15,9	15,9
H°R (%)	75,0	68,0	71,0	66,0
Ev. Tanque "A" (mm)	3,1	4,3	4,0	4,3

Fuente: Estación Meteorológica MAP "Jorge Basadre Grohmann".-Tacna

**Año 1999-2000**

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>ENERO</b>
T.máxima (°C)	21,8	23,2	25,2	26,7
T.media (°C)	17,1	18,4	20,3	22,1
T.mínima (°C)	12,4	13,6	15,4	17,4
H°R (%)	74,0	70,0	69,0	67,0
Ev. Tanque "A" (mm)	3,2	3,7	4,0	4,5

Fuente: Estación Meteorológica MAP "Jorge Basadre Grohmann".-Tacna

### ANEXO 3

DATOS ORIGINALES DEL RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTOS {kg/ue}.;  
SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN

#### PESO DE SANDIA POR UNIDAD EXPERIMENTAL

TRATAT.	NIVELES DE FERTILIZACIÓN	BLOQUES			
		I	II	III	IV
T1	k1 x P1	58,10	61,40	43,30	4800
T2	N1 x P2	64,40	66,40	60,00	56,00
T3	N1 x P3	62,40	64,70	64,50	63,30
T4	N1 x P4	62,00	49,70	53,30	51,00
T5	N2 x P1	59,60	71,10	64,90	66,00
T6	N2 x P2	84,00	72,30	76,30	75,10
T7	N2 x P3	83,70	84,40	78,80	81,70
T8	N2 x P4	65,80	66,90	65,40	65,50
T9	N3 x P1	60,00	71,40	71,40	81,40
T10	N3 x P2	78,30	89,30	84,00	107,00
T11	N3 x P3	86,00	96,00	89,10	108,80
T12	N3 x P4	57,70	71,00	69,30	77,70
T13	N4 x P1	65,60	66,00	63,60	61,00
T14	N4 x P2	69,80	72,60	69,90	68,60
T15	N4 x P3	67,80	68,40	67,10	67,30
T16	N4 x P4	61,50	65,20	65,40	64,70

FUENTE: Elaboración propia.

### ANEXO 4

DATOS OBTENIDOS SEGÚN ECUACIÓN (Cuadrática por cuadrática) DE LA INTEGRACIÓN N\*P; PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTOS DE SANDIA (kg/ha)

Prom.: PESO DE SANDIA POR UNIDAD EXPERIMENTAL

N \ P	40	80	160	240
80	52,70	61,70	63,73	54,00
160	65,40	76,93	82,15	65,90
240	71,05	89,65	94,98	68,93
320	64,05	70,23	67,65	64,20

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 5

DATOS ORIGINALES DE LONGITUD DE PLANTAS (m) SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN.

### LONGITUD DE PLANTAS

TRAT.	NIVELES DE FERTILIZACIÓN	BLOQUES			
		I	II	III	IV
T1	N1 x P1	3,92	3,90	4,00	3,80
T2	N1 x P2	3,53	3,50	3,77	3,33
T3	N1 x P3	3,71	4,15	3,77	3,20
T4	N1 x P4	3,33	3,42	3,80	3,17
T5	N2 x P1	3,72	3,93	3,70	3,48
T6	N2 x P2	3,85	3,93	3,88	3,80
T7	N2 x P3	3,56	3,58	3,44	4,03
T8	N2 x P4	3,72	4,00	3,77	3,30
T9	N3 x P1	3,70	3,52	3,77	3,85
T10	N3 x P2	3,76	4,14	3,67	3,48
T11	N3 x P3	3,69	3,78	3,62	3,70
T12	N3 x P4	3,15	3,72	3,61	3,30
T13	N4 x P1	3,80	3,50	3,29	3,68
T14	N4 x P2	3,15	4,33	3,70	3,80
T15	N4 x P3	3,56	3,17	3,68	3,80
T16	N4 x P4	3,36	3,94	3,47	3,30

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 6

DATOS OBTENIDOS DE LONGITUD DE PLANTAS (m) SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN.

### *Promedios: LONGITUD DE PLANTAS*

N \ P	40	80	160	240
80	3,91	3,53	3,71	3,43
160	3,71	3,87	3,65	3,70
240	3,71	3,76	3,70	3,45
320	3,57	3,75	3,55	3,52

FUENTE: Elaboración propia.

**ANEXO 7**  
**DATOS ORIGINALES DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES (BRUX), SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN**

**GRADOS BRUX**

TRAT AT.	NIV. DE FERT.	BLOQUES			
		I	II	III	IV
T1	N1 x P1	10,26	10	10,4	10,14
T2	N1 x P2	10,67	10,83	10,74	10,58
T3	N1 x P3	10,62	10,6	10,6	10,51
T4	N1 x P4	10,48	10,33	10,4	10,25
T5	N2 x P1	10,66	10,65	10,6	10,74
T6	N2 x P2	10,92	10,9	10,86	10,95
T7	N2 x P3	10,86	10,94	10,82	10,82
T8	N2 x P4	10,5	10,5	10,58	10,53
T9	N3 x P1	10,68	10,76	10,74	10,79
T10	N3 x P2	11,13	11,35	11,04	11,25
T11	N3 x P3	10,96	11,09	10,93	11,15
T12	N3 x P4	10,62	10,6	10,57	10,7
T13	N4 x P1	10,49	10,34	10,26	10,62
T14	N4 x P2	11	11,02	10,96	11,04
T15	N4 x P3	10,8	10,86	10,74	10,93
T16	N4 x P4	10,25	10,2	10,32	10,38

FUENTE: Elaboración propia.

**ANEXO 8**

**DATOS ORIGINALES SEGÚN ECUACIÓN (Cuadrática por cuadrática) DE LA INTERACCIÓN N\*P; PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES (BRUX°)**

N \ P	40	80	160	240
80	10,22	10,61	10,64	10,33
160	10,67	10,96	10,93	10,58
240	10,75	11,08	11,02	10,56
320	10,45	10,96	10,90	10,27

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 9

DATOS ORIGINALES DEL DIÁMETRO LONGITUDINAL DEL FRUTO (m),  
SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN.

### DIÁMETRO LONGITUDINAL

TRAT.	NIV. DE FERT	BLOQUES			
		I	II	III	IV
T1	N1 x P1	24,30	23,09	24,00	25,67
T2	N1 x P2	25,00	24,44	24,50	25,33
T3	N1 x P3	27,75	26,00	25,50	26,20
T4	N1 x P4	26,30	24,17	23,18	25,06
T5	N2 x P1	24,50	24,17	24,50	25,15
T6	N2 x P2	26,50	25,20	27,38	27,07
T7	N2 x P3	28,24	26,32	27,46	27,33
T8	N2 x P4	24,50	25,00	26,00	26,68
T9	N3 x P1	27,00	22,74	23,67	24,75
T10	N3 x P2	28,09	26,60	26,64	25,91
T11	N3 x P3	28,00	30,33	32,33	26,40
T12	N3 x P4	24,57	23,20	25,20	23,90
T13	N4 x P1	25,83	23,33	25,33	23,40
T14	N4 x P2	27,20	24,92	26,92	25,75
T15	N4 x P3	27,60	26,14	27,16	26,80
T16	N4 x P4	26,59	25,24	26,14	25,60

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 10

DATOS OBTENIDOS SEGÚN LA ECUACIÓN (Cuadrática por cuadrática) DE  
LA INTERACCIÓN N\*P ; PARA LA VARIABLE DIÁMETRO  
LONGITUDINAL

N \ P	40	80	160	240
80	24,14	25,31	25,56	24,91
160	24,41	27,32	27,51	24,97
240	24,66	28,02	28,35	25,67
320	24,91	27,40	28,10	27,00

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 11

DATOS ORIGINALES DEL DIÁMETRO TRANSVERSAL (m), SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN

### DIÁMETRO TRANSVERSAL

TRAT.	NIV. DE FERT.	BLOQUES			
		I	II	III	IV
T1	N1 x P1	17,00	19,50	18,00	19,75
T2	N1 x P2	20,25	19,00	21,00	18,60
T3	N1 x P3	20,50	21,60	24,67	21,00
T4	N1 x P4	18,50	21,00	19,30	18,00
T5	N2 x P1	19,50	18,67	20,67	20,25
T6	N2 x P2	20,25	27,33	19,67	19,00
T7	N2 x P3	17,00	19,63	18,50	19,75
T8	N2 x P4	19,36	20,20	18,33	20,00
T9	N3 x P1	19,17	19,00	23,00	20,00
T10	N3 x P2	19,20	19,50	20,20	20,67
T11	N3 x P3	21,25	20,50	19,60	18,17
T12	N3 x P4	19,67	21,25	21,25	17,75
T13	N4 x P1	19,33	20,33	18,00	19,40
T14	N4 x P2	18,80	21,92	24,67	22,00
T15	N4 x P3	17,75	21,50	19,33	21,33
T16	N4 x P4	22,50	23,00	20,00	20,33

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 12

DATOS OBTENIDOS DEL DIÁMETRO TRANSVERSAL (m), SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN

### *Promedios: Diámetro transversal*

N \ P	40	80	160	240
80	18,56	19,71	21,94	19,20
160	19,77	21,56	18,72	19,47
240	20,29	19,89	19,88	19,98
320	19,27	21,85	19,98	21,46

FUENTE: Elaboración propia.

**ANEXO 13**  
**DATOS ORIGINALES DEL PESO DEL FRUTO DE SANDIA POR PLANTA (kg), SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN**

*PESO PROMEDIO DE SANDIA kg*

TRATAT.	NIV. DE FERT.	BLOQUES			
		I	II	III	IV
T1	N1 x P1	5,160	4,120	4,700	4,980
T2	N1 x P2	6,350	5,890	7,510	7,050
T3	N1 x P3	5,740	5,800	5,630	5,350
T4	N1 x P4	4,900	4,200	4,650	4,200
T5	N2 x P1	6,210	5,780	6,550	6,080
T6	N2 x P2	7,980	7,800	8,490	8,630
T7	N2 x P3	7,930	7,340	7,590	7,080
T8	N2 x P4	5,700	5,520	5,800	6,220
T9	N3 x P1	7,350	6,570	6,980	7,650
T10	N3 x P2	8,190	9,200	8,770	9,510
T11	N3 x P3	8,100	6,980	8,370	8,230
T12	N3 x P4	6,450	5,350	6,560	6,600
T13	N4 x P1	5,060	4,160	5,720	4,680
T14	N4 x P2	6,060	5,720	6,300	5,890
T15	N4 x P3	5,850	6,410	6,070	5,260
T16	N4 x P4	4,970	5,750	5,320	4,520

FUENTE: Elaboración propia.

**ANEXO 14**  
**DATOS ORIGINALES SEGÚN ECUACIÓN (Cuadrática por cuadrática) DE LA INTERACCIÓN N\*P; PARA LA VARIABLE PESO PROMEDIO DE FRUTOS DE SANDIA (m)**

*Prom.: PESO PROMEDIO DE SANDIA kg*

N \ P	40	80	120	160
80	4,74	6,70	5,63	4,49
160	6,16	8,23	7,49	5,81
240	7,14	8,92	7,92	6,24
320	4,91	5,99	5,90	5,14

FUENTE: Elaboración propia.

### ANEXO 15

DATOS ORIGINALES DEL NÚMERO DE FRUTOS DE SANDIA POR PLANTA, SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN

#### FRUTOS POR PLANTA

TRAT.	NIVELES DE FERTILIZACIÓN	BLOQUES			
		I	II	III	IV
T1	N1 x P1	1,30	1,30	1,50	1,30
T2	N1 x P2	1,00	1,00	1,30	1,60
T3	N1 x P3	1,30	1,60	1,00	1,30
T4	N1 x P4	1,00	1,30	1,60	1,60
T5	N2 x P1	1,00	1,00	1,00	1,00
T6	N2 x P2	1,60	1,60	1,60	1,00
T7	N2 x P3	1,00	1,30	1,60	2,00
T8	N2 x P4	1,00	1,30	1,30	1,30
T9	N3 x P1	1,00	1,00	1,00	1,60
T10	N3 x P2	1,30	1,50	1,00	1,00
T11	N3 x P3	1,00	1,30	2,00	1,30
T12	N3 x P4	2,30	1,60	1,00	1,30
T13	N4 x P1	2,00	1,00	1,00	1,60
T14	N4 x P2	1,60	2,00	1,00	1,30
T15	N4 x P3	2,00	1,00	2,00	1,00
T16	N4 x P4	1,60	1,00	1,30	1,00

FUENTE: Elaboración propia.

### ANEXO 16

DATOS OBTENIDOS NÚMERO DE FRUTOS DE SANDIA (kg), SEGÚN NIVELES DE FERTILIZACIÓN

#### *Promedios: Frutos por planta*

N \ P	40	80	160	240
80	1,35	1,23	1,30	1,38
160	1,00	1,45	1,48	1,23
240	1,15	1,20	1,40	1,55
320	1,40	1,48	1,50	1,23

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 17

### COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA

RUBROS	UNID	CANT	P.UNIT	C.PARC	TOTAL
<b>GASTOS DE CULTIVO</b>					
<b>PREPARACIÓN DE TERRENO</b>					38,00
Aradura	H-M	3	35,00	105,00	
Riego de machaco	Jorn.	1	15,00	15,00	
Gradeo	H-M	2	35,00	70,00	
Incorporación de mat. Org.	Jorn.	6	15,00	90,00	
Nivelado	H-M	2	15,00	70,00	
Tendido de cintas	Jorn	2.	15,00	30,00	
<b>SIEMBRA</b>					75,00
Siembra	Jorn	4	15,00	60,00	
Resiembra	Jorn	1	15,00	15,00	
<b>LABORES CULTURALES</b>					90,00
Abonamiento	Jorn	6	15,00	90,00	
<b>CONTROL DE MALEZAS</b>					150,00
Deshierbo I	Jorn	5	15,00	75,00	
Deshierbo II	Jorn	5	15,00	75,00	
<b>RIEGOS</b>					180,00
Número de riegos	Jorn	12	15,00	180,00	
<b>CONTROL FITOSANITARIO</b>					180,00
Número de aplicaciones	Jorn	12	15,00	180,00	
<b>COSECHA DEL CULTIVO</b>					300,00
Cosecha	Jorn	20	15,00	300,00	
<b>GASTOS ESPECIALES</b>					
Semilla	kg.	0,5	280,00	140,00	140,00
Fertilizantes (Úrea x SFT)	kg.				887,40
N(218,44kg N/ha )	kg.	473,9	0,88	417,0	
P(138,49kg P2O5/ha)	kg.	301,0	0,98	294,9	
K(80 kg K2O/ha)	kg.	160	1,20	192,00	
Estiércol	t.	5	25,00	125,00	125,00
Agua	m. <sup>3</sup>	4119	0,1	411,90	411,90
<b>Pesticidas</b>					1681,00
Baytroid	l.	4	106,00	424,00	
Lannate	kg.	1	176,00	176,00	
Force	kg.	10	18,00	180,00	
Topas	ml.	200	75,00	75,0	
Ridomil	kg.	2	80,00	160,00	
Azufre	Bls.	2	40,00	80,00	
Benlate	kg.	1	280,00	280,00	
Lorsban	l.	2	58,00	116,00	
Biogen I	l.	0,5	320,00	160,00	
Abono foliar	kg.	2	15,00	30,00	
Deprec. del sistema	%			300,00	300,00
<b>TOTAL</b>					<b>4916,8</b>

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 18

### ANÁLISIS ECONÓMICO

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>4916,8</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>983,36</b>
✓ Gastos administrativos (10%)	491,68
✓ Imprevistos (10%)	491,68
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>5900,16</b>
<b>VALOR BRUTO (S/.0,3/kg.)</b>	<b>17125,8</b>
<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>11225,64</b>
<b>ÍNDICE DE RENTABILIDAD</b>	<b>1,9</b>

FUENTE: Elaboración propia.