

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agrícolas

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA Y POTÁSICA EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE SANDIA (*Citrullus lanatus* Thunb)
VARIEDAD SANTA AMELIA, EN CONDICIONES
DEL VALLE DE MOQUEGUA**

TESIS

Presentada por:

Bach. ANTONIO ALEJANDRO VIZA CHURA

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA Y POTÁSICA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE SANDIA (*Citrullus lanatus* Thunb) VARIEDAD SANTA
AMELIA, EN CONDICIONES DEL
VALLE DE MOQUEGUA**

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 30 DE DICIEMBRE DEL 2010;
JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:**

PRESIDENTE:


.....
Dr. Oscar Fernández Cutire

SECRETARIO:


.....
MSc. Magno Robles Tello

VOCAL:


.....
Ing. Rodi Alférez García

ASESOR:


.....
MSc. Nelly Arévalo Solsol

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
TITULO PROFESIONAL

Tomo: 03

Folio N° 520

El Decano de la Facultad, CERTIFICA:

Que el Bachiller: UIZA CHURA
ANTONIO ALEJANDRO

ha sustentado el presente Trabajo de Tesis y ha sido APROBADO
por MAYORIA, con el calificativo REGULAR

Tacna, 2011 ENERO 17



DECANO
TACNA

[Handwritten Signature]
DECANO FCAG

Dedicatoria

*Este trabajo se lo dedico a mis padres,
Por todo su sacrificio y confianza que me brindaron,
por sus sabios consejos en el momento oportuno*

*A mi esposa Elizabeth Condori
Chávez y mis hijos Jesús y
Diana por ser motivo de mi
superación y esfuerzo para la
realización de la presente tesis.*

*A mis hermanas por su comprensión
y aliento constante e incondicional,
para la obtención de mi título profesional.*

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a mi asesor MSc. Nelly Arevalo Solsol por su apoyo incondicional durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A todos los catedráticos de la facultad de Ciencias Agrícolas por sus enseñanzas y consejos recibidos durante mi permanencia en las aulas universitarias.

A los ingenieros y amigos Avelino García, Jorge Coayla Gómez, Efraín Amachi Pavio, Henry Huaranca Huamán, Nelson Cuayla, Zenón Llanos, Oscar Paco por su apoyo moral y cooperación constante para lograr mi objetivo de ser profesional.

RESUMEN

La presente tesis titulada “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, se realizó en el fundo Monte Blanco del Sr. Jesús Antonio Viza Quispe, ubicado en el sector de Omo, Sub Sector Frayles, km 11 de la panamericana sur de la ciudad de Moquegua.

Se utilizó como material experimental la variedad Santa Amelia y cuatro niveles de fertilización a base de nitrógeno y potasio. El diseño experimental utilizado fue el diseño de bloques completos al azar con 10 tratamientos definidos por la diseño plan puebla II y 4 repeticiones.

El área experimental fue de 27 m x 20 m, lo cual arroja un área total de 540 m²; la plantación se realizó a un distanciamiento de 0,5 m entre plantas y 4,0 m entre líneas.

Los rendimientos (t/ha) más altos se obtuvieron con los tratamientos T₉, T₇, T₈ y T₁ superando estadísticamente a los demás con promedios de 65,88, 64,45; 63,50 y 54,83 t/ha respectivamente, los de menor promedio

fueron los tratamientos T₅, T₃ y T₀ con 42,90; 42,43 y 36,20 t/ha respectivamente.

El diámetro polar fue influenciado con mayor efecto con los tratamientos T₉, T₈ y T₇ con 34,13; 33,65 y 32,80 cm respectivamente, los de menor promedio fueron los tratamientos T₃, T₅ y T₀ con 28,05; 27,88 y 26,68 cm respectivamente.

Con respecto al diámetro ecuatorial destacan los tratamientos T₇, T₈ y T₉ con 22,43; 22,25 y 22,23 cm respectivamente, los de menor promedio fueron los tratamientos T₃, T₆ y T₀ con 18,30; 17,38 y 17,35 cm respectivamente.

En la evaluación de la longitud de la planta, destaca el T₉, alcanzó el mayor promedio con 3,88 m seguidos de los tratamientos: T₈, y T₁ con 3,72 y 3,42 m. respectivamente.

Para la variable número de frutos no se encontraron diferencias estadística, los promedios obtenidos variaron entre 7 y 8 frutos por planta, asimismo para el porcentaje de grado Brix y grosor de la cáscara no se

hallaron diferencias estadísticas cuyos promedios variaron de 9,4 a 11,1 % y 7,0 a 10 mm respectivamente.

Finalmente al efectuar el análisis de regresión múltiple, los resultados señalaron que el nitrógeno tiene mayor influencia en las distintas variables de estudio a comparación del potasio.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	05
III. MATERIALES Y MÉTODOS	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	69
V. CONCLUSIONES	93
VI. RECOMENDACIONES	94
VII. BIBLIOGRAFÍA	95
VIII. ANEXOS	107

I. INTRODUCCIÓN

La región Moquegua produce una gama productos agrícolas (palto, vid, damasco, ciruela, sandía, orégano etc.) desde el nivel del mar hasta la zona alto andina. Así la producción agrícola y el rendimiento han evidenciado un ligero crecimiento en los últimos años por la disponibilidad de agua.

En el departamento de Moquegua la producción de sandía se concentra en el valle de Moquegua, San Antonio, los Ángeles y Estuquiña alcanzando superficies cosechadas de 42,0 has con rendimientos que oscilan entre 12 a 22 t/ha respectivamente; Según el Anuario estadístico del 2000-2008 del INIA- Moquegua.

Según ADEX (Asociación de exportadores) cada vez es más claro que a nuestro país le va bien en materia de exportaciones agrícolas. Primero fueron los espárragos, luego los mangos, las uvas, entre otros, y ahora empieza a despuntar la exportación de sandías.

Después de varios años de estancamiento, el volumen exportado de sandías frescas ha pasado de 98 toneladas en el 2005 a más de 3,300 el año 2009.

Entre los meses de enero y noviembre del 2009, el volumen de exportaciones creció 47,7% y 117,5%, con respecto al total exportado en todo el año precedente y al mismo periodo del año 2008, respectivamente. (MINAG 2009)

La producción de sandía se concentra en los departamentos de La Libertad (23 %), Ancash (17%), Loreto (14%), Lima (12%) e Ica (%). Sin embargo, la producción de los departamentos de Piura (4%) y Tacna (5%) son las que abastecen el mercado exterior, especialmente a Holanda.(MINAG 2009)

Según ADEX (Asociación de exportadores) señala el aumento de las exportaciones de sandías también fue importante (87% y 187,2%, respectivamente), el monto exportado aún no es significativo (US\$ 1,3 millones) y todavía no se han conquistado los mercados mundiales más importantes.

Un total de más US\$1,7 millones es el resultado de las exportaciones de sandía, registradas entre enero y octubre, una cantidad que significa un crecimiento del 103,8%, si se compara con el mismo período del 2009.

El Ministerio de Agricultura, señala que el principal destino de esta producción es Holanda, donde se envía el 75% de la producción de este alimento, lo que refleja una ganancia superior a los US\$1,3 millones, seguido de Ecuador (11,2%) e Inglaterra (10,7%),

La baja producción de sandía en Moquegua es debido a un desconocimiento sobre el manejo de la fertilización, para ello es necesario aplicar nuevas dosis de fertilización que permitan incrementar la producción. Actualmente, debido al alto costo de los fertilizantes se hace necesario realizar trabajos de investigación que permitan determinar las dosis de fertilizantes adecuadas a fin de incrementar los rendimientos del cultivo de sandía en el valle de Moquegua.

Por lo expuesto se planteó en el trabajo de investigación el siguiente objetivo:

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de 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.

HIPÓTESIS

Los diferentes niveles de fertilización a base de nitrógeno y potasio influyen significativamente en el rendimiento del cultivo de sandía, variedad Santa Amelia en condiciones del valle de Moquegua.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEN

Señala que el origen de la sandía es en sureste de África y sur de Asia como especie comestible. Su centro primario se le considera al centro de Absinio (Absinia, Eritrea y Somalia). En África central y del sur fue propagada para aprovecharse como forraje.(41)

La sandía (*Citrullus lanatus*) se halla al estado silvestre en Kalahari, en Corodofan, (Sudán). El área geográfica antigua de las sandías se extendió a través del África Oriental. Whitaker (1933) consideró que *C. Colocynthis* es un ancestro del cultivado, pero K.Y. Pangalo negó el origen africano de las sandías; una razón para esto, es porque este autor describió una especie nueva en la India, llamada *Citrullus fistulosus*. (41)

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA SANDÍA

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Metaclamidias

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceas

Género: *Citrullus*

Especie: *Lanatus*

Nombre científico *Citrullus lanatus* (Thunb).

Nombre común: Sandía. (38).

2.3 MORFOLOGÍA DE LA SANDÍA

A. Planta

La sandía *Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum es una planta anual, herbácea, de porte rastrero o trepador de la cual se aprovechan sus frutos.

B. Sistema radicular

El sistema radicular es muy ramificado. La raíz principal profunda y raíces secundarias distribuidas superficialmente.

C. Tallos

De desarrollo rastrero. En estado de 5-8 hojas bien desarrolladas el tallo principal emite las brotaciones de segundo orden a partir de las axilas de las hojas. En las brotaciones secundarias se inician las terciarias y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir 4-5 metros cuadrados. Se trata de tallos herbáceos de color verde, recubiertos de pilosidad que se desarrollan de forma rastrera, pudiendo trepar debido a la presencia de zarcillos bífidios o trífidios, y alcanzando una longitud de hasta 4-6 metros (28).

D. Hojas

Peciolada, pinnado-partida, dividida en 3-5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados, presentando profundas hendiduras que no llegan al nervio principal. El haz es suave al tacto y el envés muy

áspero y con nervaciones muy pronunciadas. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano (28).

E. Flores

De color amarillo, solitario, pedunculado y axilar, atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas), de forma que la polinización es entomófila. La corola, de simetría regular o actinomorfa, está formada por 5 pétalos unidos en su base. El cáliz está constituido por sépalos libres (dialisépalo o corisépalo) de color verde. Existen dos tipos de flores: masculinas o estaminadas y femeninas o pistiladas, coexistiendo los dos sexos en una misma planta, pero en flores distintas (flores unisexuales). Las flores masculinas disponen de 8 estambres que forman 4 grupos soldados por sus filamentos (28).

Las flores femeninas poseen estambres rudimentarios y un ovario ínfero vellosos y ovoide que se asemeja en su primer estadio a una sandía del tamaño de un hueso de aceituna (fruto incipiente), por lo que resulta fácil diferenciar entre flores masculinas y femeninas. Estas últimas aparecen tanto en el brote principal como en los secundarios y terciarios,

con la primera flor en la axila de la séptima a la décimo primera hoja del brote principal. Existe una correlación entre el número de tubos polínicos germinados y el tamaño del fruto. (28)

F. Fruto

Corresponde a una baya globosa u oblonga en pepónide formada por 3 carpelos fusionados con receptáculo adherido, que dan origen al pericarpo. El ovario presenta placentación central con numerosos óvulos que darán origen a las semillas. Su peso oscila entre los 2 y los 20 kilogramos. El color de la corteza es variable, pudiendo aparecer uniforme (verde oscuro, verde claro o amarillo) o a franjas de color amarillento, grisáceo o verde claro sobre fondos de diversas tonalidades verdes. La pulpa también presenta diferentes colores (rojo, rosado o amarillo) y las semillas pueden estar ausentes (frutos triploides) o mostrar tamaños y colores variables (negro, marrón o blanco), dependiendo del cultivar (22).

2.4 EXIGENCIAS DE CLIMA Y SUELO

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se

encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. (37)

A. Temperatura

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

Cuando las diferencias de temperatura entre el día y la noche son de 20-30°C, se originan desequilibrios en las plantas: en algunos casos se abre el cuello y los tallos y el polen producido no es viable. Las temperaturas críticas para la sandía en distintas etapas se presentan a continuación.

Fase de desarrollo temperatura:

- Helada 0 °C
- Detención de la vegetación 11-13 °C
- Germinación mínima 15 °C
- Óptima 25 °C
- Floración óptima 18-20 °C

- Desarrollo óptima 23-28 °C

Maduración del fruto 23-28 °C

(28).

B. Humedad

La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 % y el 80%, siendo un factor determinante durante la floración. (41)

C. Exigencias en el suelo

La sandía no es muy exigente en suelos, aunque responde mejor en suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y fertilizantes. No obstante, la realización de la técnica del enarenado hace que el suelo no sea un factor limitante para el cultivo de la sandía, ya que una vez implantado se adecuará la fertirrigación al medio. (41)

D. Fotoperiodo

La sandía exige una gran intensidad luminosa para alcanzar su capacidad total de fotosíntesis, Aunque el crecimiento no depende mucho

de la longitud del día, sí se sabe que el desarrollo de las flores femeninas está más favorecido por los días cortos (8 horas) que por los días largos.(41)

2.5 CRITERIOS EN LA ELECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL

- Exigencias de los mercados de destino
- Características de la variedad comercial: vigor de la planta, características del fruto, resistencia a enfermedades.
- Ciclos de cultivo y alternancia con otros cultivos.(41)

2.6 LABORES CULTURALES

A. Temporada de cultivo

Las actividades para sembrar sandía son variables, dependiendo de la ubicación del lugar, existen algunas áreas que se pueden sembrar en humedad residual que comprende los meses de noviembre a diciembre, luego áreas de riego, el cual puede ser por gravedad o por

goteo que se realiza durante los meses de época seca que comprende de diciembre a abril y la sandía que se siembra durante la época lluviosa que va de los meses de mayo a septiembre. (40)

B. Poda

Esta operación se realiza de modo optativo, según el marco elegido ya que se han apreciado mejores rendimientos en la producción de sandías podada. Tiene como finalidad controlar la forma en que se desarrolla la planta, eliminando brotes principales, para adelantar la brotación y el crecimiento de los secundarios. Consiste en eliminar el brote principal cuando presenta entre 5 a 6 hojas, dejando desarrollar de 4-5 brotes secundarios que parten de las axilas de las mismas, confiriendo una formación más redonda a la planta. (28)

C. Polinización

Normalmente si las condiciones ambientales son favorables es aconsejable el empleo de abejas *Aphismelífera* como insectos polinizadores, ya que con el empleo de hormonas los resultados son imprevisibles (p. ej. malformación de frutos, etc.) debido a que son

muchos los factores de cultivo y ambientales los que influyen en la acción hormonal. El número de colmenas puede variar de 2 a 4 por hectárea, e incluso puede ser superior, dependiendo del marco de plantación, del estado vegetativo del cultivo y de la climatología del lugar de plantación. (37)

Cuando se cultiva sandía apirena (triploide) es necesaria la utilización de sandía diploide como polinizadora, ya que el polen de la primera es estéril. Se buscan asociaciones en las que coincidan las floraciones de la polinizadora y polinizada en relación de 30 – 40% de polinizadora + 60 – 70% de polinizada o 25 – 33% de polinizadora + 67 – 75% de polinizada. (37)

E. Extracción de nutrientes en el cultivo de sandía

Bertsch-Hernández y Ramírez (1997), evaluaron las curvas de absorción de nutrimentos en melón *Cucumismelo* y sandía *Citrulluslanatus*, encontrando que el cultivo de sandía para obtener una producción de 44 toneladas métricas de sandía por hectárea se consumen del suelo 108 kg Ca, 89 kg K, 57 kg N, 23 kg Mg y 8 kg P; sin embargo los elementos que más se consume en el fruto son: potasio 56

por ciento y fósforo 50 por ciento. En sandía, los momentos de máxima absorción coinciden con la emisión de guías e inicio de floración 33-40 días después de la siembra (dds) y después de la máxima floración e inicio de llenado de frutos (45-50 dds). El 60% del N se consume antes de los 40 dds; el P sufre una absorción más gradual y el K se consume más tardíamente que en melón (a los 45 dds sólo se ha consumido el 35%).

F. Índices de cosecha

Generalmente esta operación es llevada a cabo por especialistas, guiándose por las siguientes características externas:

- El zarcillo del pedúnculo del fruto debe estar completamente seco, o la primera hoja situada por encima del fruto estar marchita.
- Al golpear el fruto con los dedos debe producir un sonido sordo.
- Al oprimir el fruto entre las manos se oye un sonido claro como si se resquebrajase interiormente.
- Al rayar la piel con las uñas, esta se separa fácilmente.
- La cama del fruto toma un color amarillo marfil.
- La capa cerosa (pruína) que hay sobre la piel del fruto ha desaparecido.

- Pérdida del fruto de 35 – 40% de su peso máximo. (22)

G. Comercialización

La comercialización de las variedades de tamaño pequeño-mediano se realiza en cajas con 4-8 frutos. En las variedades de tamaño grande la comercialización se realiza a granel en palets.

Las perspectivas de futuro en cuanto a la comercialización radican en el tamaño del fruto, ya que este tiene el problema de ser demasiado grande para los tamaños familiares de la sociedad europea, los cuales se están reduciendo considerablemente. Es por ello que en el futuro la tendencia probablemente sea hacia frutos de tamaño pequeño

Probablemente también aumente la cuota de mercado para los cultivares sin semillas, y se tienda a la diversificación de tipos y al desarrollo de cultivares más uniformes en cuanto a las características organolépticas. (22)

2.7 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO

A. Plagas del suelo

Entre las plagas que se encuentran en el suelo se encuentran:

1. Nemátodos
2. Gusano nochero *Agrotis sp.*
3. Gusano alambre *Agrotis sp.*
4. Piojo de sope o conchudo *Chrysomelidae*

Estas plagas se controlan aplicando el insecticida granulado carbofuran (Furadan 5 SL) al momento de la siembra, con un aplicador mecánico acoplado a la sembradora y colocado junto en la línea de siembra. También al momento de emerger la planta o cuando esta tenga 5 días, utilizando insecticida-nematicida en forma de tronqueo como lo son: cabofuradan (Furadan) oxamil (Vydate SL), a razón de 2 a 4 copas por bomba de mochila respectivamente y 50 cc de la mezcla por plantita con chorro dirigido al pie. (18)

B. Hongos del suelo

Entre los hongos del suelo que más daño causan al cultivo se tienen: *Fusarium sp.*, *Verticillium sp.*, *Phytophthora sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Sclerotinia sp.*, *Pythium sp.*, y otros. Estas enfermedades se presentan desde el inicio hasta los 12 días de germinadas las plantas. Se controla con metiltiofanato (Banrot), prochloraz + folpet (Mirage 75 WP), empleando una y dos copas respectivamente por bomba de 4 galones dirigiendo un chorrito de 50cc a la base de las plantitas. (23)

C. Pudrición del fruto

Sé presenta esporádicamente y es ocasionada por la bacteria *Acidoborax avenae patovar citrulli*. Su control es a base de aplicaciones preventivas de Agrimicin 100 en dosis de 1 medida por bomba de 4 galones. (23)

2.8 TIPOS Y DIFERENTES DE TIPOS DE SANDIA

Diversidad de tamaños, presencia o no de pepitas, formas, colores de piel, de pulpa y los distintos tipos de veteado de la corteza, permiten a

partir de un fruto tradicional como la sandía, poder ofertar al consumidor el valor añadido del exotismo.

- Sandías de corteza oscura con pepitas,
- Tipo de corteza rayada con pepitas,
- Tipo de corteza oscura sin pepitas,
- Tipo de corteza rayada sin pepitas,
- Tipo de corteza rayada sin pepitas y pulpa amarilla
- Tipo sandía con pepitas de pulpa amarilla

2.9 IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN

Las técnicas de fertilización también tienen un impacto significativo en la calidad de frutos cosechados y en la retención de dicha calidad durante las operaciones de empaque y distribución. Esto incluye desórdenes fisiológicos, vulnerabilidad a enfermedades y cambios en composición y textura. La investigación sobre los efectos nutricionales de la planta en la calidad de hortalizas es una rama de la investigación relativamente reciente y todavía queda mucho que aprender. (4)

Aunque la calidad de frutos suele aumentar con el nivel de nutrientes en el suelo, de deficiente a óptimo, los niveles de nutrientes que producen el máximo rendimiento no siempre corresponden a niveles que resulten en frutos de calidad superior. Es más, aunque la adición de nutrientes sobre el nivel óptimo no suele reducir rendimientos, podría tener efectos negativos o positivos en la calidad que no son aparentes a primera vista. (6)

Los factores relativos a la nutrición de la planta son sólo una parte en la totalidad del proceso de producir hortalizas de alta calidad. No deben desestimarse otros factores críticos tales como la selección de la variedad y las condiciones ambientales. Aunque las respuestas específicas varían de cultivo a cultivo, en este artículo discutiremos brevemente algunos de los efectos generales que tienen algunos nutrientes de los fertilizantes en la calidad poscosecha de hortalizas.

- Un fertilizante completo normalmente contiene nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).
- Un fertilizante compuesto está formulado en una relación N-P-K, por ejemplo 10-10-10. La relación del fertilizante es la razón entre

N, P₂O₅ y K₂O, así que un fertilizante 10-10-10 contiene 10% de cada uno de esos elementos.

- Un fertilizante superior normalmente contiene micronutrientes. (6)

2.9.1 Nitrógeno en su justa medida

El nitrógeno (N) es esencial para el crecimiento y desarrollo de la planta y es el elemento mineral usado por la mayoría de las plantas. Es un importante elemento constitutivo de proteínas y desempeña una función crítica en el engranaje bioquímico de las células. Además de una reducción en rendimientos, los niveles de nitrógeno bajos generalmente conducen a menor contenido protéico y calidad inferior en las hortalizas cosechadas. Los niveles de nitrógeno adecuados normalmente posibilitan el crecimiento, desarrollo y máximo rendimiento de la planta con al menos el potencial de producir un producto con color, sabor, textura y composición nutritiva deseados. (11)

Un contenido alto de nitrógeno puede resultar en cambios de composición tales como reducción en contenido de ácido ascórbico (vitamina C), bajo contenido en azúcar, baja acidez y alteraciones en las relaciones de aminoácidos esenciales. (11)

En varias hortalizas, especialmente de hojas verdes cultivadas bajo niveles de iluminación reducida, podría resultar en la acumulación de nitratos en el tejido vegetal a niveles poco saludables. La fertilización con alto contenido de N puede conducir, por ejemplo, a una producción reducida de elementos volátiles y cambios en las características del sabor del apio, y niveles incrementados de glutamina en betabel, resultando en sabores desagradables al procesar el puré de esta hortaliza. (12)

La sandía debe disponer de fósforo y nitrógeno para su crecimiento y fructificación. El potasio ayuda a la producción de frutos más resistentes. En general, las dosis más recomendadas son de 45 a 90 unidades de P₂O₅ y 30 a 60 unidades de nitrógeno por hectárea. El fósforo debe ser incorporado al suelo antes o durante la siembra. El nitrógeno debe aplicarse durante los primeros 40 días de cultivo.

El fósforo (P) es un importante componente del ADN, membranas celulares y elementos intermediarios generadores de energía en la fotosíntesis de la planta. El potasio (K) desempeña una función importante en la regulación osmótica de las células (potencial acuoso) y en la activación de diferentes enzimas en la fotosíntesis y la respiración. (20)

En lo que se refiere a calidad de frutos, se han registrado incrementos en el contenido de azúcar, disminución de la acidez y alteraciones del color, asociados a niveles altos de P. En cuanto a los niveles altos de K, se han asociado frecuentemente con el mejoramiento de la calidad de cultivos de hortalizas, tales como el aumento en el contenido de vitamina C, aumento de la acidez titulable y mejoramiento del color. También se ha asociado los niveles altos de K en fertilización con una disminución de la maduración irregular en tomate. (29)

Según CUTTING (1999) los mejores productos para la producción de follajes deben combinarse y utilizarse según las siguientes consideraciones:

- Suministrar varias formas de nitrógeno.
- Suministrar dos formas de fósforo, uno de acción rápida y otro de acción lenta para reducir la fijación del suelo.
- Combinar nitrógeno y fósforo en la misma granulometría para aumentar la absorción del fosfato.
- Usar productos con bajo índice de salinidad para minimizar el daño a las raíces.
- Reducir las pérdidas de lavado y los antagonismos iónicos usando formas sulfatadas.

La úrea es uno de los elementos más usados en la mayoría de los programas de fertilización y él más compatible con la mayoría de los productos existentes. (33)

Sin embargo, hay que tener un especial cuidado con este fertilizante (úrea) y no hacer un uso indiscriminado porque la contaminación de aguas subterráneas con nitratos en las capas más profundas del perfil son una realidad que no se puede soslayar. (35)

La mayoría de los fertilizantes de amonio y úrea suelen disminuir el pH del suelo debido a la liberación de iones de hidrógeno durante la nitrificación, no obstante ninguno de los fertilizantes potásicos provocan un cambio perdurable de pH. (12)

2.9.2 Macro elementos

2.9.2.1 Nitrógeno

La disponibilidad de nitrógeno en el suelo es importante para las plantas. Estas absorben el nitrógeno principalmente como nitratos.

Además, se utiliza en múltiples funciones vitales. siendo la más importante de ellas formar parte de las proteínas. (19)

Las aplicaciones de 400 kg/ha/año producen un crecimiento vigoroso, hojas grandes y largos entrenudos de tallo en plantas vasculares. (29)

Por lo tanto, se hace necesario fertilizar con nitrógeno, porque el suelo en la mayoría de los casos es incapaz de suministrar el nitrógeno a la tasa requerida por el cultivo para alcanzar altos rendimientos. (29)

Por otra parte STAMPS, R. and ROCK, D. 1999 refiere que la fertilización química debe ser tomada muy en cuenta, ya que el nitrógeno influye en el número de flores femeninas y como consecuencia en el número de frutos, el fósforo y el potasio influyen en el grosor y la calidad de los frutos.

Rangos entre 150-300 ppm de nitrógeno, equivalentes aproximadamente a 300-600 kg/ha/año, serian apropiados para la especie. Por otra parte, MORGAN y HIPP (1982) señalan que

aplicaciones de 200 ppm de nitrógeno generan efectos positivos en el peso fresco de frondas de helechos.

Además, fertilizaciones semanales de 20-25 kg/ha, producen frondas de calidad. (31)

Las aplicaciones de nitrógeno, sin embargo, están sujetas a algunos problemas de pérdidas. Según MATUS (1988) un 15% del nitrógeno es utilizado o inmovilizado en formas orgánicas por la biomasa del suelo. El 85% restante está sujeto a pérdidas por lixiviación y desnitrificación, que junto a la movilización transitoria del nitrógeno aplicado determinan la eficiencia de la fertilización.

Otro factor de pérdida de nitrógeno, según SCHUMANN y MILLS (1996) está ligado a la volatilización de fertilizantes amoniacales. La volatilización de amonio reduce la disponibilidad de nitrógeno para el crecimiento de las plantas.

Las mayores pérdidas registradas en plantas ornamentales fueron detectadas durante los tres primeros días siguientes a la aplicación del fertilizante. (18)

Por último, una excesiva fertilización nitrogenada (500 kg/ha/año) favorece la carencia de fósforo. (4)

2.9.2.2 Potasio

El potasio es un nutriente clave en la planta. Está implicado en el intercambio gaseoso necesario para la fotosíntesis y la transpiración, debido a que regula la apertura estomática de la hoja (DOLE y WILKINS, 1999).

Este macroelemento es necesario para el crecimiento de la raíz, actúa para equilibrar los efectos del nitrógeno, hace que las plantas sean más resistentes al frío, entre otras muchas funciones. (25)

Además, según STAMPS (1995), aplicaciones de 112-392 kg/ha/año de potasio serían adecuadas para obtener un número de frondas de calidad (5-6).

El potasio se mueve con mayor rapidez en el suelo que el fósforo, pero con menor rapidez que el nitrógeno debido a que el potasio es

retenido en la arcilla u otros coloides del suelo, siendo más móvil en suelos de textura fina con tendencia a lixiviarse más fácilmente en suelos arenosos. (29)

Según PLASTER (2000), alrededor de 2,5% de la corteza terrestre está constituida por potasio encontrándose en el suelo formando parte de los minerales solubles o insolubles en ácidos y ligados al complejo coloidal como base intercambiable. Por esta razón, los suelos arcillosos son más ricos en potasio intercambiable que los suelos arenosos.

Las carencias de potasio quedan reflejadas en las hojas más bajas y viejas (bordes quemados) de las plantas. (10)

Los problemas de potasio, se producen generalmente en suelos arenosos fuertemente lixiviables o en suelos orgánicos, o en suelos fríos, secos o pobremente aireados. (27)

La cantidad de potasio que extrae la planta en la solución del suelo se ve favorecida con un pH cercano al neutro. (35)

Finalmente, la fertilización potásica por su efecto sobre el balance cationes/aniones a nivel de la absorción radicular puede contribuir a disminuir la clorosis férrica. (14)

2.10 DEFICIENCIAS DE FERTILIZANTES

2.10.1 Nitrógeno

Hojas viejas de color verde pálido o amarillento, posteriormente, las hojas más viejas comienzan necrosarse desde el extremo apical hasta los bordes y el centro de la lámina foliar. Frutos pequeños, de cáscara delgada, coloración desuniforme, sensibles a la quema de sol y con maduración precoz. (15)

2.10.2 Fósforo

Coloración verde oscuro en las hojas, y posteriormente las hojas más viejas se necrosan desde los márgenes hacia adentro de la lámina foliar, plantas pequeñas, con escaso crecimiento radicular, disminución

del número de flores femeninas, disminución del número de frutas, y retraso en la maduración. (27)

2.10.3 Potasio

Amarillamiento de los márgenes de las hojas más viejas, seguido de necrosis de esas áreas, defoliación, tallos delgados y frágiles, los entrenudos se acortan, las frutas son pequeñas y de coloración desuniforme.

2.10.4 Calcio

Torcedura y deformación de hojas nuevas, muerte de las puntas en crecimiento, plantas pequeñas, clorosis intervenal en hojas nuevas y con posterior necrosis, escaso desarrollo radicular, pudrición basal de frutas.

2.10.5 Magnesio

Hojas más viejas o intermedias con una clorosis o amarillamiento intervenal, disminución de crecimiento, defoliación, maduración precoz de frutas.

2.10.6 Azufre

Amarillamiento en hojas más jóvenes, disminución del crecimiento, reducción del área foliar, frutas que maduran precozmente.

2.10.7 Hierro

Amarillamiento intervenal en hojas jóvenes, reducción del crecimiento.

2.10.8 Cobre

Reducción del crecimiento, hojas dobladas, entrenudos más cortos, y manchas cloróticas y necróticas en hojas nuevas.

2.10.9 Zinc

Hojas pequeñas, con clorosis intervenal, que al avanzar el síntoma aparecen áreas necróticas. Los entrenudos son cortos, y el crecimiento de la planta se reduce.

2.10.10 Manganese

Clorosis intervenal en hojas nuevas, donde las venas permanecen verdes al inicio.

2.10.11 Boro

Entrenudos cortos, las hojas nuevas se enrollan hacia adentro y se deforman, y presentan manchas cloróticas y necróticas a lo largo de la lámina foliar. El crecimiento se reduce, y las yemas terminales podrían morir en casos severos. La deficiencia de B reduce el cuaje de frutas. (39)

2.11 NUTRIENTE SÍNTOMA DE DEFICIENCIA

Requerimientos nutricionales de los cultivos

El requerimiento nutricional de los cultivos está definido por la especie, y difiere entre variedades de una misma especie, de acuerdo a su nivel de producción, adaptación a las condiciones climáticas, propiedades físicas, químicas y fertilidad de los suelos, características del agua de riego, incidencia de organismos dañinos y manejo cultural. (23)

Tomando en cuenta lo anterior, para definir el requerimiento nutricional de los cultivos de una región se deben de realizar experimentos seleccionando las prácticas de producción representativas, donde se estudien simultáneamente los principales nutrimentos limitantes para los diferentes grupos de condiciones, manteniendo constantes los otros factores. (18)

Para definir el requerimiento nutricional de cultivos hortícolas en fertirrigación con riego por goteo en la región centro-sur de Chihuahua, se seleccionaron a los cultivos de chile jalapeño, cebolla y melón. (6)

Se realizaron experimentos durante 1999 y 2000; en el primer año se estudiaron cuatro niveles de N, P y K, variando las dosis entre cultivo de acuerdo al requerimiento supuesto; antes del establecimiento se aplicó el 15% de la dosis de cada nutrimento y el resto se aplicó fraccionado cada semana de acuerdo a lo recomendado por Hochmuth (1992).

Los cultivos se establecieron por transplante, en un suelo típico de la región, utilizando agua de pozo, el riego se aplicó de acuerdo a la evapotranspiración estimada por el método del tanque evaporímetro,

usando el coeficiente de desarrollo del cultivo, según su fase fenológica, como lo describe Zazueta (1992).

El rendimiento del cultivo se analizó de acuerdo a la Ley del Mínimo, aplicando el método propuesto por Cate y Hsu (1978). En el cuadro 1 se muestran las dosis estudiadas de cada elemento en el cultivo de chile jalapeño, el rendimiento y el elemento limitante en cada tratamiento. Se definió la dosis 150-40-125 como la más adecuada para abastecer el requerimiento del cultivo, mientras que para cebolla y melón se definió la dosis 160-40-00.

No existe respuesta a dosis mayores de estos elementos, por lo que otros nutrimentos o factores son los limitantes de la producción. Al analizar el estado nutricional de cada cultivo se encontró que había una deficiencia de Fe, Mn y Zn, por lo que en el siguiente año (2000) el experimento se modificó para estudiar los factores nitrógeno, fósforo y la mezcla de micronutrimentos, los cuales se aplicaron al suelo quelatos con EDDHA; se aplicó en todos los tratamientos una dosis de 125 kg/ha de potasio.

2.12 EXPORTACIÓN DE SANDÍA EN EL PERÚ

ADEX señala que, durante enero–mayo del presente año, las exportaciones de sandía fresca alcanzaron la cifra record de 1,7 mil t, lo que registra un crecimiento de 1870% del valor FOB.

El valor FOB de las exportaciones de dicho periodo fue superior a los US\$ 702 mil. “Los Países Bajos como Holanda, son los mayores importadores de sandía fresca peruana, con un 74% de los envíos”.

Asimismo, AMPEX, señaló que Perú exportó a los Países Bajos alrededor de 1,1 mil t de sandía fresca, valorizados en US\$ 524 mil.

2.12.1 Principales agroexportadores.

Según datos de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) la empresa Rancho Bravo S.A.C. es la mayor agroexportadora nacional, sus envíos constituyen el 71% de las exportaciones hasta mayo del presente año; secundado por Corfrut Perú S.A.C. con 19%, y en tercer lugar Agronegocios Andinos (2,9%).

En el periodo enero–abril 2010, las estadísticas del Ministerio de Agricultura (MINAG) registró una producción nacional de sandía fresca en 7,9 mil t, valorizados en US\$ 1 millón (-7% respecto al periodo del año

pasado). Las regiones que producen sandía son: Áncash, Ica, la Libertad, Lima, Loreto y Tacna.

2.13 Variedad de sandía Santa Amelia

SEMINIS señala:

- Híbrido de nueva generación, tipo Royal Sweet.
- **Santa Amelia** es una sandía con precocidad de 85-90 días, de fruto oblongo que en su peso puede fluctuar entre 11 y 16 kilos.
- **Santa Amelia** posee un gran sabor, pulpa intensamente roja y crocante y una cáscara delgada pero muy firme que permite soportar muy bien fletes a largas distancias.

Su apariencia externa se caracteriza por estrías de gran contraste, similares a Emperador.

Como planta, es muy productiva, y de gran vigor. Presenta resistencia o tolerancia a *Fusarium raza 1*.

2.13.1 Clima

Para un desarrollo óptimo, **Santa Amelia** requiere de temperaturas medias a altas (15 a 32°C.). Una germinación uniforme se obtiene a temperaturas mayores de 15°C., para desarrollarse necesita entre 17 a 28°C., y para madurar entre 14 a 30°C.

El fruto de **Santa Amelia** alcanza su mejor calidad cuando madura a temperaturas mayores a 22 °C. (33)

2.13.2 Suelos

Santa Amelia se comporta muy bien en suelos arenosos y francos-arenosos, tolerando bien aquellos suelos ácidos y/o ligeramente alcalinos. En suelos arcillosos las plantas no presentan un desarrollo normal, los frutos son de calidad inferior y se atrasa el cultivo debido fundamentalmente a problemas de drenaje. (33)

2.13.3 Fertilización

El exceso de nitrógeno afecta considerablemente la calidad de fruto de la especie. Se recomienda en lo posible hacer un análisis de suelo y en función de él fertilizar de acuerdo a proporciones de N: P: K ajustadas en 1: 1: 2 (100:100:200), aplicando el 50% del N, 100% de P_2O_5 y 50% del K_2O en la preparación de suelo (5-7 días antes de sembrar o plantar), el resto se recomienda parcializar en 3 dosis similares (utilizando de preferencia fertilizantes a base de nitratos). (33)

Santa Amelia responde muy bien a aplicaciones de fósforo (interviene en la cuaja) y de potasio (actúa sobre el contenido de azúcares-firmeza y color de pulpa). (33)

2.13.4 Dosis de semilla

Dependerá del marco de plantación y del sistema de siembra a usar:

Siembra directa: En siembra directa y marco de plantación de 60 cm x 2 m., se necesita entre 1-1,5 kg / ha, colocando 2-3 semillas/golpe.

Almácigo/trasplante: Si se opta por trasplante, se recomiendan 700-750 g/ha Si la semilla es grande, las dosis anteriores debe duplicarse.

Para obtener cosechas más tempranas, se puede utilizar mulch o mulch más túnel, este sistema permite aumentar la precocidad en aproximadamente un mes con respecto a un cultivo tradicional y aumenta el rendimiento. (33)

2.13.5 Abejas

Las abejas juegan un papel muy importante en la cuaja de los frutos, por lo que recomendamos poner 6-8 colmenas por hectárea al momento de iniciar la floración de flores hembras, manteniéndolas por un mes en el potrero, luego se pueden retirar. (33)

2.13.6 Plagas y enfermedades

Plagas: Las más importantes la constituyen los gusanos cortadores, para lo cual recomendamos usar un carbofurano como Furadan 10G a la siembra en dosis de 1-1,5 gramos/casillero.

Entre las enfermedades más importantes, se cuentan la *fusariosis*, *phytophthora* y *virosis*, especialmente *WMV-2* y *antracnosis*.(37)

A. Principales plagas

- *Tetranychus urticae*(koch).*T. Turkestani*

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso de foliación.

Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga. En judía y sandía con niveles altos de plaga pueden producirse daños en los frutos.

- **Mosca blanca** *Trialeurodes vaporariorum* (West) (HOMÓPTERA: ALEYRODIDAE) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (HOMÓPTERA: ALEYRODIDAE).

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estadios larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie.

Los daños directos (amarilleamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas.

Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos. Otro daños indirectos se producen por la transmisión de virus.

Trialeurodes vaporariorum es transmisora del virus del amarilleamiento en cucurbitáceas. (34)

Bemisia tabaci es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos ortícolas y en la actualidad actúa como transmisora

del virus del rizado amarillo de tomate (TYLCV), conocido como "virus de la cuchara. (34)

- **Pulgón** *Aphis gossypii* (Sulzer) (HOMÓPTERA: APHIDIDAE) v *Myzus persicae* (Glover) (HOMÓPTERA: APHIDIDAE).

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas áptera del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas (37)

- **Trips** *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (THYSANÓPTERA: THIRIPIDAE)

Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas.

Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado

en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas). (41)

- **Gusano de tierra** (*Agrotis sp*)

Las larvas de estas especies cortan plantas tiernas a la altura del cuello de la raíz. Como consecuencia se produce fallas en el campo de cultivo que muchas veces obliga a efectuar resiembros, ocasiona retraso y desuniformidad en el desarrollo de las plantas. Se ha observado infestaciones relativamente altas durante los meses de verano y cuando se siembra en suelos arenosos y con déficit de agua de riego. (28)

B. Enfermedades

Ceniza" u oidio de las cucurbitáceas *Sphaerotheca fuliginea* (Schelecht).

Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y peciolas e incluso frutos en ataques muy fuertes.

Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan. Las malas hierbas y otros cultivos de cucurbitáceas, así como restos de cultivos serían las fuentes de inóculo y el viento es el encargado de transportar las esporas y dispersar la enfermedad. (41)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La presente tesis se ejecutó en el valle de Moquegua, Fundo Monte blanco s/n de propiedad del señor Jesús Antonio Viza Quispe, el cual se encuentra a una altitud de 1112 m.s.n.m.

Las coordenadas geográficas son: entre 17° 11' 39'' de latitud y 70° 57' 48'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

La instalación del experimento se realizó el 21 de setiembre de 2008 y la cosecha fue el 15 de enero del 2009.

3.1.1. Historial del campo experimental

El campo experimental estuvo con cultivo de alfalfa durante los 6 últimos años.

3.1.2. Análisis físico químico del suelo

El muestreo se realizó antes de la preparación del terreno y dicha muestra de suelo fue analizado en la empresa Z- VICOR, la misma que se presenta en el cuadro 1

Cuadro 1: Análisis físico- químico del suelo del área experimental "

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	65%
Limo	22%
Arcilla	13%
Clase textural	Franco arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
Materia orgánica	2,4 %
Nitrógeno total	0,15 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	1646,19 ppm
Potasio (K ₂ O)	239,56 ppm
Conductividad eléctrica	0,61 mS/cm
pH	7,23

Fuente: Laboratorio de ensayo Z-vicor S.R. Ltda laboratorios de ensayos. Arequipa (2008)

En el cuadro 1, se puede apreciar que el suelo del campo experimental posee una textura franco arenoso con pH :7,23 de acuerdo a Rioja, A. (2002), indica que se trata de un suelo neutro, el contenido de materia orgánica del suelo es de 2,4% por lo que se trata de un nivel de materia orgánica normal, con respecto a la conductividad eléctrica de 0,61 mS/cm, tiene una ligera influencia sobre los cultivos, es decir habría que tomar precauciones con toda clase de cultivos sensibles.

El contenido de nitrógeno total 0,15 % es considerado en rango medio, teniendo un aporte teórico de 33,6 kg de N disponible/ha/año y 11,2 kg N disponible/ha/campaña; considerando que para el rendimiento de 65 t/ha de sandía, se requiere 84.2 kg de N/ha/campaña; por lo que se asume la necesidad de aplicar los diferentes niveles de nitrógeno en el presente trabajo de investigación.

El contenido de potasio se encuentra considerado en un rango medio teniendo un aporte teórico de 268 kg de K_2O /ha en forma disponible para la planta considerando que para la producción de 65 t/ha se requiere 131 kg de potasio, se asume que el suelo a tenido suficiente K disponible para el cultivo por tal, se considera que los diferentes niveles

de fertilización a base de potasio empleados en el presente trabajo de investigación no han repercutido en los resultados.

El contenido de fósforo se encuentra considerado en un rango muy alto teniendo un aporte teórico de 1843,7 kg de P_2O_5 kg/ha; considerando que para la producción de 65 t/ha se requiere 11,81 kg de fósforo por lo cual se asume que el suelo es rico en fósforo.

La UNALM. (2005) Señala que la sandía tiene un óptimo desarrollo en pH desde 5,0 a 6,8 (tolera suelos ácidos y al mismo tiempo se adapta a suelos débilmente alcalinos. Suelos de textura franca con alto contenido de materia orgánica son los más apropiados para el desarrollo de este cultivo.

Asimismo Infoagro (2008) Sostienen que la sandía no es muy exigente en suelos, aunque le va bien los suelos drenados, ricos en materia orgánica y fertilizantes. No obstante, la realización de la técnica de 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, asimismo Giaconi, V. (1989) Sostiene que los mejores suelos

para la sandía deben tener un pH entre 5,5 y 6,5. Los suelos ligeros que se calientan rápidamente en la primavera favorecen la maduración.

3.1.3. Características climáticas

La información meteorológica que a continuación se muestra corresponde al periodo de julio del 2008 a enero del 2009. Ver cuadro 2.

CUADRO 2: Temperaturas y horas de sol registradas en el Centro de Formación Agrícola Moquegua (CFAM)

Meses	Temperatura máxima mínima °C		Temperatura Promedio	Horas sol
Julio	25,6	9,8	17,7	10,40
Agosto	26,8	11,0	18,9	10,80
Septiembre	26,5	10,8	18,7	10,80
Octubre	26,3	11,5	18,9	11,70
Noviembre	26,8	12,2	19,5	11,15
Diciembre	27,1	12,5	19,8	11,10
Enero	28,3	12,7	20,5	11,18

Fuente: SENAMHI – Moquegua. (2008)

Según Infoagro (2008) Refiere que la sandía no tolera las heladas en ninguno de sus estadios de crecimiento. Sus exigencias térmicas son como sigue:

- Germinación: para germinar necesita de 25 a 28 ° C con mínimas de 15 – 16 ° C y máximas de 40 ° C
- Crecimiento: son necesarios de 21 a 26 ° C durante el día y 15 a 18 ° C por la noche.
- Las temperaturas inferiores a 17 ° C retardan el crecimiento considerablemente. Las temperaturas bastantes bajas o altas, por encima de los 32, favorecen el desarrollo de flores masculinas a expensas de un número menor flores femeninas o hermafroditas. Aunque no puede decirse que los niveles altos de humedad perjudiquen a la planta, su nivel ideal oscila entre el 70 % y 80%.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material se utilizó la variedad de sandia Santa Amelia sometidas a niveles de nitrógeno y potasio.

Niveles de nitrógeno (kg/ha) n_1 : 100 n_2 : 150 n_3 : 200 n_4 : 250**Niveles de potasio (kg/ha)** k_1 : 60 k_2 : 100 k_3 : 140 k_4 : 180**3.2.1. Tratamientos**

Los tratamientos se obtuvieron a través del diseño plan puebla II y fueron los siguientes: Ver cuadro 3

Cuadro 3: Tratamientos en estudio

Tratamientos	Niveles de nitrógeno	Niveles de Potasio
$T_0 = 0$		
$T_1 = (n_4k_4)$	250	180
$T_2 = (n_3k_3)$	200	140
$T_3 = (n_1k_1)$	100	60
$T_4 = (n_4k_1)$	250	60
$T_5 = (n_2k_1)$	150	60
$T_6 = (n_1k_2)$	100	100
$T_7 = (n_2k_2)$	150	100
$T_8 = (n_3k_1)$	200	60
$T_9 = (n_4k_3)$	250	140

Fuente : Elaboración propia

3.2.2. Características del material experimental

A. variedad Santa Amelia

- Santa Amelia se caracteriza por producir frutos de forma oblonga. Posee un color externo donde contrastan el fondo claro y las gruesas estrías de color verde oscuro.
- Su pared es delgada, pero de gran firmeza, otorgándole una excelente habilidad para el transporte y comercialización.

- La pulpa es de textura crocante y jugosa, y de sabor muy dulce.
- La uniformidad de producción y calidad de fruto es una de sus principales características, la que unida a su gran vigor, adaptabilidad, la hacen la aliada del productor.
- Días relativos a madurez 85 -90 días
- Tamaño 40 x 25 cm
- Peso 11-16
- Fruto muy firme (29)

B. Nitrato de amonio(NO_3NH_4)

Características

- Fórmula química: (NO_3NH_4)
- Peso molecular: 80
- Procedencia: Nacional (Fertiza y Cachimayo), importado.
- Ley: En forma pura 35% de N
- En forma de abono 20,5% de N (dosificación medio)
26,5% de N (nitrato de amonio)
35,5% de N (dosificación alta)
- Tipo de abono: Abono simple, nitrogenado, amoniacal, nítrico.

C. Sulfato de potasio(SO_4K_2)

Características

- Formula química: SO_4K_2
- Peso molecular: 174
- Procedencia: Importado
- Ley: En forma pura 54% de K_2O
En forma de abono 48-52% de K_2O
- Promedio 50% de K_2O
- Tipo: Abono compuesto potásico

3.3. VARIABLES DE RESPUESTA

3.3.1. Número de frutos por planta

Esta variable se evaluó contando todos los frutos de cada una de las plantas, en la etapa de cosecha de los frutos.

3.3.2. Rendimiento kg/ha

Se determinó basándose en el rendimiento por parcela, la que se transformó a kg/ha; se pesó el total de frutos por unidad experimental.

3.3.3. Diámetro ecuatorial(cm)

Se tomaron muestras aleatorias de 10 frutos de cada tratamiento, de todas las unidades experimentales con el objeto de medir el diámetro del fruto utilizando un vernier.

3.3.4. Diámetro polar (cm)

Se tomaron muestras aleatorias de 10 frutos de cada tratamiento, de todas las unidades experimentales con el objeto de medir la longitud del fruto utilizando un vernier.

3.3.5. Grosor de cascara

Esta variable de estudio se evaluó tomándose 10 frutos por tratamiento en forma aleatoria, para evaluar la relación placenta cascara mediante el uso de un vernier.

3.3.6. Grados Brix

Se evaluó 10 frutos de cada tratamiento en forma aleatoria para determinar la cantidad de azúcares reductores analizando en laboratorio de la Municipalidad distrital de Torata, a través de un refractómetro PC 0,32, cuyas características son las siguientes:

- Escala 00-32% °Brix
- Con compensación automática de temperatura
- Ideal para realizar mediciones en productos dietéticos y/o de muy baja concentración de dulce.
- Incluye kit de calibración, estuche y manuales
- Marca BRIXCO
- Unidad de empaque: Estuche individual

3.3.7. Longitud de planta

Esta variable se evaluó al momento del inicio de la cosecha, desde la base de la planta, hasta el eje apical central, tomando 10 plantas por tratamiento, utilizando una wincha.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue el modelo de bloques completos aleatorios con 10 tratamientos y cuatro repeticiones (basado en el plan puebla II) contabilizando 40 unidades experimentales.

3.4.1. Diseños plan puebla.

De acuerdo a Turrent (1980) las matrices diseño plan pueblase desarrollaron como una respuesta a la problemática que se presentaba en el procesamiento e interpretación de los resultados experimentales durante los años 1967 - 1970, debido a que los métodos de análisis existentes resultaban ineficientes y tediosos.

Hay tres variaciones de la matriz plan puebla, las cuales difieren entres si por la manera de seleccionar los niveles de que constan, una vez que se ha definido el espacio de exploración.

El plan puebla II toma en cuenta los niveles $-0,9, -0,3, 0, 0,3, 0,9$; para cada factor.

•El punto central $(0,0,\dots,0)$

Dónde: $a= 0,3, 0.9$ para el plan puebla II.

3.4.2. Ventajas de los experimentos factoriales

- Permite el estudio de los efectos principales, efectos de interacción, efectos simples, pues nunca origina pérdidas de información.
- Cuando los factores son independientes en sus efectos, el método factorial significa ahorro de tiempo y material dedicado a los experimentos.

- Se logra gran eficiencia en el uso de recursos experimentales

3.4.3. Ventajas del plan puebla

- Dentro de sus ventajas plan puebla II permite buscar el espacio de exploración de los diferentes tratamientos en estudio donde puedan dar una mejor respuesta en campo. Por lo que utiliza 9 tratamientos obtenidos de manera aleatoria.
- Se trabaja en base a diseños de bloque al azar, para categorizar los tratamientos se lleva a una prueba de significación; se ajusta a un modelo de regresión.

3.4.4. Desventajas de los experimentos factoriales

- Requieren mayor número de unidades experimentales en relación con experimentos simples y por consiguiente mayor trabajo en la ejecución del experimento.
- Con gran número de combinaciones de tratamientos la selección de unidades experimentales homogéneas es más difícil

- El análisis estadístico es más complicado que en los experimentos simples y la interpretación de los resultados se hace más difícil a medida que aumenta el número de factores y tratamiento en el experimento.

3.4.5. Desventajas del plan puebla

- Requieren menor número de unidades experimentales en relación con experimentos factoriales por consiguiente menor trabajo en la ejecución del experimento.
- Presenta menor número de combinaciones de tratamientos por lo que la selección de unidades experimentales se hace más sencillo.
- El análisis estadístico es más simple comparado con los experimentos factoriales y la interpretación de los resultados se hace más fácil.

Por lo antes mencionado se utilizó el diseño de plan puebla porque se adapta con facilidad al diseño de bloques al azar y por iniciativa propia.

3.5. CARACTERÍSTICAS DE CAMPO EXPERIMENTAL

3.5.1. Campo experimental

- Largo del campo experimental: 27 m.
- Ancho del campo experimental: 20 m.
- Área del campo experimental: 540 m².

3.5.2. Características de los bloques

- Largo del bloque: 6 m.
- Ancho del bloque: 20 m.
- Área del bloque: 120 m².

3.5.3. Características de la unidad experimental

- Largo unidad experimental: 3 m.
- Ancho de unidad experimental. : 4 m.
- Área de la unidad experimental. : 12 m².
- Número de bloques experimentales: 4
- Número de tratamientos/ bloque exp. : 10

- Número de plantines/por tratamiento: 6
- Número de plantines por experimento: 240

3.5.4. Procedimiento experimental

En cada tratamiento o unidad experimental se realizó el trasplante de 6 plantines. El total de plantines en el experimento es de 240.

3.5.5. Distribución de los tratamientos en el campo

La aleatorización del campo experimental se realizó como se indica en el siguiente cuadro 4:

Cuadro 4: Distribución de tratamientos

Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T9	T2	T7	T3
T1	T8	T3	T7
T6	T4	T6	T9
T8	T7	T4	T1
T4	T1	T8	T4
T2	T9	T9	T8
T3	T5	T5	T2
T7	T6	T2	T6
T5	T3	T1	T5
T0	T0	T0	T0

Fuente : Elaboración propia

3.6. Análisis estadístico

Se procedió a efectuar los análisis estadístico utilizando la técnica del análisis de varianza ANVA, bajo el modelo básico de bloques aleatorios a una probabilidad de F 0,05 y 0,01 y para establecer las diferencias entre promedios entre tratamientos, se utilizó la prueba de significación de DUNCAN a un nivel de 0,05. Para establecer las relaciones entre las variables en estudio se realizó el análisis de regresión y correlación múltiple.

3.7. Conducción del cultivo

3.7.1 Preparación del almácigo

En cuanto a la preparación del almácigo realizado el 15 de agosto del 2008, se utilizó bandeja de Speedleng con capacidad para 200 semillas F1, de sandía, el sustrato se preparó a base de lama de río y humus de lombriz bajo la siguiente concentración(2:1)el mismo que se desinfectó previamente con Benlate; las bandejas se mantuvieron a temperaturas promedio de 25 °C por un periodo de 32 días aplicando un riego periódico, utilizándose una regadora, a fin de mantener una humedad adecuada hasta el trasplante, se aplicó los siguientes abonos foliares: Bayfolan + Fetrilon combi + Fosfol para acelerar el desarrollo de las plántulas; tres veces a lo largo del desarrollo en almacigo.

3.7.2 Medición de la parcela experimental

Con la ayuda de una wincha de 30 m, se procedió a medir el campo experimental; luego se colocó estacas, para marcar los puntos de referencia.

3.7.3 Preparación de terreno

La buena preparación de suelo es muy importante para producir bien, para ello se realizó en forma mecánica utilizando arado de discos, arado de surcos y ranfla para su nivelado. La aplicación de materia orgánica(humus de lombriz) fue localizada; la misma se realizó en el momento del trasplante de la plantera de sandía.

3.7.4 Trasplante

El trasplante se realizó el 21 de setiembre del 2008, previa desinfección de las plántulas mediante el uso de fungicida (Benlate), el trasplante de plantines se realizó cuando las plantas presentaban de 3 a 4 hojas verdaderas, procediéndose a enterrar 1 planta por golpe con su respectivo cubo de sustrato, distanciadas a 0,50 m a un costado del surco, esta labor fue realizada en forma manual.

3.7.5 Riego

En el almácigo se realizó en forma manual a través de una regadora. En campo se realizó a través del sistema de riego por

gravedad, aplicándose riegos más frecuentes en los primeros días después del trasplante y luego se aplicó riegos ligeros (2 veces por semana) hasta el inicio de la cosecha.

3.7.6 Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo a las siguientes dosis en estudio: N: 100-150-200-250, K₂O: 60-100-140-180.

Se empleó como fuente fosfórica al súper fosfato triple de calcio(45%), como fuente potásica el sulfato de potasio(50%), ambos se aplicaron junto con la materia orgánica; y el nitrógeno fue incorporado como nitrato de amonio (33%), fraccionado en el periodo vegetativo a razón de 1/3 por aplicación.

La primera aplicación se realizó a los 15 días del trasplante, la segunda fertilización se realizó a los 21 días de la primera fertilización y la tercera aplicación se realizó a los 30 días de la segunda fertilización; estas aplicaciones se realizaron mediante golpes a 5 cm de la planta.

3.7.7 Deshierbo

El control de malezas se realizó en forma manual cada 15 días en las primeras etapas de desarrollo de la planta y posteriormente una vez al mes.

Las malezas que se encontraron en el campo fueron:

- *Portulaca oleracea*: Verdolaga
- *Amaranthus hybridus*: Yuyo
- *Malva* spp: Malva
- *Taraxacum officinale*: Diente de león.

3.7.8 Enfermedades y plagas

Se realizaron controles fitosanitarios en forma preventiva, en general pesticida de tipo sistémico, y en otras ocasiones de contacto. Al momento de trasplante se hizo una desinfección con Benlate que es un fungicida preventivo de la chupadera fungosa (*Rizoctonia solani*) Posteriormente se hicieron aplicaciones con Benlate y Sunfire ambos al 1% para controlar de igual forma la chupadera fungosa, mosca blanca

(*Bemisia tabaco*) que es potencialmente transmisora de mayor número de virus en cultivos hortícolas, araña roja (*Tetranychus sp.*), mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

3.7.9 Cosecha

Se realizó a los 116 días después del trasplante, las características que determinaron la madurez son: bráctea y zarcillo seco, sonido característico al golpearlo, los bellos del pedúnculo caen y este se pone más delgado. Al momento de la cosecha se dejó una porción del pedúnculo al fruto de unos 5 cm para evitar la penetración de patógenos a la pulpa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 5: Análisis de varianza de diámetro ecuatorial (cm) del fruto de sandía

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,2238	0,0746	0,041	2,96	4,60	NS
Tratamientos	9	166,027	18,447	10,142	2,25	3,14	**
Error experimental	27	49,110	1,818				
Total	39	215,361					

CV: 6,50 %

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5, los resultados del análisis de varianza del diámetro ecuatorial indica que no existen diferencias estadísticas entre los bloques. Para tratamientos se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, es decir al menos uno de los tratamientos tiene mayor promedio de diámetro ecuatorial.

En cuanto al coeficiente de variabilidad el valor obtenido fue de 6,50 %, lo que indica que se encuentra dentro del rango de aceptación.

(6)

Para determinar cuál de los tratamientos es estadísticamente superior se realizó la prueba de significación de Duncan (Ver cuadro 6)

CUADRO 6: Prueba de significación de Duncan de diámetro ecuatorial (cm) del fruto.

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación α 0,05
1	T ₇ (n ₂ k ₂)	22,43	a
2	T ₈ (n ₃ k ₁)	22,25	a
3	T ₉ (n ₄ k ₃)	22,23	a
4	T ₁ (n ₄ k ₄)	22,05	a
5	T ₄ (n ₄ k ₁)	22,05	a
6	T ₂ (n ₃ k ₃)	21,93	a
7	T ₅ (n ₂ k ₁)	21,50	a
8	T ₃ (n ₁ k ₁)	18,30	b
9	T ₆ (n ₁ k ₂)	17,38	b
10	T ₁ (0)	17,35	b

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas.

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 6, los promedios de diámetro ecuatorial donde destacan los tratamientos T₇; T₈ y T₉ con 22,43; 22,25 y 22,23 cm respectivamente, los de menor promedio fueron los tratamientos T₃; T₆ y T₀ con 18,30; 17,38 y 17,35 cm respectivamente.

Chambi Wagner (2008) en su investigación en el cultivo de dos cultivares de sandía, obtuvo promedios cultivar Sunday Espacial con 23,32 cm y con el cultivar Disko con 22,5 cm, los resultados de estas investigaciones fueron similares a los obtenidos en la presente investigación, según Castellanos, J.Z. 1997, indica el cultivo de sandía que su abonado depende, en gran medida, de la fertilización que se haya hecho al cultivo precedente. No obstante, son plantas exigentes en elementos minerales. Las aportaciones de nitrógeno influyen en el desarrollo foliar y en el tamaño del fruto, si bien un exceso de este elemento produce grietas en los mismos.

- **Análisis de regresión múltiple de diámetro ecuatorial**

Al realizar el análisis de regresión múltiple, la ecuación resultante fue la siguiente:

$$Y = 17,8417 + 0,0206429 N - 0,00877251 K$$

La ecuación de regresión múltiple señala que por cada unidad (kg) de nitrógeno el diámetro ecuatorial se eleva en 0,020 cm, en el caso de potasio por cada unidad (kg) el diámetro ecuatorial disminuye en 0,008 cm respectivamente.

$$r = 0,75 *$$

$$r^2 = 55,5 \%$$

El coeficiente de correlación múltiple de Pearson, señala que existe una correlación significativa entre las dosis de N- K y el diámetro ecuatorial, así mismo el coeficiente de determinación múltiple r^2 señala que el 55,5 % del diámetro ecuatorial es atribuible a los distintos niveles de nitrógeno y potasio.

CUADRO 7: Análisis de varianza de diámetro polar (cm) del fruto de sandía

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	19,759	6,586	1,620	2,96	4,60	NS
Tratamientos	9	255,511	28,390	6,984	2,25	3,14	**
Error experimental	27	109,752	4,064				
Total	39	385,022					

CV: 6,45 %

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 7, en el análisis de varianza del diámetro polar, indica que no existen diferencias estadísticas entre los bloques. Para tratamientos se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, es decir al menos uno de los tratamientos tiene mayor promedio de diámetro polar.

En cuanto al coeficiente de variabilidad es de 6,45 %, están indicando la homogeneidad del material experimental es aceptable y que por lo tanto los datos son confiables.

Para determinar cuál de los tratamientos es estadísticamente superior se realizó la prueba de significación de Duncan (Ver cuadro 8)

Cuadro 8: Prueba de significación de Duncan de diámetro polar (cm) del fruto.

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación α 0,05
1	T ₈ (n ₃ k ₁)	34,13	a
2	T ₉ (n ₄ k ₃)	33,65	a
3	T ₇ (n ₂ k ₂)	32,80	a
4	T ₁ (n ₄ k ₄)	32,68	a
5	T ₄ (n ₄ k ₁)	32,55	a
6	T ₂ (n ₃ k ₃)	32,08	a
7	T ₆ (n ₁ k ₂)	31,95	a
8	T ₃ (n ₁ k ₁)	28,05	b
9	T ₅ (n ₂ k ₁)	27,88	b
10	T ₀ (0)	26,68	b

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas.

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 8, de la prueba de DUNCAN, se observan los promedios de diámetro polar donde destacan los tratamientos T₉, T₈ y T₇ con 34,13; 33,65 y 32,80 cm respectivamente, los de menor promedio fueron los tratamientos T₃, T₅ y T₀ con 28,05; 27,88 y 26,68 cm respectivamente.

Según Tancara A. (2008) en su investigación obtuvo un promedio con el cultivar Klondique de 28 cm, difieren de los datos obtenidos en la

presente investigación, por su parte su parte Cruz, B. (1992) en su investigación con cultivares de sandía en la región Moquegua obtuvo promedios de 25,24; 24,31 y 22,85 cm respectivamente, estos valores son similares a los obtenidos por Chambi Wagner (2008) quien en su investigación aplicando niveles de biof en el cultivo de de dos cultivares de sandía, obtuvo el diámetro polar del cultivar Sunday Espacial con 24,2cm y con el cultivar Disko con 25,63 cm, los resultados de estas investigaciones fueron inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

- **Análisis de regresión múltiple de diámetro polar**

Al realizar el análisis de regresión múltiple, la ecuación resultante fue la siguiente:

$$Y = 27,313 + 0,0217035 N + 0,00234782 K$$

La ecuación de regresión múltiple señala que por cada unidad (kg) de nitrógeno el diámetro polar se eleva en 0,022 cm, en el caso de potasio por cada unidad (kg) el diámetro polar se eleva en 0,002 cm respectivamente.

$$r = 0,76 *$$

$$r^2 = 57,25 \%$$

El coeficiente de correlación múltiple de Pearson, señala que existe una significativa correlación entre las dosis de N- K y el diámetro polar, asimismo el coeficiente de determinación múltiple r^2 señala que el 57,25 % del diámetro polar es atribuible a los distintos niveles de nitrógeno y potasio.

CUADRO 9: Análisis de varianza de longitud de planta de sandía

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,262	0,087	0,94	2,96	4,60	ns
Tratamientos	9	8,766	0,974	10,52	2,25	3,14	**
Error experimental	27	2,500	0,092				
Total	39	7,913					

CV: 9,85 %

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 9, de los resultados del análisis de varianza para la longitud de planta indica que no existen diferencias estadísticas entre los bloques por lo tanto fueron uniformes. Para tratamientos se encontró

diferencias estadísticas altamente significativas, es decir al menos uno de los tratamientos tiene mayor promedio de diámetro polar.

En cuanto al coeficiente de variabilidad el valor obtenido es de 9,85%, lo que indica que se encuentra dentro del rango de aceptación o que el material experimental es aceptable y que por lo tanto los datos son confiables. (6)

Para determinar cuál de los tratamientos es estadísticamente superior se realizó la prueba de significación de Duncan (Ver cuadro 10)

Cuadro 10: Prueba de significación de Duncan de longitud de planta

(m)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₉ : (n ₄ k ₃)	3,88	a
2	T ₈ : n ₃ k ₁)	3,72	a
3	T ₁ : (n ₄ k ₄)	3,42	a b
4	T ₇ : (n ₂ k ₂)	3,20	b c
5	T ₃ : (n ₁ k ₁)	3,05	b c
6	T ₆ : (n ₁ k ₂)	2,99	b c
7	T ₅ : (n ₂ k ₁)	2,82	c
8	T ₄ : (n ₄ k ₁)	2,78	c
9	T ₂ : (n ₃ k ₃)	2,75	c
10	T ₀ :	2,22	d

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas.
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 10, de la prueba de DUNCAN, se observan los promedios de longitud de planta donde destaca el tratamiento T₉ superando estadísticamente a los demás con 3,88 m seguidos de los tratamientos: T₈; T₁ con 3,72 y 3,42 m respectivamente, los de menor promedio fueron los tratamientos T₄; T₂ y T₀ con 2,78 2,75 y 2,22 m respectivamente.

BARKER y HILLS (1980) afirman que el nitrógeno es el nutrimento más limitante del crecimiento de las plantas.

Gadner et al. (1985) manifiesta que el potasio parece no tener un efecto directo sobre las raíces ni en el alargamiento ni en la ramificación. Sin embargo es importante para ciertas funciones fisiológicas de las raíces; inadecuados niveles pueden debilitar el sistema de translocación, desmejorar la organización celular y perder la permeabilidad de la célula. Enfatiza que el efecto del potasio al igual que otros fertilizantes son principalmente indirectos, incrementándose el desarrollo de las raíces luego del desarrollo de la parte aérea.

- **Análisis de regresión múltiple de longitud de la planta**

Al realizar el análisis de regresión múltiple, la ecuación resultante fue la siguiente:

$$Y = 2,43948 + 0,0028598 N + 0,00165416 K$$

La ecuación de regresión múltiple señala que por cada unidad (kg) de nitrógeno la longitud de planta se eleva 0,003 m, en el caso de potasio por cada unidad (kg) la longitud de planta se eleva en 0,002m respectivamente.

$$r = 0,65$$

$$r^2 = 41.59 \%$$

El coeficiente de correlación múltiple de Pearson, señala que existe una correlación mediana entre las dosis de N- K y la longitud de planta, asimismo el coeficiente de determinación múltiple r^2 señala que el 41.59 % de la longitud de la planta es atribuible a los distintos niveles de nitrógeno y potasio.

CUADRO 11: Análisis de varianza de número de frutos por planta de sandía

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	20,599	6,866	7,757	2,96	4,60	**
Tratamientos	9	11,899	1,3322	1,493	2,25	3,14	NS
Error experimental	27	23,900	0.8851				
Total	39	56,399					

CV: 12,88 %

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 11, de los resultados del análisis de varianza para número de frutos de planta indica que existen diferencias estadísticas entre los bloques. Para tratamientos no se encontró diferencias estadísticas, es decir que sus promedios de número de frutos son estadísticamente similares.

En cuanto al coeficiente de variabilidad el valor obtenido fue de 12,88 %, lo que indica que se encuentra dentro del rango de aceptación por lo tanto los datos son confiables.(6)

Según lo referido por RECHE, F. (1998) el número de frutos por planta es un parámetro que está relacionado con la producción total, de

forma que un mayor número de frutos por planta con la misma producción por unidad de superficie indica que los frutos son más pequeños.

CUADRO 12: Análisis de varianza de grados Brix del fruto de sandía

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	6,020	2,006	1,114	2,96	4,60	NS
Tratamientos	9	8,079	0,8976	0,4985	2,25	3,14	NS
Error experimental	27	48,618	1,8000				
Total	39	62,718					

CV: 13,09%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 12, de los resultados del análisis de varianza para los grados Brix indica que no existen diferencias estadísticas entre los bloques por lo tanto fueron homogéneos. Para tratamientos no se encontró diferencias estadísticas, es decir que sus promedios de grados Brix de frutos son estadísticamente similares.

Con respecto al coeficiente de variabilidad el valor obtenido fue de 13,09 %, están indicando la homogeneidad del material experimental es aceptable y que por lo tanto los datos son confiables.

De acuerdo a los resultados no hubo diferencias estadísticas en el contenido de grados Brix entre tratamientos, debido a su alto contenido de potasio en el suelo; esto ha generado que la planta tenga este elemento en abundancia y las diferentes dosis de potasio utilizados en el experimento no fueron determinantes en los resultados de grados Brix.

Según Seminis (2007) la variedad Santa Amelia responde muy bien a las aplicaciones de potasio actuando sobre azúcares, firmeza y color de la pulpa.

Tancara, A. (2003) obtuvo en su ensayo con el cultivar de sandía Klondike un promedio de 10,10 grados Brix, similares de los resultados obtenidos en el experimento cuyo promedio general fue de 10,3 ; el cual se encuentra dentro del rango aceptable para el mercado exterior.

El contenido en sólidos solubles, medido en grados Brix, fue muy satisfactorio. Por parte de los comercializadores de sandía se ha tendido a dar más importancia al color de la pulpa que al "dulzor", considerándose buena los promedios encontrados en la presente investigación. La mayoría de los valores medios han estado por encima de los 10° Brix, por lo que la producción obtenida se puede juzgar como de alta calidad en cuanto a su "dulzor".

CUADRO 13: Análisis de varianza de grosor de la cascara (mm) del fruto de sandia

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	20,475	6,825	3,702	2,96	4,60	*
Tratamientos	9	33,725	3,747	2,032	2,25	3,14	NS
Error experimental	27	49,775	1,843				
Total	39	103,975					

CV: 14,64%

Fuente: *Elaboración propia*

En el cuadro 13, de los resultados del análisis de varianza para grosor de la cascara indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques. Para tratamientos no se encontró diferencias estadísticas, es decir que sus promedios de grosor de la cascara son estadísticamente similares.

En cuanto al coeficiente de variabilidad el valor obtenido fue de 14,64 %, están indicando la homogeneidad del material experimental es aceptable y que por lo tanto los datos son confiables.

Los valores del grosor de la cáscara se sitúan dentro de la categoría de corteza delgada, dentro del límite para ser considerados de corteza fina (10 mm) según la clasificación de Reche (1995).

CUADRO 14: Análisis de varianza de rendimiento (t/ha) fruto de sandía

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F tabular 0,05 0,01		Sig.
Bloques	3	285,717	95,239	1,248	2,96	4,60	NS
Tratamientos	9	3798,258	422,029	5,532	2,25	3,14	**
Error experimental	27	2059,908	76,293				
Total	39	6143,883					

CV: 16,92 %

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 14, de los resultados del análisis de varianza del rendimiento indica que no existen diferencias estadísticas entre los bloques. Para tratamientos se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, es decir al menos uno de los tratamientos tiene mayor promedio de rendimiento.

En cuanto al coeficiente de variabilidad el valor obtenido fue de 16,92 %, está indicando la homogeneidad del material experimental es aceptable y que por lo tanto los datos son confiables.

Para determinar cuál de los tratamientos es estadísticamente superior se realizó la prueba de significación de Duncan (Ver cuadro 15)

Cuadro 15: Prueba de significación de Duncan de rendimiento (t/ha)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₉ : (n ₄ k ₃)	65,88	a
2	T ₇ : (n ₂ k ₂)	64,45	a
3	T ₈ : (n ₃ k ₁)	63,50	a
4	T ₁ : (n ₄ k ₄)	54,83	a b
5	T ₂ : (n ₃ k ₃)	49,98	b c
6	T ₄ : (n ₄ k ₁)	49,60	b c
7	T ₆ : (n ₁ k ₂)	46,60	b c
8	T ₅ : (n ₂ k ₁)	42,90	b c
9	T ₃ : (n ₁ k ₁)	42,43	b c
10	T ₀ : (o)	36,20	c

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas.

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 15 de la prueba de DUNCAN, se observan los promedios de rendimiento donde destacan los tratamientos T₉, T₇, T₈ y T₁ superando estadísticamente a los demás con promedios de 65,88, 64,45; 63,50 y 54,83 t/ha respectivamente, los de menor promedio fueron

los tratamientos T₅, T₃ y T₀ con 42,90; 42,43 y 36,20 t/ha respectivamente.

En su investigación Tancara Apolinario (2008) obtuvo un rendimiento promedio de 69,58 t/ha con la cultivar Kondike con la aplicación de niveles de nitrógeno y fosforo, siendo este promedio ligeramente superior a los obtenidos en la presente investigación, por su parte Dufault, (1986) el incremento del rendimiento en el cultivo de sandia por aumento en el nivel de N, P y K no se debe a la obtención de frutos con mayor peso sino a un mayor número de frutos cuajados favorecidos por una floración femenina más temprana).

RUSSO (1993), utilizando un amplio rango de aplicación de N, P y K en el cultivo de sandía, obtuvo aumentos en el rendimiento comercializable cuando pasó de una fertilización de 110N-80P-210K a 200N-120P-220K kg ha⁻¹ sólo en dos de los tres años evaluados. Este autor concluyó que debido a las diferentes condiciones ambientales imperantes durante el ciclo de producción, donde no encontró mejoras en el rendimiento, el aumento en el nivel de nutrientes aplicados puede haber sido dirigido al desarrollo de la canopia y no hacia el establecimiento y

llenado de los frutos, ya que tampoco encontró diferencias en el peso promedio ni en el número total de frutos.

CHAMBI W. (2008) en su investigación utilizando dos cultivares de sandía Disko (EMR-32) y Sunday Special (EMR – 27) obtuvo rendimiento promedio de 21 y 20 t/ha respectivamente utilizando dosis de biol, estos valores fueron inferiores a la obtenidas en la presente investigación, por su parte Cruz B. (1992) en su investigación con cultivares de sandia en la región Moquegua obtuvo rendimientos promedios de 21,70; 21,71 y 18,21 t/ha, inferiores a las obtenidas en la presente investigación.

- **Análisis de regresión múltiple de rendimiento**

Al realizar el análisis de regresión múltiple, la ecuación resultante fue la siguiente:

$$Y = 38,3606 + 0,070409 N + 0,0131542k$$

La ecuación de regresión múltiple señala que por cada unidad (kg) de nitrógeno el rendimiento se eleva en 0,070 kg, en el caso de potasio por cada unidad (kg) el rendimiento se eleva en 0,013 kg respectivamente.

$$r = 0,66$$

$$r^2 = 43,09 \%$$

El coeficiente de correlación múltiple de Pearson, señala que existe una mediana correlación entre las dosis de N- K y el rendimiento, asimismo el coeficiente de determinación múltiple r^2 señala que el 43,09% del rendimiento es atribuible a los distintos niveles de nitrógeno y potasio.

CUADRO 16: Análisis de correlación (r) entre el rendimiento (t/ha) y las demás variables en estudio

H_0 : No existe correlación entre las variables de estudio y el rendimiento

H_1 : Existe correlación entre las variables de estudio y el rendimiento

α . 0,05

Variables	Rendimiento (t/ha)	
	r	r ²
Diámetro ecuatorial	0,71*	51%
Diámetro polar	0,87*	76%
Longitud de la planta	0,85*	73%
Número de frutos	0,52	28%
Grados Brix	0,24	6%
Grosor de la cáscara	0,76*	58%

* Correlación significativa al α 0,05

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de correlación indica lo siguiente:

- Existe una correlación significativa positiva perfecta entre el rendimiento y diámetro ecuatorial siendo el coeficiente de correlación de Pearson $r =$

0,71 *, el coeficiente de determinación r^2 señala que el 51% del rendimiento del fruto es atribuible al diámetro ecuatorial.

- Existe una correlación significativa positiva perfecta entre el rendimiento y diámetro polar siendo el coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,87$ *, el coeficiente de determinación r^2 señala que el 76 % del rendimiento del fruto es atribuible al diámetro ecuatorial.
- Existe una correlación significativa positiva perfecta entre el rendimiento y la longitud de la planta siendo el coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,85$ *, el coeficiente de determinación r^2 señala que el 73 % del rendimiento del fruto es atribuible a la longitud de la planta.
- Existe una media correlación positiva entre el rendimiento y el número de frutos siendo el coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,52$ el coeficiente de determinación r^2 señala que el 28 % del rendimiento del fruto es atribuible al número de frutos.
- Existe baja correlación positiva entre el rendimiento y grado Brix de frutos siendo el coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,24$, el

coeficiente de determinación r^2 señala que el 6 % del rendimiento del fruto es atribuible a los grados Brix.

- Existe una correlación significativa positiva perfecta entre el rendimiento y el grosor de la cáscara siendo el coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,76^*$, el coeficiente de determinación r^2 señala que el 58 % del rendimiento del fruto es atribuible al grosor de la cáscara.

V. CONCLUSIONES

1. Los resultados demostraron que los rendimientos (t/ha) más altos se obtuvieron con los tratamientos T₉; T₇; T₈ y T₁ con promedios de 65,88, 64,45; 63,50 y 54,83 t/ha respectivamente, los de menor promedio fueron los tratamientos T₅; T₃ y T₀ con 42,90; 42,43 y 36,20 t/ha respectivamente.
2. Con respecto al tamaño del fruto, los promedios más altos de diámetro polar se obtuvieron con los tratamientos T₉; T₈ y T₇ con 34,13; 33,65 y 32,80 cm respectivamente, los de menor promedio fueron los tratamientos T₃; T₅ y T₀ con 28,05; 27,88 y 26,68 cm respectivamente, los tratamientos de mayor diámetro ecuatorial fueron T₇; T₈ y T₉ con 22,43; 22,25 y 22,23 cm respectivamente, y los de menor promedio fueron los tratamientos T₃; T₆ y T₀ con 18,30; 17,38 y 17,35 cm respectivamente.
3. En lo relacionado a la longitud de la planta el T₉ alcanzó el mayor promedio con 3,88 m seguidos de los tratamientos: T₈; y T₁ con 3,72 y 3,42 m respectivamente.

4. Con respecto al número de frutos no se encontraron diferencias estadística, los promedios obtenidos variaron entre 7 y 8 frutos por planta, asimismo para el porcentaje de grado Brix no se hallaron diferencias estadísticas entre sus promedios cuyos promedios variaron de 9 a 11%.

5. Para grosor de la cascara del fruto no se hallaron diferencias estadísticas entre sus promedios, cuyos promedios variaron entre 7 a 10 mm, asimismo para los grados Brix no se hallaron diferencias estadísticas entre sus promedio, cuyos valores variaron de 9 a 11 % respectivamente.

6. Al efectuar el análisis de regresión múltiple, los resultados señalaron que el nitrógeno tiene mayor influencia en las distintas variables de estudio a comparación del potasio.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el T₉ (N₄K₃) con dosis 250 kg N y 140 kg k con las que se obtuvo el mayor rendimiento del fruto por hectárea en la variedad sandía Santa Amelia en el presente trabajo de investigación en condiciones del valle de Moquegua.
2. Realizar experimentos variando la dosis de nitrógeno y potasio, utilizando dosis ajustadas para así tener mayor conocimiento de las distintas dosis que se puedan utilizar.
3. Fortalecer la organización y participación de los productores del valle de Moquegua para intensificar y ampliar el área de cultivo de sandía; de manera que hay una ventana abierta para la exportación de esta fruta hacia los Estados Unidos, Holanda.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de exportadores del Perú ADEX 2009.
2. A. Turrent F. & Reggie J. Laird. 1980. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.755p.
3. BERTSCH-HERNÁNDEZ, F; RAMÍREZ-CASTRILLO, FM. 1997. Curvas de absorción de nutrimentos en melón (Cucumismelo) Honey Dew y sandía (Citrullus lanatus) Crimsom Jewel (en línea). San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía y Centro de Investigaciones Agronómicas 525p.

4. BARKER, A. and H. HILLS. 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. Hort. Rev. AVI. Vol 2, 423 p.
5. CADAHIA, C; EYMAR, E y LUCENA, J. 1997. Materiales y fertilizantes utilizados en fertirrigación In: Cadahia, C. eds. Fertirrigación Cultivos Hortícolas y Ornamentales Madrid, Ediciones Mundi- Prensa 122p.
6. CALZADA J. (1984) Métodos estadístico para la investigación edición Jurídica S.A. Lima Perú, 643p.
7. CATE, R.B., AND Y.T. HSU. 1978. An algorittm for defining linear programming activities using the law of the minimum. N. C. Agric. Exp. Stn. Bull. 253p

8. CASTELLANOS, J.Z. 1997. Las curvas de acumulación nutrimental en los cultivos hortícolas y su importancia en los programas de fertirrigación. En 2º Simposium Internacional de Fertirrigación. Querétaro, Qro. 282p.

9. CUTTING, J. 1999. Nutrient balance and nutrient availability as management tools to achieve large fruit size and heavy cropping in mature "Hass" orchards. In: Arpaia, M y Hofshi, R eds Proceedings of avocado brainstorming 99 Riverside octubre 1999. 229p

10. CRUZ, B. (1990) Determinación del rendimiento de cuatro cultivares de Sandía (*Citrullus lanatus* L.) en el valle de Moquegua. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNJBG. – Tacna. 62p.

11. CHAMBI, W. 2006. Influencia de Cinco Niveles de Biol sobre el Crecimiento y Rendimiento de Dos Cultivares Híbridos de Sandía (*Citrullus lanatus*) Bajo Condiciones de la Yarada. UNJBG. Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía 135p.

12. DOLE, J. and WILKINS, H. 1999. Floriculture principles and species New Jersey, Prentice hall 613p.

13. DROILLON, M. y MERCKX, R. 2003. Papel del ácido cítrico y fosfórico como mecanismo de movilización de fósforo en suelos con alta capacidad de retención del fósforo. *Gayana Botanica* 60 (1): 552p

14. DOMINGUEZ, A 1983. *Fertirrigación*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 217p

15. DFAULT, R.J. 1986. Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant quality and early yield. J. Am. Soc. Hortic. Sci, 1703p

16. ETCHEVERS B, J.D. 1997. Evaluación del estado nutrimental del suelo y de los cultivos fertirrigados. En: II Simposium Internacional de Fertirrigación. Querétaro, Qro. 360p.

17. FERRANDO, M.; MERCADO, G. y HERNANDEZ, J. 1999. Cambios en la disponibilidad de fósforo para las plantas en suelos sujetos a cortos periodos de anaerobiosis. Sociedad Agronómica de Chile. 14° Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón, 8-12 Nov 1999, 420p.

18. GARDNER F., R. Brent and R. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press: AMES. First edition, 327p.
19. GIACONI, V., 1 989, Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, 200p.
20. GREENWOOD, D.J. 1981. Crop response to agronomic practice. In: Rose, D. A. and Charles- Edwards, D. A. (Eds.). Mathematicsand Plant Physiology. Academic Press, London, 216p.
21. HOCHMUTH, G.J. 1992. Fertilizar management for drip-irrigates vegetables in Florida. Hort Technology, 732p.
22. LOTT, J.; GREENWOOD, J. and BATENN, G. 1995. Mechanims and regulation of nutrient storage during seed

development. CAP 9 p 215-235 In: Kigel, J. y Galili, G. eds. Seed development and germination, New York, 853p

23. LOÚE. A. 1988. *Los Microelementos en Agricultura*. Madrid. Ediciones Mundi- Prensa, 354p

24. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 1989. *Cultivo de la sandía. (Citrullus lanatus (Thunb) Matsum)*. Guatemala, 135p.

25. PEÑA, P.E. Y GUAJARDO, P. 1999. *Panorama de los métodos de riego en México. IX Congreso Nacional de Irrigación*. Cuahiacán, 144p.

26. MARSCHNER, H. 1995. *Mineral nutrición of higherplants. Secondedition*. London, Academicpress, 889p

27. MARTÍNEZ. ÁNGEL (1988) Diseños experimentales Métodos y elementos de teoría, editorial Trillas, 754 p.
28. MATUS, F. 1988. Dinámica del nitrógeno en el suelo. Tesis Mg Sc Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía, 160p
29. MORGAN, D. and HIPP, W. 1982. Nitrogen requirement for *Nephrolepis Exaltata* (L), Schott *Rooseveltii* Hortscience, 620p.
30. PLASTER, E. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Madrid, Ediciones Paraninfo, 419p
31. RECHE, F. 1998. El cultivo de la Sandía (en línea). España. Consultado 12 marzo 2006. 18. Reche, F. 1999.

Control de plagas y enfermedades en Sandía
(en línea). España, 787.

32. Russo, V.M. 1993. Effects of fertilizer type and rate, and liming on banana squash yield. *J. Plant Nutr.* 1828p.
33. RODRIGUEZ, J. 1990. La fertilización de los cultivos. Un método racional. Santiago, Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. 287p
34. RODRIGUEZ, J. 1992. Manual de fertilización. Santiago, Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. 362p
35. SCHUMANN, A. and MILLS, H. 1996. Injury of leathreleaf fern and tomato from volatilized ammonia after fertilizer application. *Journal of plant Nutrition*, 19; 593p

36. SEMINIS, V. 2007 "Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis. 45 pp.

37. STAMPS, R. 1995. Irrigation and nutrient management practices for commercial leatherleaf fern production in Florida, University of Florida. 265p.

38. STAMPS, R. and ROCK, D. 1999. Effects of four elements on color yield and vase life of tree (Asparagus Myrocladus). Proc of the Florida State Horticultural Society, 685p

39. TANCARA, A. (2003) "Niveles de Nitrógeno y Fósforo en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) cultivar Klondike bajo R.L.A.F.: goteo. Tesis para ingeniero agrónomo. UNJBG- Tacna. 75p.

40. UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA (2005) " Guía técnica para el cultivo de sandía" programa de hortalizas 155 p
41. VIDAL, JORGE (1984) curso de botánica stella Viamonte, Buenos Aires Argentina 191 p.
42. WOLF, B.; FLEMING, J. AND BATCHELOR, J. 1985. Fluid fertilizer manual. National fertilizer manual. Vol 1. National Fertilizer Solutions Association. USA. 456p
43. ZAZUETA R., F.S. 1992. Micro-irrigación. ICFA International, Inc. Gainesville, Florida. USA 243p.
44. WWW.INFOAGRO.COM

45. WWW, SUNAT. COM

46. WWW AMPEX. COM

47. WWW. MINAG. COM

ANEXOS

ANEXO 1

RENDIMIENTO (t/ha)

TRAT		I	II	III	IV	Promedio
T1	N4K4	53,8	56,2	54,4	54,9	54,83
T2	N3K3	47,0	60,2	45,1	47,3	49,98
T3	N1K1	45,3	44,5	40,5	39,4	42,43
T4	N4K1	45,2	61,5	44,4	47,3	49,60
T5	N2K1	40,5	42,3	45,4	43,4	42,90
T6	N1K2	41,8	39,0	55,1	50,5	46,60
T7	N2K2	68,4	57,4	68,5	63,5	64,45
T8	N3K1	74,5	65,8	47,9	65,8	63,50
T9	N4K3	78,3	83,9	46,1	55,2	65,88
T0	0	32,1	39,7	35,4	37,6	36,20

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2

DIÁMETRO ECUATORIAL (cm)

TRAT		I	II	III	IV	Promedio
T1	N4K4	18,5	22,0	20,0	21,0	20,05
T2	N3K3	20,1	22,5	22,8	22,3	21,93
T3	N1K1	18,7	19,2	18,3	17,0	18,30
T4	N4K1	22,5	20,0	23,0	22,7	22,05
T5	N2K1	22,5	20,0	21,7	21,8	21,50
T6	N1K2	19,4	17,6	15,5	17,0	17,38
T7	N2K2	22,6	21,0	24,3	21,8	22,43
T8	N3K1	21,0	24,0	23,0	21,0	22,25
T9	N4K3	21,2	23,0	20,6	24,4	22,23
T0	0	18,0	17,8	16,4	17,2	17,35

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

DIÁMETRO POLAR (cm)

TRAT		I	II	III	IV	Promedio
T1	N4K4	31,9	32,2	31,8	34,9	32,68
T2	N3K3	29,8	32,0	34,5	32,0	32,08
T3	N1K1	29,8	27,6	28,4	26,4	28,05
T4	N4K1	33,5	30,0	33,0	33,7	32,55
T5	N2K1	29,1	28,4	26,4	27,6	27,88
T6	N1K2	32,8	36,7	29,7	28,8	31,95
T7	N2K2	32,8	35,0	32,3	31,1	32,80
T8	N3K1	30,3	38,0	36,0	32,2	34,13
T9	N4K3	32,7	35,0	31,5	35,4	33,65
T0	0	26,8	28,3	26,3	25,3	26,68

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4

LONGITUD DE PLANTA (m)

TRAT.		I	II	III	IV	Promedio
T1	N4K4	3,29	3,39	3,53	3,47	3,42
T2	N3K3	2,88	2,79	2,65	2,69	2,75
T3	N1K1	2,92	2,66	3,36	3,28	3,06
T4	N4K1	2,6	2,51	3,01	2,98	2,78
T5	N2K1	2,79	3,63	2,69	2,17	2,82
T6	N1K2	2,89	3,66	2,47	2,93	2,99
T7	N2K2	3,05	3,53	2,98	3,23	3,20
T8	N3K1	3,65	3,71	3,85	3,67	3,72
T9	N4K3	3,67	4,02	3,95	3,87	3,88
T0	0	2,03	2,14	2,35	2,36	2,22

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5
NÚMERO DE FRUTOS

NIVELES	TRAT	Nº DE REPETICIONES				PROMEDIO
		I	III	III	IV	
N4K4	T1	7	6	7	6	7
N3K3	T2	8	7	6	7	7
N1K1	T3	9	7	9	8	8
N4K1	T4	9	6	9	6	8
N2K1	T5	11	7	6	7	8
N1K2	T6	9	7	8	8	8
N2K2	T7	8	7	6	8	7
N3K1	T8	7	7	6	7	7
N4K3	T9	8	7	7	7	7
0	T0	9	5	6	7	7

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6:
GRADOS BRIX

NIVELES	TRAT	Nº DE REPETICIONES				PROMEDIO
		I	II	III	IV	
N4K4	T1	12	10,5	12	10	11,1
N3K3	T2	9	11	11	11	10,5
N1K1	T3	10	9	7	11,5	9,4
N4K1	T4	10	11	9	10	10,0
N2K1	T5	11	11	10	9,5	10,4
N1K2	T6	10	13	9	7,6	9,9
N2K2	T7	10	11	10	9	10,0
N3K1	T8	9	11	11	11,5	10,6
N4K3	T9	9	10	10	12	10,3
0	T0	8	11	11,6	11	10,4

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7

EVALUACION DE GROSOR DE CASCARA(mm)

NIVELES	TRAT	N° DE REPETICIONES				PROMEDIO
		I	II	III	IV	
N4K4	T1	10	10	10	10	10
N3K3	T2	10	8	10	10	10
N1K1	T3	10	7	9	11	9
N4K1	T4	12	8	10	10	10
N2K1	T5	12	6	9	9	9
N1K2	T6	10	8	6	8	8
N2K2	T7	11	9	11	10	10
N3K1	T8	9	9	10	10	10
N4K3	T9	11	10	8	11	10
0	T0	6	5	8	10	7

Fuente: Elaboración propia