

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* Thunb)  
A TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA BAJO CONDICIONES DE  
ZANJA EN NIVEL FREÁTICO SUPERFICIAL EN LA ZONA DE LOS  
PALOS - REGIÓN TACNA**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. JULIO CESAR CAYO PILCO**

Para optar el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA - PERÚ**

**2011**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA**

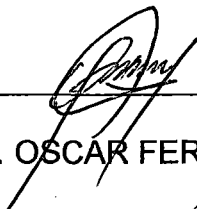
Facultad de Ciencias Agropecuarias

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 19 ENERO DEL 2011;

ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Dr. OSCAR FERNÁNDEZ CUTIRE

SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
Mgr. VIRGILIO VILDOSO GONZALES

VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
Ing. MÁXIMO GUTIERREZ BERNÁOLA

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
MSc. MAGNO ROBLES TELLO

## DEDICATORIA

*Este trabajo se lo dedico a mis padres,  
Aunque ya no estén con migo,  
A mis hermanos José y Mónica,  
Que me criaron como si yo fuera su hijo  
A Samuel por sus sabios concejos  
En los momentos más oportunos.*

*A mi hija catalina por ser el motivo de  
mi esfuerzo y superación para seguir  
adelante.*

*A mis sobrinos  
Svieta, Marjory, Nicol y José Johao  
Con todo mi cariño por su apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mi agradecimiento al profesor Dr. Oscar Fernández Cutire. Por su apoyo incondicional durante toda mi permanencia en las aulas universitarias.

A todos los catedráticos de la facultad de Ciencias Agropecuarias quienes contribuyeron en mi formación profesional, por sus enseñanzas y consejos recibidos durante mi vida universitaria.

A mis compañeros y amigos de la carrera por su apoyo y amistad.

## RESUMEN

La presente tesis titulada **“RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* Thunb) A TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA BAJO CONDICIONES DE ZANJA EN NIVEL FREÁTICO SUPERFICIAL EN LA ZONA DE LOS PALOS – REGION TACNA”**, se realizó en el sector de los Palos y tuvo como objetivo, evaluar la respuesta de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) a tres distanciamientos de siembra, bajo condiciones de zanja en nivel freático superficial en la zona de Los Palos.

Como material experimental se utilizó las variedades de sandía Santa Amelia y Starbrite, sometidas a 3 distanciamientos de siembra: 0,80 m; 1,00 m y 1,20 m entre plantas.

El diseño experimental utilizado fue el diseño de bloques completos aleatorios con estructura factorial 2 x 3, con una combinación de 6

tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 24 unidades experimentales.

El área experimental fue de 100 x 6 m, lo cual arroja un área de 600 m<sup>2</sup>, cada unidad experimental tuvo un área total de 25 m<sup>2</sup>.

El análisis estadístico de los resultados demostró que la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior con 102,787 t/ha frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 90,157 t/ha respectivamente. Para el factor distanciamiento el distanciamiento d<sub>2</sub> (1,00 m) tuvo mayor efecto con un promedio de 112,234 t/ha seguido del d<sub>3</sub> (1,20 m) con 99,820 t/ha respectivamente.

Con respecto al diámetro polar no se encontró significación estadística entre variedades. Sin embargo para el factor distanciamiento se encontró diferencias estadísticas, el distanciamiento que tuvo mayor influencia fue el d<sub>2</sub> (1,00 m), seguido del d<sub>3</sub> (1,20 m) con 44,74 cm y 43,32 cm. En lo relacionado al diámetro ecuatorial se encontró diferencias estadísticas entre variedades siendo la variedad Santa Amelia quien superó con 24,57 cm a la variedad Starbrite con 24,22 cm, asimismo hubo diferencias

estadísticas entre distanciamientos  $d_2$  (1,00 m) y  $d_1$  (0,80 m) alcanzaron el mayor promedio con 25,34 cm y 24,09 cm respectivamente.

Para la variable de respuesta número de frutos, la variedad Santa Amelia alcanzó mayor promedio con 2,61 frutos frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 2,27 frutos respectivamente. Con respecto al rendimiento de planta por golpe (kg), la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior en el rendimiento por planta con 29,76 kg frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 26,19 kg respectivamente. Los distanciamientos  $d_2$  (1,00 m) y  $d_3$  (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio de rendimiento con 33,05 kg y 27,34 kg respectivamente.

No se encontró diferencias estadística en el peso unitario de frutos entre variedades, sin embargo para el factor distanciamiento, el  $d_2$  (1,00 m) y  $d_3$  (1,20 m) lograron el mayor promedio de peso unitario con 12,34 y 11,65 kg respectivamente.

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	42
V. CONCLUSIONES	80
VI. RECOMENDACIONES	82
VII. BIBLIOGRAFÍA	84
VIII. ANEXOS	91

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de sandía bajo el enfoque de mercado, registra cambios dinámicos, intervención y participación de nuevos componentes y actores, la cual lo convierte en procesos más complejos; además hay mayores exigencias en la calidad de los productos demandados. Ante este entorno, el sector agropecuario, como actividad económica en la región requiere ser más competitivo para mantenerse, posicionarse y no perder posicionamiento u otras oportunidades en los mercados nacionales e internacionales.

El cultivo de sandía ha mostrado una tendencia a incrementarse en la región Tacna, con la siembra en zanja en nivel freático superficial, va a permitir proporcionar una técnica adecuada para reducir los actuales índices de desertificación, y también aprovechar las zanjas con nivel freático superficial para el cultivo de cucurbitáceas, caña de azúcar y árboles frutales.

Las tecnologías orientadas en el manejo productivo se desarrollan bajo lineamientos investigativos básicos en donde la distribución espacial de las plantaciones juega uno de los principales papeles. Se destaca, dentro de ésta, el sistema y la densidad de siembra.

Estos parámetros al momento de seleccionar la variedad a sembrar, conllevan a que con una adecuada distribución de la plantación se busque reducir la competencia por el espacio, nutrientes, agua e interferencia al momento de captar la luz, afectando positiva o negativamente su desarrollo y rendimiento.

Los niveles freático, ha permitido proporcionar una técnica adecuada para reducir los actuales índices de desertificación, y también propiciar el proceso de infiltración de las aguas de lluvia bajo condiciones edafoclimáticos desfavorables, de tal forma que permitan el cultivo o la forestación de zonas de secano y la recarga artificial de las napas freáticas.

Los sistemas de producción de sandía en la región son heterogéneos, debido a la influencia conjunta de los factores agroclimáticos y de manejo tecnológico de cada superficie sembrada, en este caso las zanjas en nivel freático superficial, en combinación con siembras, no sólo permitirán la recuperación de terrenos degradados por procesos de erosión y desertificación, sino que se demostrará a través de la presente investigación su alta eficiencia en la captura de humedad, lo que genera un desarrollo más rápido de los cultivos en la zona de los Palos.

Durante el año 2009, se exportó 4200 toneladas de cucurbitáceas (zapallo, sandía, melón, pepinillo y zapallito italiano) del departamento de Tacna a Chile, cifra que se incrementó en más del 60 por ciento en relación con el año 2008, según SENASA - Tacna, en el año 2009 se registraron 244 productores de cucurbitáceas, los cuales provienen, en su mayoría, de los sectores de La Yarada y Los Palos, situados en la parte baja del valle de Tacna.

A la fecha en la presente campaña agrícola 2010 se ha logrado exportar 129 843 kilos de zapallo (variedad cresco 27 003 kilos; variedad camote 102 840 kilos, 38 402 kilos de zapallo italiano y 411 480 kilos de sandía.

La sandía es un fruto muy apreciado que goza de gran demanda en todo el mundo aún cuando el origen de esta no es muy claro, lo que sí está definido es la importancia que representa para muchos productores y países que destinan extensiones para el cultivo.

En vista de la escasez de agua en Tacna, es necesario aprovechar cualquier humedad que se tenga (nivel freático superficial) el cual se encuentra cerca a la orilla del mar.

- **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la respuesta de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) a tres distanciamientos de siembra, bajo condiciones de zanja en nivel freático superficial en la zona de Los Palos – Región Tacna, en la campaña agrícola 2009.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar la variedad de sandía de mayor rendimiento bajo las condiciones de zanja en nivel freático superficial.

Determinar el distanciamiento de siembra de mayor efecto sobre el rendimiento.

- **HIPÓTESIS**

Uno de los cultivares de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) a uno de los distanciamientos de siembra, presentan altos rendimientos de frutos bajo condiciones de zanja en nivel freático superficial en la zona de Los Palos – Región Tacna.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE SANDÍA

La sandía, ha sido desde hace muchos años una especie de gran popularidad. En un principio se pensó que el género *Citrullus* era de origen asiático, pero debido al hallazgo, de muchas sandías silvestres de distintos tipos (pulpas amarillas, blancas y rojas y cáscaras verdes, rayadas y lisas), en África, se le atribuye a este continente su centro de origen. (21)

En el pasado, el cultivar más utilizado era Charleston Gray (con un peso de 20 kg por fruto), debido a su buena calidad y resistencia a enfermedades. En la actualidad este cultivar ha sido desplazado por cultivares de frutos más pequeños, compactos y redondos, demandados por el mercado. (16)

Esta planta pertenece a zonas desérticas de poca altitud y de altas temperaturas, donde se ha desarrollado sin problemas, siendo una fuente importante de agua para nativos y exploradores. **(16)**

Los rendimientos, son muy variables dependiendo del cultivar sembrado, densidad de siembra, fertilidad del suelo, la poda realizada, sistema de cultivo (secano o regadío) y ataque de plagas y enfermedades. Los rendimientos oscilan entre 20 a 40 t/ha, tendientes a incrementar hasta 80 t/ha bajo condiciones de invernadero. **(21)**

### **2.1.1. Morfología**

Es una planta rastrera que tiene de 5 a 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 a 5 m<sup>2</sup>. Se trata de tallos herbáceos de color verde, recubiertos de pilosidad que se desarrollan de forma rastrera alcanzando una longitud de 4 a 6 m; raíz principal profunda y raíces secundarias distribuidas superficialmente; flores de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares; el fruto es globoso u oblongo formado por 3 carpelos fusionados con el 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 kg; el color de la corteza es variable, pudiendo aparecer uniforme (verde oscuro, verde claro) ó 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 cultivo. (25)

### **2.1.2. Exigencias de clima.**

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. (17)

#### **2.1.2.1 Temperatura**

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

Cuando las diferencias de temperatura entre el día y la noche son de 20-30 °C, se originan desequilibrios en las plantas: en algunos casos se abre el cuello y los tallos y el polen producido no es viable. **(16)**

La sandía no soporta bajas temperaturas y se desarrolla muy bien en climas cálidos y secos. **(9)**

El cultivo rinde bien en un rango de temperaturas que oscilen entre los 20 y los 25°C, en condiciones extremas podría resistir temperaturas de 36°C. Las temperaturas recomendables para su germinación se encuentran entre los 25 a los 35°C. **(16)**

#### **2.1.2.2. Humedad**

La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 % y el 80 %, siendo un factor determinante durante la floración. **(25)**

La humedad relativa juega un papel muy importante, requiere de una estación prolongada de la misma y será vital para el control de enfermedades fungosas de las hojas. **(17)**

### **2.1.3. Exigencias en suelo.**

La sandía no es muy exigente en suelos, aunque le van bien los suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y fertilizantes. No obstante, la realización de la técnica del enarenado hace que el suelo nos sea un factor limitante para el cultivo de la sandía, ya que una vez implantado se adecuará la fertirrigación al medio. (25)

La implementación de los modelos de producción continua, se inician con el establecimiento del riego por cinta a goteo, o riego por gravedad para promover la siembra de todo el año con sandía y maíz ubicados en sus respectivas fechas de siembra (12)

## **2.2. ASPECTOS DE PRODUCCIÓN**

### **2.2.1. Suelo y preparación.**

En suelos arcillosos, se requiere buen drenaje, pH de 6 a 7. En cuanto a la preparación de suelo se realiza un pase de subsolador, un pase de arado, uno de rastra y la surcadora para elaborar las camas o camellones; luego se aplica la fertilización básica para el posterior pase de rotavator.

Con esto se obtiene un suelo suelto, para el mayor desarrollo radicular y aireación del cultivo. **(16)**

### **2.2.2. Siembra y trasplante**

Colocando dos semillas por golpe que se cubre con 1,5 - 2 cm de arena, turba o humus de lombriz. Cuando se realiza la siembra en bandejas tipo speedling, el trasplante se realiza a las 3 ó 4 semanas, con al menos la primera hoja verdadera bien desarrollada, aunque el óptimo sería que tuviera dos hojas verdaderas bien formadas y la tercera y cuarta mostradas. **(4)**

Las distancias muy cercanas tiene el inconveniente de que se cubre la superficie muy pronto e incluso a veces antes de que se hayan desarrollado suficientes flores femeninas, ya que éstas aparecen a partir de la quinta o sexta coyuntura. **(16)**

Distancias mayores permiten un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes y el descanso de cierta parte del terreno (por la disposición de los ramales portagoteros, que se colocan pareados por línea de cultivo) y un ahorro en la colocación de materiales de semiforzado. **(22)**

La planta procedente del semillero debe colocarse de forma que, el cepellón quede en contacto con el suelo, cubriéndolo con arena, y el injerto quede por encima de la arena, evitando así la emisión de raíces por parte de la sandía por la humedad que proporciona el riego, ya que de lo contrario podrían presentarse problemas de ataque de Fusarium. (22)

### **2.2.3. Fertilización**

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos completos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo. (22)

El aporte de microelementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma

mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta. **(17)**

#### **2.2.4. Poda**

Esta operación se realiza de modo optativo, según el marco elegido, ya que no se han apreciado diferencias significativas entre la producción de sandías podadas y sin podar, y 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 y 6 hojas, dejando desarrollar los 4-5 brotes secundarios que parten de las axilas de las mismas, confiriendo una formación más redondeada a la planta. **(12)**

La poda vegetativa y de frutos, se realiza en hortalizas que producen hijos o chupones en las axilas de las hojas y también en aquellas plantas que producen una gran cantidad de frutos. Esta práctica tiene como resultado una mejor fructificación en la planta, evita el gasto de energía en producción de follaje innecesario, frutos que no madurarán y brotes únicamente vegetativos que no reflejarán beneficios directos a la calidad de los frutos de la sandía. **(4)**

La totalidad de las plantas responden a la remoción de su parte vegetativa de dos formas: reducen la cantidad total del crecimiento que se lograría al no podarse y se afecta el equilibrio vegetativo - reproductivo de la planta.

**(8)**

El objetivo principal de la poda de los frutos, es obtener un mejor desarrollo de los frutos restantes. La poda debe hacerse cuando los frutos tengan alrededor de 10 cm de diámetro y dependiendo de la variedad utilizada, podremos dejar dos frutos por brote, siempre y cuando la planta presente un buen vigor y desarrollo. **(21)**

Un sistema recomendado en regadío, es dejar desarrollar entre tres y cuatro ramas secundarias, las cuales deben de ser eliminadas por encima de las dos hojas posteriores a los frutos, de esta manera la planta tendrá entre tres y cuatro brotes y cada uno de ellos tendrá un fruto. Esta es una práctica muy utilizada en variedades muy frondosas y lo recomendable es dejar desarrollar dos frutos por planta, ya que los restantes serán eliminados según su desarrollo. **(21)**

La poda "a dos brazos", consiste en despuntar el tallo principal de la planta cuando posee entre tres y cuatro hojas desarrolladas. Una vez

efectuado esta poda, se permite el desarrollo de los dos brotes de mejor constitución, sobre los cuales se va a desarrollar la planta. Durante el segundo corte se eliminan todas las brotaciones que nazcan de los tallos secundarios, a unos 50 cm. del suelo, para posteriormente continuar con los tallos de tercer orden. Todos los cortes deben efectuarse a una o dos hojas después del fruto, porque de estas hojas dependerá su nutrición.

**(12)**

Es recomendable realizar la poda durante horas de la mañana y después de efectuada es importante tratar la herida con cal apagada para evitar la pudrición del corte, causado por enfermedades criptogámicas. **(24)**

#### **2.2.5. Polinización.**

Normalmente si las condiciones ambientales son favorables es aconsejable el empleo de abejas (*Aphis mellifera*) como insectos polinizadores, ya que con el empleo de hormonas los resultados son imprevisibles (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. **(4)**

### **2.2.6 Cosecha.**

Generalmente esta operación es llevada a cabo a los 80 a 90 días, guiándose por los siguientes síntomas externos:

- El zarcillo que hay en el pedúnculo del fruto está completamente seco, o la primera hoja situada por encima del fruto está marchita.
- Al golpear el fruto con los dedos se produce 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, ésta 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. **(16)**

### 2.3. VARIEDADES

Entre las posibles clasificaciones de las sandías se encuentran por la presencia o ausencia de semillas, por el color de la corteza y por tipo de fruto. Las sandías diploides, lisas o rayadas, producen semillas bien formadas. En cambio, en las triploides la presencia de semillas es prácticamente nula y las que pueden haber son comestibles. Los tipos de frutos más pequeños y en última instancia los nuevos colores de la pulpa rojos más intensos, amarillos o rosados más tenues son también la base de este cultivo.

Se tiene constancia de más de cincuenta variedades de sandía, que se clasifican en función de la forma de sus frutos, el color de la pulpa, el color de la piel, el peso, el período de maduración, etc. Genéticamente existen dos tipos de sandías:

- Sandías diploides o con semillas: son las variedades cultivadas tradicionalmente, que producen semillas negras o marrones de consistencia leñosa. Según la forma de sus frutos encontramos:

- Sandías triploides o sin semillas: Se trata de variedades que tienen unas semillas tiernas de color blanco que pasan desapercibidas al comer el fruto. Se caracterizan por tener la corteza verde clara con rayas verdes oscuras y la carne puede ser de color rojo o amarillo. **(16)**

## **2.4. DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA**

### **2.4.1. Definición**

Se llama distanciamiento de siembra a la medida que establece la cantidad de plantas que se cultivan en un espacio determinado. Usualmente la densidad de siembra se mide con el número de plantas sembradas en una hectárea, es decir, en 10 000 m<sup>2</sup>. **(9)**

El método básico para controlar la cantidad de luz que recibe el cultivo se da por medio del manejo de la densidad poblacional; por ello, es imprescindible que se escoja apropiadamente. **(15)**

El sistema de siembra depende o guarda relación con muchos agentes, siendo la luminosidad y la topografía los más importantes a considerar y

tener en cuenta al garantizar el suministro adecuado de luz al cultivo y favorecer o evitar el proceso de erosión del suelo. **(27)**

Se busca entonces con el estudio de diferentes densidades y sistemas de siembra, crear nuevas perspectivas que estén dirigidas a una mayor eficiencia productiva de la variedad y facilidad de manejo del cultivo; objetivo que se logra con la evaluación continua de ciclos de producción, los cuales reflejan el comportamiento y diferencias entre dichos factores de distribución de la plantación. **(26)**

Es necesario destacar que la densidad de siembra tiene un efecto muy significativo en la productividad de una campaña. Pero si bien elevar la densidad de siembra puede beneficiarte, no siempre es lo recomendable.

Ello dependerá de las condiciones que tengas para atender adecuadamente el desarrollo de un mayor número de plantas por hectárea. **(14)**

Veamos cuáles son las condiciones necesarias para definir adecuadamente el distanciamiento de siembra:

- El tipo de cultivo
- La fertilidad del suelo
- La disponibilidad de agua
- El tipo de riego
- Las condiciones sanitarias del cultivo
- Los recursos económicos disponibles **(9)**

#### **2.4.2. Importancia de la distancia de siembra**

Las estrategias de manejo durante el período de vida de un cultivo, generalmente producen efectos en el crecimiento vegetativo y reproductivo de las diferentes especies vegetales, la manifestación de las variaciones en las estructuras de la planta durante un determinado intervalo de tiempo puede ser inherente al comportamiento de los genotipos o ser modificada por diversos factores, entre los cuales se destaca la distancia de siembra. **(25)**

La modificación de la distancia de siembra constituye un elemento determinante en la respuesta de la planta a la competencia intraespecífica por luz, agua, dióxido de carbono o nutrimento y su relación con el crecimiento y la productividad. **(10)**

La posibilidad de usar altas densidades de plantación en un determinado cultivo es limitada, dado que pueden afectar el crecimiento vegetativo, decrecer la productividad individual, originar cambios negativos en el desarrollo de la raíz y en la calidad del fruto disminuir el peso seco del vástago, el área y el peso seco de las hojas. **(10)**

La biomasa total y el índice del área foliar han presentado relaciones directas con respecto a la distancia de siembra, mientras que ésta se ha encontrado inversa con la altura de la planta **(26)**

## **2.5. ZANJAS EN NIVEL FREÁTICO SUPERFICIAL**

### **2.5.1. Concepto**

En términos conceptuales se puede decir que son canales de sección rectangular o trapezoidal y generalmente asimétricos, que se construyen transversalmente a la máxima pendiente del terreno y siguiendo las curvas de nivel. Es decir, es una obra de recuperación de suelos que comprende un conjunto de zanjas, construido de forma manual o mecanizada, que se sitúa en las zonas costeras para poder aprovechar la humedad y nivel freático superficial. **(3)**

Entre sus objetivos encontramos algunos como; aprovechar la humedad y el nivel freático superficial para poder realizar siembras de cucurbitáceas, caña de azúcar, árboles frutales, aprovechando la ausencia de riego para que la planta tome y absorba la cantidad de agua que desea. Mejora y aumenta el crecimiento y producción de las plantas sembradas bajo este sistema.

La justificación principal de las zanjas en nivel freático superficial descansa en el efecto que producen sobre la estabilización del suelo; es decir, son agentes propiciadores de almacenamiento de humedad para los vegetales. Debe señalarse eso sí, que un sistema de zanjas en nivel freático superficial por sí solo, no controla totalmente el fenómeno erosivo.

### **2.5.2. Nivel freático**

Nivel freático, también conocido como manto freático, son las aguas subterráneas que existen en el planeta, son venas o corrientes de aguas dulces, y no en todos los casos se encuentra en la misma profundidad es variable, dependiendo de las fuentes de agua terrestre, y del nivel al mar.

El agua freática es el agua subterránea que constituye una fuente muy importante para extraer agua para beber y para riego agrícola, pero como su proceso de renovación es muy lento, resulta una fuente de agua fácil de agotar. **(17)**

Algunas bacterias y la mayoría de los contaminantes sólidos en suspensión son removidas o eliminadas cuando el agua superficial contaminada se infiltra a través del suelo en los mantos acuíferos, sin embargo, este proceso puede llegar a ser sobre cargado por grandes volúmenes de desechos domésticos e industriales. Por otra parte, ningún tipo de suelo puede retener la infiltración de virus y muchas sustancias químicas orgánicas. **(18)**

Cuando las aguas subterráneas llegan a ser contaminadas no pueden depurarse por sí mismas, debido a que las corrientes de las aguas freáticas son lentas y no turbulentas, y los contaminantes no se diluyen ni se dispersan de manera efectiva. También hay poca descomposición por bacterias aeróbicas, porque las aguas subterráneas no tienen suministro de oxígeno de la atmósfera y además las poblaciones de bacterias aeróbicas y anaeróbicas degradadoras son muy pequeñas. Por otra parte, la baja temperatura de las aguas subterráneas hace que las reacciones

de descomposición de sustancias sean lentas. Esto implica que para que las aguas subterráneas contaminadas puedan liberarse por sí mismas de los desechos contaminantes son necesarios cientos de miles de años. **(1)**

### **2.5.3. Características de los niveles freáticos.**

Cuando llueve o nieva, una parte el agua se evapora con rapidez, otra forma la escorrentía y el resto se filtra a través del suelo en dirección vertical, descendiendo por gravedad y ascendiendo por capilaridad cuando cesan las lluvias y comienza la evaporación. La zona en la que se producen los movimientos verticales de agua se llama zona de aireación y el agua presente en ella es el agua suspendida. **(19)**

La zona de aireación se encuentra sobre la zona de saturación o zona en la que todos los poros se encuentran ocupados por el agua. La zona de saturación se extiende en profundidad hasta que aparece una capa impermeable que no permite la circulación de agua, zona de estancación. **(19)**

En ella el agua se desplaza sólo en dirección horizontal. Entre la zona de aireación y la zona de saturación existe una franja de

espesor variable a través de la cual el agua asciende por tensión superficial de forma vertical. Esta franja se denomina capilar y constituye el nivel freático, también llamado nivel hidrostático o nivel piezométrico.

**(19)**

El nivel freático suele estar relacionado, aunque con cierta suavidad, con el nivel superficial, es decir, alcanza los niveles más elevados en páramos y montañas y desciende en los valles, lo cual permite su afloramiento en algunas zonas. En las zonas áridas el nivel freático es más horizontal y se encuentra siempre por debajo del nivel de los valles. **(19)**

La configuración de los niveles freáticos depende de varios factores como la pluviosidad o la permeabilidad del suelo. En épocas lluviosas los niveles freáticos presentan un relieve más marcado, de modo que en las zonas altas (colinas, montañas) se acumulan grandes cantidades de agua ya que el movimiento horizontal a través de la zona de saturación se ve dificultado. En general, el movimiento de agua en los acuíferos depende de muchos factores como materiales permeables e impermeables. **(13)**

## **2.6. Producción y exportación de sandía en el Perú.**

### **2.6.1. Producción**

La producción de sandía se concentra en los departamentos de La Libertad (23 %), Ancash (17%), Loreto (14%), Lima (12%) e Ica (11%). Sin embargo, la producción de los departamentos de Piura (4%) y Tacna (5%) son las que abastecen el mercado exterior, especialmente a Holanda, según cifras del Ministerio de Agricultura.

### **2.6.2. Exportaciones**

Las exportaciones peruanas de sandía, entre enero y octubre del año 2010, sumaron un millón 798 mil dólares, cifra que reflejó un aumento de 103,8 por ciento en relación al mismo período del 2009, señaló el Ministerio de Agricultura (MINAG).

El Minag señala que el principal mercado de destino es Holanda, que adquirió el 75 por ciento, por un total de un millón, 349 mil dólares, seguido de Ecuador, a donde se exportó el 11,2 por ciento del total, e Inglaterra (10,7 por ciento).

Entre enero y octubre de este año, la empresa Rancho Bravo concentró el 57 por ciento de las exportaciones de sandía por un total de un 1 240 000 dólares, seguido de Corpfrut Perú que exportó el 40 por ciento del total y Agronegocios Andinos que colocó el uno por ciento.

El volumen de las exportaciones de sandía se hace relevante a partir del 2006, en que muestra una tasa de crecimiento promedio de 57 por ciento hasta el año 2009.

En los dos primeros meses del año se registraron los precios más altos pagados por Ecuador, mientras que en setiembre Holanda pagó el precio más alto en lo que va del año por las adquisiciones de sandía.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.**

La presente investigación se realizó en el sector los Palos (Pueblo Libre), Región Tacna cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Latitud: 18°18'42.89"S  
Longitud: 70°25'26.28"O  
Altitud: 15 m.s.n.m.

##### **3.1.1. Cultivos anteriores**

- Sandía (2008)
- Zapallo (2009)

### 3.2. SITUACIÓN EDÁFICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Para determinar las características fisicoquímicas se realizó el análisis de suelo correspondiente, cuyos resultados se muestran en el cuadro 1.

**Cuadro 1:** Características físico – químicas del suelo.

<b>ANÁLISIS FÍSICO</b>	<b>RESULTADOS</b>
Arena Limo Arcilla Textura	72 % 22 % 6% Franco arenoso
<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>	<b>RESULTADOS</b>
pH C.E.dS/m CaCO <sub>3</sub> M.O. P K CIC me/100 g	7,56 5,02% 0,4% 0,6% 16,9 ppm 322 ppm 6,72

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria La Molina (2009).

El cuadro del análisis físico químico dentro de las principales características tenemos que se trata de suelo franco arenoso, presenta un pH de 7,56 que según S.Q.M. (2004) es un suelo ligeramente alcalino, el contenido de fósforo fue de 16,9 ppm

considerado normal, con una conductividad eléctrica de 5,04 siendo un suelo salino según lo indicado por Fuentes, J. (1999).

### 3.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

**Cuadro 2: CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

Meses	Temperatura máxima mensual	Temperatura mínima mensual	Temperatura media mensual	Humedad Relativa (%)
Noviembre	23,8	16,4	20,1	84,0
Diciembre	24,9	17,3	21,1	84,0
Enero	26,3	18,5	22,4	82,0
Febrero	28,5	18,8	23,6	84,0
Marzo	27,8	17,6	22,7	81,0

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)- TACNA

En el cuadro 2, se muestra las características climáticas en la zona de los Palos durante la ejecución del experimento, en líneas generales la sandía

Requiere de climas cálidos con buena luminosidad. Para lograr una buena germinación y fructificación, este cultivo exige temperaturas entre 20 y 30°C, mientras que en el desarrollo vegetativo prefiere entre 16 y 25°C, los rangos encontrados de temperatura durante la etapa de desarrollo del cultivo esta dentro de los normales según lo señalado por Reche (1988).

### **3.4. MATERIAL EXPERIMENTAL.**

El material experimental que se utilizó son dos variedades de sandía: Santa Amelia y Starbrite a tres distanciamientos de siembra.

#### **3.4.1. FACTORES DE ESTUDIO:**

**Factor A (Cualitativo): Variedades de sandía**

**a<sub>1</sub>:** Santa Amelia

**a<sub>2</sub>:** Starbrite

**Factor B (Cuantitativo): Distanciamiento de siembra**

**b<sub>1</sub>:** 0,80 m

**b<sub>2</sub>:** 1,00 m

**b<sub>3</sub>:** 1,20 m

### 3.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES

- **Santa Amelia**
  - Híbrido de nueva generación, tipo Royal Sweet
  - Planta de buen vigor y excelente polinización.
  - Peso de fruto entre 12 a 15 kg.
  - Color de pulpa rojo intenso, crocante y jugosa. De sabor muy dulce.
  - Tiene un color externo de fondo claro y gruesas estrías de color verde oscuro
  - Posee una cáscara de pared delgada y de gran firmeza, otorgándole una excelente habilidad de transporte y comercialización.
  - Precocidad entre 85 – 90 días.
  - La uniformidad de producción y calidad de frutos es una de sus principales características.
  - Alto rendimiento y concentración de cosecha.
  - Alto contenido de sólidos solubles (brix) aprox 12°. (Seminis, 2008)

- **Starbrite**

- Híbrido semi - precoz: 85-90 días.
- De forma oblonga de cáscara verde clara con bandas oscuras.
- Se caracteriza por tener una planta muy vigorosa y de producir altos rendimientos.
- Frutos oblongos, cuadrados y de gran tamaño y de gran uniformidad
- Frutos con pesos de 14 a 16 kilos.
- Posee una cascara brillante con bordes verde oscuro sobre fondo claro.
- Pulpa roja de una textura muy crujiente. Jugosa y dulce.
- Por su forma y textura, presenta buena calidad para viajes largos. (Seminis, 2008)

**Cuadro 3: Arreglo de tratamientos**

Factor A : Variedades	Factor B : Distanciamientos	Tratamientos
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>

Fuente : : Elaboración propia

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue el de bloques completos aleatorios con arreglo factorial de 2 (variedades) x 3 (distanciamiento), con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos se realizó mediante el análisis de varianza a un nivel de significación  $\alpha$  0,05 y 0,01, y para realizar la comparación de medias en los diferentes tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan  $\alpha$  0,05 de probabilidad.

#### ALEATORIZACIÓN DE TRATAMIENTOS

Bloque I	T <sub>1</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>
Bloque II	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>
Bloque III	T <sub>6</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
Bloque IV	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>

Fuente : Elaboración propia

### **3.7. VARIABLES DE RESPUESTA**

#### **3.7.1. Rendimiento por planta**

Para esta variable se pesó 5 frutos por unidad experimental tomadas en forma aleatoria, de cada tratamiento a los 95 días después de la siembra.

#### **3.7.2. Diámetro ecuatorial**

Para esta variable se tomaron muestras aleatorias de 5 frutos de cada tratamiento, de todas las unidades experimentales.

#### **3.7.3. Peso unitario de frutos**

Se pesaron 5 frutos por unidad experimental tomadas en forma aleatoria, de cada tratamiento al momento de la cosecha.

#### **3.7.4. Número de frutos por planta**

Esta variable se calculó contando todos los frutos de 5 plantas por unidad experimental seleccionadas aleatoriamente.

### **3.7.5. Rendimiento kg/ha**

Se establecerá basándose en el rendimiento por parcela, de 5 plantas elegidas al azar de cada tratamiento.

### **3.7.6. Longitud de planta**

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

### **3.7.7. Grados Brix:**

Se evaluaron 5 frutos de cada tratamiento en forma aleatoria para determinar la cantidad de azúcares reductores, utilizando un refractómetro.

### 3.8. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

- **ÁREA**

- Largo	:	100 m
- Ancho	:	6 m
- Área total	:	600 m <sup>2</sup>

- **BLOQUE**

- Largo	:	25 m
- Ancho	:	6,0 m
- Área total	:	150 m <sup>2</sup>

- **PARCELA**

- Largo	:	4,2 m
- Ancho	:	6 m
- Área total	:	25 m <sup>2</sup>

### **3.9. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.**

#### **a. Preparación de terreno (13/11/2009)**

Primeramente se realizó una limpieza del suelo retirando las malezas y rastrojos, posteriormente se procedió a nivelar el terreno con ayuda de una ranfla, con el fin de conseguir una buena nivelación del suelo, realizando la apertura de hoyos para la aplicación de estiércol de gallina (gallinaza) a razón 15 t/ha y la incorporación del abono de fondo a razón de N - 180, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -100 y el K<sub>2</sub>O - 120, luego se procedió a tapar los hoyos para posteriormente con la humedad acelerar la descomposición de la materia orgánica antes de la siembra.

#### **b. Siembra (21/11/2009)**

Después de la preparación del terreno y la demarcación del área experimental se procedió a la distribución del material a evaluar. La semilla previa a la siembra se trató con Rhizolex – T a una dosis de 0,5 a 1 kg. La siembra se realizó en forma directa a razón de 2,3 semillas por golpe según la distribución de cada uno de los

tratamientos, primero con la ayuda de un pequeño pico se realizo la apertura de un hoyo de 8 a 10cm de profundidad evaluando en todo momento la capacidad del campo del terreno para que la siembra se realice correctamente, se procede a incorporar la semilla 2 a 3 semillas por golpe luego se procede a taparlas con la misma arena de la apertura del hoyo, luego se procede a hechar 350 ml de agua en el hoyo para elevar la humedad y así facilitar la germinación de la semilla, luego se procede a tapar el hoyo con una botella plástica cortada por la mitad y perforada, para evitar la transpiración de la planta cuando germine.

### c. Fertilización

El nivel de fertilización utilizado fue de acuerdo a la siguiente dosis de fertilización: de **180 -100 - 120** kg/ha de NPK a base de nitrato de amonio (N: 33%), fosfato diamónico ( $P_2O_5$ : 46%), y sulfato de potasio ( $K_2O$  : 50%) las etapas siguientes:

- La primera fertilización se llevó a cabo el día 14/11/2009
- La segunda y tercera fertilización fue el 21/12/2009

#### **d. Control de malezas**

Los deshierbos se realizaron en forma manual, al mismo tiempo removiendo el suelo, con el cual se le da buenas condiciones de aireación y humedad para un mejor desarrollo de la planta. Estas labores se realizaron en forma constante en dos oportunidades, entre las malezas que se presentaron:

- *Taraxacum officinale* "Diente de león"
- *Amaranthus hybridus* "yuyo"
- *Bromus catarticus* "cebadilla"

#### **e. Control de plagas y enfermedades:**

En la conducción del experimento el cultivo de sandía no se presentó ataques de importancia, sin embargo se aplicaron pesticidas de manera preventiva.

Entre las principales plagas y enfermedades que se presentaron durante la conducción del experimento fueron:

- Barrenador de los frutos y guías (*Diaphania nitidalis*) se aplicó Regent a razón de 100 – 120 ml/cil. Baytroide EC 100 a razón de 100 – 120 ml/cil
- Gusanos cortadores (*Agrotis* sp. y *Feltia* sp) se aplicó TIFON 4E, a razón de 200 – 300 ml/cil.
- Mosca minadora (*Lyriomiza huidobrensis*) se aplicó Trigard 75 WP a una dosis de 7 g / 20 L. y Furia C.E a razón de 75 – 150 ml/200L
- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se aplicó Confidor Forte a una dosis de 40 ML en 100 L de agua. Y Lancer a 10 ml/20L.
- Oidiosis (*Erysiphe cichoracearum*) se aplicó azufre polvo mojable cumulus a razón de 1 kg/cil, Topas 100 – 120 ml/cil.

#### **f. Cosecha**

La cosecha realizó a partir del 18 de febrero 2010, cuando las sandías alcanzaron su madurez.

Indicadores de cosecha:

- Sonido hueco del fruto al ser golpeado
- Apariencia externa: fruto brillante

- Alto contenido de azúcares
- Mancha basal amarillenta

**Momentos de cosecha:**

- Primera cosecha : 18/02/10
- Segunda cosecha : 25/02/10
- Tercera cosecha : 04/03/10
- Cuarta cosecha : 11/03/10
- Quinta cosecha : 18/04/10

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**CUADRO 4: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO POLAR DEL FRUTO DE SANDÍA - LOS PALOS (2010)**

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,0208	0,006	0,666	3,68	5,41 ns
Tratamientos	5	15,476	3,095	343,888	2,90	4,55 **
A. Variedades	1	0,0312	0,031	3,364	4,54	8,68 ns
B. Distanciamiento	2	12,441	6,220	669,743	3,68	6,36 **
Interacción AxB	2	3,003	1,501	161,705	3,68	6,36 **
Error experimental	15	0,1393	0,009			
Total	23	15,636				

C.V. 0,220 %

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis de varianza, se pudo constatar que no hubo diferencias estadísticas entre los bloques, para el efecto de los tratamientos hubo diferencias estadísticas altamente significativas. Para los factores principal variedad no se halló significación estadística, sin embargo para el factor distanciamientos se halló alta significación estadística, al menos uno tuvo mayor efecto, en lo relacionado a la

interacción variedades por distanciamiento se halló significación estadística, ambos factores actuaron dependientemente, el coeficiente de variabilidad es de 0,220 % aceptable para el experimento en campo.

**CUADRO 5: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, DIÁMETRO POLAR A PARA EL FACTOR B. DISTANCIAMIENTOS**

O.M.	Distanciamientos	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	d <sub>2</sub> (1,00 m)	44,74	a
2	d <sub>3</sub> (1,20 m)	43,32	b
3	d <sub>1</sub> (0,80 m)	43,22	b

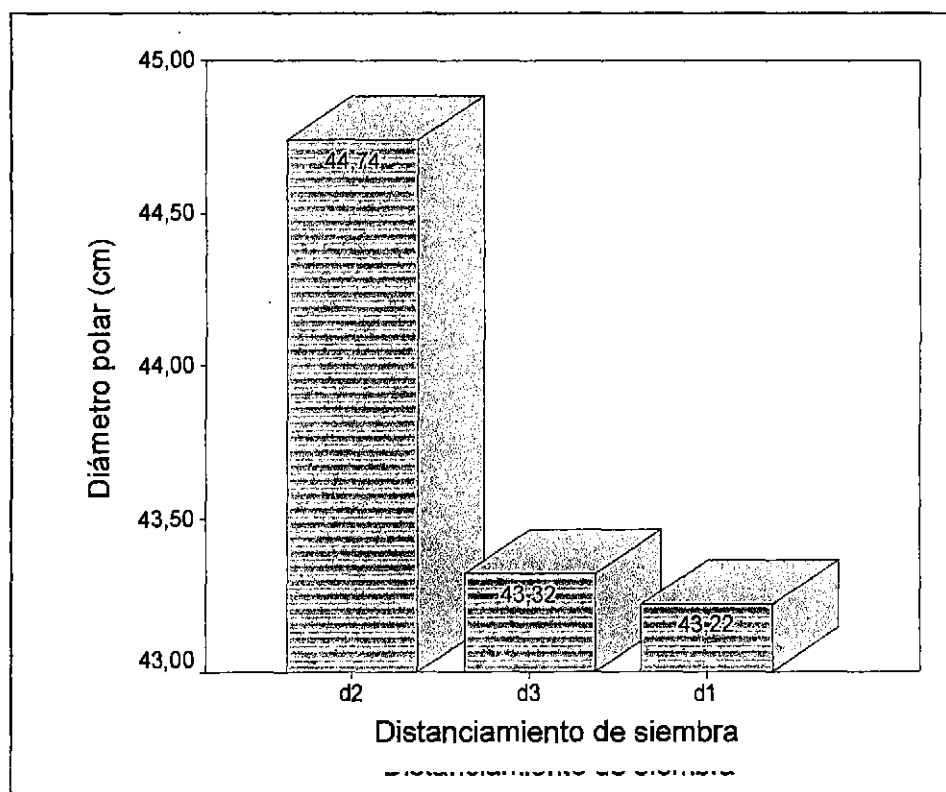
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 5 de la prueba de significación de Duncan, que los distanciamientos d<sub>2</sub> (1,00 m) y d<sub>3</sub> (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio con 44,74 cm y 43,32 cm respectivamente, presentan un valor promedio de frutos estadísticamente similares, el de menor promedio fue el d<sub>1</sub> (0,80 m) con 43,22 cm, en su investigación Velazco E, (2010) en su investigación utilizando distanciamiento de siembra con la variedad Santa Amelia bajo riego por goteo en la zona de los Palos obtuvo un promedio de 36,52 cm a un distanciamiento a 0,80 m, y 27,69 cm a un distanciamiento a 0,60 m entre plantas, estos resultados fueron

similares a los obtenidos en la presente investigación, porque deducimos que a mayor distanciamiento de siembra se obtiene mayor diámetro ecuatorial.

Al respecto al diámetro polar frutos por planta, el análisis dio significancia para las distancias de siembra, observándose que el peso promedio de los frutos por planta tiende a ser mayor a mayor distanciamiento de siembra y menor a menor distanciamiento, es decir que el distanciamiento de siembra influye notoriamente en el desarrollo del fruto.

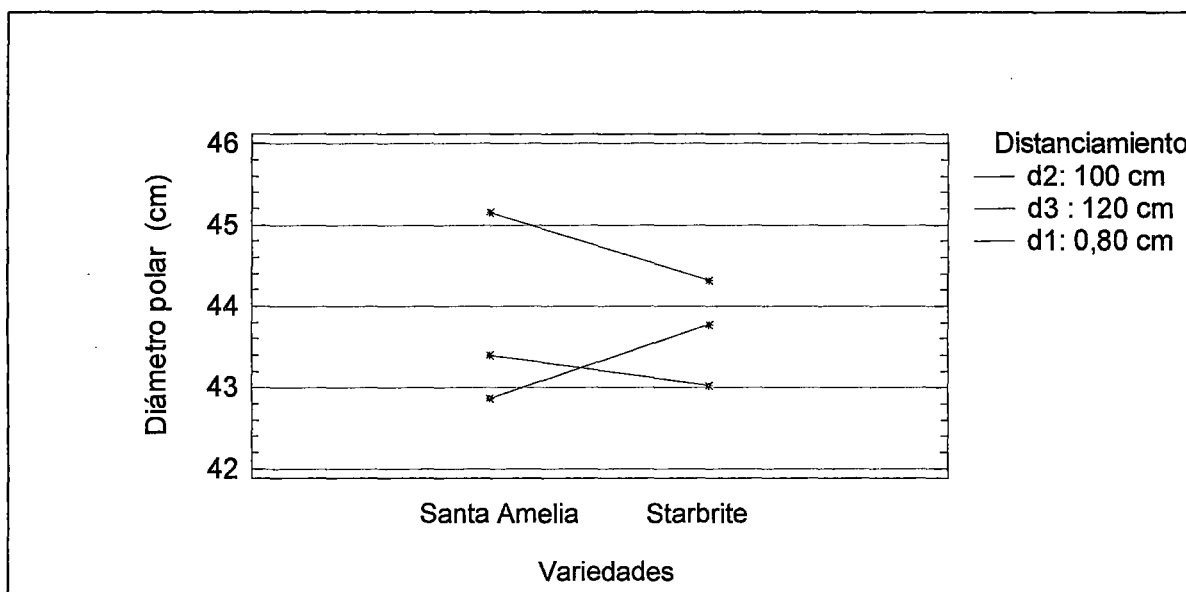
**Gráfico 1: Diámetro polar para el factor variedad**



Fuente : Elaboración propia

El gráfico 1, muestra que el distanciamiento  $d_2$  (1,00 m) se obtiene el mayor diámetro polar seguido del distanciamiento  $d_3$  (1,20 m) por lo que notamos que a medida que se incrementa el distanciamiento de siembra influye notoriamente en el desarrollo del fruto.

**Gráfico 2:** Interacción de variedades x distanciamiento para diámetro ecuatorial



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 2 de interacción, se observa que el distanciamiento  $d_2$  (1,00 m) obtiene el mayor diámetro en las dos variedades, destacando la variedad Santa Amelia, seguido del distanciamiento  $d_3$  (1,20 m), se observa que la interacción es estadísticamente significativa alta, con un 99% de confiabilidad, mostrando que las variedades y los diferentes

distanciamiento utilizados están estrechamente relacionados. Considerando que el espaciamiento entre plantas, a medida que se incrementa el distanciamiento, mayor es el diámetro polar de frutos, al respecto una de las estrategias que se tienen para optimizar el uso de los recursos ambientales (luz, humedad, suelo y nutrimentos) y contribuir e incrementar el rendimiento del cultivo. Es el empleo de un adecuado distanciamiento de plantas.

**CUADRO 6: ANÁLISIS DE VARIANZA DE DIÁMETRO ECUATORIAL (cm) DEL FRUTO DE SANDÍA**

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,0380	0,0126	0,4344	3,68	5,41 ns
Tratamientos	5	20,571	4,114	196,842	2,90	4,55 **
A. Variedades	1	0,742	0,742	35,419	4,54	8,68 **
B. Distanciamiento	2	11,290	5,645	269,278	3,68	6,36 **
Interacción AxB	2	8,538	4,645	203,656	3,68	6,36 **
Error experimental	15	0,314	0,0209			
Total	23	20,923				

**C.V. 0,594 %**

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo al análisis de varianza, se pudo constatar que no hubo diferencias estadísticas entre los bloques, para el efecto de los tratamientos hubo diferencias estadísticas altamente significativas. Para los factor principal variedad se halló alta significación estadística, sin embargo para el factor distanciamientos se halló significación estadística, altamente significativa al menos uno tuvo mayor efecto, en lo relacionado a la interacción variedades por distanciamiento se halló significación estadística alta por lo tanto ambos factores actuaron conjuntamente, el coeficiente de variabilidad es de 0,594 % aceptable para el experimento en campo.

**CUADRO 7: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO PARA EL FACTOR A - VARIEDADES**

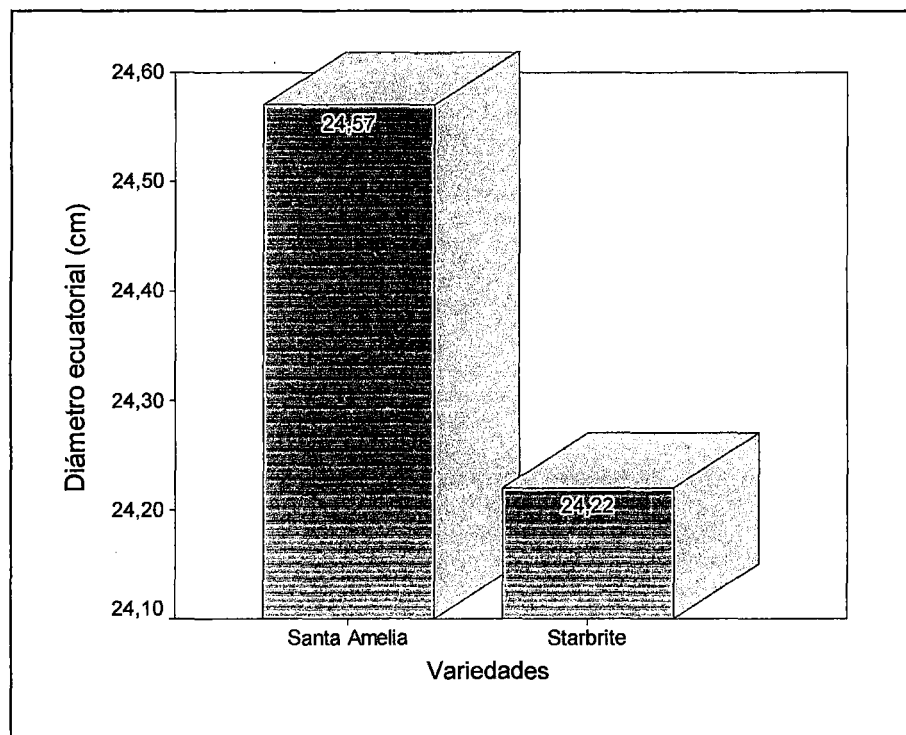
O.M.	Variedades	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	a <sub>1</sub> Santa Amelia	24,57	a
2	a <sub>2</sub> Starbrite	24,22	b

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 7, de la prueba de significación de Duncan, que la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior en el diámetro

ecuatorial con 24,57 cm, frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 24,22 cm respectivamente.

**Gráfico 3:** Diámetro ecuatorial para el factor variedad



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 3, muestra que la variedad Santa Amelia se obtiene el mayor diámetro ecuatorial frente a la variedad Starbrite.

**CUADRO 8: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, DIÁMETRO ECUATORIAL PARA EL FACTOR B. DISTANCIAMIENTOS**

O.M.	Distanciamientos	Promedio (cm)	Significación
			0,05
1	d <sub>2</sub> (1,00 m)	25,34	a
2	d <sub>1</sub> (0,80 m)	24,09	b
3	d <sub>3</sub> (1,20 m)	23,75	c

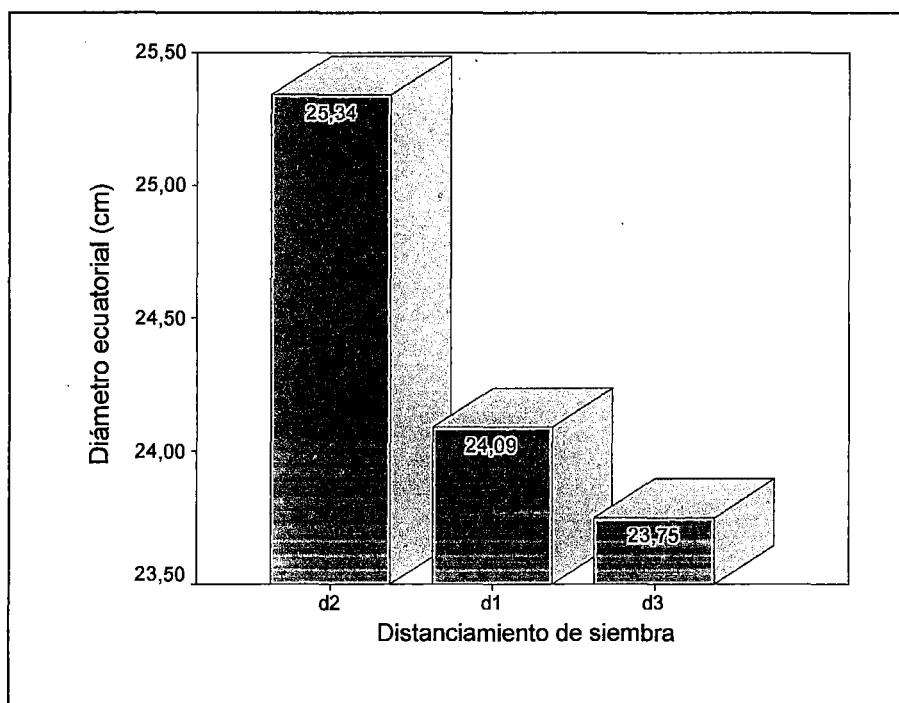
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 8 de la prueba de significación de Duncan, que los distanciamientos d<sub>2</sub> (1,00 m) y d<sub>1</sub> (0,80 m) alcanzaron el mayor promedio con 25,34 y 24,09 cm respectivamente, el de menor promedio fue el d<sub>3</sub> (1,20 m) con 23,75 cm respectivamente .

Velazco E, (2010) en su investigación utilizando distanciamientos de siembra con la variedad Santa Amelia bajo riego por goteo, obtuvo un promedio de 23,95 cm a un distanciamiento a 0,80 m, y 21,09 cm a un distanciamiento a 0,60 m entre plantas, estos resultados fueron similares a los obtenidos en la presente investigación, porque deducimos que a mayor distanciamiento de siembra se obtiene mayor diámetro ecuatorial.

Por su parte Tancara A. (2008) en su ensayo obtuvo un promedio con el cultivar de sandía Kondike de 28 cm, a un distanciamiento de siembra de 1 m, bajo riego por goteo, su promedio fue superior a los obtenidos en el presente ensayo. Según Chambi Wagner (2008) al aplicar niveles de biol en el cultivo de dos cultivares de sandía bajo riego por goteo y distanciamiento de siembra de 1,5 m obtuvo el diámetro ecuatorial del cultivar Sunday Espacial con 24,27 cm y con el cultivar Disko con 23,25 cm, los resultados fueron similares a los obtenidos en la presente investigación.

**Gráfico 4:** Diámetro ecuatorial para el factor distanciamiento de siembra

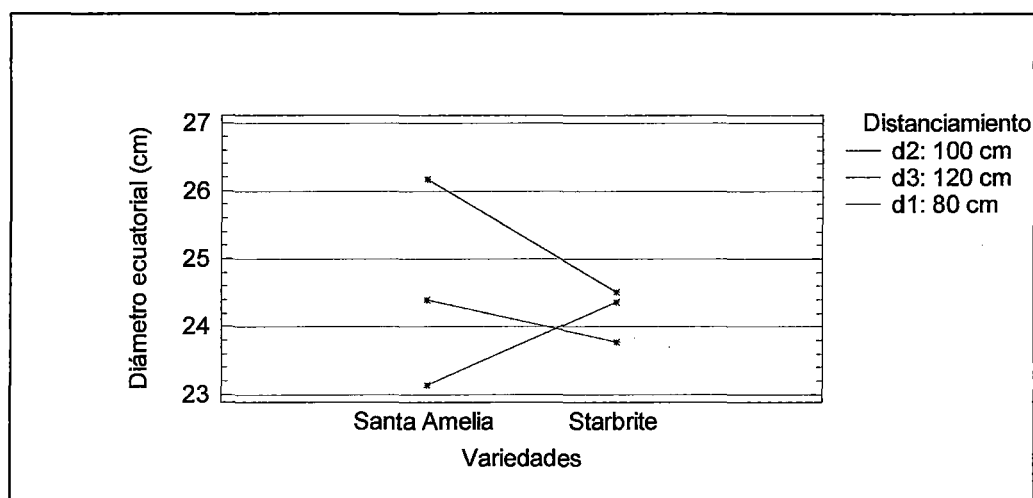


Fuente: Elaboración propia

El gráfico 4, muestra que el distanciamiento  $d_2$  (1,0 m) obtiene el mayor diámetro ecuatorial seguido del distanciamiento  $d_1$  (0,8 m) por lo que notamos que a medida que se incrementa el distanciamiento, es mayor el diámetro, es decir influye significativamente en el desarrollo del fruto.

Al respecto Mondal (2006) señala que se ve afectado por el manejo agronómico, indicando que a menor distanciamiento de entre plantas se produce competencias nutritivas, disponibilidad de luz entre plantas, concordando con los resultados obtenidos en el presente ensayo.

**Gráfico 5:** Interacción de variedades x distanciamiento para diámetro ecuatorial



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 5, de interacción se observa que el distanciamiento  $d_2$  (1,00 m) se obtiene el mayor diámetro en las dos variedades, destacando la

variedad Santa Amelia, seguido del distanciamiento  $d_1$  (0,80m), se observa que la interacción es altamente significativa, con un 99% de confiabilidad, mostrando que las variedades y los diferentes distanciamiento utilizados están estrechamente relacionados.

**CUADRO 9: ANÁLISIS DE VARIANZA DE NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA.**

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,252	0,0842	0,150	3,68	5,41 ns
Tratamientos	5	1,526	0,3052	5,262	2,90	4,55 **
A. Variedades	1	0,558	0,558	5,287	4,54	8,68 *
B. Distanciamiento	2	0,850	0,425	4,026	3,68	6,36 *
Interacción AxB	2	0,118	0,0589	0,560	3,68	6,36 ns
Error experimental	15	1,583				
Total	23	3,362				

**C.V. 13,394 %**

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 9, del análisis de varianza para número de frutos por planta, se aprecia que no hubo diferencias estadísticas entre los bloques, por lo tanto el terreno fue uniforme, lo mismo ocurrió para el efecto de los tratamientos. Para el factor principal variedad se halló significación

estadística, es decir al menos una de las variedades tuvo mayor promedio de frutos, para el factor distanciamientos se halló significación estadística, en lo relacionado a la interacción variedades por distanciamiento no se halló significación estadística, el coeficiente de variabilidad es de 13,394 % aceptable para el experimento en campo.

**CUADRO 10: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA PARA EL FACTOR A - VARIEDADES**

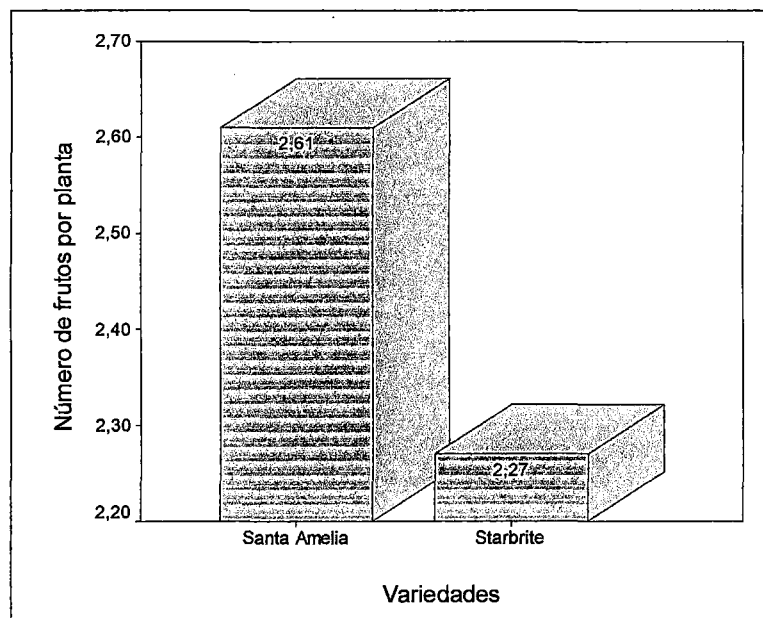
O.M.	Variedades	Promedio	Significación 0,05
1	a <sub>1</sub> : Santa Amelia	2,61	a
2	a <sub>2</sub> : Starbrite	2,27	b

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 10, de la prueba de significación de Duncan, que la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior en el número de frutos con 2,61 frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 2,27 frutos respectivamente. En este sentido KNAVEL (1967) señala que el número de frutos es una condición varietal y que generalmente

esta correlacionado con las variaciones en la densidad de plantas por hectárea, en tal sentido no se vio afectado el número de frutos en cuanto al distanciamientos de siembra empleado en el presente ensayo.

**Gráfico 6:** Número de frutos para el factor variedad



Fuente: Elaboración propia

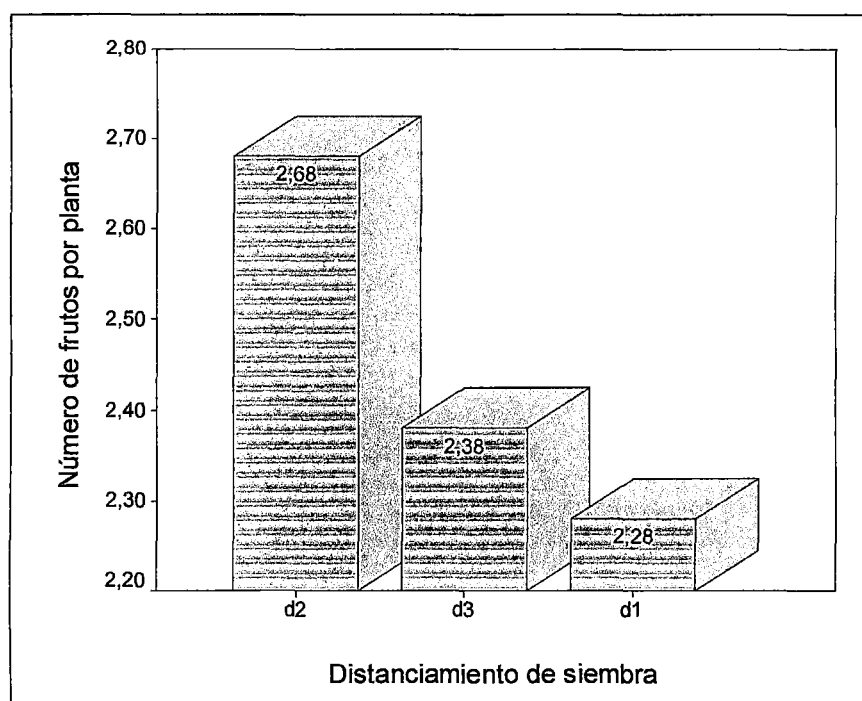
El gráfico 6, muestra que la variedad Santa Amelia logró mayor número de frutos frente a la variedad Starbrite, existe un marcado efecto varietal sobre la variable estudiada.

**CUADRO 11: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA PARA EL FACTOR B - DISTANCIAMIENTO**

O.M.	Distanciamientos	Promedio	Significación
			0,05
1	d <sub>2</sub> (1,00 m)	2,68	a
2	d <sub>3</sub> (1,20 m)	2,38	a b
3	d <sub>1</sub> (0,80 m)	2,28	b

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 11, de la prueba de significación de Duncan, que los distanciamientos d<sub>2</sub> (1,00 m) y d<sub>3</sub> (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio con 2,68 y 2,38 respectivamente presentando un valor promedio estadísticamente similares, el de menor promedio fue el d<sub>1</sub> (0,80 m) con 2,28 en tal sentido el distanciamiento de siembra afecta el desarrollo de las plantas de sandía, donde la densidad poblacional pasa a ser un factor de gran interés y que depende de la variedad a sembrar, al respecto Velazco E, (2010) en su investigación utilizando distanciamientos de siembra a 0,20 m ; 0,40 m ; 0,60 m y 0,80 m con la variedad Santa Amelia bajo riego por goteo no encontró diferencias estadísticas, obteniendo un promedio de 3 frutos por planta, estos resultados fueron similares a los obtenidos en la presente investigación.

**Gráfico 7: Número de frutos para el factor distanciamiento de siembra**

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 7, muestra que el distanciamiento  $d_2$  a 1 m, logró mayor número de frutos frente a los demás distanciamientos de siembra, los resultados muestran que el distanciamiento afectó en el número de frutos.

**CUADRO 12: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LONGITUD (m) DE PLANTA**

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,0017	0,0005	0,1785	3,68	5,41 ns
Tratamientos	5	0,3017	0,0603	21,535	2,90	4,55 **
A. Variedades	1	0,1134	0,1134	39,936	4,54	8,68 **
B. Distanciamiento	2	0,1441	0,0720	25,376	3,68	6,36 **
Interacción AxB	2	0,0441	0,0220	7,768	3,68	6,36 **
Error experimental	15	0,0426	0,0028			
Total	23	0,3460				

**C.V. 1,924%**

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 12, del análisis de varianza para longitud de planta se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticas entre los bloques, distinto ocurrió para el efecto de los tratamientos donde se halló alta significación estadística. Para el factor principal variedad se halló significación estadística alta al menos una tuvo mayor promedio de frutos, lo mismo sucedió para el factor distanciamientos se halló alta significación estadística, en lo relacionado a la interacción variedades por distanciamiento se halló alta significación estadística, ambos factores están estrechamente relacionados, el coeficiente de variabilidad es de 1,924 % aceptable para el experimento en campo.

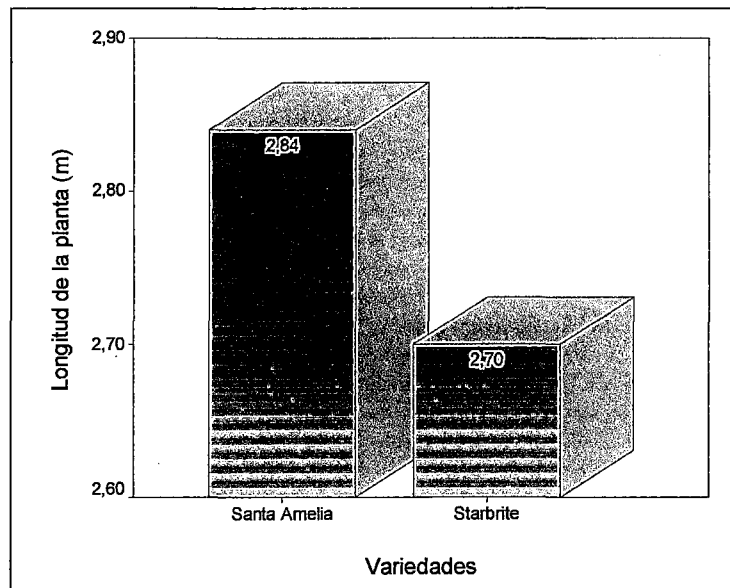
**CUADRO 13: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, LONGITUD DE PLANTA (m) PARA EL FACTOR A - VARIEDADES**

O.M.	Variedades	Promedio (m)	Significación
			0,05
1	a <sub>1</sub> Santa Amelia	2,84	a
2	a <sub>2</sub> Starbrite	2,70	b

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 13, de la prueba de significación de Duncan, que la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior en la longitud de planta con 2,84 m, frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 2,70 m respectivamente.

**Gráfico 8: Longitud de planta para el factor variedad**



Fuente: Elaboración propia

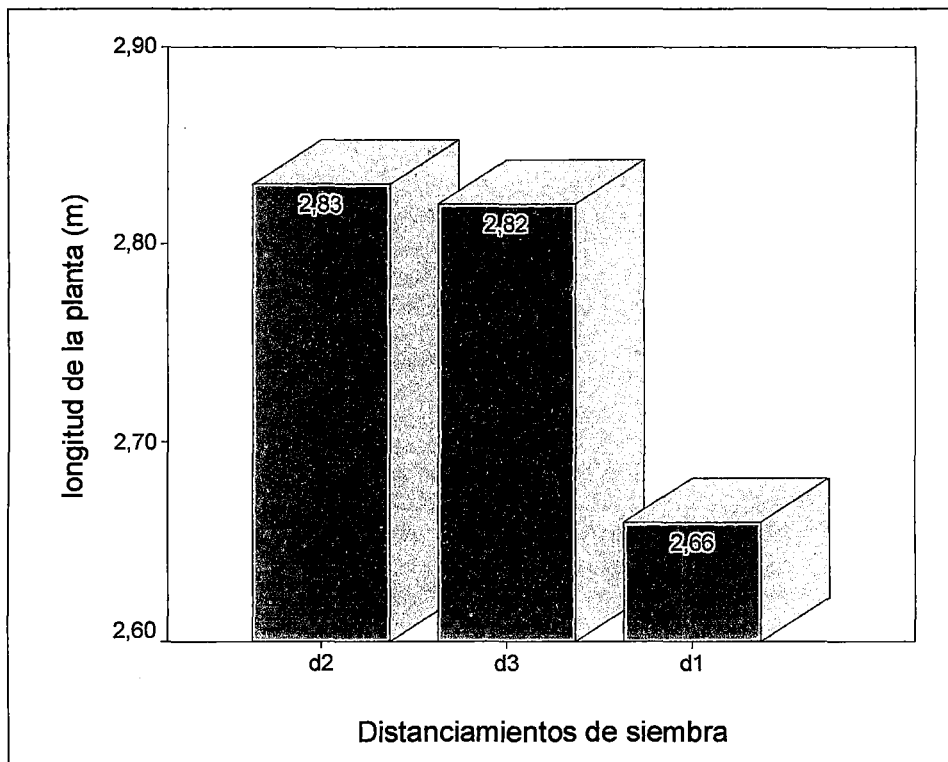
En el gráfico 8, se aprecia que la variedad Santa Amelia fue superior en la longitud de planta frente a la variedad Starbrite, en tal sentido las condiciones varietales fueron las que predominaron en el desarrollo de la planta.

**CUADRO 14: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, LONGITUD DE PLANTA (m) PARA EL FACTOR B - DISTANCIAMIENTOS**

O.M.	Distanciamientos	Promedio (m)	Significación
			0,05
1	d <sub>2</sub> (1,00 m)	2,83	a
2	d <sub>3</sub> (1,20 m)	2,82	a
3	d <sub>1</sub> (0,80 m)	2,66	b

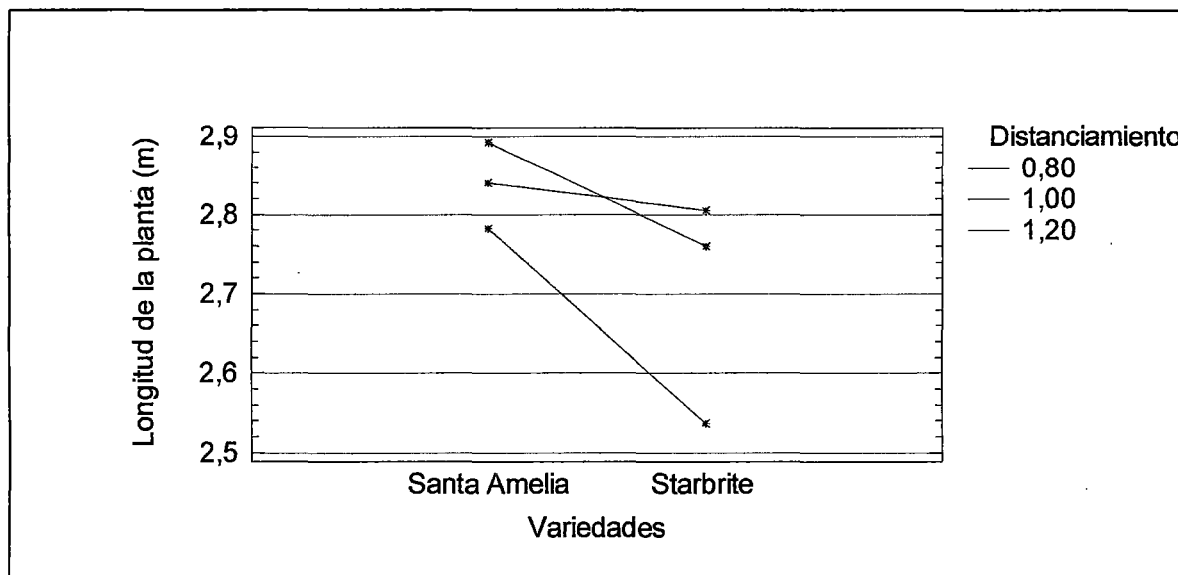
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 14, de la prueba de significación de Duncan, que los distanciamientos d<sub>2</sub> (1,00 m) y d<sub>3</sub> (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio con 2,83 m y 2,82 m respectivamente, presentando un valor promedio estadísticamente similar, el de menor promedio fue el d<sub>1</sub> (0,80 m) con 2,66 m, en tal sentido el distanciamiento de siembra afecta el desarrollo de las plantas de sandía, donde la densidad poblacional pasa a ser un factor de gran interés y que depende de la variedad a sembrar.

**Gráfico 9:** Longitud de planta para el factor variedad

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 9, se observa que los distanciamientos  $d_2$  (1,00 m) y  $d_3$  (1,20 m) alcanzaron la mayor longitud de planta, siendo el de menor promedio el distanciamiento  $d_1$  (0,80 m), afirmamos que el distanciamiento de siembra influye la longitud de la planta, es decir a mayor distanciamiento, se eleva la longitud de planta.

**Gráfico 10:** Interacción variedades x distanciamientos de siembra

Fuente: Elaboración propia

En gráfico 10, de interacción variedades x distanciamiento de siembra, se representa gráficamente; la tendencia indica el grado de interacción entre los factores, donde se observa que la variedad Santa Amelia logró el mayor promedio utilizando el distanciamiento a 1,00 m, lo mismo ocurrió con la variedad Starbrite con el mismo distanciamiento, asimismo se observa, a menor distanciamiento de 0,80 m la longitud es menor en ambas variedades.

**CUADRO 15: ANÁLISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO POR PLANTA (kg)**

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	34,880	11,626	0,961	3,68	5,41 ns
Tratamientos	5	447,107	89,421	7,398	2,90	4,55 **
A. Variedades	1	77,509	77,509	6,413	4,54	8,68 *
B. Distanciamiento	2	363,248	181,624	15,027	3,68	6,36 **
Interacción AxB	2	6,350	3,175	0,262	3,68	6,36 ns
Error experimental	15	181,291	12,086			
Total	23	663,279				

**C.V. 12,433 %**

**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro 15, de acuerdo al análisis de varianza de rendimiento por planta, se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticas entre los bloques, el terreno fue uniforme, distinto ocurrió para el efecto de los tratamientos se halló alta significación estadística. Para el factor principal variedad se halló diferencias estadísticas significativas, al menos una tuvo mayor promedio, lo mismo sucedió para el factor distanciamientos se halló alta significación estadística, en lo relacionado a la interacción variedades por distanciamiento no se halló significación, ambos factores actuaron

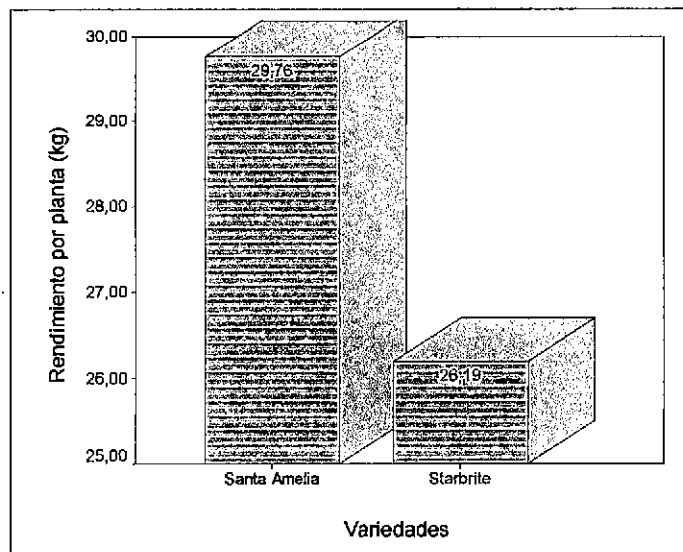
independientemente, el coeficiente de variabilidad es de 12,443 % aceptable para el experimento en campo.

**CUADRO 16: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE RENDIMIENTO POR PLANTA (kg) PARA EL FACTOR A VARIEDADES**

O.M.	Variedades	Promedio kg	Significación 0,05
1	a <sub>1</sub> Santa Amelia	29,76	a
2	a <sub>2</sub> Starbrite	26,19	b

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 16, de la prueba de significación de Duncan, que la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior en el rendimiento por planta con 29,76 kg, frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 26,19 kg respectivamente.

**Gráfico 11: Rendimiento por planta para el factor variedad**

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 11, muestra que la variedad Santa Amelia fue superior en el rendimiento por planta frente a la variedad Starbrite.

**CUADRO 17: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE RENDIMIENTO POR PLANTA (kg) PARA EL FACTOR B. DISTANCIAMIENTOS**

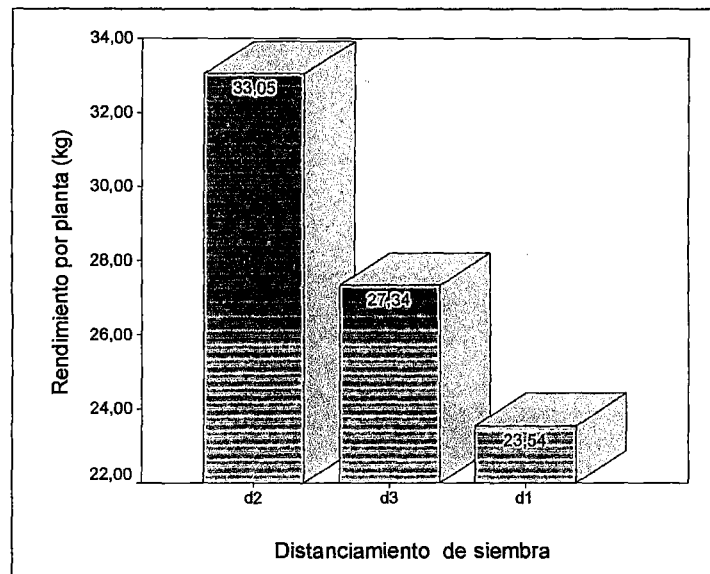
O.M.	Distanciamientos	Promedio (kg)	Significación 0,05
1	d <sub>2</sub> (1,00 m)	33,05	a
2	d <sub>3</sub> (1,20 m)	27,34	b
3	d <sub>1</sub> (0,80 m)	23,54	c

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 17, de la prueba de significación de Duncan, que los distanciamientos d<sub>2</sub> (1,00 m) y d<sub>3</sub> (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio de rendimiento con 33,05 y 23,54 kg respectivamente presentando un valor promedio de frutos estadísticamente similares, el de menor promedio fue el distanciamiento d<sub>1</sub> (0,80 m) con 23,54 kg respectivamente. Al respecto afirmamos que a mayor distanciamiento es superior el rendimiento, este efecto podría encontrarse relacionado con una disminución en la competencia entre plantas y por ende un aumento en la disponibilidad de agua y nutrientes, que se traducen en mayor desarrollo vegetativo y del fruto, según lo reportado por Montes, A. (1996), sin embargo Velazco E, (2010) en su investigación utilizando distanciamiento de siembra con la variedad Santa Amelia bajo riego por goteo obtuvo un promedio de 19,15 kg a un distanciamiento a 0,80 m, y

16,83 cm a un distanciamiento a 0,60 m entre plantas, estos resultados fueron inferiores a los obtenidos en la presente investigación, porque deducimos que a mayor distanciamiento de siembra se obtiene mayor rendimiento.

**Gráfico 12:** Rendimiento por planta para el factor distanciamiento de siembra



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 12, se observa que los distanciamientos  $d_2$  (1,00 m) y  $d_3$  (1,20 m) rendimiento por planta, siendo el de menor promedio el distanciamiento  $d_1$  (0,80 m), afirmamos que el distanciamiento de siembra influyen en el rendimiento por planta.

**CUADRO 18: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO UNITARIO DEL FRUTO (kg) DE SANDÍA**

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	1,751	0,583	0,652	3,68	5,41 ns
Tratamientos	5	13,066	2,613	2,922	2,90	4,55 *
A. Variedades	1	0,0102	0,0102	0,021	4,54	8,68 ns
B. Distanciamiento	2	12,250	6,125	6,850	3,68	6,36 **
Interacción AxB	2	0,805	0,402	0,450	3,68	6,36 ns
Error experimental	15	13,411	0,894			
Total	23	28,229				

**C.V. 8,202%**

**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro 18 del análisis de varianza de peso unitario del fruto, se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticas entre los bloques, distinto ocurrió para el efecto de los tratamientos donde se halló significación estadística. Para el factor principal variedad no se halló significación estadística, distinto sucedió para el factor distanciamientos donde se halló alta significación estadística, en lo relacionado a la interacción variedades por distanciamiento no se halló significación, ambos factores actuaron independientemente, el coeficiente de variabilidad es de 8,202 % aceptable para el experimento en campo.

**CUADRO 19: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, PESO UNITARIO DEL FRUTO (kg) PARA EL FACTOR B - DISTANCIAMIENTOS**

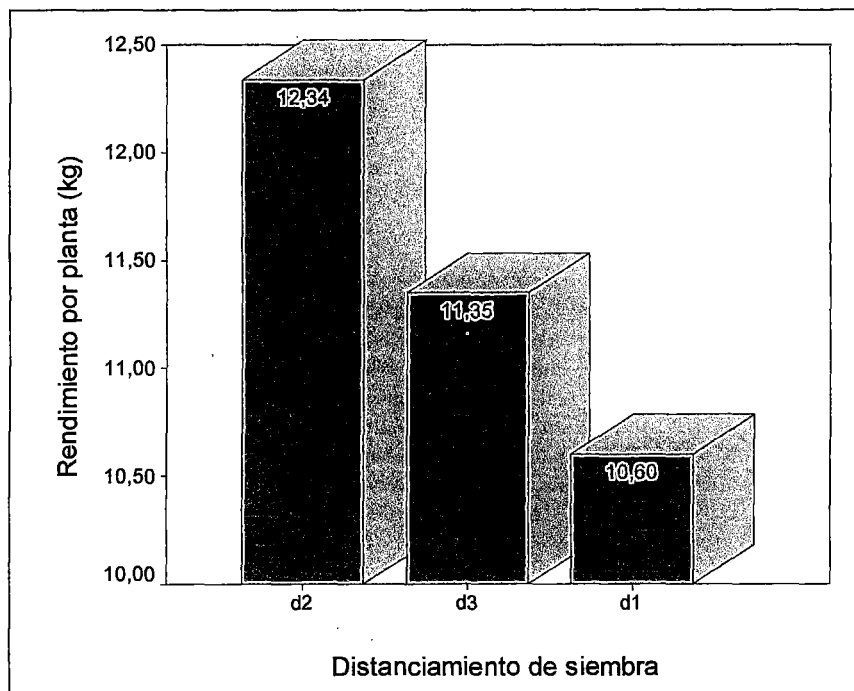
O.M.	Distanciamientos	Promedio (kg)	Significación 0,05
1	d <sub>2</sub> (1,00 m)	12,34	a
2	d <sub>3</sub> (1,20 m)	11,65	a
3	d <sub>1</sub> (0,80 m)	10,60	b

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 19, de la prueba de significación de Duncan, que los distanciamientos d<sub>2</sub> (1,00 m) y d<sub>3</sub> (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio de peso unitario con 12,34 kg y 11,65 kg respectivamente presentando un valor promedio de frutos estadísticamente similares, el de menor promedio fue con el distanciamiento d<sub>1</sub> (0,80 m) con 10,60 kg respectivamente. Estos resultados coinciden con los reportados por Lazin y Simmons quienes señalan un incremento en peso de frutos con respecto al incremento en la separación de siembra entre plantas, posiblemente asociado a menor competencia, sin embargo, Mendlinger y Nerson reportan que con incrementos en la distancia entre plantas, se producen más frutos pero de menor tamaño, al respecto Velazco E,

(2010) en su investigación utilizando distanciamientos de siembras a 0,20 m ; 0,40 m ; 0,60 m y 0,80 m con la variedad Santa Amelia bajo riego por goteo y en la zona de los Palos, es decir en la misma zona de la presente investigación obtuvo un promedio de 10,05 kg a un distanciamiento a 0,80 m, y 7,91 kg a un distanciamiento a 0,60 m entre plantas, estos resultados fueron inferiores a los obtenidos en la presente investigación, porque deducimos que a mayor distanciamiento de siembra se obtiene mayor rendimiento.

**Gráfico 13:** Rendimiento por planta para el factor distanciamiento



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 13, se observa, que los distanciamientos  $d_2$  (1,00 m) y  $d_3$  (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio frente al  $d_1$  (0,80m) donde afirmamos que a mayor distanciamiento de siembra se eleva el rendimiento por planta de cada una de las variedades. Podemos observar y concluir que el distanciamiento de siembra influye significativamente en el rendimiento por planta,

**CUADRO 20: ANÁLISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO DEL FRUTO (t/ha) DE SANDÍA**

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	480,1094	160,036	1,081	3,68	5,41 ns
Tratamientos	5	6068,531	1213,706	8,204	2,90	4,55 **
A. Variedades	1	953,442	953,442	6,445	4,54	8,68 *
B. Distanciamiento	2	4987,969	2493,984	16,859	3,68	6,36 **
Interacción AxB	2	127,119	63,559	0,429	3,68	6,36 ns
Error experimental	15	2218,953	147,930			
Total	23	8767,594				

CV 12,606 %

Fuente: Elaboración propia

El cuadro del 20, del análisis de varianza de rendimiento del fruto (t/ha), se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticas entre los bloques,

distinto ocurrió para el efecto de los tratamientos se halló alta significación estadística. Para el factor principal variedad se halló significación estadística significativa, distinto sucedió para el factor distanciamientos donde se halló alta significación estadística, en lo relacionado a la interacción variedades por distanciamiento no se halló significación, por lo tanto ambos factores actuaron independientemente, el coeficiente de variabilidad es de 12,606 % aceptable para el experimento en campo.

**CUADRO 21: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, RENDIMIENTO DEL FRUTO (t/ha) PARA EL FACTOR A VARIEDADES**

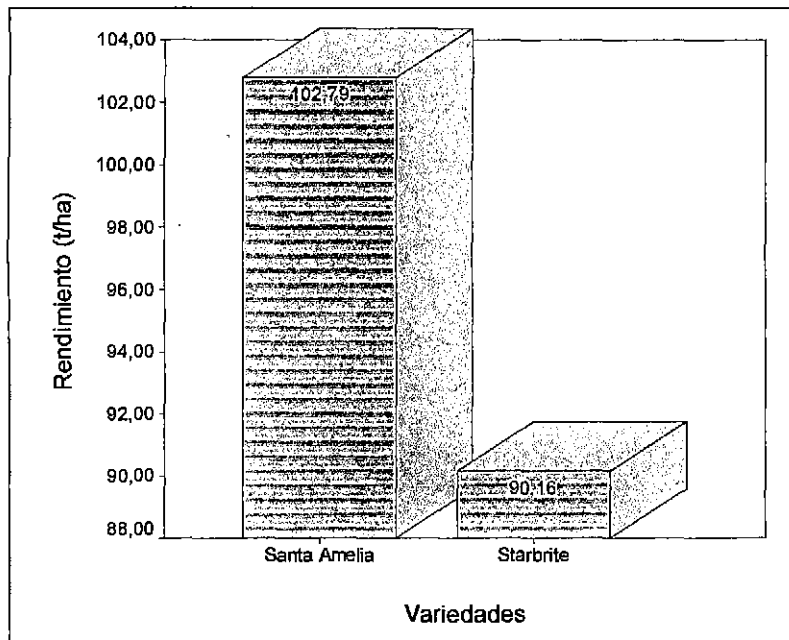
O.M.	Variedades	Promedio t/ha	Significación 0,05
1	a <sub>1</sub> Santa Amelia	102,787	a
2	a <sub>2</sub> Starbrite	90,157	b

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 21, de la prueba de significación de Duncan, que la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior en el rendimiento de fruto con 102,787 t/ha frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 90,157 t/ha respectivamente. Las diferencias

estadísticas observadas por esta experiencia entre los híbridos con respecto al rendimiento, corroboran los criterios reportados por Lazin, M.B. y S.C. Simmons. (1981) quienes indican que el rendimiento obtenido en cada variedad de sandía es una condición varietal.

**Gráfico 14:** Rendimiento (t/ha) para el factor variedad



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 14, se puede observar que la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior frente a la variedad Starbrite.

**CUADRO 22: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN, RENDIMIENTO DEL FRUTO (t/ha) PARA EL FACTOR B - DISTANCIAMIENTOS**

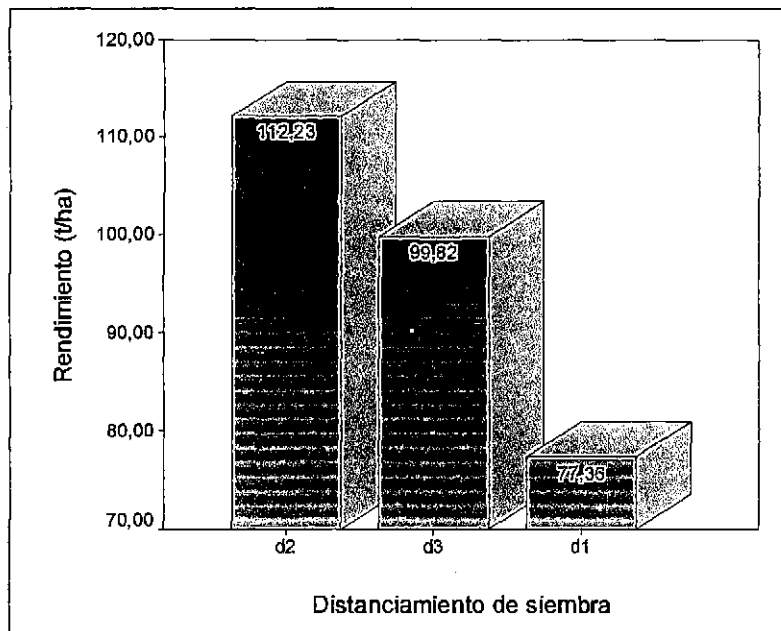
O.M.	Distanciamientos	Promedio t/ha	Significación 0,05
1	d <sub>2</sub> (1,00 m)	112,234	a
2	d <sub>3</sub> (1,20 m)	99,820	a
3	d <sub>1</sub> (0,80 m)	77,36	b

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 22, de la prueba de significación de Duncan, que los distanciamientos d<sub>2</sub> (1,00 m) y d<sub>3</sub> (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio de rendimiento (t/ha) con 112,234 y 99,820 t/ha respectivamente presentando un valor promedio de frutos estadísticamente similares, el de menor promedio fue con el distanciamiento d<sub>1</sub> (0,80 m) con 77,36 t/ha respectivamente, Tancara A. (2008) obtuvo rendimiento promedio de 69,58 t/ha a un distanciamiento de siembra de 1 m entre planta bajo riego por goteo con Klondike aplicando niveles de de niveles de nitrógeno y fósforo, los valores obtenidos ambas investigaciones son inferiores a los obtenidos en la presente. Sin embargo Chambi W. (2008) reportó incrementos en el rendimiento de dos cultivares de sandía con la aplicación de biol en su

investigación, al evaluar el comportamiento de 67,65 t/ha obteniendo un rendimiento de 20 t/ha para el cultivar híbrido de sandía Sunday Especial EMR -27, al respecto Velazco E, (2010) en su investigación utilizando distanciamientos de siembras a 0,20 m ; 0,40 m ; 0,60 m y 0,80 m con la variedad Santa Amelia bajo riego por goteo y en la zona de los Palos, es decir en la misma zona de la presente investigación obtuvo un promedio de 114,285 kg a un distanciamiento a 0,20 m; 80,12 t/ha a un distanciamiento a 0,40 m, asimismo obtuvo 67,33 t/ha a un distanciamiento 0,60 m entre plantas, el distanciamiento a 0,20 m entre plantas coinciden con los de la presente investigación, siendo esta a un alto número de plantas, sin embargo al utilizar el distanciamiento 0,80 m obtuvo un rendimiento de 57,45 t/ha inferior a los obtenidos en la presente investigación.

**Gráfico 15:** Rendimiento (t/ha) para el factor distanciamiento de siembra



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 15, se aprecia que los distanciamientos  $d_2$  (1,00 m) y  $d_3$  (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio de rendimiento (t/ha) frente al distanciamiento  $d_1$  (0,80 m), esta diferencia en los rendimientos a diferentes distanciamiento de siembra dependen primariamente de factores de competencia inter e intraespecífica por agua, nutrientes y luz (DONALD, 1963). Las respuestas a su vez pueden ser afectadas por la duración e intensidad de la luz, la temperatura, el viento, las características del suelo, la disponibilidad de humedad, el control de las plagas y las enfermedades y la especie o variedad (AKINOLA y WHITEMAN, 1974).

**CUADRO 23: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES**

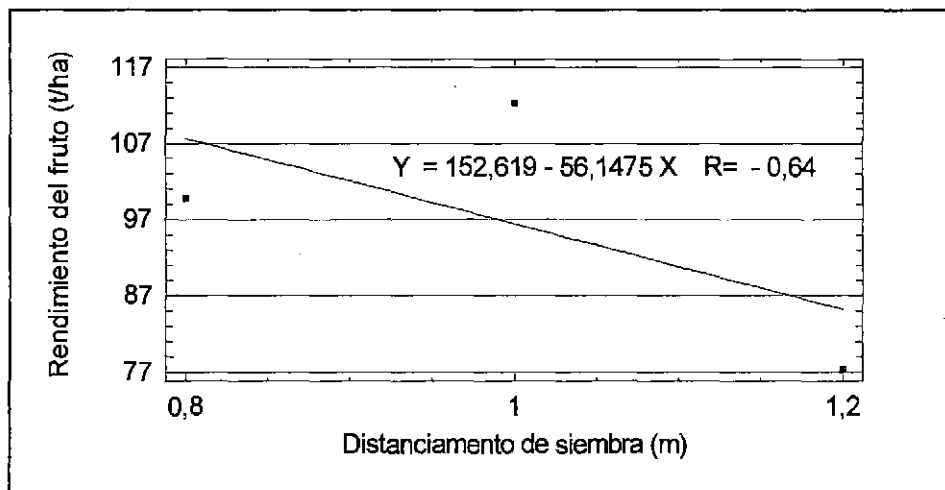
Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	3,212	1,07	3,61	3,68	5,41 ns
Tratamientos	5	0,781	0,156	0,527	2,90	4,55 ns
A. Variedades	1	0,045	0,045	0,15	4,54	8,68 ns
B. Distanciamiento	2	0,065	0,032	0,11	3,68	6,36 ns
Interacción AxB	2	0,671	0,335	1,13	3,68	6,36 ns
Error experimental	15	5,341	0,296			
Total	23	5536,219				

**CV 5.02 %**

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro del 23, del análisis de varianza de porcentaje de sólidos solubles (grados brix), se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticas entre los bloques, asimismo ocurrió para el efecto de los tratamientos. Para el factor principal variedad no se halló significación estadística, asimismo sucedió para el factor distanciamientos donde no se halló alta significación estadística, en lo relacionado a la interacción variedades por distanciamiento no se halló significación, el coeficiente de variabilidad es de 5,02 % aceptable para el experimento en campo.

**Gráfico 16:** Rendimiento del fruto (t/ha) de las variedades de sandía en función al distanciamiento de siembra



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 16, se aprecia claramente que a medida que se eleva el distanciamiento de siembra, el rendimiento disminuye es decir que por cada unidad de distanciamiento de siembra el rendimiento del cultivo disminuye en 56,1475 t/ha respectivamente. Por otra parte se aprecia que el distanciamiento a 1 m entre planta fue el mayor efecto, asimismo el coeficiente de correlación de Pearson fue de  $r = -0,64$  señala una moderada correlación negativa entre las variables en estudio.

- **ANÁLISIS DE CORRELACIÓN**

$H_0$ : No existe correlación entre las variables de estudio y el rendimiento del fruto de sandía

$H_1$ : Existe correlación entre las variables de estudio y el rendimiento del fruto de sandía

$\alpha$  : 0,05

**CUADRO 24:** Análisis de correlación entre el rendimiento y las variables en estudio

<b>Variables</b>	<b>Rendimiento (t/ha)</b>
Diámetro polar	r = 0,593
Diámetro ecuatorial	r= 0,631*
Peso unitario (g)	r= 0,226
Rendimiento por planta	r= 0,550
Número de frutos por planta	r= - 0,619 *
Longitud de planta	r = 0,225
Grados brix	r = 0,436

\* Correlación significativa al  $\alpha$  0,05

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de correlación indica existe correlación significativa positiva perfecta entre el rendimiento y el diámetro ecuatorial siendo el coeficiente de correlación de Pearson  $r = 0,631^*$ , asimismo entre el rendimiento y el número de frutos por planta siendo el coeficiente de correlación de Pearson  $r = 0,619^*$ , existe una mediana correlación entre el rendimiento y las variables: diámetro polar, rendimiento por planta y grados brix, siendo el coeficiente de correlación de Pearson  $r = 0,593$ ;  $0,550$  y  $0,436$  respectivamente, sin embargo existe una baja correlación entre el rendimiento y la longitud de planta siendo el coeficiente de correlación de Pearson  $r = 0,225$ .

## V. CONCLUSIONES

1. Para la variable de respuesta rendimiento (t/ha) la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior con 102 287 t/ha frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 90 157 t/ha respectivamente; para el factor distanciamiento el distanciamiento  $d_2$  (1,00 m) tuvo mayor efecto con un promedio de 112 234 t/ha seguido del  $d_3$  (1,20 m) con 99 820 t/ha respectivamente.
2. En lo referente al diámetro polar no se encontró significación estadística entre variedades. Sin embargo para el factor distanciamiento se encontró diferencias estadísticas, el distanciamiento que tuvo mayor influencia fue el  $d_2$  (1,00 m) seguido del  $d_3$  (1,20 m) con 44,74 cm y 43,32 cm. En lo relacionado al diámetro ecuatorial se encontró diferencias estadística entre variedades, siendo la variedad Santa Amelia quien superó con 24,57 cm a la variedad Starbrite con 24,22 cm, así mismo hubo diferencias estadísticas entre distanciamientos  $d_2$  (1,00 m) y  $d_1$  (0,80 m) alcanzaron el mayor promedio con 25,34 cm y 24,09 cm respectivamente.

3. Para la variable de respuesta número de frutos, la variedad Santa Amelia alcanzó mayor promedio con 2,61 frutos, frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 2,27 frutos respectivamente.
4. Con respecto al rendimiento por planta la variedad Santa Amelia fue estadísticamente superior en el rendimiento por planta, con 29,76 frente a la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 26,19 kg respectivamente. Los distanciamientos  $d_2$  (1,00 m) y  $d_3$  (1,20 m) alcanzaron el mayor promedio de rendimiento con 33,05 y 27,34 kg respectivamente.
5. No se encontró diferencias estadísticas en el peso unitario de frutos, sin embargo para el factor distanciamientos, el  $d_2$  (1,00 m) y  $d_3$  (1,20 m) lograron el mayor promedio de peso unitario con 12,34 y 11,65 kg respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda utilizar el distanciamiento  $d_2$  (1 m entre planta), debido a que tuvo el mayor efecto sobre el rendimiento del cultivo de sandía.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda utilizar la variedad a1 (Santa Amelia), debido a que tuvo el mayor efecto sobre el rendimiento del cultivo de sandía.
3. Efectuar un estudio donde se determine que otra variedad de sandía se pueda adaptar a la zona para ver y evaluar su potencialidad
4. Fortalecer la organización y participación de los productores del sector de Los Palos, para intensificar y ampliar el área de cultivo de sandía bajo el sistema de siembra en condiciones de zanja en

5. nivel freático superficial; de manera que hay una ventana abierta para la exportación de este cultivo hacia el vecino país de Chile.
  
6. Efectuar un estudio donde se determine que otros cultivos se puedan adaptar al sistema de zanjas en nivel freático superficial; así como realizar un estudio de cultivo de zapallo carga, caña de azúcar y papaya. Los cuales ya se cultivan bajo este sistema y evaluar su potencialidad.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. CAMACHO, T. 1993. Efecto de dos densidades de siembra y cuatro niveles de poda en el rendimiento de la sandía "*Citrullus lanatus*" Cultivar Micky Lee bajo protección. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 75 p.
2. CARLSON, P. 1990. Establecimiento y manejo de prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana. Editorial Cormen, Quito - Ecuador. 111 p.
3. CASADO, S. y MONTES, C. (1995). Guía de los lagos y humedales de España. J. M. Reyero Editor. Madrid. 138 p.
4. CIMMYT. 1988. La Formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Edición revisada. México, D.F., México. 79 p.

5. DONAED, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants.  
Adv. Agron. 118 p.
6. DONOSO, C. 1981. Ecología forestal. El bosque y su medio  
Ambiente. Editorial Universitaria S.A. 122 p.
7. EDMOND, J; SENN, T; ANDREWS F. 1988. Principios de  
Horticultura. Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V.,  
México, D.F., México. 575 p.
8. GIACONI, V., 1 989, Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria.  
Santiago de Chile. 200 p.
9. GUENKO, G. 1983 "Fundamentos de horticultura cubana".  
Editorial Pueblo y Educación. La habana, Cuba 356 p.
10. JOLLIFFE, P. A. and M. M. GAYE. 1995. Dynamics of growth and  
yield component responses of bell peppers (*Capsicum  
annum* L.) to row covers and population density.  
Scientia Horticulturae. 169 p.

11. JUSCAFRESA, B. 1967. Las Podas y Desarrollo de los Frutales. Ediciones CEDEL. Barcelona, España, 221 p.
12. LAZIN, M.B. Y S.C. SIMMONS. 1981. Influence of planning method, fertilizer rate, and within – row plant spacing on production of two cultivars of Honeydew melons. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 94. 182 p.
13. LEMUS M. 2003. MAUCO, Programa para el diseño de obras de conservación de suelos. Seminario Internacional: Restauración Hidrológico-Forestal para conservación y aprovechamiento de aguas y suelos. Santiago, Chile. Consultado 31 mar 2008. 244 p.
14. MENDLINGER, S. 1994. Effects of increasing plant density and salinity on yield and fruit quality in muskmelon. Scientia Horticulturae 57 p.

15. MONTGOMERY D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. DF México, Grupo Editorial Iberoamérica. Proyecto JALDA. 2002. Zanjias de Infiltración. Guía técnica sobre el estudio de validación de desarrollo, rural participativo basado en la conservación de suelos y aguas. Sucre. Bolivia. 589 p.
16. MONTES, A. 1996. Cultivo de hortalizas en el trópico. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 108 p.
17. PIZARRO, R.; SANGÜESA, C.; FLORES, J.; MARTÍNEZ, A.; PONCE, M. 2004. Revisión y análisis de prácticas tradicionales de conservación de aguas y suelos en zonas áridas y semiáridas de Chile Central. Chile. 111 p.
18. PICHA, D.; MOTSENBOCKER, C. 1997. AMERICAN VEGETABLE GROWER. The Watermelon Market is Ripe. United States of America. 54 p.

19. PROYECTO EIAS. 2002. Proyecto: Determinación de Estándares de Ingeniería en Obras de Conservación y Aprovechamiento de Aguas y Suelos para la Mantención e Incremento de la Productividad Silvícola. FDI-CORFO. Sociedad Estándares de Ingeniería para aguas y suelos. Universidad de Talca. Chile. 231 p.
20. POPENCE, W. 1921. The Andes berry. Jour. Hered. 12: 387-393. 46 p.
21. RECHE, M. 1988. "La sandía". 3ra edición editorial Mundi – prensa. Madrid.... España. 230 pp.
22. TAMARO, D. 1969. "Horticultura "Edición Gustavo Gili S.A. Barcelona – España. 125 p.
23. TANCARA, A. 2001. Niveles de Nitrógeno y Fósforo en el Cultivo de Sandia (Citrullus) Cultivar Klondike Bajo R.L.A.F. Goteo. Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. 71 p.

24. UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA (2005) "Guía técnica para el Cultivo de Sandía" programa de Hortalizas. 15 pp
25. VELAZCO E. 2010. Efecto de aplicación con la fitohormona X-CYTE y cuatro distanciamientos de siembra sobre rendimiento y calidad del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb). Tesis ingeniero agrónomo UNJBG 111 p.
26. VILORIA, A. 1991. Respuesta de las variables de crecimiento vegetativo y reproductivo del pimentón (*Capsicum annum* L.) a la presión poblacional. Trabajo de Ascenso. Barquisimeto. Venezuela. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Agronomía. 102 p.
27. WIEEEY, R . W . y S . B. HEATH . 1969. The equitative relationships between plant population and crop yield. Adv. Agron. 21: 281-321. 23 p.

28.Z. KNAVEL, E. Y N. MOHR. Distribution of roots of four different vegetables under papers and polythethylene mulches. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 589-597. 1967. 29 p.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### PESO UNITARIO DE FRUTOS

	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4	PROMEDIO
T1	11,8	9,8	9,8	11,6	10,8
T2	11,6	13	13	12	12,4
T3	11,3	11,6	11	11,6	11,4
T4	11,6	9,8	10	10,4	10,5
T5	11,6	13	12,1	12,4	12,3
T6	12,6	13,7	11	10,4	11,9

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2

### DIÁMETRO POLAR

	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4	PROMEDIO
T1	43,4	43,4	43,5	43,4	43,4
T2	45,2	45,2	45,2	45,1	45,2
T3	42,9	42,8	42,9	42,9	42,9
T4	43,0	43,0	43,0	43,1	43,0
T5	44,4	44,4	44,4	44,5	44,4
T6	44,0	43,8	43,5	43,8	43,8

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3

#### DIÁMETRO ECUATORIAL

	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4	PROMEDIO
T1	24,5	24,4	24,4	24,3	24,4
T2	26,3	26,2	26,1	26,1	26,2
T3	23,2	23,2	23,1	23,1	23,1
T4	23,9	23,8	23,7	23,7	23,8
T5	24,4	24,5	24,6	24,6	24,5
T6	24,5	24,0	24,3	24,7	24,4

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 4

#### RENDIMIENTO POR PLANTA

	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4	PROMEDIO
T1	32,9	23,4	23,4	23,2	25,7
T2	37,9	32,3	37,0	29,1	34,1
T3	33,9	29,8	26,0	28,2	29,5
T4	20,8	19,6	22,0	23,0	21,4
T5	32,6	34,4	31,3	29,4	31,9
T6	20,0	27,4	28,6	24,8	25,2

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 5

### NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4	PROMEDIO
T1	2,8	2,4	2,4	2	2,4
T2	3,26	2,4	2,84	2,44	2,735
T3	3	2,6	2,4	2,4	2,6
T4	1,8	2	2,2	2,2	2,05
T5	2,82	2,66	2,6	2,4	2,62
T6	1,6	2	2,6	2,4	2,15

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6

### RENDIMIENTO (kg/ha)

	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4°	PROMEDIO
T1	139496	99216	99216	98368	109074,0
T2	128724	109956	125800	99008	115872,0
T3	95937	84334	73580	79806	83414,3
T4	88361,6	83104	93280	97520	90566,4
T5	110976	117028	106420	99960	108596,0
T6	56571,7	77542	80938	70184	71308,9

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 7

### LONGITUD DE PLANTA

	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4°	PROMEDIO
T1	2,92	2,76	2,76	2,76	2,8
T2	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84
T3	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92
T4	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56
T5	2,88	2,88	2,88	2,84	2,87
T6	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8

### PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES (grados brix)

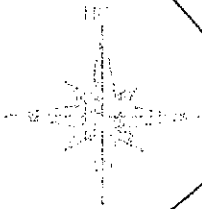
	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4°	PROMEDIO
T1	10,5	11	11	12	11,125
T2	10,2	11,2	10,5	11	10,725
T3	10,5	11	11	11	10,875
T4	10,2	11	10	11,1	10,575
T5	10,4	11,2	11,5	11,2	11,075
T6	10,3	10,1	11,3	11,2	10,725

Fuente: Elaboración propia

## COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	SUB-TOTAL	TOTAL
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>					<b>90,00</b>
Arado y nivelado	H.M.	60	1,5	90,00	
<b>INSUMOS</b>					
Semilla	und.	0,250	450,00	112,5	<b>218,75</b>
Fungicida	L.	225,0	0,25	56,25	
Agroquímicos	L.	120,00	0,5	60,00	
Fitosanitarios	L.	180,00	0,5	90,00	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>325,00</b>
Incorporación de materia orgánica	Jrn.	25,00	4,00	100	
Siembra	Jrn.	25,00	2,00	50,00	
Riegos	Jrn.	0,00	0,00	0,00	
Aplicación de agroquímicos y fitosanitarios	Jrn.	25,00	5,00	125,00	
Deshierbos	Jrn.	25,00	2,0	50,00	
<b>OTROS GASTOS</b>					<b>400,00</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>1033,75</b>

Fuente: Elaboración propia

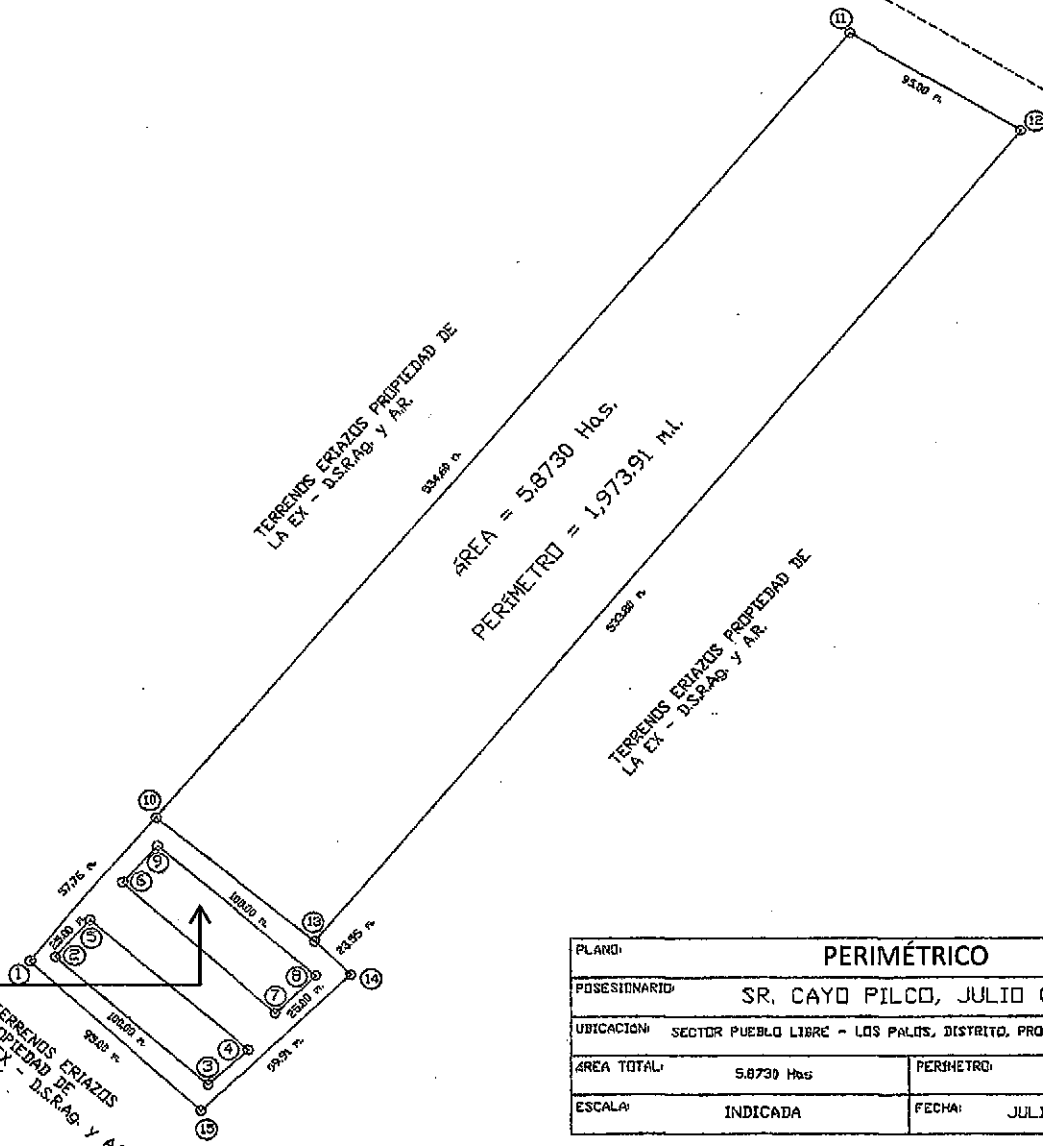


CUADRO DE COORDENADAS  
U.T.M.

PTO	ESTE	NORTE
1	349609.33	7975109.70
2	349617.40	7975111.01
3	349609.29	7975045.30
4	349708.20	7975069.22
5	349634.10	7975129.47
6	349649.50	7975148.93
7	349721.27	7975092.12
8	349740.18	7975101.02
9	349666.28	7975167.50
10	349664.28	7975102.10
11	349994.91	7975502.34
12	330073.95	7975332.99
13	349740.53	7975119.14
14	349737.93	7975102.96
15	349686.41	7975032.98

TERRENOS ERIAZOS  
PROPIEDAD DE  
LA EX - D.S.R.A.G. Y A.R.

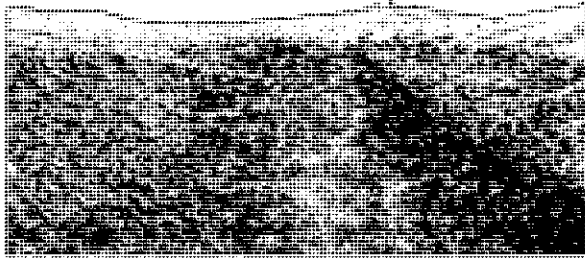
Zanja en nivel freático  
superficial donde se llevó  
acabo el trabajo de tesis.



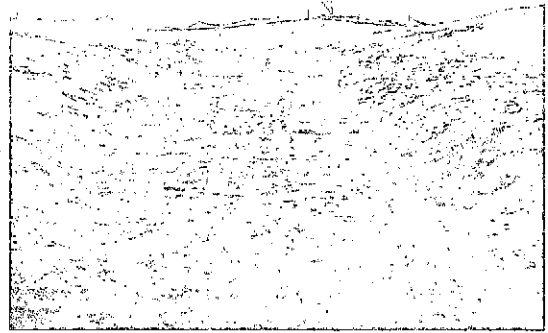
PLANO: PERIMETRICO	
POSESIONARIO:	SR. CAYO PILCO, JULIO CÉSAR
UBICACION:	SECTOR PUEBLO LIBRE - LOS PALOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DPTO. DE TACNA
AREA TOTAL:	5.8730 Hect
PERIMETRO:	1.673.91 m.l.
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	JULIO DEL 2003

## Anexo fotográfico

Preparación de terreno (13/11/2009)

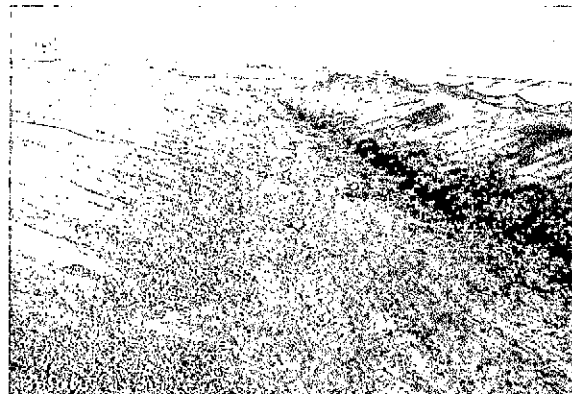
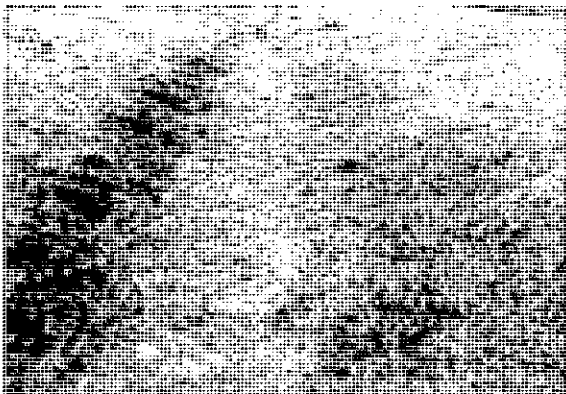
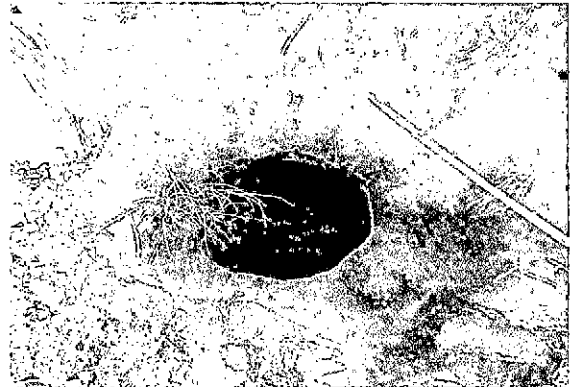
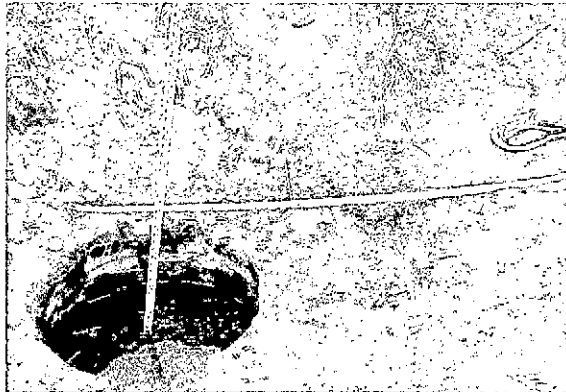


Antes



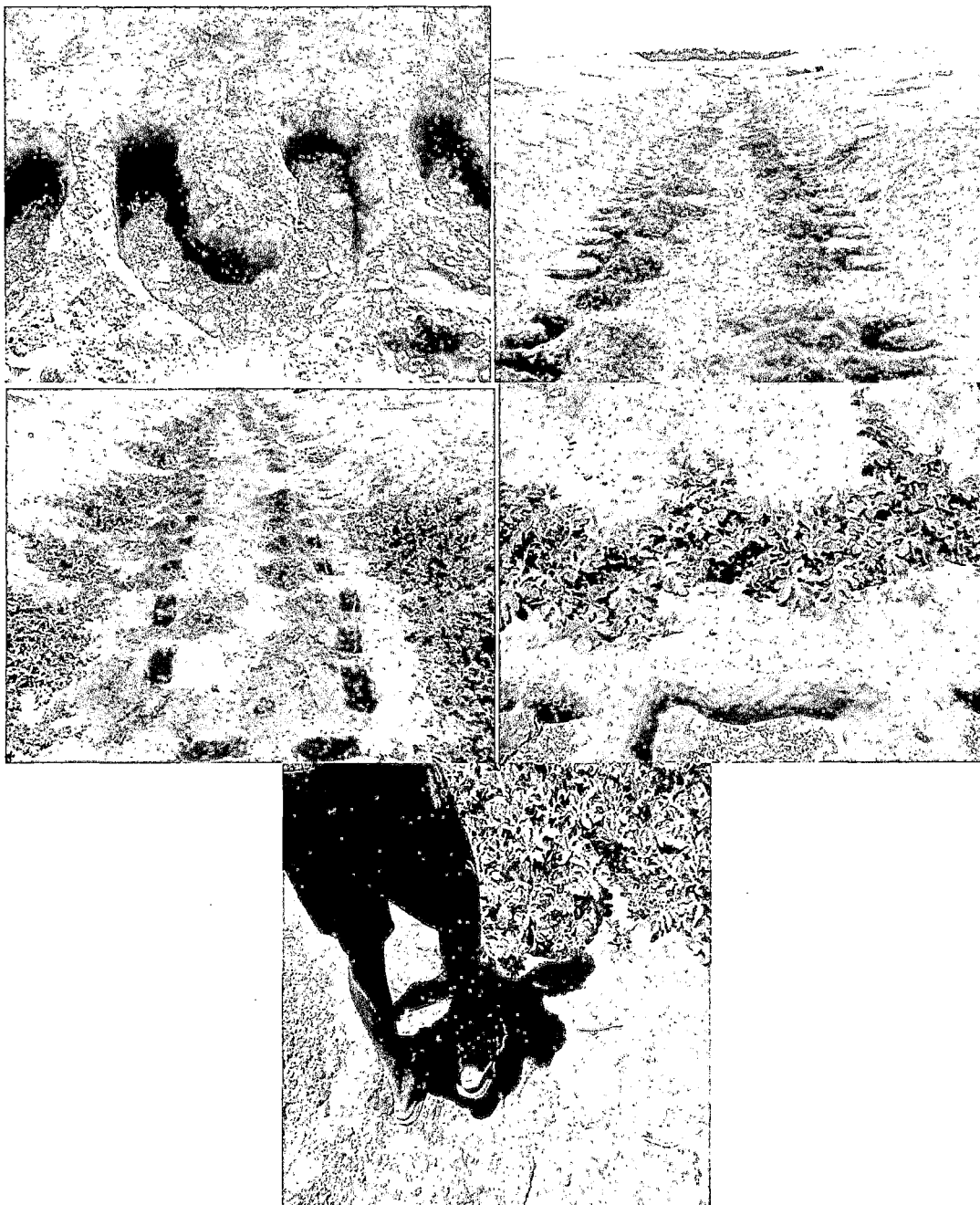
Después

## Nivel freático



## Fertilización

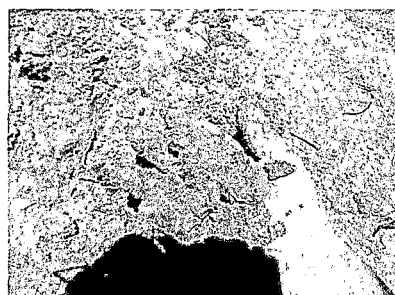
- La primera fertilización se llevó a cabo el día 14/11/2009
- La segunda y tercera fertilización fue el 21/12/2009



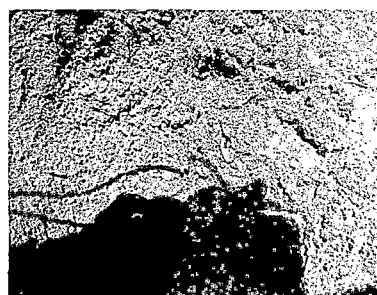
## Siembra (21/11/2009)



**Paso 1**



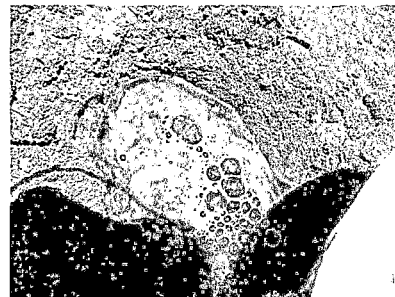
**Paso 2**



**Paso 3**



**Paso 4**



**Paso 5**

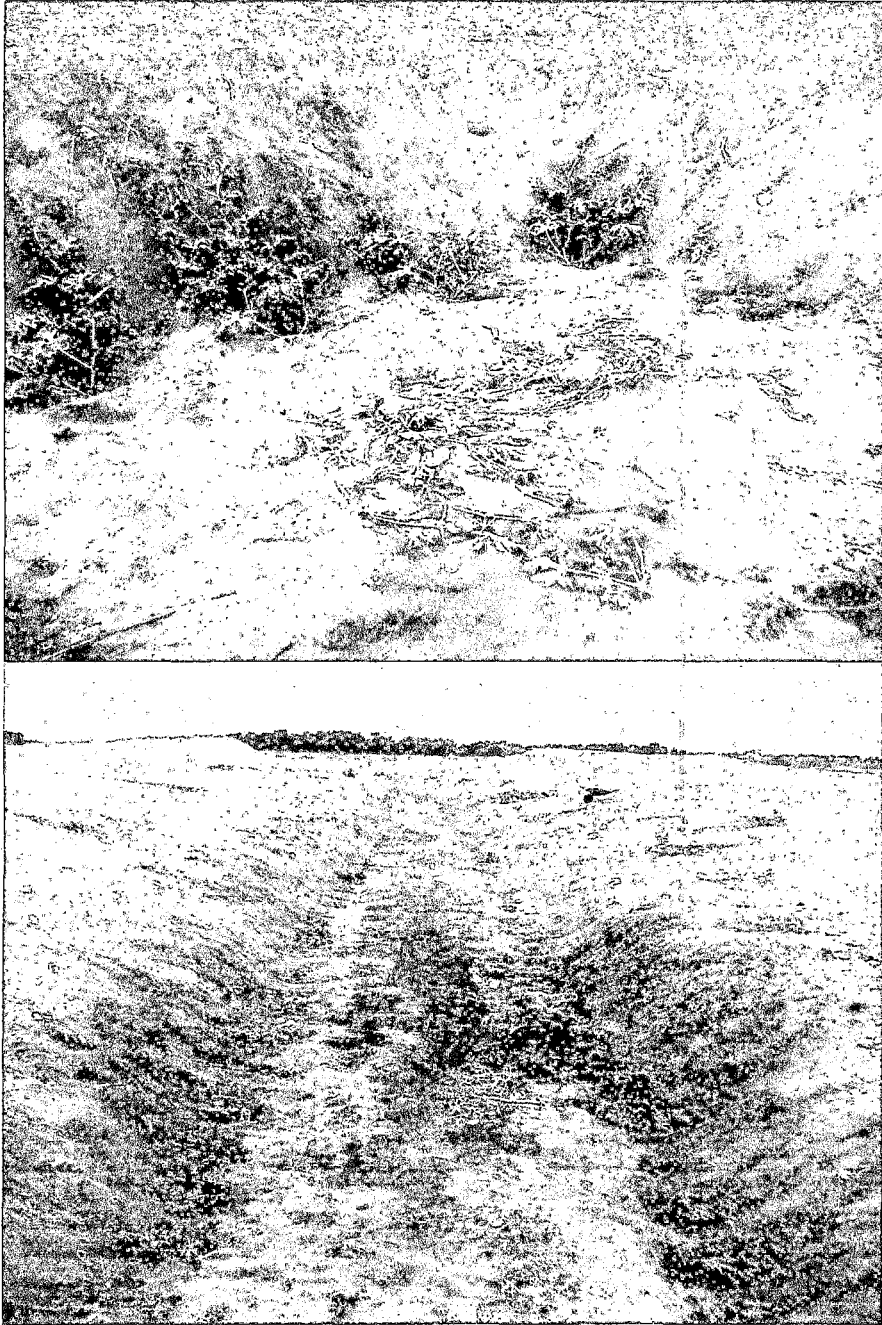


**Paso 6**

## Protección de plántulas en estado inicial



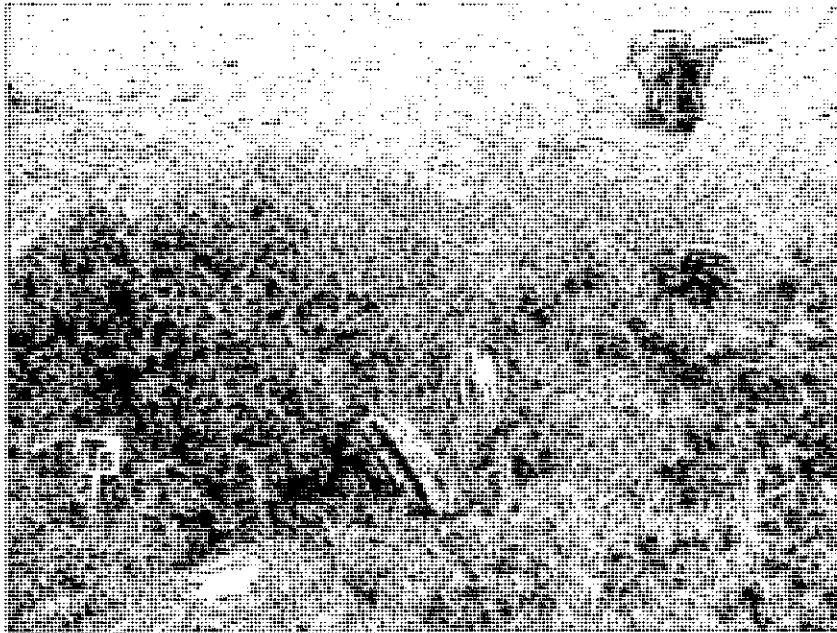
## Poda y desahije



## Control de plagas y enfermedades



## Cosecha



## Crecimiento vegetativo

