

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CINCO CULTIVARES DE SANDÍA
(*Citrullus lanatus* L.) EN LA YARADA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Jorge Enrique Fernandez Vilcanqui

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela Académico Profesional de Agronomía

TESIS

**“RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CINCO CULTIVARES DE SANDÍA
(*Citrullus lanatus* L.) EN LA YARADA”**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 20 DE JUNIO DEL 2014, SIENDO
EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



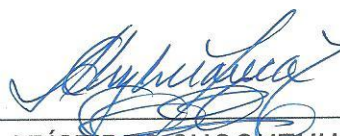
MSc. MAGNO ROBLES TELLO

SECRETARIO:



MSc. NELLY ARÉVALO SOLSOL

VOCAL:



MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

ASESOR:



Dr. OSCAR FERNÁNDEZ CUTIRE

DEDICATÓRIA

A mis padres. Esteban y Eusebia por la confianza, apoyo y esfuerzo que hicieron posible la culminación de mis estudios.

A mi hermana Erika
por ser una luz en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A todos catedráticos de la facultad de
de Ciencias Agropecuarias de la
UNJBG.

A mis compañeros de estudios
universitarios: Diego Churata,
Edilberto Parihuana, Richard Ticona.

A mi asesor Dr. Oscar Fernandez
Cutire por su apoyo decidido.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema y sistematización del problema	5
1.2.1 Problema central	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Delimitación de la investigación	6
1.4 Justificación	6
1.5 Limitaciones	8
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	
2.1 Objetivos	10
2.1.1 Objetivo general	10
2.1.2 Objetivos específicos	10
2.2 Hipótesis generales y específicas	11

2.2.1	Hipótesis General	11
2.2.2	Hipótesis Específicas	11
2.3	Variables	11
2.3.1	Diagrama de variables	11
2.3.2	Variables e indicadores	12
2.4	Operacionalización de variables	14
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL		
3.1	Conceptos generales y definiciones	15
3.2	Enfoques teóricos – técnicos	29
3.3	Marco referencial	44
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		
4.1	Tipo de investigación	49
4.2	Población y muestra	49
4.3	Análisis de suelo	49
4.4	Condiciones meteorológicas	52
4.5	Material experimental	53
4.6	Diseño experimental	56
4.7	Técnicas aplicadas en la recolección de la información	56
4.8	Variables de respuesta	57
4.9	Instrumento medición	64
4.10	Métodos estadísticos utilizados	65

CAPITULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	
5.1 Resultados y discusión	66
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS	93

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Operacionalización de variables	14
Cuadro 2: Valor nutritivo de la sandía en 100 g de sustancia comestible	37
Cuadro 3: Características físico –químicas del suelo	50
Cuadro 4: Promedio de las variables climatológicas registradas en la estación del Fundo La Noria – La Yarada (2011)	52
Cuadro 5: Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de cultivares de sandía	66
Cuadro 6: Prueba de significancia de duncan de diámetro ecuatorial de cultivares de sandía	67
Cuadro 7: Análisis de varianza de diámetro polar de cultivares de sandía	68
Cuadro 8: Prueba de significancia de duncan de diámetro polar de cultivares de sandía	69
Cuadro 9: Análisis de varianza numero de fruteros por planta de cultivares de sandía	70
Cuadro 10: Análisis de varianza rendimiento por planta (Kg) de cultivares de sandía	71
Cuadro 11: Prueba de significación de duncan de rendimiento por planta (Kg) de cultivares de sandía	72
Cuadro 12: Análisis de varianza peso unitario (Kg) de fruto de cultivares de sandía	73

Cuadro 13: Prueba de significación de peso unitario (Kg) del fruto	74
Cuadro 14: Análisis de varianza de grosor de la cáscara	75
Cuadro 15: Prueba de significancia de duncan de grosor de la cáscara de cultivares de sandía	76
Cuadro 16: Análisis de varianza de grados Brix de cultivares de sandía	77
Cuadro 17: Prueba de significancia de Duncan grados brix (%) de cultivares de sandía	78
Cuadro 18: Análisis de varianza rendimiento (t/ha) de cultivares de sandía	79
Cuadro 19: Prueba de significancia de Duncan de rendimiento (t/ha)	80

RESUMEN

La presente tesis titulada “**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CINCO CULTIVARES DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) EN LA YARADA**”, se realizó en el fundo La Noria, tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y calidad de cinco cultivares de sandía. Se empleó como material experimental cultivares de sandía: T₀ Zakata (Testigo); T₁ Pitite perfection; T₂ Top Gun; T₃ Sunsugar y T₄ Celebration. El diseño experimental utilizado fue el Diseño En Bloques Completos Aleatorios con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza a una probabilidad de F 0,05 y 0,01 y para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de Duncan. Los resultados fueron los siguientes: El mayor promedio de rendimiento (t/ha) lo obtuvo los tratamientos T₄: Celebration con 53,39 t/ha, el mayor diámetro ecuatorial del fruto lo obtuvo el T₁: Pitite perfection y T₄: Celebration con 25,37 y 24,76 cm, para el diámetro polar del fruto los tratamientos T₄: Celebration y T₁: Pitite perfection presentaron los mayores promedios con 31,03 y 28,38. Para el rendimiento por planta (kg) el tratamiento T₁: Pitite perfection logró el mayor promedio con 36,96 kg seguido del T₄: Celebration con 32,56 kg. El mayor peso unitario fueron los T₁: Pitite perfection y T₄: Celebration con 7,83 y 7,53 kg.

INTRODUCCIÓN

La sandía es un cultivo que presenta un aumento en el consumo interno y un alto potencial de exportación, la zona de La Yarada posee condiciones agroclimáticas para la producción de ésta cucurbitácea, y se presenta como una excelente alternativa para los pequeños productores de la zona. Según el Ministerio de Agricultura (2011) en la zona de La Yarada, se destina aproximadamente 210 has con un rendimiento de 24 t/ha, se podría superar este rendimiento con la introducción de estos nuevos cultivares que se adapten bien a la zona.

El trabajo de tesis consta de 5 capítulos:

En el primer capítulo se describe el problema donde se considera el planteamiento del problema, los objetivos, la formulación y sistematización del problema la justificación, las limitaciones de ésta investigación y sus correspondientes objetivos generales y específicos.

El segundo capítulo describe la fundamentación teórica y las definiciones de los términos básicos, seguidamente se detalla los

Enfoques teóricos – técnicos, Después se describe también el marco referencial referido al tema de investigación

El tercer capítulo nos muestra la formulación de la hipótesis general, específicas y la variable dependiente e independiente así como sus respectivos indicadores, también se considera en este mismo capítulo la operacionalización de las variables.

En el cuarto capítulo se describe la metodología de la investigación utilizada donde muestra el tipo y nivel de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra, los materiales y métodos incluyendo el lugar de ejecución de la investigación; asimismo la técnica utilizada del análisis de datos.

En el quinto y último capítulo detalla el tratamiento de los resultados donde se da a conocer las técnicas aplicadas e instrumentos de recolección de los datos, los resultados básicamente de la encuesta y la discusión de resultados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente en la región Tacna no se cuentan con nuevos cultivares, he aquí el problema ya que se quiere conseguir cultivares que den un buen rendimiento y calidad, a la vez sea resistente a plagas y enfermedades, de esta forma el agricultor podrá abastecer al mercado extranjero y peruano. Empresas trasnacionales de semilla como Syngenta y Seminis ofertan en sus catálogos diversas semillas de híbridos de sandía, pero estas tienen un costo muy elevado, haciendo casi inaccesible la obtención de nuevos cultivares para los agricultores.

En los últimos años se han logrado grandes avances en el mejoramiento genético de la sandía. Investigadores alrededor del mundo han desarrollado variedades e híbridos con mejores características agronómicas; pero también se han dado importancia

a la resistencia a enfermedades, mejor contenido nutricional y a variados tamaños y formas del fruto, así como la diversidad del color y tonalidad de la pulpa.

Debido al gran incremento en las exportaciones de diferentes cultivos agrícolas, los agricultores buscan obtener mejores rendimientos en sus cultivos, la sandía es uno de los cultivos hortícolas importante en nuestra región. La demanda de los mercados externos de sandía, ha crecido espectacularmente, y ha tenido como consecuencia el desarrollo del cultivo; tal es así, las exportaciones de sandía, entre enero y octubre del año 2012 sumaron un millón 798 mil dólares, cifra que representa un aumento de 103,8% con relación al mismo periodo del 2009, informó la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos del Ministerio de Agricultura, ese mismo año el departamento de Tacna exportó dos mil 600 toneladas de cucurbitáceas a Chile.

Actualmente en La Yarada se siembra cultivares como Santa Amelia y Zakata que tiene frutos con un peso promedio entre 13 kg y 10 kg respectivamente, siendo esta variedad susceptible al frío, ya que temperaturas por debajo de lo normal, inhibe el crecimiento de

los frutos, dándole al corazón del fruto forma hueca. Con la siembra de estos nuevos cultivares de sandía sería una alternativa muy importante y asimismo se promovería la agroexportación, por otra parte la situación actual del mercado para la sandía y en general muchas cucurbitáceas no es del todo bien, por esta razón con estos nuevos cultivares se busca superar el rendimiento y calidad con respecto a la variedad Zakata.

Hoy en día, existe una gran competencia en el mercado internacional, por lo cual nuestros niveles de calidad y productividad deben incrementarse; para esto hay que investigar, probando con nuevos cultivares, mejorar el manejo del cultivo de sandía, etc.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema principal

¿Cuál será el rendimiento y calidad de cuatro cultivares de sandía y un cultivar testigo en la irrigación La Yarada?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles de los cultivares de sandía (*Citrullus lanatus*) tendrá mayor rendimiento?

¿Cuál de los cultivares de sandía (*Citrullus lanatus*) tendrá mejor calidad?

1.3. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial

La investigación se realizó en la irrigación La Yarada, en el Fundo “La Noria” del Ing. Yuri Bermejo Sardón.

Delimitación temporal

El tiempo que se utilizó en la investigación fue durante los meses setiembre 2011 a enero del 2012.

1.4. Justificación

El cultivo de sandía, en la zona de La Yarada tiene gran importancia económica y a pesar el déficit hídrico, la producción de sandía en la zona de La Yarada y Los Palos ha aumentado, Chile es el principal mercado.

La estrategia para el sector agrícola está basada en la especialización en terminados cultivos rentables que tengan los mejores niveles de productividad y aceptación en el mercado internacional. Tacna, debe especializarse en determinados cultivos, entre ellos la aceituna, el orégano, cucurbitáceas que permitan generar una sólida base productiva para impulsar la agro-exportación

La implementación del Programa de la Mosca de la Fruta ha incidido en gran parte para la diversificación de la producción y que llegue a mercados internacionales, garantizando que a futuro los productos agropecuarios se oferten con mayor calidad y penetren a mercados exigentes. Estando ya erradicada esta plaga, como punto de partida se ha declarado libre de la mosca de la fruta a las cucurbitáceas, habiéndose reiniciado las exportaciones a Chile.

La adaptación de la sandía a las diferentes características agroecológicas de forma general es la actitud suficiente de una planta para amoldarse a las condiciones del medio ambiente natural diferente al de su origen (Janick, 2002); finalmente es la

concordancia entre las características morfológicas de un organismo con las características fisio-biológicas del medio.

Para obtener beneficios en la agricultura es necesario realizar cambios que permitan mejorar el nivel de vida del productor. El empleo de cultivares, se constituye en el principal insumo, como una alternativa tecnológica válida dentro del desarrollo y producción de esta actividad agrícola, no muy tradicional en el medio.

Por lo expuesto se hace necesario identificar y evaluar los cultivares comerciales que presenten las respuestas más favorables a las condiciones agroclimáticas reinantes en la zona, tomando como base, características deseables de preferencia a los requerimientos del mercado, en cuanto a rendimiento, tamaño, calidad de los frutos y tolerancias a las plagas y enfermedades.

1.5. Limitaciones

La principal limitante al realizar esta investigación fue la disponibilidad de información, la cual a nivel oficial es somera y en muchos casos contradictoria. Así existe información parcial en la

Agencia Agraria Tacna y entidades no gubernamentales que laboran en la zona.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

2.1.1. Objetivo general:

Evaluar el rendimiento y calidad de cuatro cultivares de sandía y un cultivar testigo en la irrigación La Yarada.

2.1.2. Objetivos específicos

Determinar el cultivar de sandía (*Citrullus lanatus* L.) de mejor rendimiento en La Yarada.

Establecer el cultivar de mejor calidad de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en La Yarada.

2.2. HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICOS

2.2.1. Hipótesis general

El rendimiento y calidad de los cuatro cultivares de sandía (*Citrullus lanatus* L.) será superior al testigo en la irrigación La Yarada.

2.2.2. Hipótesis específicas

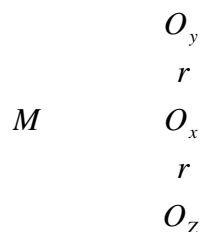
Al menos uno de los cultivares de sandía (*Citrullus lanatus* L.) alcanzarán mayor rendimiento.

Al menos uno de los cultivares de sandía (*Citrullus lanatus* L.) tendrá mayor calidad.

2.3. VARIABLES

2.3.1. Diagrama de variables

El diagrama para el presente estudio fue el siguiente:



En este esquema M es la muestra en la que se realiza el estudio y los subíndices x, y, z en cada O nos indican las observaciones obtenidas en cada una de tres variables distintas (para el caso diagramado).

2.3.2. Variables e indicadores

Variable dependiente: (Y): Rendimiento y calidad

Indicadores

- Rendimiento por planta (kg)
- Peso unitario de fruto (kg)
- Número de frutos por planta
- Diámetro ecuatorial (cm)
- Diámetro polar (cm)
- Grosor de la cáscara (mm)
- Grados Brix
- Rendimiento kg/ha

Variable independiente (X) : Cultivares de sandía

Indicadores

- Zakata (Testigo)
- Pitite perfection
- Top Gun
- Sunsugar
- Celebration

2.4. Operacionalización de variables

Cuadro 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador
Rendimiento y calidad Y	Rendimiento por planta	Kg
	Peso unitario de fruto	kg
	Número de frutos por planta	Nº
	Diámetro ecuatorial	cm
	Diámetro polar	cm
	Grosor de la cáscara (mm)	mm
	Grados Brix	%
	Rendimiento kg/ha	Kg/ha
X Cultivares	Zakata (Testigo)	20 plantas x U.E.
	Pitite perfection	20 plantas x U.E.
	Top Gun	20 plantas x U.E.
	Sunsugar	20 plantas x U.E.
	Celebration	20 plantas x U.E.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

3.1.1. Origen del cultivo

El origen de la sandía es el 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. (Cohaila, 2003)

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 negó el origen africano de las sandías; una razón para esto, porque este autor describió una especie nueva en la India, llamada *Citrullus fistulosus* (Cohaila, 2003).

La sandía es una planta monoica y anual, con 11 pares de cromosomas ($2n=22$). El mejoramiento genético en sandía se ha enfocado a las siguientes características: resistencia a antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*) y a la obtención de plantas machomónicas (andromónicas), o sea plantas con flores masculinas y hermafroditas. (Maroto, 1996).

3.1.2. Taxonomía

La taxonomía de la sandía es la siguiente (Huitron, 2005):

Reino : Vegetal

División : Fanerógamas

Sub-División : Angiosperma

Clase : Dicotiledóneas

Orden : Cucurbitales

Familia : Cucurbitáceas

Género : *Citrullus*

Especie : *lanatus*

N.T. : *Citrullus lanatus*

N.C. : Sandía

3.1.3. Características botánicas.

La sandía es una planta herbácea, rastrera, monoica con zarcillos divididos en dos o tres filamentos; sus raíces presentan un notable desarrollo. (Janick, 2002).

La mayoría de las raíces llegan a una profundidad de 2 m, y que las raíces laterales generalmente se extienden hasta 4 m de diámetro; asimismo, a una profundidad de 80 a 90 cm. que se encuentra la mayor parte de éstas. (Juárez, 2003).

Las flores son de color amarillo, solitarias, pedunculares y axilares, atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entómogas), de forma que la polinización es entomófila. Existen dos tipos de flores: masculinas o estaminadas y femeninas o pistilada, coexistiendo los dos sexos en una misma planta, pero con flores distintas (flores unisexuales).

3.1.4. Morfología

Desde los 25 a 30 días después de la germinación, el tallo es erecto y posee alrededor de 5 hojas verdaderas, luego se hace decumbente o rastrero alcanzando una longitud de hasta 5 m. de

largo. Las hojas son simples, grandes, alargadas de contorno triangular pudiendo ser ligera o profundamente lobuladas, dentadas, pilosas, de color verde pardo. (Guenko, 1983)

La sandía es una planta monoica con flores masculinas y femeninas (a veces diocas), que se forman de las axilas de las hojas y tienen un color generalmente amarillento. El proceso de polinización en la sandía es generalmente cruzado y realizado por abejas. (Cohaila, 2003).

El fruto es una baya que presentan diferentes formas: redondeadas, oblongas, ovaladas, cilíndricas; la corteza es verde, lisa o rayada y la pulpa puede ser de color amarilla, verde pálida blanca, anaranjada hasta rojo intenso. El sabor de la pulpa es dulce y está formada por células parenquimatosas (Delgado, 1998).

En su interior se encuentra gran número de semillas esparcidas desuniformemente por toda la pulpa. También hay variedades triploides desprovistas de semilla que son autoestériles y necesitan la presencia de variedades de patilla normales como polinizadoras (Nichols y Christie, 1998).

La polinización es básicamente entomófila. Debido a la separación de los dos tipos de flores se requiere de insectos para una polinización adecuada (Isakeit, 1988). La mayor actividad de los insectos polinizadores se presenta alrededor del medio día. Si las flores femeninas no son polinizadas en este lapso, se caen de la planta. El polen de la flor es espeso y viscoso (Caicedo, 1972).

Las semilla son de tamaño variable, generalmente de longitud menor que el doble de la anchura, aplanadas ovoides, duras, peso y colores también variables (blancas, marrones, amarillas, negras, etc.), moteadas unas, otras no; con expansiones alares en los extremos más agudos (Peso de 25 a 35 mg y una viabilidad de 5 a 10 años. (Nichols y Christie, 1998).

3.1.5. Condiciones Ecológicas

a. Suelo:

La sandía se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los francos-arenosos con buen contenido de materia orgánica. Por lo que concierne al pH, está clasificada como muy tolerante a la acidez, teniendo un pH 6,8 – 5,0; asimismo, está clasificada como

medianamente tolerante a la salinidad, con valores de 3860 a 2560 ppm (6 a 4 mmhos). (Janick, 2002).

Es necesario que los suelos posean buen drenaje tanto interno como externo. Los suelos francos arenosos a francos son mejores para el desarrollo de las plantas, no obstante se pueden utilizar suelos francos arcillosos (Janick, 1983).

b. Clima:

El cultivo prefiere climas cálidos y secos, con temperaturas óptimas de 18 a 25 °C, máxima de 32 °C y mínima de 10 °C; es muy sensible a las heladas. La duración del período vegetativo total varía de 80 a 110 días dependiendo del clima (Baca, 2001).

La sandía requiere temperaturas similares a las del melón, sus requerimientos calóricos se fijan en valores más elevados que los demandados para aquel. Para conseguir una buena germinación, el mínimo térmico necesario se establece en 15.5 °C y el óptimo entre 21 y 35 °C, la temperatura para el desarrollo vegetativo se fija en unos 13 °C; el intervalo óptimo para el crecimiento entre 21 y 30 °C, mientras la temperatura mínima y máxima de desarrollo

vegetativo se establece en 18 y 35 °C respectivamente. La floración, el cuajado y la maduración de los frutos exigen temperaturas superiores a 18 °C. (Baca, 2001).

Otro factor climático importante es la humedad, por tanto por la incidencia que tiene en el desarrollo de plagas y enfermedades como en el crecimiento de la planta, siendo crítico en algunos estados fenológicos como en la floración. Lo ideal es que el contenido esté entre el 60% y el 80% (Baca, 2001).

Un exceso de humedad puede provocar dificultad en la germinación, producir asfixia radicular, obteniéndose frutos sin sabor y poco dulces, además de favorecer el rajado de frutos en la etapa de maduración. Por otra parte la falta de humedad en el suelo provoca deshidratación de los tejidos, dificulta la absorción de nutrientes, y por tanto, propicia menor desarrollo vegetativo (Huitrón, 2005).

C. Luminosidad:

La sandía exige una gran intensidad luminosa para alcanzar su capacidad total de fotosíntesis, de tal modo que la radiación lumínica debe alcanzar por lo menos 1,1 cal/cm²/min y que las

situaciones de sombra deben evitarse siempre. 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). (Baca, 2001).

d. Necesidades hídricas del cultivo:

El cultivo puede agotar el agua hasta llegar a una tensión de agua en el suelo superior a dos atmósferas, sin que se afecte su rendimiento. Debe regarse, teniendo en cuenta el nivel de evaporación, cuando se ha agotado hasta un 70% del agua disponible en el suelo. Las necesidades de agua para el período vegetativo total de un cultivo de 100 días varían de 400-600 mm. (Tamaro, 1969)

Lobo, citado por Jaramillo y Lobo (1983) afirman que es necesario disponer de riego especialmente en las etapas de crecimiento y floración. Las lluvias fuertes durante el período de fructificación reducen la producción y la calidad de los frutos al disminuir el contenido de sólidos solubles en la pulpa, favorecen las pudriciones y rajaduras de los frutos

La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60% y 80%, siendo un factor determinante durante la etapa de floración.

La sandía como el melón, es una planta que aunque puede cultivarse en seco, consigue los mayores rendimientos en regadío, condiciones en que el calibre de los frutos es así mismo más elevado. Las exigencias más importantes en agua, se da desde la floración hasta que finaliza el crecimiento de los frutos, y al final de este estadio es sensible, como el melón, a la disponibilidad variable y fluctuante de agua, pudiendo producirse rajaduras o "cracking". En algunas fuentes se señala que una reducción en el suministro hídrico en la última fase de la maduración de los frutos puede mejorar la calidad de los mismos incrementando el contenido en azúcares. (Baca, 2001)

e. Fertilización

Se recomienda incorporar la materia orgánica en la preparación del terreno al voleo o en bandas en la línea de siembra; la dosis recomendada de N P K es de 180 – 100 – 120 respectivamente, aplicándose durante la siembra todo el fósforo,

potasio y la mitad del nitrógeno; la otra mitad de este se aplicará al inicio del guiado durante el cambio de surco. (Chambi, 2007).

Estudios conducidos por Berstch y Ramírez, citados por Sancho (1999), señalan que las épocas de máxima absorción, y por tanto las etapas de mayor necesidad de nutrientes coinciden con la emisión de guías e inicio de floración (33-40 d.d.s) y después del pico de floración e inicio de llenado de frutos. El 60% del nitrógeno (N) se consume antes de los 40 d.d.s. El fósforo (P) sufre una absorción más gradual, mientras que el Potasio (K) solo ha consumido un 35% del total a los 40 d.d.s. Para la fertilización del cultivo se debe tener en cuenta la solubilidad de la fuente y las necesidades del cultivo para definir la época de aplicación dependiendo de las condiciones climáticas donde sea sembrado el cultivo.

El requerimiento nutricional de los cultivos está definido por la especie, y difiere entre variedades de una misma especie, por 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 (Seminis, 2004).

En términos generales, la adición de fósforo mejora el tamaño de los frutos y los niveles altos de potasio aumentan los grados Brix, por lo que el programa de fertilización debe considerar la adición de estos nutrientes (Cohaila, 2003).

- **Fertilización química**

El cultivo de la sandía responde al uso de 100 kg N / ha, 20 kg P₂O₅/ha y 30 kg K₂O/ha. El volumen del fertilizante depende de la densidad de siembra y de la fertilidad del suelo. En general fósforo, el potasio y la mitad de nitrógeno se aplican en la siembra y el resto se aplica un mes después (Cohaila, 2003).

El aporte de microelementos es 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 (Isakeit, 1998).

- **Abonos orgánicos**

La dosis de abono orgánico recomendada en sandía son de 30-40 tn/ha estos abonos pueden ser: compost, humus, bocashis, etc. Los cuales se deben aplicar durante el proceso de preparación de suelo y por lo menos dos meses antes de la siembra (Seminis, 2004).

3.1.6. Manejo agronómico del cultivo

a. Semillero

El semillero es una labor muy importante para el desarrollo de un buen cultivo, donde se debe iniciar por la selección y desinfección de la semilla (Seminis, 2004). El semillero, es una práctica en escala limitada pero creciente para el mejor aprovechamiento en caso de los híbridos, se lo realiza en bandejas con celdillas o en funditas plásticas, colocando una semilla por celda y 2 o 3 por funda (UNALM, 2005). Para el sustrato es recomendable utilizar tierra con altos contenido de materia orgánica. La tierra y estiércol son componentes no recomendados debido a su heterogeneidad, a problemas de sanidad y de malas hierbas que puede acarrear (Seminis, 2004).

b. Transplante

La implementación del cultivo de la sandía se puede efectuar por medio de siembra directa o por transplante. Por medio del transplante, se elige las mejores plántulas, las más vigorosas y más resistentes a plagas y enfermedades en el semillero (Seminis, 2004). El transplante en la sandía se lo debe realizar con “pan de tierra” para evitar que las raíces se marchiten y obtener un transplante de mala calidad (Isakeit, 1998).

El transplante se debe realizar al finalizar la tarde y se debe tomar en cuenta: la distancia de surco y la distancia entre planta de acuerdo a la variedad a sembrar.

Por lo general se emplean los siguientes sistemas de siembra (Juarez, 2003):

Distancia entre surco: 2 a 2,5 metros.

Distancia entre planta: 0,6 a 0,9 metros.

c. Riego

El riego es muy importante, pues la sandía necesita de por lo menos 400 -600 mm. de agua durante su ciclo. Los métodos de

riego más utilizados en el cultivo de la sandía son el riego por surcos y el riego localizado de alta frecuencia (Seminis, 2004).

Riego por surcos: las camas contiguas están separadas por surcos de 50 cm de anchura aproximadamente, por lo que avanza el agua y al mismo tiempo se va infiltrando vertical y horizontalmente, este riego puede ser por flujo o por estanco. El flujo por estanco tiene predilección ya que el agua se retiene al final del surco y ésta se infiltra poco a poco y el tiempo de aplicación es menor, con un diseño y un manejo adecuado, la eficiencia de la aplicación puede ser superior al 80%. La frecuencia de riegos dependerá del ciclo y de la fase del cultivo. Siendo habitual que en el período de máximas necesidades la frecuencia sea semanal (Seminis, 2004).

Riego localizado: este tipo de riego está conformado por instalaciones que incluyen el cabezal (o centro de control), la red de tuberías y los elementos distribuidores (Seminis, 2004).

d. Tipos de poda

Esta labor es poco común en el manejo del cultivo de la sandía se la realiza de manera operativa ya que no se han apreciado

diferencias significativas en la producción, sin embargo se realizan las siguientes (Isakeit, 1998).

Poda de formación: ésta consiste en controlar la forma en que se desarrolla la planta, eliminando brotes principales para adelantar la brotación y el crecimiento de los secundarios (Isakeit, 1998).

Poda de fructificación: La sandía necesita ser podada en el caso de un exceso de fruta para permitir que el número correcto de éstas se desarrolle y obtenga correctamente tamaño comercial (Bruzon, 1988). Se deben eliminar los frutos malformados o frutos aislados o cuajados prematuramente que durante su desarrollo van dificultando el crecimiento de la planta y el cuajado de otros frutos.

3.2. ENFOQUES TEÓRICOS – TÉCNICOS

3.2.1. Manejo fitosanitario

El cultivo de sandía presenta una gran diversidad de plagas, enfermedades y malezas que afectan al cultivo significativamente. Éstas se pueden controlar mediante un programa de manejo integrado, que contempla el uso de medidas legales, culturales,

genéticas, biológicas, física y químicas de éstas en general. A continuación se describen las principales plagas, malezas y enfermedades que se presentan en este cultivo.

3.2.2. Factores bióticos

3.2.2.1. Plagas

- Pulgones: las especies más frecuentes en sandía son *Aphis fabae*, *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*. Producen abarquillamiento y deformación de las hojas e instalación de negrilla sobre la melaza que segregan. Depredador *Aphydoletes aphydimiza*. (La Torre, 1990).
- Minadores de hoja: las especies más comunes en Almería son *Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*. Las larvas producen galerías dentro de la hoja. Parasitoide: *Diglyphus isaea*. (La Torre, 1990).
- Mosca blanca: las especies más frecuentes son: *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*. Parasitoide: *Eretmocerus*. (La Torre, 1990).

- Trips: *Frankiniella occidentalis*. Tanto larvas como adultos se alimentan del jugo de las células de los órganos que colonizan pudiendo llegar a producir necrosis. Parasitoides: *Amblyseius cucumeris* y *Orius spp.* (La Torre, 1990).
- Orugas: el lepidóptero que más daños causa en sandía es *Spodoptera exigua*. Sus larvas se alimentan de la piel del fruto quedando este depreciado para el mercado. Control biológico: *Bacillus thurigiensis*. (La Torre, 1990).
- Araña roja: Los daños son causados por el ácaro *Tetranychus urticae*. Las colonias se localizan en el envés de la hoja produciendo manchas amarillentas en el haz que terminan por secarlas. Depredador: *Phytoseiulus persimilis*. (La Torre, 1990).

3.2.2.2. Enfermedades

A. Causadas por hongos

- **Fusariosis:** *Fusarium oxysporum f. sp. niveum*, es la enfermedad más grave que afecta a la sandía. Éste hongo puede mantenerse durante más de 10 años en ausencia de la sandía, como saprofito. Sobre el tallo de

las plantas enfermas aparecen chancros cubiertos de numerosas esporas del hongo; éstas son dispersadas fundamentalmente por salpicaduras de agua. Las condiciones óptimas de desarrollo son de 26,5 ° C, pero los síntomas de marchitez se manifiestan principalmente a temperaturas más altas, en periodos de baja humedad relativa y fuerte luminosidad. En la actualidad esta enfermedad está totalmente controlada mediante el uso del injerto. (Blancard, 2000).

- **Oidio o ceniza:** causada por *Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*. Su gran potencial de colonización reduce la superficie funcional de las hojas. El viento al aire libre y las corrientes de aire bajo la protección aseguran la diseminación de las conidias en los cultivos. Contrariamente a muchos hongos parásitos de las Cucurbitáceas, los oídios no necesitan la presencia de una película de agua sobre las hojas para desarrollarse. La temperatura no es un factor limitante de su desarrollo que tiene lugar entre 10° y 35° C, con un óptimo situado entre 23 y 26° C. (Blancard, 2000)

- **Mildiu:** producida por *Pseudoperonospora cubensis*. No tiene gran importancia en el sureste español debido a la climatología existente durante el cultivo. (Imppa, 2005)
- **Alternaria:** Producida por *Alternaria cucumerina*. No es una enfermedad importante en la provincia de Almería, sólo se ve en sandía temprana por exceso de lluvia y días nublados. (Blancard, 2000).

B. Producidas por virus

- **WMV-2 (Watermelon mosaic virus-2):** virus del mosaico de la sandía. Presenta deformaciones de hojas y mosaicos en las mismas. Es transmitido por los pulgones, según el modo no persistente. (Imppa, 2005).
- **MNSV (Melon necrotic spot virus):** virus responsable del moteado necrótico del Melón y el cribado de las hojas. Se manifiesta mediante estrías necróticas en el cuello y tallo, además de presentar manchas necróticas en hojas. Se trasmite por semilla y el hongo del suelo *Olpidium radicale*. Este virus no se transmite en sandía injertada. (Imppa, 2005).

C. Fisiopatías y daños por mal manejo del cultivo

- **Asfixia radicular:** muerte de plantas por encharcamiento continuado del terreno. La sandía injertada presenta más resistencia que la no injertada.
- **Viciado de la planta:** desarrollo vegetativo excesivo con poca flor y cuaje deficiente. Debido a un desequilibrio nutricional y excesivo aporte de agua.
- **Rajado de fruto:** debido a cambios bruscos en la humedad del suelo con aporte excesivo de N y K con el fruto maduro.
- **Aborto de frutos:** debido a una alta humedad relativa, por un autoaclareo de la planta por exceso de cuaje o porque el agua excesivamente salina no permite tomar a la planta la que necesita.
- **Corazón hueco:** afecta al interior del fruto, disolviendo la pulpa en varias partes. Se debe a un rápido desarrollo del fruto inducido por exceso de agua con abonados nitrogenados en forma nítrica. También se puede producir se el salto térmico es brusco.

- **Plateado necrótico:** se produce en un estado avanzado del cultivo en las hojas más viejas; al inicio presenta clorosis internerviales que evolucionan a necrosis con aspecto plateado. Se atribuyen a toxicidad por ozono, apareciendo en condiciones de altas temperaturas y fuerte luminosidad.

3.2.3. Variedades

3.2.3.1. Característica de la especie *Citrullus lanatus*

La especie *Citrullus lanatus* es la más polimorfa, representada por las formas cultivadas y semicultivadas. Es una planta anual con tallo hueco de 25 milímetros de diámetro, pentagonal intensamente ramificado, de pelos duros, hojas con limbo de 8 a 22 cm. de largo, disectas en 3 lóbulos pinnados que no se sobreponen. Los zarcillos son bifurcados y aplanados; las flores son de color amarillo. (Tamaro, 1969)

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 sandías 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 ténues - son también la baza de este cultivo. A continuación se lista un grupo de variedades que, sin excluir a las que no aparecen, tienen una gran importancia en el mercado. (Fundación Caja, 2002).

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. (Delgado de la Flor, 1988).

3.2.3.2. Valor nutritivo del fruto

En el siguiente cuadro se presentan los principales componentes en el tejido del fruto de sandía, con base en 100 g de parte comestible.

Cuadro 2. Valor nutritivo de la sandía en 100 g de sustancia comestible

Componentes	Contenido
Agua	92,6 %
Proteínas	0,5 g
Carbohidratos	6,4 g
Ca	7,0 mg
P	10,0 mg
Fe	0,5 mg
Na	1,0 mg
K	100,0
Ácido ascórbico	7,0
Tiamina (B1)	0,03 mg
Riboflavina (B2)	0,03 mg
Vitamina A	590 U.I.

Fuente: Valadez, A. (1998) * Una unidad internacional (U.I.) de vitamina A es equivalente a 0,3 de vitamina A en alcohol

La sandía se puede decir que es la fruta que más cantidad de agua contiene (93%), por lo que su valor calórico es muy bajo, apenas 20 calorías por 100 gramos. Los niveles de vitaminas y sales minerales son poco relevantes, siendo el potasio y el magnesio los que más destacan, si bien en cantidades inferiores comparados con otras frutas. El color rojo de su pulpa se debe a la presencia del pigmento licopeno, sustancia con capacidad antioxidante. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.

3.2.3.3. Calidad

La sandía debe cumplir ciertas normas para ser aceptada en el mercado consumidor.

- Debe estar dulce, crujiente y jugosa.
- El color de la pulpa dependerá de la variedad.
- De forma uniforme y sin daños superficiales e internos.
- El contenido de azúcares de 10% de grados Brix como mínimo.

Valadez (1998) Afirma que con respecto a la cosecha, existen algunos indicadores físicos y visuales, los mismos que se describen a continuación:

- **Tiempo:** conociendo el ciclo agrícola o vegetativo del cultivo que se está produciendo, puede calcularse el número de días necesarios para la maduración de los frutos, pudiendo variar de 90 a 110 días aproximadamente.
- **Sonido:** muchos productores mencionan que cuando el fruto está listo para cosecharse deben tener un sonido seco y hueco al ser golpeado con la palma de la mano.
- **Color:** se afirma que el cambio de color del fruto es también otro indicador de la cosecha.
- **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 (Juarez, 2003).

3.2.4. Actividades de postcosecha

Este eslabón de la cadena inicia al momento en que ocurre la cosecha y es variable dependiendo de las condiciones ambientales, variedad e híbrido, fecha de siembra o trasplante y manejo del cultivo.

De la germinación de la sandía, a la cosecha transcurren 60 a 70 días; esta tiene una duración aproximada de 40 a 45 días del cuajado de la flor al corte, durante un promedio de 50 días que dura la cosecha, según el ambiente y el nivel tecnológico del productor, periodo en el cual se realizan cortes de fruta cada 6 a 8 días,

tendiendo a ser mas espaciados en temporadas con frío. (Juarez, 2003).

El grado de madurez que debe tener la fruta para el corte, depende de la distancia al mercado, donde esta se va a vender, en caso de que el mercado sea muy distante es preferible cortar en estado de $\frac{3}{4}$ (tres cuartos) para que la fruta madure en el traslado y tenga mayor vida en el anaquel.

En todos los países la cosecha se práctica manual, haciendo un corte al ras del pedúnculo utilizando herramienta punza-cortante, esta se puede realizar en cualquier hora del día solo se requiere de la habilidad de los expertos en corte.

Para sandía a $\frac{3}{4}$ de madurez:

- El zarcillo que se localiza junto al pedúnculo debe estar bien seco
- El pedúnculo debe estar tierno.
- Sonido hueco
- El color de la parte que está en contacto con el suelo toma un color amarillo.

Para sandía madura:

- El pedúnculo debe estar verde macizo
 - Golpeando con los nudillos y el sonido sea sordo
 - Cuando el brillo de la capa cerosa del verde tierno no se aprecia.
- (Juarez, 2003).

3.2.5. Requerimientos de calidad

Como todo producto que se comercializa hoy, las condiciones y tendencias del mercado internacional, nacional, regional y local se mueven bajo indicadores que marca en su preferencia el consumidor final, repercutiendo directamente con el productor primario a tal magnitud que provoca cambios en la competencia entre países productores de sandía, sobre todo aquellos que han cobrado fuerte impulso en su producción, y complican la comercialización de esta hortaliza.

Los parámetros para determinar la calidad de la sandía han sufrido modificaciones, ya que originalmente solamente, la calidad se establecía de acuerdo al tamaño y peso de la fruta, según el consumidor final, los requisitos básicos que debe tener la sandía según las normas en los Estados Unidos de Norteamérica (USDA) son:

Rangos:

- Tener un mínimo de 10% de grados Brix
- 20 días de vida de anaquel.
- Uniformidad en el tamaño de frutos.
- Madura.

Libre de:

- Corazón blanco.
- Enfermedades.
- Putrefacción.
- Daños por el sol.

3.2.6. Tamaño.

Bancomext (1999), señala que la calidad de la fruta se considera de acuerdo al tamaño, consistencia, color, sabor, aroma, limpieza y sanidad.

3.2.7. 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 (inferior a 2 kg).

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 (Juarez, 2003).

3.3. MARCO REFERENCIAL

3.3.1. Producción y exportación de sandía en el Perú

3.3.1.1. Producción

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 y Tacna son las que abastecen el mercado exterior, especialmente a Holanda. (Juarez, 2003).

3.3.1.2. Exportaciones

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).(Minag, 2011).

Entre enero y octubre del 2011, la empresa Rancho Bravo concentró el 57 por ciento de las exportaciones de sandía por un total de 1'024,000 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. (Juarez, 2003).

3.3.2. Trabajos de investigación

3.3.2.1. Determinación del rendimiento de cuatro cultivares de sandía (*Citrullus lanatus*) en el valle de Moquegua.

En la investigación se utilizó cultivares: Peacock Improved (A), SRS Seeds (B), OSS Peacock Improved (C) y Criolla (D). Los resultados señalaron que los cultivares que sobresalieron en el rendimiento fueron: La Criolla y Peacock Improved con 21710 Kg/ha y 18210 kg/ha. Cruz (2008).

3.3.2.2. Rendimiento y calidad comercial de seis híbridos de sandía mini (*Citrullus lanatus* L.) en el valle de Moquegua.

En la investigación se empleó seis híbridos de sandía mini, sus resultados indicaron que los tratamientos que alcanzaron el mayor rendimiento fueron Minipol y HA-5133 con 44711 y 42711 kg/ha, el mayor peso unitario de fruto destacaron el híbrido Minipol con 2,58 kg seguido del híbrido HA - 5133, en cuanto a grados brix los híbridos HA – 5104 y LILIPUT SW- alcanzaron el mayor promedio de grados brix con 10,50. (Ticona, 2007)

3.3.2.3. Influencia de cinco niveles de biol sobre el crecimiento y rendimiento de dos cultivares híbridos de sandía (*Citrullus lanatus*) bajo condiciones del CEA III Los Pichones

Dicha investigación se realizó con el objetivo de determinar el nivel más adecuado de biol para el crecimiento y rendimiento de dos cultivares híbridos de sandía (*Citrullus lanatus*), en esta investigación se evaluó cinco niveles de biol (320; 440; 560; 680; 800 litros de biol/ha), aplicados en dos cultivares de sandía (Sunday Especial EMR-27 y Disko EMR-32). Se concluyó que con el nivel de aplicación de biol en 676,5 l/ha se obtuvo un rendimiento de 20 t/ha para el cultivar híbrido de sandía Sunday Especial EMR-27 y para el cultivo híbrido Disko EMR-32 el nivel más apropiado es de 590,6 l/ha para obtener una producción de 21 t/ha. En cuanto al peso promedio de frutos en el nivel de aplicación de 673,41 lt/ha se obtuvo 6,32 kg/fruto para los cultivares híbridos de sandía (Sunday Especial EMR-27 y Disko EMR-32). (Chambi, 2007).

3.3.2.4. Determinación de la lámina de riego óptima para el cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus L.*) Var. Peacock Improved Shipper, bajo riego por goteo.

En este ensayo se utilizó la variedad. Peacock Improved Shipper, aplicó 6 láminas de riego: L1 al 80%, L2 al 90%, L3 al 100%, L4 al 110%, L5 al 120% y L6 al 130% de la lámina proyectada sus resultados indicaron que el mayor rendimiento fue de 39,89 t/ha utilizando un volumen de 944,69 m³/ha, correspondiente a una lámina al 110,46 % de la proyectada. (Cruz, 2001).

3.3.2.5. Influencia de la poda y la densidad de siembra en el rendimiento de sandía (*Citrullus lanatus L.*) bajo el sistema de riego por exudación en la Localidad de La Yarada.

En esta investigación se utilizó el cultivar Peacock Improved el cual fue evaluado a través de dos factores: cuatro sistemas de poda, 1 eje, 2 ejes, 3 ejes y testigo; y tres densidades de siembra; 40 cm, 70 cm y 100 cm entre plantas. Sus resultados evidenciaron que la poda y la interacción poda por densidad no tienen influencia en el rendimiento, en cambio, la densidad si tiene influencia en el rendimiento, indicando que a menor separación de plantas mayor rendimiento. (Cohaila, 2003).

CAPITULO IV

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es de tipo experimental

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra (N=n) está constituida por plantas de sandía de los cultivares: Zakata, Pitite perfection, Top Gun, Sunsugar y Celebration.

Cultivos anteriores

- Sandía (2009)
- Tomate (2010)

4.3. ANÁLISIS DE SUELO

Se realizó el muestreo de suelo del campo experimental a una profundidad de 30 cm y fue llevada a laboratorio para su análisis correspondiente.

Cuadro 3. Características físico – químicas del suelo.

ANALISIS FISICO	
- Capacidad de campo (%)	16,9
- Punto de marchitez permanente (%)	8,41
- Densidad aparente (g/cm ³)	1,63
- Arena (%)	81,76
- Limo (%)	12,91
- Arcilla (%)	5,33
- Clase textural	F. arenoso
ANALISIS QUIMICO	
- C.E. mmhos/cm ² a 25° (%)	3,99
- pH a 25°	7,8
- Materia orgánica (%)	0,65
- N (%)	0,051
- P ppm	13,6
- K ppm	300

Fuente: Universidad Nacional del Altiplano Puno Facultad de Ciencias Agrarias laboratorio de Suelos. (2009)

El cuadro 3 señala que se trata de un suelo franco arenoso con un pH de 7,8 considerado alcalino según lo señalado por Fuentes (1994), sin embargo la sandía es medianamente tolerante a la salinidad del suelo y del agua de riego, prefiere suelos cuyo pH oscile entre 6 y 7,5, es decir ligeramente ácidos o neutros (Reche, 1994). Suelos de textura franca con alto contenido de materia orgánica son los más apropiados para el

desarrollo de este cultivo, su conductividad eléctrica de 3,99. mmhos/cm² a 25° es considerado el suelo ligeramente salino, es decir afecta el rendimiento de cultivos, su contenido de materia orgánica de 0,65% es muy bajo. Fuentes (1994). El contenido de nitrógeno de 0,051% expresa que es un suelo bajo en su contenido, sin embargo su contenido de fosforo de 13,6 ppm es considerado suelo rico, asimismo el potasio de 300 ppm es alta según lo referido por Terrón, (1995).

El cultivo de sandía prefiere terrenos de textura media o limo arenosa. Se adapta mejor que el melón a la acidez del suelo. No plantea problemas en suelos moderadamente alcalinos Los suelos silíceos-arcillosos, ricos en materia orgánica y pH entre 6-7,4 son los que mejor van para la sandía (García, 2003). Además las condiciones de textura influyen en el desarrollo de las partes aérea y radical, precocidad y como consecuencia su rendimiento. (Maroto, 1996).

4.4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Cuadro 4. Promedio de las variables climatológicas registradas en la estación del fundo la Noria – La Yarada (2011)

Fecha	Promedio Temp aire °C	Promedio Temp suelo °C	Lluvia mm	Promedio HR %	Máx de Viento Velocidad km/hr	Promedio de Viento Velocidad km/hr
julio	16,54	21,36	0,04	74,16	7,31	1,83
agosto	16,16	22,99	0,03	73,57	8,04	2,47
septiembre	16,8	24,16	0,01	74,96	8,42	3,2
octubre	17,96	26,99	0,03	73,13	8,6	3,14
noviembre	20,95	31,03	0,02	71,57	9,91	3,5
diciembre	22,22	32,43	0,06	69,77	9,91	3,16

Fuente: Estación Meteorológica de la Empresa ABOS´ SAC Fundo La Noria – La Yarada (2011)

El cuadro 4 presenta, los resultados de los registros de las variables climatológicas, que según Montes (1996), el cultivo de sandía rinde bien en un rango de temperaturas que oscilen entre los 20°C y los 25°C, en condiciones extremas podría resistir temperaturas de 36°C. Con respecto a la humedad relativa Montes (1996), indica que 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. Otro factor climático importante es la humedad, por

tanto por la incidencia que tiene en el desarrollo de plagas y enfermedades como en el crecimiento de la planta, siendo crítico en algunos estados fenológicos como en la floración. Lo ideal es que el contenido esté entre el 60% y el 80%, los valores registrados se encuentran dentro de los rangos normales.

4.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizó en la presente investigación cinco cultivares de sandía procedente de la semilleras Zakata de México que se describen a continuación:

T ₀	=	Zakata (Testigo)
T ₁	=	Pitite perfection
T ₂	=	Top Gun
T ₃	=	Sunsugar
T ₄	=	Celebration

4.5.1. Características de los cultivares

T₀: Zakata:

- Forma : Oval
- Follaje : Vigoroso
- Cáscara : Verde con estrías amarillas claras.
- Carne: Roja
- Grado brix: 12
- Peso (kg): 10 – 12
- Excelente vida útil
- Resistencia a A* F*

T₁: Pitite Perfection

- Forma: Redonda globular
- Cáscara: Verde con estrías amarillas claras
- Carne: Roja
- Grados brix: 12-13
- Peso (kg): 9 – 10

T₂: **Top Gun**

- Forma: Redonda
- Cáscara: Verde con estrías amarillas
- Carne: Firme, color rojo intenso y crocante
- Grados brix: 12
- Peso (kg): 9,5 – 12
- Resistencia a A* F*
- Excelente vigor y cobertura de fruto
- Excelente conservación y durabilidad post-cosecha

T₃: **Sunsugar**

- Forma: Redonda
- Follaje: Excelente vigor y cobertura de fruto
- Cáscara: Verde con estrías amarillas bien definidas
- Carne: Roja de consistencia firme con excelente sabor
- Grados brix: 11
- Peso (kg): 9 -10,5
- Excelente vida útil
- Resistencia a A* F*

T₄: Celebration

- Forma: Oblonga
- Cáscara: Verde con estrías amarillas
- Carne: Roja
- Peso (kg): 7,5 – 9,5
- Poca presencia de semillas

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el modelo estadístico de diseño de bloques completos aleatorios con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

4.7. TÉCNICAS APLICADAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

En nuestra investigación, se procedió a obtener toda la información necesaria de cómo se llevan a cabo todos los procesos en la investigación experimental, recolectando la información durante el desarrollo y crecimiento de la plantas de sandía.

4.7.1. Observación directa:

Esta técnica se utilizó para las observaciones desarrolladas durante la ejecución del experimento de campo.

4.7.2. Observación Indirecta:

Esta técnica se utilizó para el caso de observaciones mediante laboratorio para el análisis de suelo y agua.

4.8. VARIABLES DE RESPUESTA

- **Rendimiento por planta (kg)**

Se marcó 10 plantas por unidad experimental en forma aleatoria y se registró el peso de todos los frutos cosechados de cada planta marcada.

- **Peso unitario de fruto (kg)**

Se determinó pesándose cada fruto por planta, escogiéndose 10 plantas por cada unidad experimental en forma aleatoria.

- **Número de frutos por planta**

Esta variable se evaluó contando todos los frutos en 10 plantas en forma aleatoria, en la etapa de pleno desarrollo de los frutos.

- **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 ecuatorial del fruto para ello se utilizó un vernier.

- **Diámetro polar (cm)**

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

- **Grosor de la cáscara (mm)**

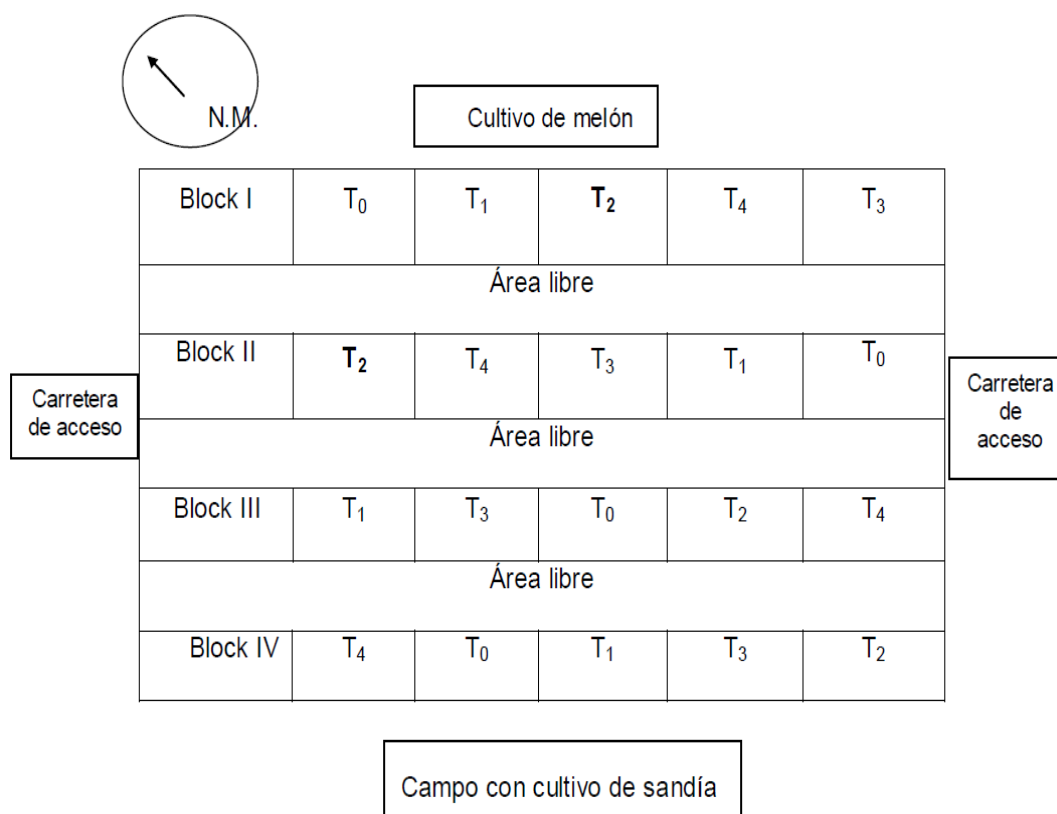
Esta variable de estudio se evaluó tomándose 10 frutos por tratamiento en forma aleatoria, para evaluar la relación placenta cáscara mediante el uso de un vernier.

- **Grados Brix**

Se evaluó 10 frutos de cada tratamiento en forma aleatoria para determinar la cantidad de azúcares reductores, se analizó en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, a través de un refractómetro.

- **Rendimiento kg/ha**

Se determinó basándose en el rendimiento por parcela.



N.M.: Cultivo de zapallo chileno

Figura 1. Aleatorización de tratamientos y croquis del campo experimental

Fuente: Elaboración propia

4.8.1. Características del campo experimental

A. Campo Experimental:

- Largo: 71,25 m
- Ancho: 17 m
- Area total: 1211,25 m²

B. Bloques

- Largo: 71,25 m
- Ancho: 3 m
- Area total: 213,75 m²

C. Unidad Experimental

- Largo: 14,25 m
- Ancho: 3 m
- Área total: 42,75 m²
- Distancia entre plantas: 0,75 m
- Total de plantas por unidad experimental: 20 plantas
- Total de plantas por tratamiento: 80 plantas
- Distancia entre línea regadora: 4 m
- Número total de plantas: 400 plantas

4.8.2. Conducción del experimento

a. Preparación del almácigo

En cuanto a la preparación del almácigo, se realizó el 05 de julio del 2010, se utilizó bandejas, las bandejas fueron desinfectadas con cloro, las semillas fueron desinfectadas con Derosal, la turba fue desinfectada previamente con Benlate, las bandejas se mantuvieron a temperaturas promedio de 25° C por un período de 30 días aplicando un riego periódico, para mantener una humedad adecuada hasta el transplante se utilizó una regadera.

b. Medición de la parcela experimental

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

c. Preparación del terreno

Se realizó en forma mecánica, utilizando arado de discos a una profundidad de 30 cm, posteriormente rastra, surcado y ranfla para su nivelado.

d. Transplante

El transplante se realizó a los 28 días, previa desinfección de las plántulas mediante el uso del fungicida (Benlate), procediéndose a enterrar 1 planta por golpe con su respectivo cubo de sustrato, distanciadas a 0,75 m entre plantas y 4 m entre líneas esto se realizó de forma manual.

e. Riego

Para optimizar el rendimiento y calidad de los frutos de sandía se utilizó riego presurizado por goteo.

f. Poda

La primera poda se realizó hasta el tercer nudo, y la segunda poda se realizó hasta el sexto nudo.

g. Control de malezas

El control de malezas se realizó en forma manual. Las malezas que se presentaron con mayor frecuencia fueron: Grama dulce (*Cynodon dactylon*); quinua silvestre (*Chenopodium album*); coquito (*Cyperus rotundus*).

h. Formula de abonamiento

220 -138 - 228 kg/ha de NPK fue de N - 120, P₂O₅ - 100 y el K₂O 80.

i. Control de plagas y enfermedades

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.

j. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual a partir del 03 de noviembre 2011, cuando las sandías alcanzaron un color uniforme, brillantes del fruto, logrando su madurez, asimismo al momento de la cosecha se tuvo en cuenta lo siguiente: Sonido hueco del fruto al ser golpeado, apariencia externa, fruto brillante, alto contenido de azúcares y mancha basal amarillenta.

Las cosechas se realizaron en las siguientes fechas:

- Primera cosecha : 03/11/11
- Segunda cosecha : 11/11/11
- Tercera cosecha : 21/11/11

4.9. INSTRUMENTO MEDICIÓN

- Fichas de observación.
- Cámara fotográfica.
- Material de escritorio.
- Regla milimétrica o vernier.

4.10. MÉTODOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza, 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 al 5% de probabilidad.

CAPITULO V
TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.1. Diámetro ecuatorial

Los datos obtenidos de la variable diámetro ecuatorial constan en el Anexo 01.

Cuadro 5. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de cultivares de sandía

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Significación α 0,05 0,01		
Bloques	3	6,205	2,068	3,48	3,49	5,95	N.S.
Tratamientos	4	65,032	16,258	27,40	3,26	5,41	**
Error	12	7,121	0,593				
Total	19	78,358					

Coeficiente de variación: 3,31%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza que presenta el cuadro 5, se evidencia que no existen diferencias estadísticas entre bloques, sin embargo la respuesta de los cultivares mostraron diferencias altamente significativas en el diámetro ecuatorial, por lo tanto estadísticamente los promedios de los tratamientos no son iguales. El coeficiente de variación fue 3,31 % indica que el experimento fue bien manejado.

Cuadro 6. Prueba de significación de DUNCAN de diámetro ecuatorial de cultivares de sandía

Orden de mérito	Cultivares	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₁ : Pitite perfection	25,37	a
2	T ₄ : Celebration	24,76	ab
3	T ₀ : Zakata (Testigo)	23,62	b
4	T ₂ : Top Gun	21,99	c
5	T ₃ : Sunsugar	20,46	d

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 6 de la prueba de significación de Duncan, se observa los promedios de diámetro ecuatorial del fruto para cada cultivar de sandía, donde destacan los tratamientos T₁: Pitite perfection y T₄: Celebration obtuvieron los mayores promedios con 25,37 y 24,76 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos, en tercero y cuarto lugar se ubican los tratamientos T₀: Zakata (Testigo) y T₂: Top Gun con 23,62 y

21,99 cm respectivamente, el de menor promedio fue el T₃ : Sunsugar con 20,46 cm.

5.1.2. Diámetro Polar

Los datos obtenidos para la variable diámetro ecuatorial constan en el anexo 2.

Cuadro 7. Análisis de varianza de diámetro polar de cultivares de sandía

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	Significación α 0,05	0,01
Bloques	3	5,5051	1,835	2,510	3,49	5,95
Tratamientos	4	211,487	52,9616	72,480	N.S	.3,26
Error	12	8,768	0,730		5,41	**
Total	19	226,120				

Coefficiente de variación: 3,18 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza que presenta el cuadro, se evidencia que no existen diferencias estadísticas entre bloques, sin embargo la respuesta de los cultivares mostraron diferencias altamente significativas en el diámetro polar existe variabilidad, por lo tanto estadísticamente todos los

tratamientos no son iguales. El coeficiente de variación para la variable fue 3,18 % indica que el experimento fue bien manejado.

Cuadro 8. Prueba de significación de duncan de diámetro polar de cultivares de sandía

Orden de mérito	Cultivares	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₄ : Celebration	31,03	a
2	T ₁ : Pitite perfection	28,38	ab
3	T ₀ : Zakata (Testigo)	28,02	b
4	T ₂ : Top Gun	25,39	c
5	T ₃ : Sunsugar	21,41	d

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 8 la prueba de significación de Duncan, se observa los promedios de diámetro polar del fruto para cada cultivar de sandía, donde destaca los tratamientos T₄ : Celebration y T₁ : Pitite perfection con los más altos promedios con 31,03 y 28,38 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos, en tercero y cuarto lugar se encuentran los tratamientos T₀ : Zakata (Testigo) y T₂ : Top Gun con 28,02 y 25,39 cm respectivamente, en el último lugar se ubicó el tratamiento T₃ : Sunsugar con 21,41 cm.

5.1.3. Número de frutos por planta

Los datos obtenidos para el número de frutos por planta constan en el anexo 4.

Tabla 9. Análisis de varianza numero de frutos por planta de cultivares de sandía

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Significación α 0,05 0,01		
Bloques	3	0,075	0,025	0,100	3,49	5,95	N.S
Tratamientos	4	2,093	0,5234	2,04	3,26	5,41	N.S
Error	12	3,081	0,2567				
Total	19	5,259					

Coefficiente de variación: 25,33 %

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 9, según el análisis de varianza de número de frutos por planta se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, asimismo la respuesta de los cultivares no mostraron diferencias significativas en sus promedios, por lo tanto estadísticamente todos los tratamientos son iguales. El coeficiente de variación para la variable número de frutos por planta de 25,33 % indica que el experimento fue bien manejado.

5.1.4. Rendimiento por planta (kg)

Los datos obtenidos para la variable diámetro ecuatorial constan en el anexo 4.

Cuadro 10. Análisis de varianza rendimiento por planta (kg) de cultivares de sandía

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Significación α	
Bloques	3	22,4591	7,4863	1,97	3,49	5,95 N.S
Tratamientos	4	1480,34	370,085	97,34	3,26	5,41 **
Error	12	45,6243	3,802			
Total	19	1548,42				

Coefficiente de variación: 7,425 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza que presenta el cuadro 10, se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, sin embargo la respuesta de los cultivares mostraron diferencias significativas en el rendimiento por planta existe variabilidad, por lo tanto estadísticamente todos los tratamientos no son iguales. El coeficiente de variación para la variable rendimiento por planta fue 7,425 % indica que el experimento fue bien manejado.

Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan de rendimiento por planta (kg)

Orden de mérito	Cultivares	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₁ : Pitite perfection	35,96	A
2	T ₄ : Celebration	32,56	b
3	T ₀ : Zakata (Testigo)	26,42	c
4	T ₂ : Top Gun	25,48	c
5	T ₃ : Sunsugar	10,91	d

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 11, según prueba de significación de Duncan, se observa los promedios de rendimiento por planta (kg) de cada cultivar de sandía, se puede apreciar que el tratamiento T₁: Pitite perfection logró el mayor promedio con 35,96 kg superando estadísticamente al resto de tratamientos, en segundo lugar se ubicó el T₄: Celebration con 32,56 kg, en tercero y cuarto lugar se encuentran los tratamientos T₂: Top Gun T₀: y Zakata (Testigo) con 26,42 y 25,48 kg respectivamente, en el último lugar se ubicó el tratamiento T₃: Sunsugar con 10,91 kg.

5.1.5. Peso unitario del fruto (kg)

Los datos obtenidos para la variable peso unitario del fruto constan en el anexo 5.

Tabla 12. Análisis de varianza peso unitario (kg) de fruto de cultivares de sandía

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Significación α 0,05 0,01		
Bloques	3	0,20569	0,0685	0,54	3,49	5,95	N.S
Tratamientos	4	31,9264	7,98159	63,39	3,26	5,41	**
Error	12	1,5110	0,1259				
Total	19	33,6431					

Coefficiente de variación: 5,368 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza que muestra el cuadro 12, se puede apreciar que no existen diferencias estadísticas entre bloques, asimismo la respuesta de los cultivares mostraron diferencias significativas en el peso unitario de fruto existe variabilidad, por lo tanto estadísticamente todos los tratamientos no son iguales. El coeficiente de variación fue 5,368 % indica que el experimento fue bien manejado.

Cuadro 13. Prueba de significación de Duncan de peso unitario (kg) del fruto

Orden de mérito	Cultivares	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₁ : Pitite perfection	7,83	A
2	T ₄ : Celebration	7,53	a b
3	T ₀ : Zakata (Testigo)	7,20	b
4	T ₂ : Top Gun	6,16	c
5	T ₃ : Sunsugar	4,35	d

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 13 muestra la prueba de significación de Duncan, se observa los promedios de peso unitario fruto cada cultivar de sandía, se puede apreciar que los tratamientos T₁: Pitite perfection y T₄: Celebration lograron los mayores promedios con 7,83 y 7,53 kg los cuales fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos, en tercero y cuarto lugar se encuentran los tratamientos T₀: Zakata (Testigo) y T₂: Top Gun con 7,20 y 6,16 kg respectivamente, en el último lugar se ubicó el tratamiento T₃: Sunsugar con 4,35 kg.

5.1.6. Grosor de la cáscara

Los datos obtenidos para la variable diámetro ecuatorial constan en el anexo 6.

Cuadro 14. Análisis de varianza de grosor de la cáscara

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Significación α 0,05	0,01
Bloques	3	0,0015	0,0005	0,080	3,49	5,95 N.S
Tratamientos	4	5,2973	1,3243	204,30	3,26	5,41 **
Error	12	0,0777	0,0064			
Total	19	5,3767				

Coeficiente de variación: 9,41 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza que muestra el cuadro 14, se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, sin embargo la respuesta de los cultivos mostraron diferencias significativas en el grosor de la cáscara existe variabilidad, por lo tanto estadísticamente todos los tratamientos no son iguales. El coeficiente de variación fue de 9,41 % indica que el experimento fue bien manejado.

Cuadro 15. Prueba de significación de Duncan de grosor de la cáscara de cultivares de sandía

Orden de mérito	Cultivares	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₂ : Top Gun	1,33	A
2	T ₃ : Sunsugar	1,29	a b
3	T ₁ : Pitite perfection	1,19	b
4	T ₀ : Zakata (Testigo)	0,23	c
5	T ₄ : Celebration	0,22	c

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 15, la prueba de significación de Duncan, se observa los promedios del grosor de la cascara de cada cultivar de sandía , se puede apreciar que los tratamientos T₂ : Top Gun y T₃ : Sunsugar obtuvieron el mayor promedio con 1,33 y 1,29 kg en el tercer lugar y cuarto T₁ :Pitite perfection y Zakata (Testigo) con 1,19 y 0,23 cm respectivamente , en el último lugar se ubicó el tratamiento T₄ : Celebration con 0,22 cm.

5.1.7. Grados brix

Los datos obtenidos para la variable grados brix constan en el anexo 7.

Cuadro 16. Análisis de varianza de grados brix de cultivares de sandía

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Significación α 0,05 0,01	
Bloques	3	0,6097	0,2032	1,56	3,49	5,95 N.S
Tratamientos	4	17,8105	4,452	34,18	3,26	5,41 **
Error	12	1,563	0,1302			
Total	19	19,9835				

Coefficiente de variación: 3,69%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza que presenta el cuadro 16 se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, sin embargo la respuesta de los cultivares mostraron diferencias altamente significativas en el grados brix, por lo tanto estadísticamente todos los tratamientos no son iguales. El coeficiente de variación de grados brix por planta de 3,69 % indica que el experimento fue bien manejado.

Cuadro 17. Prueba de significación de duncan grados brix (%) de cultivares de sandía

Orden de mérito	Cultivares	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₃ : Sunsugar	10,80	a
2	T ₁ : Pitite perfection	10,79	a
3	T ₀ : Zakata (Testigo)	9,55	b
4	T ₄ : Celebration	9,40	b
5	T ₂ : Top Gun	8,30	c

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 17 la prueba de significación de Duncan, se observa los promedios de grados brix de cada cultivar de sandía , se puede notar que los tratamientos T₃ : Sunsugar y T₁ : Pitite perfection lograron los mayores promedios con 10,80 y 10,79 % siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, en tercero y cuarto lugar se encuentran los tratamientos T₀ : Zakata (Testigo) y T₄ : Celebration con 9,55 y 9,40 respectivamente, en el último lugar se ubico el tratamiento T₂ : Top Gun con 8,30 respectivamente. Por su parte Tancara, A. (2003) obtuvo en su ensayo con el cultivar de sandía Klondike un promedio de 10,10 grados brix, similares a los obtenidos con los cultivares Sunsugar y T₁ : Pitite sin embargo difieren los resultados obtenidos con el resto de cultivares.

5.1.8. Rendimiento (t/ha)

Los datos obtenidos para la variable rendimiento (t/ha) constan en el anexo 8.

Cuadro 18. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha) de cultivares de sandía

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Significación α 0,05	0,01
Bloques	3	11,926	3,975	1,07	3,49	5,95 N.S
Tratamientos	4	285,345	71,336	19,11	3,26	5,41 **
Error	12	44,791	3,732			
Total	19	342,063				

Coefficiente de variación: 4,031 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza que muestra el cuadro 18 se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, sin embargo la respuesta de los cultivares mostraron diferencias significativas en el rendimiento existe variabilidad, por lo tanto estadísticamente todos los tratamientos no son iguales. El coeficiente de variación para la variable rendimiento de 4,031 % indica que el experimento fue bien manejado.

Cuadro 19. Prueba de significación de Duncan de rendimiento (t/ha)

Orden de mérito	Cultivares	Promedio	Significancia α 0,05
1	T ₄ : Celebration	53,39	a
2	T ₀ : Zakata (Testigo)	49,81	b
3	T ₁ : Pitite perfection	49,09	b
4	T ₂ : Top Gun	44,15	c
5	T ₃ : Sunsugar	43,20	c

Fuente: elaboración propia

El cuadro 19, la prueba de significación de Duncan, se observa los promedios de rendimiento (t/ha) de cada cultivar de sandía, se aprecia que el tratamiento T₄ : Celebration logró el mayor promedio con 53,39 t/ha, superando estadísticamente al resto de tratamientos, en el segundo lugar se ubicó el T₀ : Zakata (Testigo) y T₁ : Pitite perfection con 49,81 y 49,09 t/ha, los tratamientos T₂ : Top Gun y T₃ : Sunsugar obtuvieron los menores promedios con 44,15 y 43,20 t/ha respectivamente.

5.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación se pudo apreciar que las diferencias reportadas se debieron a los caracteres genéticos de los cultivares influenciados por las condiciones agroecológicas

preponderantes en la zona del ensayo, que favorecieron el crecimiento de los frutos lo cual concuerda con Wilson, y Loomis. (1989), quienes definen a la adaptación como la tendencia que tienen los organismos a modificarse según las exigencias del ambiente, así mismo las plantas para su supervivencia modifican sus características según las diversas condiciones del medio en que viven. Esta puede consistir en un cambio de costumbre y hasta en la organización interna del individuo.

Los resultados de rendimiento obtenidos en la presente investigación difieren de los obtenidos por Chambi (2008) quien reportó incrementos en el rendimiento de dos cultivares de sandía con la aplicación de biol en su investigación, con 20 t/ha para el cultivar híbrido de sandía Sunday Especial EMR -27 y para el cultivar Disko EMR – 32 21 t/ha, Además, Tancara (2008) obtuvo rendimiento promedio de 69,58 t/ha con Kondike, por su parte Cayo (2010) obtuvo con la variedad Santa Amelia con un promedio de 110,406 t/ha y con la variedad Starbrite que obtuvo un promedio de 101,698 t/ha respectivamente, por su parte Velazco (2010) obtuvo un promedio de rendimiento de 114,285 t/ha superior a los obtenidos en la presente investigación.

Con respecto al diámetro ecuatorial en su ensayo Velazco (2010) en su investigación obtuvo promedio de diámetro con la variedad Santa Amelia de 23,95 cm similar al Zakata (Testigo), sin embargo difiere ligeramente con los otros cultivares. Al respecto Mejía (2004) indica que el tamaño de los frutos depende directamente del número de frutos producidos por planta. La planta tiene que repartir todos sus minerales y productos foto sintetizados entre todos los frutos. El diámetro del fruto, forma y otros caracteres del fruto varia significativamente dependiendo de la variedad según refiere Huitron (2005) coincidiendo lo señalado por Mejía (2004).

En lo relacionado al número de frutos por planta fue de 2, este valor difiere del obtenido por Cayo (2010) que obtuvo un promedio con la variedad Santa Amelia de 5,53 y con la variedad Starbrite de 5,13 respectivamente, sin embargo Velazco (2010) en su investigación obtuvo un promedio de 4 frutos con la variedad Santa Amelia superior a los obtenidos en la presente investigación. Ticona (2007) en su ensayo con sandia mini en el valle de Moquegua obtuvo un promedio de frutos de 2,5 coincidiendo con los obtenidos en la presente investigación, al respecto Maroto (1989) señala que 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.

Los resultados del rendimiento por planta difieren significativamente con los datos obtenidos por Cayo (2010) que utilizó la variedad Santa Amelia obteniendo un valor promedio de 64,00 kg/planta y con la variedad Starbrite obtuvo de 59,15 kg/planta, sin embargo Velazco (2010) en su investigación obtuvo un rendimiento de 19,15 kg/planta con la variedad Santa Amelia, este valor es inferior a los obtenidos con los cultivares T₁: Pitite perfection T₄: Celebration T₂: Top Gun T₀: y Zakata (Testigo) superando solamente al T₃: Sunsugar.

El peso unitario obtenido difieren de los reportados por Cayo (2010) que obtuvo un promedio con la variedad Santa Amelia de 12,34 kg y con la variedad Starbrite 11,65 kg respectivamente, por su parte Velazco (2010) en su investigación obtuvo un promedio de 10,05 kg con la variedad Santa Amelia superior a los obtenidos en la presente investigación. Agustí y Almela, (1984) señalan que los factores ambientales, varietales y de cultivo, sobre todo el riego y la fertilización, inciden marcadamente en el desarrollo del fruto y su tamaño final, lo que exige la optimización de las técnicas de cultivo.

Sin embargo, aún en condiciones óptimas es posible conseguir un aumento del tamaño del fruto mediante la manipulación de la planta y la modificación de las relaciones nutricionales endógenas y su distribución.

CONCLUSIONES

1. El mayor promedio de rendimiento lo obtuvo los tratamientos T_4 : Celebration con 53,39 t/ha, le siguen los tratamientos T_0 : Zakata (Testigo) y T_1 : Pitite perfection con 49,81 y 49,09 t/ha.
2. El mayor promedio diámetro ecuatorial lo obtuvieron los tratamientos T_1 : Pitite perfection y T_4 : Celebration con 25,37 y 24,76 cm respectivamente.
3. Para el diámetro polar del fruto los tratamientos T_4 : Celebration y T_1 : Pitite perfection presentaron los mayores promedios con 31,03 y 28,38 cm respectivamente.
4. Para el rendimiento por planta el tratamiento T_1 : Pitite perfection logró el mayor promedio con 35,96 kg en el segundo lugar se ubicó el T_4 : Celebration con 32,56 kg.
5. En lo que respecta a peso unitario los tratamientos T_1 : Pitite perfection y T_4 : Celebration obtuvieron el mayor promedio 7,83 y 7,53 kg respectivamente.

6. Los tratamientos T₃: Sunsugar y T₁: Pitite perfection obtuvieron los mayores promedios de grados brix con 10,80 y 10,79 °Bx respectivamente.

7. No hubo diferencias estadísticas para el número de frutos por planta, se obtuvo un promedio de 2 frutos por planta.

RECOMENDACIONES

1. Realizar más ensayos utilizando con los cultivares Celebration y Pitite perfection que alcanzaron los mayores rendimientos.
2. Repetir el ensayo en una zona altamente productora de melón donde posiblemente los cultivares pudiesen reaccionar de forma distinta.
3. Asegurarse de que las semillas utilizadas en los ensayos presenten resistencia o tolerancia al mildiu polvoso.
4. Utilizar tecnología más apropiada al cultivo que no contribuyan al desarrollo enfermedades y al estrés de la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUSTÍ M Y ALMELA V. (1984). Mejora de la calidad del fruto de la mandarina Satsuma. Bco. de Santander, Madrid, España. ISBN: 84-398-1798-3.
- BACA CRUZ B. (2001). Determinación de la lámina óptima en el cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus* L.) Var. Peacock improved Shipper bajo riego por goteo. Tesis UNJBG-FCAG Tacna – Perú. 84 pp.
- BLANCARD, D., LECOQ,H. Y PITRAT, M. (2000). Enfermedades de las Cucurbitáceas. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España.
- BRUZON, C.S.; (1988). El cultivo de la Sandía o Patilla. Guía para la producción de hortalizas. Cali: Asociación de Ingenieros Agrónomos del Valle. P.13-75.
- CHAMBI T, W. (2007). Influencia de 5 niveles de Biol sobre el crecimiento y Rendimiento de dos cultivares híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en condiciones del CEA III Los Pichones. 121 pp.
- CAYO J. (2010) 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 Ing. agrónomo 88 pp .

COHAILA, V. (2003) Influencia de la poda y la densidad de siembra en el rendimiento de sandía bajo el sistema de riego por exudación.

CRUZ B. (2001) Determinación del rendimiento de cuatro cultivares de sandía en el valle de Moquegua.

DELGADO DE LA FLOR, F. (1988) “Cultivo hortícola, datos básicos”, UNALM, Lima – Perú. 105 pp.

FUNDACIÓN CAJA RURAL VALENCIA. (2002). El cultivo de sandía. Valencia – España. Edición Multiprensa, México. 197 pp.

GIACONI, V., (1989), Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 200pp.

GUENKO, G. (1983) “Fundamentos de horticultura cubana”. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba 356 pp.

JANICK, J. (2002). Horticultura Científica e Industrial, 6ta tirada, Editorial Mundi prensa. Madrid, España. p. 337.

HUITRÓN, M^a. V. (2005). Cuaje de sandía mediante el empleo de fitorreguladores. Influencia de cultivares y portainjertos sobre

parámetros productivos y de calidad. Tesis doctoral. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.

IMPPA- AFIPA. (2005). Manual Fitosanitario 2006-2007. Santiago, Chile

ISAKEIT, T. (1998). Diagnosis and control of watermelon diseases in South Texas. South Texas Vegetable Web URL; HTTPII extensión.

UAREZ , B. (2003). Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis. Buenavista.

LATORRE, B. (1990). Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado ONU-FAO. Santiago, Chile.

MAROTO, H.V. (1996). Botánica, fisiología y adaptabilidad de la sandía. Cultivo de la sandía. Fundación Caja Rural de Valencia.

MONTES, A. (1996). Cultivo de Hortalizas en el Trópico. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 208 p.

NICHOLS, M.J.; CHRISTIE B. (1998). Producción de melones y sandías. Agricultura de las Américas. Año 47 (2): p. 4 - 11.

RECHE MÁRMOL, J. (1994). El cultivo de la sandía en invernadero. Coita. Almería.

SEMINIS, V. (2004). "Programa de mejoramiento genético de sandía en *Seminis*. 45 pp.

TAMARO, D. (1969). "Horticultura 2" Edición Gustavo Pili S.A. Barcelona – España. 125 pp.

TICONA TICONA, N. 20. Rendimiento y calidad comercial de seis híbridos de sandía Mini (*Citrullus lanatus*) en condiciones del valle de Moquegua). Tesis ingeniero Agrónomo UNJBG 65 pp.

UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA (2005) "Guía técnica para el cultivo de sandía" Programa de hortalizas. 15 pp.

URBANO TERRÓN, P. (2002). "Fitotecnia : ingeniería de la producción vegetal / Pedro Urbano Terrón" Madrid [etc.] : Mundi-Prensa Libros.

VALADEZ, A. (1998). "Producción de hortalizas" UTEHA Noriega Editores 298 pp.

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) en los palos – departamento de Tacna

PAGINAS DE INTERNET CONSULTADAS

www.minag.gob.pe

www.agritacna.com

ANEXOS

Anexo 01. Diámetro Ecuatorial (cm)

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T ₀	23,15	22,97	25,36	23,00
T ₁	24,62	25,22	26,45	25,18
T ₂	22,4	21,35	23,21	21,00
T ₃	20,22	21,53	20,12	19,98
T ₄	23,82	24,05	25,85	25,32

Anexo 02. Diámetro polar (cm)

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T ₀	29,0	27,10	28,45	27,56
T ₁	29,6	28,3	28,75	26,90
T ₂	25,15	24,14	25,83	26,45
T ₃	21,78	21,26	20,45	22,15
T ₄	32,5	29,88	31,15	30,60

Anexo 3. Numero de frutos por planta

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T ₀	2,25	2,0	1,50	2,0
T ₁	1,5	2,0	1,0	2,0
T ₂	1,75	1,50	2,0	1,5
T ₃	2,75	1,50	3,0	2,25
T ₄	2,0	3,0	2,0	2,50

Anexo 04. Rendimiento por planta (kg)

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T ₀	24,25	25,42	28,56	27,45
T ₁	33,85	38,45	36,10	35,45
T ₂	20,55	26,45	28,10	26,82
T ₃	10,55	12,45	10,64	10,00
T ₄	33,44	34,10	30,25	32,45

Anexo 5. Peso unitario de fruto (kg)

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T ₀	7,48	6,68	7,65	7,00
T ₁	7,30	8,03	8,25	7,75
T ₂	6,10	6,43	6,100	6,00
T ₃	4,22	4,80	4,10	4,30
T ₄	7,52	7,15	7,80	7,65

Anexo 6. Grosor de la cáscara (cm)

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T ₀	0,17	0,31	0,19	0,25
T ₁	1,29	1,21	1,25	1,02
T ₂	1,32	1,30	1,34	1,35
T ₃	1,37	1,25	1,25	1,28
T ₄	0,16	0,21	0,18	0,31

Anexo 7. Grados brix

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T ₀	9,4	9,96	9,45	9,41
T ₁	10,04	11,16	11,22	10,75
T ₂	8,36	8,45	8,22	8,16
T ₃	11,25	11,20	10,45	10,29
T ₄	9,80	9,45	9,12	9,23

Anexo 8. Rendimiento (kg/ha)

	Block I	Block II	Block III	Block IV
Tratamientos				
T ₀	47,5	48,00	52,45	51,28
T ₁	49,18	50,18	49,45	47,55
T ₂	42	43,25	42,25	45,28
T ₃	45,5	42,5	41,45	47,15
T ₄	52,8	51,45	55,15	54,14



Figura n° 1: Preparación de terreno
Fuente: elaboración propia



Figura n°2: Plántulas en almacigo
Fuente: elaboración propia



Figura N°3: Plantación en terreno

Fuente: elaboración propia



Figura n°4: Plantación en terreno

Fuente: elaboración propia



Figura n°5: Cosecha de Sandia

Fuente: elaboración propia



Figura n° 6: Muestras en laboratorio

Fuente: elaboración propia



Figura n° 7: Pitite Perfetion
Fuente: elaboración propia