

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE SUSTANCIAS HÚMICAS Y
MICRO-ORGANISMOS EFICACES DIRIGIDAS AL SUELO, EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DEL CULTIVO DE SANDIA
(*Citrullus lanatus L*), EN LA IRRIGACION LA CANO - AREQUIPA
2012”

Tesis presentado por el bachiller:
Magaly Giuliana Franco Pinto

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

AREQUIPA - PERÚ

2013

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Silvia, por haberme apoyado siempre, por sus consejos, sus valores, por la motivación que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su paciencia y amor.

A mi padre Lino, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan, por su ayuda económica, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hermana Elvira, por ser el ejemplo de una hermana mayor, por apoyarme en cada momento de mi vida a la cual amo mucho; mis hermanos Leidy y Lino por su ayuda y gran apoyo y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mi tía Natividad, por su apoyo y confianza y consejos que me brinda constantemente, y por su amor.

A mi hijo por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar, quien ha sido y es una motivación, inspiración y felicidad.

ABSTRACT

His work was conducted at the Irrigation La Cano, which is located in District La Joya and Arequipa . This Irrigation is between $16^{\circ} 33' 57''$ South Latitude, $71^{\circ} 56' 34''$ West and an average height of 1270 m

The study is culture watermelon *Citrullus lanatus* var . Peacock Improved representing an alternative for farmers in the region, so it was convenient to carry out a study on this crop with the application of organic amendments to increase the yield and quality of futo , with two factors: Factor M (Microorganisms effective) in two M0 and M1 (no EM and EM) , and Factor H (humic substances) levels in two levels H0 and H1 (no humic substances and humic substances) , with treatments . Since the T1 (control) , T2 (M0 + H1) , T3 (M1 + H0) and T4 (M1 + H1) treatments. As evaluated to yield the following number of fruits and average fruit weight , and fruit quality was evaluated components: longitudinal perimeter, equatorial perimeter, bark thickness , soluble solids content.

The results obtained for the effective performance microorganisms obtained 23913.75 kg / ha and the humic substances was obtained 24328.25 kg / ha, being both well above the witness who scored a minor 20073.75 Kg / Ha yield. And for the internal quality of the fruit produced a humic substances, the best witness and Effective Microorganisms for only produced a witness than longitudinal perimeter perimeter longitudinal, transverse perimeter and bark thickness . For soluble solids content of the combination of the two amendments were better value $^{\circ}$ Brix acting individually organic amendments. It was concluded that the organic amendments used in this study produced an increase in crop yield and fruit quality , with the best treatment T4 (M1 + H1).

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	X
INDICE DE GRÁFICOS	XII
INDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN	XVI
I. INTRODUCCIÓN	- 1 -
II. REVISIÓN DE LITERATURA	- 3 -
2.1. Origen y distribución del cultivo de la sandía (<i>Citrullus lanatus</i>).....	- 3 -
2.2. Clasificación taxonómica	- 3 -
2.3. Cultivar.....	- 4 -
2.4. Morfología	- 4 -
2.4.1. Sistema radical.....	- 4 -
2.4.2. Tallos	- 4 -
2.4.3. Hojas.....	- 4 -
2.4.4. Flores	- 5 -
2.4.5. Fruto	- 5 -
2.4.6. Semillas.....	- 5 -
2.4.7. Características de la variedad de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) Var. Peacock Improved.....	- 6 -
2.5. Exigencias del cultivo	- 7 -
2.5.1. Temperatura	- 7 -
2.5.2. Agua	- 7 -
2.5.3. Suelo	- 7 -
2.6. Labores técnicas y culturales del cultivo	- 7 -
2.6.1. Preparación suelo	- 7 -
2.6.2. Siembra	- 8 -
2.6.3. Resiembra.....	- 9 -
2.6.4. Fertilización	- 9 -
2.6.5. Control de malezas	- 10 -
2.6.6. Plagas y enfermedades.....	- 11 -
2.6.7. Fisiopatías de la sandía	- 16 -
2.6.8. Cosecha	- 18 -
2.7. Microorganismos Eficientes Autóctonos BIOEM	- 19 -
2.7.1. Generalidades	- 19 -

2.7.2.	Modo de acción de los microorganismos eficientes autóctonos	20 -
2.7.3.	Tipos de organismos presentes	20 -
2.7.4.	Aplicaciones de microorganismos eficientes autóctonos.....	21 -
2.7.5.	Condiciones ideales para el uso de microorganismos eficientes autóctonos ..	23 -
2.7.6.	Duración y conservación de microorganismos eficientes autóctonos	24 -
2.8.	Ácidos húmicos	24 -
2.8.1.	Historia de los ácidos húmicos	24 -
2.8.2.	Química de las sustancias húmicas	25 -
2.8.3.	Ácidos fúlvicos	26 -
2.8.4.	Ácidos húmicos	26 -
2.8.5.	Huminas	27 -
2.8.6.	Nitrógeno de los ácidos húmicos	28 -
2.8.7.	Beneficios de los ácidos húmicos	29 -
2.8.9.	Beneficios de la fertilización orgánica	33 -
2.9.	ANTECEDENTES	34 -
III.	MATERIALES Y METODOS	35 -
3.1.	UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL	35 -
3.2.	FECHA DE INICIO Y TÉRMINO	35 -
3.3.	HISTORIA DEL CAMPO	35 -
3.4.	CARACTERISTICAS CLIMATICAS	35 -
3.5.	RECURSO SUELO	36 -
3.6.	RECURSO HIDRICO	38 -
3.7.	SISTEMA DE RIEGO	39 -
3.8.	SUSTANCIAS HÚMICAS.....	39 -
3.9.	MICROORGANISMOS EFICIENTES	39 -
3.10.	MATERIALES	39 -
3.11.	METODOLOGÍA	40 -
3.11.1.	Componentes en Estudio	40 -
3.11.2.	Factores y niveles	40 -
3.12.	DISEÑO EXPERIMENTAL	41 -
3.13.	DIMENSIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL	42 -
3.14.	CONDUCCION DEL EXPERIMENTO	43 -
3.14.1.	Preparación distribución de las enmiendas	43 -
3.14.2.	Aplicación de sustancias húmicas y microorganismos eficaces.....	46 -
3.14.3.	Preparación del terreno.....	47 -
3.14.4.	Fertilización y abonamiento.....	47 -
3.15.	MANEJO DEL CULTIVO	49 -

3.15.1.	Siembra	- 49 -
3.15.2.	Desahijé	- 49 -
3.15.3.	Eliminación de frutos defectuoso	- 49 -
3.15.4.	Escardas y aporcado	- 51 -
3.15.5.	Riego	- 51 -
3.15.6.	Cosecha	- 52 -
3.15.7.	Control fitosanitario	- 52 -
3.16.	EVALUACIONES REALIZADAS	- 53 -
3.16.1.	Evaluaciones para el rendimiento del cultivo (Kg/ha).....	- 54 -
3.16.2.	Evaluaciones para la calidad del fruto	- 55 -
IV.	RESULTADOS	- 60 -
4.1.	Resultados para el rendimiento	- 60 -
4.1.1.	Número de frutos cosechados/ha	- 60 -
4.1.2.	Peso medio del fruto	- 61 -
4.1.3.	Rendimiento (kg/ha).....	- 64 -
4.2.	Resultados para la calidad de fruto	- 66 -
4.2.1.	Perímetro longitudinal (cm)	- 66 -
4.2.2.	Perímetro ecuatorial (cm).....	- 68 -
4.2.3.	Espesor de la corteza (mm)	- 70 -
4.2.4.	Sólidos solubles (°Brix)	- 71 -
V.	DISCUSION	- 75 -
5.1.	Para el rendimiento	- 75 -
5.1.1.	Número de frutos cosechados/ha	- 75 -
5.1.2.	Peso medio del fruto	- 75 -
5.1.3.	Rendimiento	- 77 -
5.2.	Calidad del fruto	- 79 -
5.2.1.	Perímetro longitudinal	- 79 -
5.2.2.	Perímetro ecuatorial	- 80 -
5.2.3.	Espesor de corteza	- 80 -
5.2.4.	Sólidos Solubles.....	- 81 -
VI.	CONCLUSIONES	- 83 -
VII.	RECOMENDACIONES	- 84 -
VIII.	BIBLIOGRAFIA	- 85 -
ANEXOS	- 89 -

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1	Características de la variedad <i>Citrullus lanatus</i> Peacock Improved. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012” ...- 6 -
CUADRO N° 2	Datos climáticos durante el desarrollo de la investigación. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 36 -
CUADRO N° 3	Análisis del suelo en la investigación. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 37 -
CUADRO N° 4	Análisis del Agua en la investigación. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 38 -
CUADRO N° 5	Combinaciones de los factores, tratamientos y bloques. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 41 -
CUADRO N° 6	Distribución y volúmenes, de la solución de 40 litros al 6% de HUMICEL, para los tratamientos T2 y T4. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 44 -

CUADRO N° 7	Muestra la distribución y volumen, de la solución de 40 litros al 4% de EM · COMPOST activado, para los tratamientos T3 y T4. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	45 -
CUADRO N° 8	Productos comerciales y las cantidades usadas para 800 m ² de fertilizantes para cubrir la dosis de 12.8 – 6.4 – 11.2 en el cultivo de sandía. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012” .-	48 -
CUADRO N° 9	ANVA para el número de frutos cosechados/ha. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	60 -
CUADRO N° 10	ANVA para el peso medio del fruto. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	61 -
CUADRO N° 11	Prueba de Tuckey para el peso medio del fruto (kg). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	62 -
CUADRO N° 12	ANVA para el rendimiento en kg/ha. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	64 -
CUADRO N° 13	Prueba de Tuckey para el Rendimiento en Kg/ha. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos	

	Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”	64 -
CUADRO N° 14	ANVA para el perímetro longitudinal (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”	66 -
CUADRO N° 15	Prueba de Tuckey para el Perímetro Longitudinal (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”	67 -
CUADRO N° 16	ANVA para el perímetro ecuatorial (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”	68 -
CUADRO N° 17	Prueba de Tuckey para el Perímetro ecuatorial (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”	69 -
CUADRO N° 18	ANVA para el espesor de corteza (mm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”	70 -
CUADRO N° 19	Prueba de Tuckey para espesor de corteza (mm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”	71 -

CUADRO N° 20 ANVA para Sólidos Soluble (°Brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012” - 72 -

CUADRO N° 21 Prueba de Tuckey para el contenido de sólidos solubles (°Brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012” - 72 -



INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA N° 1	Material botánico de sandía. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	40 -
FOTOGRAFÍA N° 2	Aclareo quedando 2 plántulas por golpe. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	49 -
FOTOGRAFÍA N° 3	Eliminación de frutos que presentaron rajado. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	50 -
FOTOGRAFÍA N° 4	Eliminación de frutos con anomalías. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano Arequipa 2012”	50 -
FOTOGRAFÍA N° 5	Remoción de tierra y aporcado. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	51 -
FOTOGRAFÍA N° 6	Riego del campo experimental. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	52 -

FOTOGRAFÍA N° 7	Peso de frutos (kg). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	55 -
FOTOGRAFÍA N° 8	Toma de medidas longitudinales (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	56 -
FOTOGRAFÍA N° 9	Toma de medidas ecuatorial (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	57 -
FOTOGRAFÍA N° 10	Toma de medidas del espesor de la corteza (mm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	58 -
FOTOGRAFÍA N° 11	Contenido de grados brix. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”	59 -

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1	Croquis del experimento. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	42 -
GRÁFICO N° 2	Croquis de la unidad experimental. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	43 -
GRÁFICO N° 3	Interacciones H x M para el peso medio del fruto (kg). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	63 -
GRÁFICO N° 4	Interacciones M x H para el peso medio del fruto (kg). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	63 -
GRÁFICO N° 5	Rendimiento en Kg/ha del factor H. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	65 -
GRÁFICO N° 6	Rendimiento en Kg/ha del factor M. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	65 -

GRÁFICO N° 7	Perímetro longitudinal del factor H (Sustancias Húmicas). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), (en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 67 -
GRÁFICO N° 8	Perímetro longitudinal del factor M (Microorganismos eficaces). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 68 -
GRÁFICO N° 9	Perímetro ecuatorial del factor H (Sustancias Húmicas). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 69 -
GRÁFICO N° 10	Espesor de corteza del factor H Sustancias Húmicas (mm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 71 -
GRÁFICO N° 11	Interacciones H x M para los sólidos solubles (°Brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 73 -
GRÁFICO N° 12	Interacciones M x H para los sólidos solubles (°Brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”- 74 -

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1	Tabla de valores de número de frutos cosechados/ha. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	90
ANEXO N° 2	Tabla de valores de del peso medio del fruto. “efectos de la aplicación de sustancias húmicas y micro-organismos eficaces dirigidas al suelo, en el rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	91
ANEXO N° 3	Tabla de valores rendimiento en kg/ha. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	92
ANEXO N° 4	Tabla de valores de perímetro longitudinal. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	93
ANEXO N° 5	Tabla de valores del perímetro transversal en cm. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	94
ANEXO N° 6	Tabla de valores del espesor de la corteza en mm. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano – Arequipa 2012”.....	95

ANEXO N° 7	Tabla de valores del contenido de solidos solubles (°brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro- Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”96
------------	--



RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Irrigación La Cano, que se encuentra ubicado en el Distrito La Joya y Departamento de Arequipa. Esta Irrigación se encuentra entre $16^{\circ} 33'57''$ Latitud sur, $71^{\circ} 56'34''$ Longitud Oeste y a una altura promedio de 1270 m.s.n.m.

El cultivo en estudio es la sandía *Citrullus lanatus* Var. Peacock Improved que representa una alternativa para los agricultores de la región, por lo que se vio conveniente realizar un estudio en este cultivo con la aplicación de enmiendas orgánicas para el incremento del rendimiento y la calidad del futo, siendo dos factores: Factor M (Microorganismos Eficaces) en dos niveles M0 y M1 (sin EM y con EM), y Factor H (Sustancias Húmicas) en dos niveles H0 y H1 (Sin Sustancias húmicas y con Sustancias húmicas), siendo los tratamientos. Siendo los tratamientos T1 (testigo), T2 (M0 + H1), T3 (M1 + H0) Y T4 (M1 + H1). Por lo que se evaluó para el rendimiento los siguientes componentes Numero de frutos y Peso medio del fruto, y para la calidad del fruto se evaluó: perímetro longitudinal, perímetro ecuatorial, espesor de corteza, contenido de solidos solubles.

Los resultados obtenidos para el rendimiento los microorganismos eficaces obtuvieron 23913.75 kg/ha y para las Sustancias Húmicas se obtuvo 24328.25 kg/ha, siendo ambos muy superiores al testigo que obtuvo un rendimiento menor a 20073.75 Kg/Ha. y para la calidad interna del fruto, las sustancias húmicas produjeron un perímetro longitudinal, un perímetro transversal y espesor de corteza, mejores al testigo y para los Microorganismos Eficaces solo produjo un perímetro longitudinal superior al testigo. Para contenido de solidos solubles la combinación de las dos enmiendas produjeron un mejor valor Brix° que actuando individualmente las enmiendas orgánicas. Por lo que se concluyó que las enmiendas orgánicas utilizadas en esta investigación producen un incremento en el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto, siendo el mejor tratamiento el T4 (M1 + H1).

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de sandía, representa para los agricultores una alternativa muy atractiva en las zonas que presentan las condiciones edafoclimáticas de nuestra región, como un cultivo alternativo para cambiar el monocultivo existente. Se estima que existen alrededor de 800 hectáreas de sandía a lo largo de la costa, con un rendimiento promedio de 30 toneladas por Ha. Las áreas productoras son Huaral, Barranca, Cañete, Tacna. En Arequipa el rendimiento promedio es de 21 toneladas por Has. Su evidencia que los rendimientos locales están muy por debajo del promedio nacional, poniendo en evidencia una desventaja para los agricultores locales si desean incursionar en este cultivo frente a la competencia. Siendo la única manera de competir incrementando el rendimiento y la calidad.

Existen muchos factores que influyen en el rendimiento y calidad de un cultivo, de las cuales algunos pueden ser controlados por el agricultor mediante la aplicación de métodos y técnicas, que no incrementan mucho el costo de producción, pero, si incrementan el rendimiento y la calidad del cultivo, como la aplicación de algunas enmiendas del tipo orgánico, existen en el mercado una gama de productos de origen orgánico, estando entre estas las Sustancias húmicas y los Microorganismos eficaces, que al ser debidamente aplicados en el proceso de producción, dan como resultado un incremento del rendimiento y la calidad del producto final y por ende aumenta las capacidades de competir con el mercado del agricultor local.

Las enmiendas orgánicas, tienen un efecto positivo comprobado que favorecen el incremento del rendimiento y calidad de los cultivos, y en este caso en particular la del cultivo de sandía. Estas enmiendas actúan de muchas formas, como la de mejorar las cualidades físico-químicas y biológicas del suelo, incrementando la microflora, su capacidad de retención de agua y de nutrientes. Estas mismas cualidades son aprovechadas para el incremento del rendimiento y calidad del cultivo, sin aumentar demasiado el costo de producción. Es por ello que esta investigación está dirigida a la identificación de los beneficios de las enmiendas orgánicas como las Sustancias húmicas y Microorganismos eficaces en el incremento del rendimiento y calidad del cultivo de sandía. Para ser utilizados por los agricultores y personas relacionadas al cultivo.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el mejor tratamiento, en el rendimiento y calidad del fruto con aplicaciones dirigidas al suelo de Sustancias Húmicas y Microorganismos Eficaces en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en las condiciones de la Irrigación La Cano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de las Sustancias Húmicas, en el rendimiento y calidad de fruto para el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) en las condiciones de la Irrigación La Cano.
- Determinar el efecto de los Microorganismos Eficaces, en el rendimiento y calidad de fruto para el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) en las condiciones de la Irrigación La Cano.
- Determinar el efecto de interacción de las Sustancias Húmicas y Microorganismos Eficaces, en el rendimiento y calidad de fruto, para el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) en las condiciones de la Irrigación La Cano.

HIPOTESIS

La hipótesis planteada es, si la aplicación de sustancia húmicas y microorganismos eficaces dirigidos al suelo donde se desarrolla la planta, mejora, las características físicas, químicas y biológicas de la rizosfera; Es probable que: Se incremente el rendimiento y calidad de los frutos en el cultivo de sandía.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución del cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus*)

La sandía es una especie originaria del África tropical, conocida desde hace mucho tiempo en el área mediterránea. Actualmente, las zonas en las que se cultiva en mayores cantidades se encuentran en las regiones cálidas de Europa y América. (Arbizú, F. 1996)

Se consume como fruta fresca por su elevado porcentaje de agua. Las semillas contienen un aceite que resulta apto para su utilización en la cocina y el exocarpio puede emplearse como alimento de algunos animales. (Océano, 1999)

Se encuentra distribuida en las zonas tropicales, en toda América y en otras regiones del mundo donde las condiciones climáticas hacen factible este cultivo. En Australia por ejemplo, la sandía representa una de las cucurbitáceas más importante en cuanto a cultivo y consumo, estando distribuida, básicamente en las zonas litorales. (Valdés, V. 1991)

2.2. Clasificación taxonómica

División	:	Embriophyta
Subdivisión	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Cucurbitales
Familia	:	Cucurbitaceae
Género	:	<i>Citrullus</i>
Especie	:	<i>C. lanatus</i>
Nombre vulgar	:	sandía. (Valdés, V. 1991)

2.3. Cultivar

Es una planta herbácea y su sistema radicular, tallo, hojas, flores, frutos y semillas, presentan las siguientes características. (Valdés, V. 1991)

2.4. Morfología

2.4.1. Sistema radical

Las raíces de la sandía son muy ramificadas, con posibilidades de desarrollarse en y diámetro de acuerdo con el tipo de suelo y otros factores. En suelos profundos, con buena textura y grado de fertilidad puede alcanzar hasta 0.80 m ó más de profundidad y 2 m ó más de diámetro, llegando a formar un diámetro radical de aproximadamente 4 metros. Sin embargo, en suelos de poca profundidad, las raíces se sitúan, mayormente en la capa superficial. (Valdés, V.1991)

En su mayor parte las raíces se distribuyen a una profundidad comprendida entre 40-50 cm, la capacidad de extracción de las raicillas de las semillas germinadas de la sandía es de 10.1 atmósferas, lo que da a la planta su gran resistencia a la sequía. (Valdés, V. 1991)

2.4.2. Tallos

Durante los primeros 25-30 días después de la germinación, el tallo es erecto y posee generalmente de 3-5 hojas verdaderas. Luego se hace decumbente o rastrero. La longitud del tallo puede ser de 2-4 m o más, con 5 aristas, cubierto de bellos blanquecinos y con cirros abundantes. Al igual que el melón, del tallo principal se forman ramas de primera clase, sobre estas de segunda clase, las cuales adquieren tal desarrollo que llegan a igualarlo. (Valdés, V. 1991)

2.4.3. Hojas

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

áspero y con nerviaciones muy Opronunciadas. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano. (INFO A G R O , 2000)

2.4.4. Flores

La sandía es una planta monoica con flores masculinas y femeninas, que se forman en las axilas de las hojas y tienen un color generalmente amarillento. La mayoría de las flores se forman en las ramificaciones de segunda clase, apareciendo primero las masculinas. (Valdés, V. 1991)

En las flores herm afroditas y femeninas se observa una estructura similar en lo que concierne a la corola, caracterizándose las herm afroditas por poseer estambres normales que recubren el estigma, el cual es corto, constituido por tres partes, cada una de las cuales corresponde a un lóculo del ovario por lo que este resulta ser trilocular. (PRODUCTOS SUPERB, 2001)

2.4.5. Fruto

El fruto de la sandía consiste en una baya, con formas variadas (redondeados, oblongos, ovalados, cilíndricos, etc.), con corteza verde y pulpa azucarada de coloración amarilla, roja o anaranjada. La pulpa está formada de células parenquimatosas de la cáscara bien desarrollada y de la placenta incrementada, llena de agua y azúcares. Una vez que las células del tejido parenquimatoso alcanzan determinado tamaño, sus paredes se rompen con facilidad provocando la separación celular, debido al aumento de pectina soluble lo que indica el inicio de la vejez del fruto y su desprendimiento. (Valdés, V. 1991)

2.4.6. Semillas

Son generalmente de forma elipsoidal siendo más finas del lado del hilo, con superficie lisa, áspera y color variado (castaño oscuro o claro, negro, blanco, etc.). El peso absoluto varía de 60 - 140 g .La madurez fisiológica

de las semillas se obtiene a los 10-15 días después de la maduración de la parte comestible del fruto (pulpa). El sacarlas antes o después de este tiempo disminuye su facultad germinativa. (Valdés, V. 1991)

2.4.7. Características de la variedad de sandía (*Citrullus lanatus*) Var. Peacock Improved.

CUADRO N° 1 Características de la variedad *Citrullus lanatus* Peacock Improved. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

Sandía Var. Peacock Improved	Características
Origen	EEUU
Polinización	Libre
Ciclo vegetativo	95 a 120 días
Tiempo de floración femenina	50 a 80 dds
Semilla	Pequeñas, casi negras.
Característica del fruto	
Peso del fruto	4 a 6 kg
Forma	Oblonga redonda
Corteza	Dura, color verde oscuro, y medio gruesa
Pulpa	Color rojo anaranjado oscuro,
Observaciones	Se presta bien al transporte

Fuente: Valdez, V. (1991) Cultivares de Hortalizas en Trópicos y Subtrópicos.

2.5. Exigencias del cultivo

2.5.1. Temperatura

Es una planta muy sensible a las heladas, para germinar necesita de un mínimo temperaturas de 15°C, pudiendo encuadrarse su óptimo térmico alrededor de 25 °C para que la floración se produzca, las temperaturas óptimas se sitúan entre 18 y 20 °C y su desarrollo se efectúa, en la mejor forma, en el intervalo térmico comprendido entre 23 y 28°C. . (M aroto, J. 2002)

2.5.2. Agua

Aunque es una especie resistente a la sequía, proporciona buenas producciones y calidades cultivada en regadío. Sus mayores requerimientos en agua se producen en la fase comprendida entre la iniciación del desarrollo de los frutos y su maduración. Un exceso de humedad, sin embargo, puede repercutir en la proliferación de ataques criptogámicos, que pueden infringir graves pérdidas del cultivo. (M aroto, J. 2002)

2.5.3. Suelo

En lo referente a suelos, le convienen los suelos fértiles, aireados, limo arenosos y de consistencia media. Para cultivar sandías en texturas arcillosas es fundamental que el suelo tenga asegurado el drenaje. Es una planta que puede tolerar la acidez del terreno, aunque el rendimiento disminuye ostensiblemente con pH inferiores a 5,5.se considera con una resistencia a la salinidad similar a la del melón, aunque valores elevados de la misma pueden provocar mermas de rendimiento y calibre y mayor incidencia de podredumbre apical. (M aroto, J. 2002)

2.6. Labores técnicas y culturales del cultivo

2.6.1. Preparación suelo

Lo primordial es conocer el suelo, sus limitaciones y fortalezas; para hacer las enmiendas antes y durante el cultivo. Para preparar el suelo es

necesario hacer un muestreo de suelo químico (nivel de nutrientes, sales, pH, EC) e hídrico (capacidad de campo, punto de marchitez permanente y agua disponible). Esta actividad hay que hacerla cada dos años. Es importante recalcar que una buena preparación de suelo nos garantiza el éxito de nuestros cultivos. La preparación de suelo debe iniciarse 30 días antes de la fecha del trasplante o siempre se comienza con la chapea manual o mecánica que depende de la maleza de predominante, y su descomposición (2-7 días). Si el suelo ha estado en barbecho, sobre pastoreo o sistemas productivos que produzcan pisos de arado, capas u horizontes impermeables es necesario cuadrangular en dos pasadas. La aradura es una labor necesaria por lo menos cada 2 años, para voltear suelo y ayudar a airear el suelo, y eliminar malezas y patógenos del suelo los arados rígidos deberán hacerse en el sentido de la siembra para no dañar la nivelación natural del terreno. Lo ideal es siempre usar arados de rejas o vertederas reversibles (con este puede usarse en sentido transversal a la siembra y no hay peligro de dañar el nivel del terreno) lo recomendado es hacer un laboreo de no menos de 30 centímetros de profundidad. (Montalván, S. 2007)

2.6.2. Siembra

La siembra consiste en colocar la semilla en la tierra o en un suelo apropiado. Antes de llevarla a cabo hay que cerciorarse de que las semillas reúnen las exigencias mínimas para el proceso de germinación no se vea afectado, sin olvidar la previa desinfección de las semillas, si no han sido desinfectadas. (Reche, J. 1994)

a) Directa

La semilla se deposita directamente en el terreno, al marco prefijado, distribuyéndose manualmente por el agricultor cuando la temperatura, época y grado de humedad en el suelo son las adecuadas. (Reche, J. 1994)

b) En semillero

Para trasplante en cepellón, a este método de siembra también se le suele llamar “intermedia”, ya que la semilla se deposita en macetillas o bandejas y no en el terreno preparado para semillero, que es lo clásico en plantaciones a raíz desnuda. (Reche, J. 1994)

2.6.3. Resiembra

Lo ideal es que esta actividad no sea necesaria, pero de ser necesario lo más recomendable relación a la primera siembra. Otra estrategia es poner doble semilla (si el costo de la semilla lo permite) en las siembras directas para desahijar más tarde y dejar plantas sanas, vigorosas y libres de virosis. (Montalván, S. 2007)

2.6.4. Fertilización

La sandía tiene unos requerimientos en fertilizantes similares a los del melón, aunque usualmente suele ser fertilizada menos que este. (Thompson y Kelly, 1957 citado por Domínguez, A. 1989)

Las cifras normales de fertilización de fondo en el cultivo de sandía las 25-30t/ha de estiércol, 30 UF/ha de N, 90 UF de P_2O_5 /ha y 100 UF/ha de K_2O . En cobertera puede aplicarse N en forma nítrica y fraccionada en tres aportaciones, la primera cuando la planta alcanza los 20 cm, la segunda antes de la floración y la tercera, una vez que los frutos hayan cuajado y estén engrosándose, no superando en ningún caso las 20-25 UF de N/ha y aportación. (Reche, J. 1994)

En las aportaciones de coberteras, la utilización de nitrato de potásico. (Serrano, 1979 citado por Domínguez, A. 1989)

- **Cultivos de secano;** aunque las producciones medias no llegan a los 10, 000 kg/ha en un cultivo normal deben alcanzarse los 15, 000 kg/ha. La fertilización será:

Nitrógeno: 40-80 kg N/ha, según el nivel de unidad disponible. Los primero 40kg de N corresponden a la aplicación de fondo y el resto a

cobertera que solo se distribuirá en caso de buenas expectativas de humedad. Fosforo: 40-80kg de P_2O_5 /ha, según la riqueza del suelo, en fondo. Potasio: 80-160 kg/ha, según la riqueza del suelo, en fondo. En sementeras puede emplearse un equilibrio de abonado 1-1-2 en suelos medios 1-2-2 en suelos pobres en fosforo y medios en potasio y 1-2-3 ó 1-2-4 en suelos pobres en ambos elementos. (Domínguez, A. 1989)

- **Cultivo en regadío;** sin la limitación de agua, la producción puede alcanzar el nivel de 25-30. 000 kg/ha. El abonado en este caso será similar, pero doblando, aproximadamente, las cantidades indicadas para el cultivo de secano. En el caso de suelos pobres en potasio a los que habría que aplicar cantidades elevadas en sementera es preferible distribuir una parte del mismo en cobertera utilizando un equilibrio más bajo en potasa en sementera. (Domínguez, A. 1989)
- **Cultivo intensivo o forzado:** En este caso las aplicaciones de elementos aumentan en frecuencia y cantidad del siguiente modo: Nitrógeno: 180-300kg N/ha a aplicar un tercio en sementera y el resto en cobertera a partir del primer riego en ocho o diez veces. **FOSFORO:** 120-220kg P_2O_5 /Ha, según riqueza del suelo a aplicar dos tercios en sementera y un tercio en cobertera. **POTASIO:** 200-400 Kg K_2O /ha, según la riqueza del suelo y que se distribuyen un tercio en sementera y dos tercios en cobertera, dejando la mayor parte para después del cuajado del fruto. En cobertera pueden utilizarse abonos complejos sólidos o líquidos, o bien, nitrato potásico. También son muy útiles los fertilizantes de alta solubilidad para aplicar con el riego por medio de soluciones. (Domínguez, A. 1989)

2.6.5. Control de malezas

Las malezas compiten con los cultivos por luz, nutrientes, agua y espacio y causan reducción de los rendimientos, disminuyen la calidad de las

sandías (tamaños, y condición), son huéspedes de patógenos y plagas, y dificultan el manejo y la cosecha. (Montalván, S. 2007)

2.6.6. Plagas y enfermedades

2.6.6.1. Plagas

a) *Diaphania nitidalis* S., ataca principalmente el follaje, pero también produce galerías en los tallos causando marchitez y muerte de los extremos de las guías. Además puede causar caída prematura de los frutos.

Diaphania hyalinata L., ataca las yemas flores y brotes tiernos, pudiendo completar el desarrollo larvario en estos órganos vegetales. Estas larvas también infestan frutos próximos a la cosecha reduciendo su valor comercial. (Arbaiza, A. 2002)

Para su control se recomienda de la eliminación total de los residuos de cosecha y una buena preparación del terreno y en cuanto a su control químico la aplicación de bacillus thuringiensis y los inhibidores de quitina aplicados de preferencia en sus primeros estados larvales; para estadios más avanzados y en infestaciones mayores aplicar fosforados, carbamatos, y piretrinas. (Arbaiza, A. 2002)

b) Minadores de hoja (*Liriomyza spp.*)

El mayor porcentaje de daños es causado por las larvas que realizan minas en forma serpenteantes en las hojas, perdiendo su capacidad fotosintética por la disminución del área foliar, produciendo una defoliación parcial o total de la planta las minas al entrecruzarse forman áreas lagunares pudiendo llegar al 75% del área foliar.

Para su control minimizar las aplicaciones de plaguicidas para conservar los enemigos naturales químico, aplicar un plaguicida cuando un 20% del área foliar de la planta este afectada, cuando se o si solo queremos controlar larvas, aplicar; Ciromazina, Abamectina,

Captap y/o fosforados sistémicos; si queremos controlar solo adultos aplicar piretroides; pero si queremos controlar larvas y adultos mezclar cualquiera de los insecticidas de arriba mencionados con cualquier insecticida piretroides. (Arbaiza, A. 2002)

c) Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Las ninfas de la mosca blanca son la que ocasionan el daño, subsionan la savia causando clorosis (perdida de color verde en las hojas). Además producen debilitamiento generalizado de la planta, lo que provoca reducción del crecimiento y menores rendimientos, Secretan sustancias azucaradas que favorecen el crecimiento de la fumagina.

Para su control eliminación de plantas hospederas, en cuanto a su control químico aplicar Imidacloprid, thiacloprid, etc. (Arbaiza, A. 2002)

d) Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los daños se manifiestan en hojas tiernas se encuentran chupando y picando en la yema terminal deteniendo su crecimiento por la deformación de las hojitas, necrosando los tejidos volteando las hojas de los bordes hacia arriba.

Para su control se recomienda riegos adecuados, en cuanto a su control químicos aplicar Abamectina, Acetamiprid, Carbosulfan, Methomyl, ETC. (Arbaiza, A. 2002)

e) Ácaros rojos/araña roja (*Tetranychus spp.*)

Los ácaros rojos se desarrollan en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden

apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga. En la sandía con niveles altos de plaga pueden producirse daños en los frutos.

Para su control se da a la desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de araña roja se recomienda la eliminación de malas hierbas y restos de cultivo evitar los excesos de nitrógeno vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo (muestreo dos veces por semana., en cuanto a su control químico la aplicación del tercer o cuarto día después de la primera aplicación es clave ya que a temperaturas de 30 °C los huevos de ácaro eclosionan y empieza una nueva generación. Ya para el quinto día es demasiado tarde porque habrá huevos nuevamente. No se debe usar un piretroide para el control de ácaro ya que se han reportado incidencias de resistencia contra esta clase de insecticida. Esto causaría una explosión rápida de la población. (Montalván, S. 2007)

Para su control químico realizar aplicaciones cuando se encuentren ácaros en cantidades de 2 a 3 adultos por hoja. Hacer aplicaciones de Abamectina, Azufre, Dicofol, Dinobuton, etc. (Arbaiza, A. 2002)

f) **Áfidos o pulgones (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*.)**

En plantas tiernas se encuentran infestando en la cara inferior de las hojas, en el brote terminal donde pican y chupan extrayendo jugos en plantas crecidas en hojas y flores dando un aspecto lustroso y la formación de una mielecilla que cae sobre las hojas y el cual prolifera el hongo de la fumagina (color negro) de esta manera debilita la planta y se ve impedida de elaborar sustancias y estancamiento de las plantitas tiernas y el encrespamiento de las hojas hacia abajo.

Para su control evitar alta densidad de plantas, evitar el exceso de humedad y evitar el exceso de abono nitrogenado, en cuanto a su control químico aplicar al comienzo de la infestación Acetamiprid, Benfuracarb, Dimetoato, Thiocloprid etc. (Arbaiza, A. 2002)

2.6.6.2. Enfermedades

a) **Alternariosis o mancha de la hoja *Alternaria cucumerina* Ell y Ev.**

Producen pequeñas manchas foliares, circulares, inicialmente acuosas, que más tarde se necrosan tornándose grisáceas. En las hojas más viejas aparecen unos anillos concéntricos. En severas infestaciones puede ocurrir una defoliación. En frutos sobre maduro causa mancha hundidas circulares de 3 cm a veces cubierta de una capa fungosa verde-olivácea.

Para su control usar semilla sana y desinfectada eliminar restos de cosecha y en cuanto a su control químico usar Fungicidas a tratar Captan, Mancozeb, Oxiclورو de Cobre. (Arbaiza, A. 2002)

b) **Cercosporiosis *Cercospora citrullina* C.**

Ocasionan manchas foliares necróticas, blanquecinas en la parte central y rodeadas de un halo más oscuro, en la parte más externa aparece una zona clorótica, en ataques fuertes puede causar defoliación.

Para su control se recomienda la rotación de cultivos, eliminación de residuos de cosecha, en cuanto a su control químico hacer aplicaciones al follaje ni bien aparecen los primeros síntomas, Benomyl, Captan, Mancozeb, Oxiclورو de cobre, y Propineb. (Arbaiza, A. 2002)

c) **Mildiú *Pseudoperonospora cubensis***

Ataca a las hojas produciéndoles manchas cloróticas en la cara superior que son relativamente esféricas y que más tarde se necrosan y adquieren un color marrón, En el envés de estas lesiones y bajo condiciones húmedas, aparecen eflorescencias fungosas de color blanco primero y luego violeta después un aspecto aterciopelado que corresponde a las fructificaciones (esporangios) del hongo. Esta enfermedad causa defoliación, detención de desarrollo y muerte de la planta.

Para su control se recomienda rotación de cultivos, hacer un buen drenaje de los suelos, eliminación de residuos de cosecha y sembrar variedades resistentes, en cuanto a su control químico aplicar fungicidas al observar los primeros síntomas de la enfermedad seguir con las aplicaciones cada 7 - 12 días aproximadamente, Clorotalonil, Mancozeb, Propineb, y Oxícloruro de cobre. (Arbaiza, A. 2002)

d) *Oidium Erysiphe cichoracearum* P.

Ataca hojas, tallo y peciolo; Se caracteriza por la presencia de un polvo blanquecino, pulverulento y los tejidos parasitados se necrosan adquiriendo un color pardo. Los primeros signos aparecen en las hojas basales, que en ataque severos sufren una defoliación, detención del desarrollo y muerte de las plantas, causando pérdidas de cosecha en calidad y cantidad.

Para su control se recomienda la rotación de cultivos, eliminación de residuos de cosecha sembrar y variedades resistente, en cuanto a su control químico cuando aparezca los primeros síntomas de la enfermedad, sobre todo en plantas jóvenes aplicar fungicidas a base de azufre o de los siguientes productos: Benomyl, Bromuconazol y Difeconazol.etc. (Arbaiza, A. 2002)

2.6.7. Fisiopatías de la sandía

Las fisiopatías de la sandía son desórdenes y alteraciones no deseadas en los órganos o tejidos de las plantas de sandía causadas por el clima, la nutrición, problemas fisiológicos, estrés, etc. Estas fisiopatías se ven influenciadas por la susceptibilidad varietal. También es relativamente frecuente que con el paso del tiempo, a partir del daño original (fisiopatías), los propios tejidos afectados actúen como base nutricional sobre la que se desarrollen y detecten organismos vivos como hongos y bacterias saprófitos. (Montalván, S. 2007)

a) Daños por fitotoxidades

El daño más frecuente es por herbicidas sea por residualidad o aplicaciones en años anteriores, por sobre dosificación, por mala aplicación, mala decisión y selectividad del herbicida. Igualmente el uso de otros químicos (insecticidas, fungicidas, acaricidas, etc.) en malas mezclas o condiciones adversas pueden ocasionar quemaduras de follaje, amarillamiento de la planta, falta de desarrollo, deformidades de tallos, hojas, flores y frutos y muerte de la planta. (Montalván, S. 2007)

b) Agrietado de frutos o “cracking”

El agrietado de frutos o “cracking” se manifiesta como rajaduras longitudinales sobre la superficie de los frutos y grietas al centro de la pulpa, sobre todo al final de la madurez la principal causa son las fluctuaciones de agua en el suelo (estrés hídrico seguido por un riego abundante). También es asociado a un crecimiento excesivo del fruto, propiciado por demasiada fertilización nitrogenada y muy poco potasio. (Montalván, S. 2007)

c) Podredumbre apical

La podredumbre apical se manifiesta por una depresión necrótica superficial en la parte apical del fruto. Al inicio presenta apariencia aceitosa y después se torna en color marrón oscuro, pudiéndose ser invadida por algún hongo y bacteria de naturaleza saprofita. Es

asociada a una deficiente translocación de calcio a esta parte del fruto. Las causas probables son varietal, deficiencia de calcio en el suelo, exceso de vigor por sobre fertilización nitrogenada, temperaturas elevadas, baja humedad o estrés hídrico, y alta salinidad. Las variedades alargadas son más susceptibles que las redondas. (Montalván, S. 2007)

d) Planchado de frutos o quem a

El planchado de frutos o quem a es ocasionado por elevadas temperaturas sobre la superficie de los frutos y es más frecuente en variedades con poco follaje en donde los frutos están expuestos directamente a la radiación solar. Las variedades de corteza de colores más claros son menos susceptibles que las de colores oscuros. (Montalván, S. 2007)

e) Deformaciones y ahuecamiento de los frutos

El ahuecamiento en el corazón del fruto o pulpa es uno de los defectos más castigados y es conocido como “corazón partido”. Además de la intoxicación de herbicidas, las causas más comunes son la mala polinización y el estrés hídrico o las fluctuaciones de humedad del suelo. La aportación polínica mala o deficiente, por escasez de polen por falta de insectos polinizadores, o por condiciones climáticas desfavorables (temperaturas bajas, baja humedad relativa, lluvias, etc.) pueden ser factores para tener una mala polinización. También la deformidad y la absorción están relacionadas a una mala polinización. Algunos consideran que el ahuecamiento también está ligado a la posición de la fruta en la guía. Entre más cerca al pie de la planta, son más susceptibles que los más lejanos. (Montalván, S. 2007)

f) Abortos

Los abortos pueden ocurrir por condiciones climáticas adversas, fitotoxicidades, estrés, etc. La razón más común es el equilibrio o la autorregulación que hace la planta por cuajado excesivo y prioriza para dejar los cuajados en la primera fase. (Montalván, S. 2007)

Hay otras fisiopatías reportadas en sandía, pero de menor importancia como:

- Problemas de viabilidad y bajo vigor.
- Plateado necrótico.
- Granizo.
- Heladas.

g) Asfixia radicular

Se produce la aparición de raíces adventicias y marchitamiento general de la planta por un exceso de humedad que provoca ausencia de oxígeno en el suelo. Puede verse influenciada por: Suelo demasiado arcillosos y con mal drenaje, alta salinidad en suelo y 7 o agua, elevada humedad ambiental, mal manejo del riego, etc. (Montalván, S. 2007)

2.6.8. Cosecha

Generalmente la cosecha da inicio entre los 60 y 75 días después del trasplante, pero esto dependerá en gran manera de la variedad, época del año, zona de producción y sistema de producción o del destino de la fruta (local o exportación). Para separar el fruto de la planta se hace utilizando un cuchillo o una tijera. (Montalván, S. 2007)

2.6.8.1 Índices de cosecha

Para determinar el tiempo de cosecha se debe considerar lo siguiente: (Montalván, S. 2007)

- o El zarcillo junto al pedúnculo del fruto debe estar seco, aplicando el criterio de acuerdo al mercado de destino.
- o El pedúnculo deberá estar liso y tierno.
- o La parte inferior del fruto debe tener un tono amarillento.
- o La superficie del fruto debe ser lisa sin pubescencia.
- o Al golpear el fruto debe producirse un sonido sólido y no hueco.
- o Las líneas o rayas deben estar más pálidas (variedades con línea)

2.7. Microorganismos Eficientes Autóctonos BIOEM

2.7.1. Generalidades

Manifiesta que los microorganismos eficientes (EM) fueron desarrollados en la década de los 70, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. Teóricamente este producto comercial se encuentra conformando esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, según sus promotores. (Rodríguez, 2009)

Indica que los Microorganismos Eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en tierra (suelo) azimogénico. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. (Piedrabuena, 2003)

Expresa que el EM viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes. (Hurtado, L. 2001)

2.7.2. Modo de acción de los microorganismos eficientes autóctonos

Manifiesta que los microorganismos eficientes actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. (Hurtado, L. 2001)

Expresa que a través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de NPK y CN. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción. (IDIAF, 2009)

2.7.3. Tipos de organismos presentes

a) Bacterias Ácido Lácticas

Manifiesta que estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso. Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca. (Biosca, A. 2001)

b) Bacterias Fotosintéticas

Indica que son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las

sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como suelo para incrementar la población de otros microorganismos eficaces. (Biosca, A. 2001)

c) Actinomicetes

Manifiesta que funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del Azotobacter y de las micorrizas. (APNAN, 2003)

d) Hongos de fermentación

Expresa que los hongos de fermentación como el Aspergillus y el Penicilina actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, ésteres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales. (APNAN, 2003)

2.7.4. Aplicaciones de microorganismos eficientes autóctonos

Manifiesta que el mejor uso de EM en agricultura depende de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores. Con la aplicación de EM el suelo retiene más agua. Este cambio implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos. Esta mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico que aporta EM al suelo, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua. (IDIAF, 2009)

El uso de EM incrementa tanto el crecimiento como la productividad del cultivo. Los principales beneficios para los cultivos se originan en el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento. Los macro y micronutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan. (IDIAF, 2009)

a) En semilleros

Indica que existe aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas. (Silva, M. 2009)

b) En las plantas

Manifiesta que genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar. (Silva, M. 2009)

c) En los suelos

Expresa que los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se enmarcan en:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas. (Silva, M. 2009)

Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos como el P, K y Ca, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical. (Silva, M. 2009)

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen. (Silva, M. 2009)

2.7.5. Condiciones ideales para el uso de microorganismos eficientes autóctonos

Manifiesta que el EM se compone de seres vivos; por lo tanto, no deberá ser utilizado de la misma manera que los químicos y los agrotóxicos, pues esto tenderá a reducir su eficacia. Nunca debe ser diluido con agrotóxicos o fertilizantes. Debe tenerse sumo cuidado en su manejo, para asegurar su fijación al suelo. En caso de tener que utilizar agua clorada, se debe colocar dentro de un recipiente o tanque de captación y dejarla en reposo por un periodo de 12 horas, de manera que el cloro se volatilice, y no interfiera con el accionar de los microorganismos. (M O A, 2003)

Los microorganismos son muy sensibles a las sequías, por eso durante el verano, cuando el sol es más fuerte, la aplicación deberá ser hecha al atardecer, o en días nublados. Las condiciones ideales para la aplicación serán antes o después de las lluvias, cuando el suelo está húmedo. El uso

del EM A diluido es conveniente hacerlo en un periodo máximo de tres días. En caso de tener que aplicar EM S a nivel foliar, se deberá hacer la dilución con agua de buena calidad, hasta llegar a una dilución con un pH en torno a los 6.5., si este fuera mayor utilizar; por ejemplo, vinagre para disminuir el pH. (M O A, 2003)

Los materiales porosos mejoran el suelo, física y químicamente, aumentan la capacidad de retención de nutrientes y, al mismo tiempo se vuelven albergue para los microorganismos. Por esto la incorporación de cascara de arroz carbonizada, de cáscara de arroz semi-carbonizada, etc. Es muy eficaz. La cantidad a incorporar deberá ser de 100 a 200 Kgs por hectárea, y la incorporación debe hacerse durante algunos años. (M O A, 2003)

2.7.6. Duración y conservación de microorganismos eficientes autóctonos

Expresa que el EM A tiene una duración aproximada de 6 meses a partir de la fecha de envasado, es conveniente almacenarlo en un lugar donde la temperatura sea constante, en la que haya poca variación de temperatura entre el día y la noche, y que sea fresco y oscuro y con poca luz. No es aconsejable almacenar el EM en invernaderos porque durante el día habrá grandes variaciones de temperatura. En el caso en que el EM presente mal olor, no deberá ser utilizado. Podría haber variaciones en la coloración (color té más oscuro o más claro) debido a la materia prima, no variando por ello la calidad del producto. (M O A, 2003)

2.8. Ácidos húmicos

2.8.1. Historia de los ácidos húmicos

A través de la historia el hombre ha considerado los suelos oscuros más productivos que los suelos claros, y que esta mayor productividad, se debe a la descomposición de los residuos de plantas y animales. (ENCICLOPEDIA TERRANOVA, 2001)

Se ha realizado investigaciones acerca de la aplicación de ácidos húmicos en el control de contaminación ambiental. En estos estudios se ha demostrado su capacidad para fijar metales pesados tóxicos en aguas negras. Así como isótopos, radioactivos en fase líquida y gaseosa. Materiales producidos a través de la mezcla de ácidos húmicos con sales de (Ca), han sido efectivos en la remoción de metales pesados contaminantes, como Hierro (Fe), Níquel (Ni), Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) y Cobre (Cu), presentes en el agua.

2.8.2. Química de las sustancias húmicas

Las sustancias húmicas están constituidas por las siguientes fracciones básicas: ácidos húmicos, ácidos fulvicos, ácidos hematomelánicos y humina.

En sus investigaciones señala varios grupos funcionales incluyendo COOH, fenólicos, enólicos, quinonas, hidróxiquinonas, lactona, éter, y alcoholes, han sido reportados como parte de las sustancias húmicas. (Stevenson, F. 1994)

Los ácidos húmicos constituyen la fracción de las sustancias húmicas que precipitan en sustancias acuosas, cuando el pH es menor que 2. (Aiken et al. 1985)

Se presentan como sólidos amorfos de color marrón oscuro, generalmente insolubles en agua y en casi todos los disolventes no polares, pero fácilmente dispersables en las soluciones acuosas de los hidróxidos y sales básicas de los metales alcalinos, constituyendo un hidrosol que puede experimentar floculación mediante el tratamiento de los ácidos o los demás cationes.

Desde el punto de vista estructural su molécula parece estar constituido por un núcleo de naturalezas aromáticas más o menos condensadas, y de una región cortical con mayor predominio de radicales alifáticas, presentando en conjunto el carácter de heteropolímeros condensados. (CAIP, 1996)

El conjunto de ácidos húmicos que forma la denominación “ácidos Húmicos”, está formado esencialmente por ácidos húmicos y ácidos fulvicos, y se caracteriza por ser solubles en “medio Básico”, precipitando los ácidos húmicos al pasar a “medio ácido”, y quedando los ácidos fulvicos en la solución. (Cepeda, N. 1992)

2.8.3. Ácidos fúlvicos

Los ácidos fulvicos constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y de naturaleza coloidal, fácilmente dispersable en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de Ph y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos. (Lora, G. 1994)

2.8.4. Ácidos húmicos

Se presentan como sólidos amorfos de color marrón oscuro, generalmente insolubles en agua y en casi todos los disolventes no polares, pero fácilmente dispersables en las soluciones acuosas de los hidróxidos y sales básicas de los metales alcalinos, constituyendo un hidrosol que pueden experimentar el tratamiento de los ácidos a los demás cationes. (Seas, F. 2002)

En el grupo de los ácidos húmicos están englobadas las materias que se extraen del suelo con disolvente y que al acidificar con minerales, se precipitan soluciones obtenidas en forma de un gel oscuro. Los ácidos húmicos de los distintos suelos, turbas, restos vegetales, a pesar de toda su diversidad, conservan unos principios de estructura muy semejantes.

Indica que los ácidos húmicos son sustancias polímeras coloidales, compuestas por unidades estructurales (polímeros), que a su vez están formados por unidades micro estructurales, cada una de las cuales contiene núcleo, cadena puente y grupo reactivo (grupo carboxílico y alcohol). (Cepeda, N. 1992)

Las unidades estructurales de las moléculas de los ácidos húmicos fundamentalmente son compuestos aromáticos de tipo fenólico y nitrogenados, tanto cíclicos (indol, pirimidina, purinas y otros), como aminoácidos alifáticos. Los compuestos aromáticos de tipo fenólico constituyen la rejilla de carbono de la molécula del ácido húmico, la presencia de puentes que unen el sistema de anillos, proporciona a la rejilla una estructura porosa y esponjosa, este puente puede ser de oxígeno, carbono o nitrógeno.

Se ha demostrado que los ácidos húmicos están representados por pequeñísimas partículas esféricas, tendentes a unirse en cadenas, formando agregados parecidos a racimos de uva. En algunas estas partículas son propensas a la conservación. La agregación de las partículas de los ácidos húmicos se afectan a través de un puente de hidrogeno.

2.8.5. Huminas

Indica que los compuestos húmicos no extraíbles con reactivos alcalinos o huminas, constituyen un grupo de sustancias relativamente diferentes entre sí, cuyo origen puede tener lugar mediante la vía de herencia o la de neoformación. En el primer caso se encuentra la humina heredada. (Delgado, L. 2000)

La humina heredada está constituida por partículas de densidad menor de 1.8 gr/cm^3 pero que al contrario que la materia orgánica libre, con la que presenta otras diferencias de tipo químico, se hallan retenida en los agregados de la fracción pesada del suelo mediante uniones que no se rompen por medio de la agitación mecánica común pero si por la de los ultrasonidos.

Es mayoritaria en aquellos suelos que tiene una vegetación de difícil biodegradación. La fracción de humina heredada se encuentra debidamente ligada a la fracción arcilla de los suelos mediante una serie de enlaces lábiles que resisten la acción de la agitación mecánica clásica,

por no la de los ultrasonidos, que se utilizan para su extracción.
(Delgado, L. 2000)

Entre las huminas de neoformación se encuentran las huminas de insolubilización extraíbles, de la naturaleza comparable a la de los ácidos húmicos y fulvicos, pero irreversiblemente ligada a la fracción mineral por medio de los enlaces que solo pueden ser destruidos en el laboratorio por medio de agentes químicos que rompen la unión con los silicatos. Así obtendremos un residuo que se denomina humina de insolubilización no extraíble. (Dorronso, C. 2004)

Las diferencias entre los ácidos húmicos y los fulvicos están explicadas por las diferencias en el peso molecular, número de grupos funcionales y grado de polimerización reacción química por la que forman grandes moléculas lineales (polímeros) por combinación de moléculas pequeñas (monómeros)

El contenido de carbono, oxígeno, acidez y el grado de polimerización cambia a medida que aumenta el peso molecular. Los ácidos fulvicos de bajo peso molecular tienen mayor contenido de oxígeno pero menor contenido de carbono que los ácidos húmicos con mayor peso molecular. Los ácidos fúlvicos contienen más grupos funcionales de naturaleza ácida, en particular COOH. (VISIONET, 2004)

2.8.6. Nitrógeno de los ácidos húmicos

En la actualidad el nitrógeno se considera como parte constitucional de las moléculas de ácidos húmicos y su contenido es del 3,5 - 5,0 % .

Una parte del nitrógeno, aproximadamente la mitad, pasa a la solución en el caso de producirse una hidrólisis ácida; esta parte está representada por amidas, mono y di aminoácidos, cuya relación resulto ser característica para las proteínas de origen animal y vegetal. (INFOAGRO, 2004)

La mayoría de los autores señalan que el contenido de los ácidos húmicos de distintos suelos, es en general homogéneo, aunque la capacidad de hidrolizar el nitrógeno en los diferentes ácidos húmicos es distinta.

La situación del nitrógeno en las moléculas de las sustancias húmicas es muy importante ya que determina en cierta medida la accesibilidad de éste a los microorganismos. (INFOAGRO, 2004)

2.8.7. Beneficios de los ácidos húmicos

Manifiesta que los ácidos húmicos tienen la propiedad de incrementar la capacidad de retención de humedad del suelo. se estima en términos generales que el humus puede retener agua en una proporción de veinte veces su peso. (EARTH, 1997)

La utilización de sustancias húmicas (principalmente de ácidos húmicos), incrementa el desarrollo radical, ya sea mediante la aplicación al suelo en soluciones de nutrientes, ó a través de la aplicación foliar. (EARTH, 1997)

Los ácidos húmicos presentan un efecto positivo, tanto en la elongación del sistema radical, como en el desarrollo inicial de sus raíces secundarias. La respuesta positiva de las plantas a los ácidos húmicos, generalmente decrece a altas concentraciones. (EARTH, 1997)

Estudios realizados indican que el efecto benéfico de los ácidos húmicos en las plantas, se debe al incremento de absorción de macroelementos y capacidad de intercambio catiónico. Además, varios investigadores concluyen que el aumento en el desarrollo radical, se debe principalmente al incremento en la absorción de fosforo. (EARTH, 1997)

Indican que la solubilización de micronutrientes en los suelos, provenientes de fuentes inorgánicas por medio de los ácidos húmicos, es el factor más importante en la promoción del desarrollo de las plantas. (Chen y Avid T, 1990)

Las sustancias húmicas también tienen un efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, ya que al ser absorbidas, influyen en varios procesos bioquímicos en la pared celular, a nivel de la membrana celular, a nivel de la membrana celular, o en el citoplasma. (Chen y Avid T, 1990)

Dentro de los efectos directos podemos mencionar los siguientes:

- Efectos sobre las membranas, con lo cual se incrementa el transporte de elementos nutricionales.
- Aumento en la síntesis proteica.
- Efecto similar a la actividad hormonal de la planta.
- Incrementa la fotosíntesis, debido a que producen una mayor síntesis de clorofila. La biosíntesis, son procesos sensitivos a pequeñas deficiencias de agua.

Parece que los bioestimulantes como las sustancias húmicas, mantienen las células turgentes, así que la capacidad fotosintética y la producción de clorofila no se alteran. (EARTH, 1997)

Algunos efectos indirectos son:

- Solubilización de microelementos Fe, Zn, Mn, Cu, y algunos macroelementos K, Ca; P.
- Actúan como fijadores de amoníaco y disminuyen el proceso de desnitrificación, lo que produce mayor cantidad de Nitrógeno disponible para las plantas.
- Reducción de niveles de elementos tóxicos.
- Aumento de la población y actividad microbiana del suelo. El número de microorganismos se incrementa hasta en 200 veces por grano de suelo, con una concentración de 10 ppm de sustancias húmicas.
- Forman complejos orgánicos con herbicidas, fungicidas, insecticidas y reguladores de crecimiento y los potencializan, por lo que su eficiencia y rango de acción se incrementa. (EARTH, 1997)

Una respuesta beneficiosa, tanto en el largo de las raíces como en el desarrollo de raíces secundarias, por medio de las sustancias húmicas en soluciones de nutrientes. (Chen y Aviad T. 1990)

Estudios realizados indican un aumento en el desarrollo de las plantas (raíz, retoños), en relación con la concentración de las sustancias húmicas en la solución y la consecuente disminución en el desarrollo de las plantas a altas concentraciones de sustancias húmicas.

2.8.8. Influencia sobre la planta

Desde la primera mitad de nuestro siglo se sabe que las sustancias húmicas ejercen una notable acción sobre los procesos fisiológicos bioquímicos de las plantas, incidiendo favorablemente en la nutrición de los cultivos.

a) Actividad fisiológica

En los años 30, Lieske observó que los carbones pardos al ser ricos en sustancias húmicas de interés en la fertilización, dado que incrementa la permeabilidad de las membranas celulares y por tanto se favorece la permeabilidad de las membranas celulares y por tanto se favorecería la entrada activa de sustancias nutritivas a los cultivos. (Cifuenes, O. 2006)

Posteriormente se hicieron numerosos estudios sobre la estimulación de formación de raíces y la diferenciación de los puntos de crecimiento (los meristemas) tanto por parte de los ácidos húmicos como fúlvicos.

El incremento de la permeabilidad de las membranas celulares cuando entran en contacto con ácidos húmicos, está ligado a una intensificación de la exoósmosis de los azúcares y un aumento de entrada de nitrógeno, fósforo y potasio en el medio nutritivo la actividad fisiológica de las sustancias húmicas parece deberse a la presencia de polifenoles y quinonas. . (Cifuenes, O. 2006)

Las fracciones macromoleculares inciden en la regulación de la entrada y distribución de los elementos nutritivos de las plantas, aumentando la asimilación de los nutrientes del suelo y de los fertilizantes, su movilización y participación en los procesos metabólicos. (Cifuenes, O . 2006)

b) Actividad bioquímica

Los procesos bioquímicos de las plantas van ligados estrechamente a los fisiológicos, pero los primeros son más afectados por las sustancias húmicas.

Las sustancias húmicas y sus componentes, los polifenoles y las oxiquinonas, parecen ser catalizadores de la respiración ya que regulan el estado oxidoreductor del medio en que se desarrollan las plantas, especialmente las oxiquinonas que aceptan el hidrógeno en la oxidación de sustancias en los tejidos vegetales. De este modo cuando el oxígeno es insuficiente, los humatos facilitan la respiración de la planta, elevándose la intensidad de la respiración de las raíces.

Además las sustancias húmicas actúan sobre la actividad fermentativa de las plantas elevando la actividad de los fermentos sintetizantes como la aldolasa y la sacarosa, que generan la acumulación de carbohidratos solubles, de mucho interés en numerosos cultivos. Se eleva la presión osmótica de la planta contribuyendo a una mayor resistencia al marchitamiento en periodos de sequía.

Junto con la estimulación del proceso respiratorio y la actividad de los fermentos, se conocen otras actividades bioquímicas relacionadas con el contenido de clorofila, activación del metabolismo, crecimiento y diferenciación celular, etc. Que en definitiva contribuyen a un consumo más energético y eficiente de los elementos nutritivos del suelo y fertilizantes. (Cifuenes, O . 2006)

2.8.9. Beneficios de la fertilización orgánica

La aplicación de la materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fulvicos, y huminas). que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo como son:

- A. Mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con los que mejora la permeabilidad de estos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos. (Tisdale y Nelson et al. 1996-1999) (Citado por Fernández, M. 2003).
- B. Mejora la relación de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua (Bellapart, et al 1996) (Citado por Fernández, M. 2003).
- C. Estimula el desarrollo de plantas (Tan y Nopamombodi et al. 1979) (Citado por Fernández, M. 2003).
- D. Mejora y regula la velocidad de infiltración de agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999) (Citado por Fernández, M. 2003).
- E. Eleva la capacidad tampón de los suelos (Landeros, 1993) (Citado por Fernández, M. 2003).
- F. Su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu, Zn) para la planta (Landeros, 1993). (Citado por Fernández, M. 2003).
- G. El humus aporta elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo (Citado por Fernández, M. 2003).
- H. Dos de los componentes de la materia orgánica son los ácidos húmicos y fulvicos los cuales son los responsables de muchas mejoras que ejerce el humus (Tradecorp, 2001), las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al formar complejos arcilla-húmicos, forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable para la planta, también es importante reconocer que el humus favorece el desarrollo

normal de cadenas y tróficas del suelo. (Bollo, 1999) (Citado por Fernández, M. 2003).

Otro beneficio de la materia orgánica humificada es su potencial para controlar poblaciones de patógenos del suelo (Hadar y Mandelbaum, 1992; Hoitink et al., 1991). Las bacterias y hongos aislados con actividad antagonista sobre patógenos del suelo encontramos a los siguientes géneros: *Bacillus* spp; *Enterobacter* spp; *Flavobacterium* balustinum, *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp. Entre otros géneros de bacterias y *Trichoderma* spp; *Gliocadium virens*, *Penicillium* spp; entre otros géneros de hongos. (Fernández et al. 2005)

La naturaleza de la materia orgánica utilizada y la densidad de inóculo del patógeno existente en el suelo, son factores que pueden influir sobre el nivel de control de la enfermedad alcanzable por la composta. Por otro lado los agentes de biocontrol inhiben o matan a los patógenos en la compostura madura y por lo tanto inducen la supresión de la enfermedad. Los agentes de biocontrol en la composta pueden inducir la resistencia sistémica adquirida a los patógenos foliares. (Fernández et al. 2005)

2.9. ANTECEDENTES

- **Hurtado, L. (2001)** El resultado que se obtuvo al aplicar microorganismos eficaces al cultivo de sandía en la siembra y floración, se produjo un incremento en el rendimiento de sandía de 22tn/ha a 25th/ha. En México.
- **Mayorga, C. (2009)** La aplicación de ácidos húmicos -fulvicos durante el desarrollo del fruto se obtiene un aumento significativo del rendimiento, tanto en el número de frutos por planta como el rendimiento por planta, peso de raíces y vigor de la planta. Además, los resultados se confirman al compararlo con otros cultivos de sandía de la zona. Realizada en Colombia.
- **Reche, J. (1994)**, Obtuvo resultados al aplicar ácidos húmicos en el cultivo de sandía al momento de la siembra al 2% , mejorando el rendimiento en 12% a comparación del testigo.

- **Peñañiel y Donoso, (2004)**, Mencionan en la investigación realizada sobre “Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) obtuvieron las siguientes concluyó en base al rendimiento en Kg/planta que no hubo diferencias estadísticas entre estos tratamientos y el testigo, a pesar que el tratamiento 4 logró el mejor peso en la 1er cosecha con un peso promedio de 321.1 gr.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en el lote N° 336 - Lateral 4 - Irrigación La Cano, que se encuentra ubicado en el Distrito La Joya y Departamento de Arequipa. Esta Irrigación se encuentra entre 16° 33'57" Latitud sur, 71° 56'34" Longitud Oeste y a una altura promedio de 1270 m.s.n.m.

3.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO

El trabajo experimental se instaló en octubre 2012, se efectuaron tres cosechas, siendo la primera cosecha el 20 de Diciembre del 2012, la segunda el 28 de Diciembre del mismo año y la última cosecha la cosecha el 7 de Enero del 2013, con lo que se culminó la investigación.

3.3. HISTORIA DEL CAMPO

Fue cultivado durante cuatro años con el cultivo de alfalfa de la variedad Mohapa, luego cultivo de tuna para la producción de cochinilla por tres años y por último maíz forrajero, para luego dejar en barbecho por un lapso de 4 meses, antes de la preparación para el experimento.

3.4. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

En general, el clima que tiene esta zona es característica de la Costa Peruana, donde la presencia de la Cordillera Occidental de los Andes, la corriente Peruana de Humboldt y el Anticiclón del Sur, son la escasa o nula precipitación, haciendo de esta área tenga un clima sub-tropical desértico.

**CUADRO N °2 Datos climáticos durante el desarrollo de la investigación.
“Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”**

Meses	Temperatura (°C) Max (°C)	Temperatura (°C) Min (°C)	Temperatura (°C) media
Octubre - 2012	28.01	8.87	18.44
Noviembre - 2012	28.50	9.35	18.93
Diciembre - 2012	27.97	12.52	20.25
Enero-2012	28.35	13.54	20.95

Fuente: SENAMHI. 2012-2013

3.5. RECURSO SUELO

Los suelos de las pampas de la Joya Nueva, que comprende las Irrigaciones de San Camilo, San Isidro y La Cano, se han formado por aluviones de origen reciente que descansan en conglomerados y arenisca tipo Moquegua; No han sufrido edafización porque la zona tiene un clima desértico, cálido y seco. Las características de estos suelos están estructuralmente ligadas con naturaleza litológica y mineralógica de los materiales madres; presentan yeso en forma eventual y su superficie es bastante homogénea.

CUADRO N° 3 Análisis del suelo en la investigación. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

	UNIDAD	VALOR
Textura		Arenoso
Materia orgánica	%	1.69
Nitrógeno : C/N	%	0.08
Fosforo: P	Ppm	33.20
Potasio: k	Ppm	307.48
Calcio: Ca	%	0.81
C.E	Ds/m extr	0.46
PH	EXTR.1:2:5	8.18

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y semillas INIA - EEA - AREQUIPA

Los resultados del análisis nos indica que es un suelo con reacción moderadamente alcalina en pH, no salino en conductividad eléctrica, bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno, alto en fosforo y potasio respectivamente.

3.6. RECURSO HIDRICO

La Irrigación La Cano se abastece de agua proveniente de las filtraciones de la Irrigación La Joya Antigua, que son captadas en la “Cabecera” del valle de vitor a la altura del lugar denominado “cuesta de gallinazos”, que debido a su salinidad se mezcla con agua provenientes del Rio Chili (Canal Madre La Joya Antigua – Ampliación La Joya), con una derivación que nace del canal que abastece a la Irrigación San Isidro.

CUADRO N° 4 Análisis del Agua en la investigación. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

	UNIDAD	VALOR
Sodio (Na)	meq/l	4.239
Potasio (k)	meq/l	0.385
Magnesio (Mg)	meq/l	1.500
Calcio (Ca)	meq/l	3.500
Cloruros (Cl)	meq/l	3.750
Sulfatos (SO ₄)	meq/l	3.739
Carbonatos (CO ₃)	meq/l	0.000
Bicarbonatos (HC)	meq/l	1.667
C.E	Ms/cm	1.12
P.H		7.75

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y semillas INIA - EEA - AREQUIPA

Según la clasificación de Riverside es un agua de clase C3 - S1 agua de salinidad ligeramente alta, que se puede utilizar para riego de cultivos en suelos de bien drenaje (suelos livianos), utilizando cultivos tolerantes a la salinidad; agua con baja concentración de sodio.

3.7. SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego utilizado para esta investigación fue gravedad, con distanciamiento entre riego y riego de 5 días.

3.8. SUSTANCIAS HÚMICAS

Se utilizó el producto comercial HUMICEL, al 25%. Es una enmienda constituida por ácidos Húmicos al 16% y fúlvicos al 9%, totalmente líquida y extraído de LEORNADITA natural.

3.9. MICROORGANISMOS EFICIENTES

Se utilizó el producto comercial EM COMPOST[®] que es una combinación de 80 tipos de microorganismos benéficos de origen natural de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura.

3.10. MATERIALES

LABORATORIO

- Cinta métrica
- Balanza
- Refractómetro

ENMIENDAS

- EM COMPOST[®]
- HUMICEL

MATERIAL BOTANICO

- Semilla de sandía *Citrullus lanatus* Var.. Peacock Improved

OTROS

- Cámara fotográfica
- Carpeta de campo
- Bolígrafos

FOTOGRAFÍA N° 1 Material botánico de sandía. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



3.11. METODOLOGÍA

3.11.1. Componentes en Estudio

- Sustancias húmicas
- Microorganismos eficaces
- Cultivo de sandía Var. Peacock Improved

3.11.2. Factores y niveles

Factor M : Microorganismos eficaces.

Niveles:

M 0 = (Sin microorganismos eficaces)

M 1 = (Con microorganismo eficaces)

Factor H: Sustancias húmicas.

Niveles:

H 0 = (Sin sustancias húmicas)

H 1 = (Con sustancias húmicas)

CUADRO N° 5 Combinaciones de los factores, tratamientos y bloques. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

Factor M	Factor H	Tratamiento
M 0	H 0	T 1
	H 1	T 2
M 1	H 0	T 3
	H 1	T 4

T1: no se aplicó ningún tipo de enmienda

T2: 10 litros de solución húmica al 6%

T3: 10 litros de solución de microorganismos eficaces al 4%

T4: 20 litros en total, 10 litros de solución húmica al 6% mas 10 litros de solución de microorganismos eficaces al 4% .

3.12. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar con Arreglo Factorial 2x2, con dos factores en estudio, con un total de cuatro combinaciones y cuatro repeticiones, haciendo un total de dieciséis unidades experimentales.

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) en el paquete estadístico INFOSTAT, así como también para el ANVA de los efectos simples y la prueba de Tuckey al 5% para las diferentes evaluaciones.

3.13. DIMENSIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Unidades experimentales

Número de unidades experimentales: 16

Largo : 10 m

Ancho : 5 m

Área : 50m^2

Bloque experimental

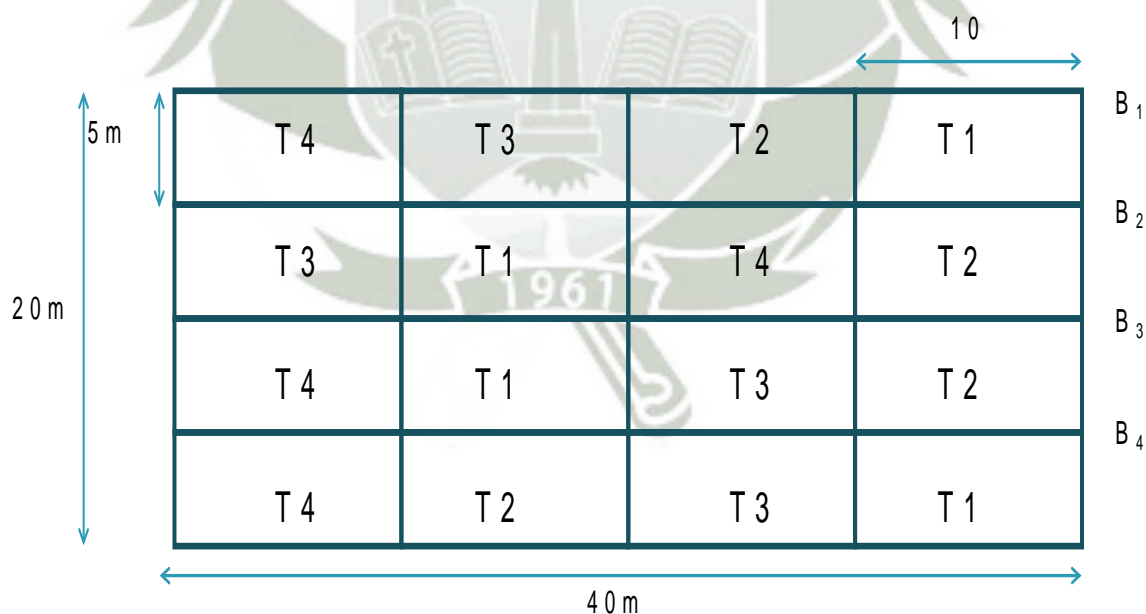
Largo : 40 m

Ancho : 5 m

Área neta : 200m^2

Área total del experimento : 800m^2

GRÁFICO N° 1 Croquis del experimento. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



Unidad experimental

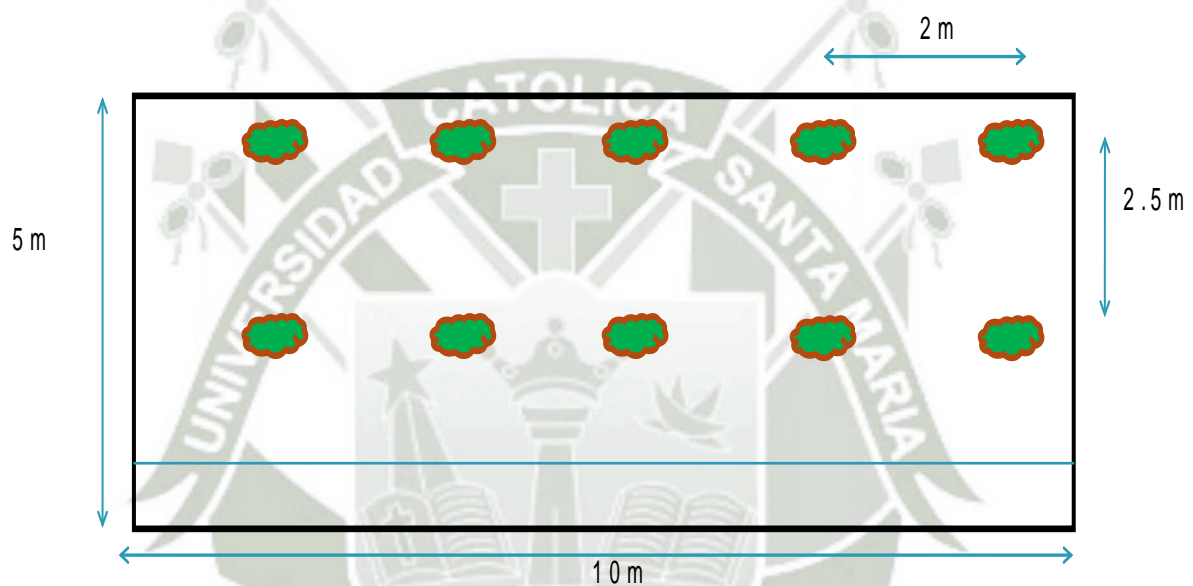
Distanciamiento entre plantas: 2m

Distanciamiento entre filas: 2.5m

Plantas por golpe 2

N° de plantas /unidad experimental: 20 plantas

GRÁFICO N° 2 Croquis de la unidad experimental. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



3.14. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

3.14.1. Preparación distribución de las enmiendas

a) Sustancias húmicas

Para el experimento se determinó un área 400m^2 en la que se aplicó el producto comercial HUMICEL, calculando el volumen, realizando una regla de tres simple donde:

$$\text{HUMICEL PARA } 400\text{m}^2 = \frac{6\text{lt de HUMICEL}}{1\text{Ha}} \times 400\text{m}^2$$

$$= \frac{6\text{lt de HUMICEL}}{10000\text{m}^2} \times 400\text{m}^2$$

$HUMICEL PARA 400m^2 = 0.24 \text{ litros En } 40 \text{ litros.}$

Se preparó una solución de 40 litros al 6% de Sustancias Húmicas.

El volumen para cada punto de siembra se calculó el volumen de la solución (40 lt) entre el número de puntos de siembra con aplicación de Sustancias húmicas (160). Haciendo un total de 250 ml de solución por punto de siembra.

En el Cuadro N° 06, se muestra la distribución de la solución de 40 litros al 6% de HUMICEL, para los tratamientos T2 y T4.

CUADRO N° 6 Distribución y volúmenes, de la solución de 40 litros al 6% de HUMICEL, para los tratamientos T2 y T4. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

Tratamiento	Solución total al 6% (Lt)	Solución correspondiente para cada tratamiento	1ra aplicación (lt)	2da aplicación (lt)	Dosis para cada punto de siembra (ml)
T2	40	20	10	10	250
T4		20	10	10	250

b) Microorganismos eficaces

Se utilizó la cantidad recomendada por el producto, siendo 40 Lt por ha de EM•COMPOST® Activado en dos aplicaciones.

El producto EM•COMPOST® requiere ser activar para su aplicación.

Para activar:

Se usó la proporción de una (1) parte de EM•COMPOST® (5%) para una (1) parte de melaza (5%) de caña o azúcar para dieciocho (18) partes de agua

(90%) limpia (sin cloro), así, 1 litro de EM•1® le rendirá 20 litros de EM•COMPOTS®-Activado para aplicación. Dejando reposar la solución por 6 días para su aplicación.

La cantidad de EM•COMPOTS®-Activado para 400m² se calculó median una regla de tres simple, como se muestra a continuación:

$$EM \text{ activado para } 400m^2 = \frac{40 \text{ Lt de EM Activado} \times 400m^2}{10000m^2}$$

$$EM \text{ activado para } 400m^2 = 1.6 \text{ Lt}$$

Para preparar 1.6 Lt de EM activado se requiere 0.08Lt de EM•COMPÒST® sin activar más 0.08 melaza.

El volumen para cada punto de siembra se calculó del volumen de la solución (40 lt) entre el número de puntos de siembra con aplicación de Microorganismos Eficaces (160). Haciendo un total de 250 ml de solución por punto de siembra

CUADRO N° 7 Muestra la distribución y volumen, de la solución de 40 litros al 4% de EM•COMPOST activado, para los tratamientos T3 y T4. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Microorganismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

Tratamientos	Solución total al 4% (Lt)	Solución correspondiente para cada tratamiento (Lt)	1ra aplicación (Lt)	2da aplicación (Lt)	Dosis para cada punto de siembra (ml)
T3	40	20	10	10	250
T4		20	10	10	250

3.14.2. Aplicación de sustancias húmicas y microorganismos eficaces

- a) **Para el tratamiento T1 (H0 + M0):** No se realizó ninguna aplicación.
- b) **Para el tratamiento T2 (H1 + M0):** Se realizó dos aplicaciones, una en la siembra y otra a los 40 dds. Para la primera aplicación se incorporó los 10 litros de la solución de 20 litros correspondientes para este tratamiento, los restantes 10 litros de la solución de sustancias húmicas, se aplicó a los 40 dds, coincidiendo con el inicio de floración femenina del cultivo de sandía. Las dos aplicaciones se realizaron inmediatamente después de un riego siendo para la primera aplicación en derecho a cada punto de siembra y la segunda aplicación se realizó de forma circular con un radio de 20 a 25 cm distante del punto de siembra.
- c) **Para el tratamiento T3 (H0 + M1):** Se realizó en dos momentos la aplicación de la solución EM • COMPOST activado para este tratamiento, siendo la primera en la siembra, incorporando 10 litros de la solución de 20 litros asignado para este tratamiento.

Los restantes 10 litros de la solución de EM • COMPOST activado, también se aplicó de la misma manera descrita para el tratamiento T2. Las dos aplicaciones se realizaron inmediatamente después de un riego, siendo para la primera aplicación en derecho a cada punto de siembra y la segunda aplicación se realizó de forma circular con un radio de 20 a 25cm distante del punto de siembra

- d) **Para el tratamiento T4 (H1 + M1):**

Para este tratamiento se realizó la aplicación en dos momentos al igual que los tratamientos T2 y T3, en la siembra y a los 40 dds. Se realizó una combinación para la primera aplicación, en derecho en relación de 10 litros de la solución de sustancias húmicas más los 10 litros de la solución de EM • COMPOST activado. La incorporación

de la solución se realizó de misma forma que los anteriores tratamientos.

La aplicación de las soluciones en la segunda oportunidad a los 40dds. Se mezcló los 10 litros de la solución de sustancias húmicas más los 10 litros de la solución de EM•COMPOST activado restantes. Incorporando de la misma manera que los anteriores tratamientos para la segunda incorporación. Completando de esta manera el 100% de las dosis recomendadas por los productos comerciales usadas.

3.14.3. Preparación del terreno

Se aplicó riego varios riegos gravitacionales con el propósito de descomponer el estiércol incorporado así como también de matar larvas y promover la germinación de las semillas de malezas para su posterior eliminación en el proceso luego de 30 días, se procedió a remover el terreno y cuando este se encontraba en capacidad de campo se roturo el área del experimento y finalmente se procedió a la nivelación y demarcación de las camas MEDIANTE SURCOS.

Para identificar las unidades experimentales, se emplearon estacas y rafia. Se marcó el campo delimitando la longitud de camas y el espacio entre cada una de ellas.

3.14.4. Fertilización y abonamiento

Para el abonamiento se utilizó estiércol de vacuno descompuesto a razón de 25 toneladas por ha, siendo este echado al suelo mediante montículos, para posteriormente ser esparcido con un tractor para posteriormente ser removido el área en experimentación.

Para la fertilización se consideró lo recomendado por Locascio et al. (1970) citado en la bibliografía "Horticultura herbácea especial" para suelos arenosos, y tomando en consideración de análisis de suelo, donde se tiene un deficiente contenido de N y un contenido de P y K alto, por lo

que se utilizó la fertilización de “160-80-140” por kg/Ha, para un rendimiento esperado de 20Tn/ha. Hay que recalcar que para estas dosis, no se está tomando en cuenta el aporte de N - P - K por parte de abonado.

Se aplicó en la fertilización de fondo de surco el total de P₂O₅ y K₂O, y 1/3 parte de N, 1/3 de N a inicio de floración femenina, y por último en la primera cosecha. En el Cuadro No 08 se muestra los productos comerciales y la cantidad usada.

CUADRO N° 8 Productos comerciales y las cantidades usadas para 800 m² de fertilizantes para cubrir la dosis de 12.8 - 6.4 - 11.2 en el cultivo de sandía. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

Elemento	Momentos de aplicación	De fondo		Inicio de floración		Primera cosecha		Total de unidades de N-P ₂ O ₄ -K ₂ O
		Fertilizantes usado	Kg	Und	Kg	Und	Kg	Und
N	Nitrato de Amonio (34-0-0)	5	1.76	0	0	0	0	12.5
	Urea(46-0-0)	0	0	9	4.14	9	4.14	
	Fosfato diamónico (18-46-0)	14	2.5	0	0	0	0	
P ₂ O ₅			6.4	0	0	0	0	6.4
K ₂ O	Sulfato de potasio(0-0-50)	22	11	0	0	0	0	11
Total aplicado de fertilizante Kg Nitrato de amonio, urea - Fosfato diamico - Sulfato de potasio		5-14-22		9-0-0		9-0-0		

3.15. MANEJO DEL CULTIVO

3.15.1. Siembra

La siembra fue directa, donde se colocaron 3 semillas por hoyo separadas por 2 cm a un distanciamiento de 2 metros, previamente las semillas se remojo en agua 12 horas antes.

3.15.2. Desahijé

El primer desahijé se realizó a los 10 días de la siembra y la segunda a los 7 días después del primer aclareo, se retiraron las plántulas más pequeñas y débiles, en el segundo aclareo se cortaron las plántulas para evitar dañar a las plantas con mejor performance, quedando 2 plántulas por punto.

FOTOGRAFÍA N° 2 Aclareo quedando 2 plántulas por golpe. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



3.15.3. Eliminación de frutos defectuoso

Se eliminó los frutos que presentaron alguna anomalía, como o rajado, pudrición.

FOTOGRAFÍA N° 3 Eliminación de frutos que presentaron rajado. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



FOTOGRAFÍA N° 4 Eliminación de frutos con anomalías. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano Arequipa 2012”



3.15.4. Escardas y aporcado

Se realizó manualmente con ayuda de una pala con el fin de eliminar las malezas y remover la tierra alrededor de las plántulas.

FOTOGRAFÍA N° 5 Remoción de tierra y aporcado. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



3.15.5. Riego

El riego se realizó cada 5 días siendo este riego mediante riego por gravedad.

FOTOGRAFÍA N° 6 Riego del campo experimental. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



3.15.6. Cosecha

La cosecha se inició a los 80 días después de la siembra. Realizando un total de tres cosechas, la primera el 20 de Diciembre, la segunda el 28 de Diciembre y la última el 07 de Enero del 2013.

Para la determinación de madurez de los frutos de sandía, se consideró las siguientes características indicadoras de madures.

- El zarcillo existente junto al pedúnculo debe estar completamente seco.
- La parte inferior del furo ha adquirido un tono amarillo.
- El sonido que produce un ligero golpeteo en el fruto es sordo.

3.15.7. Control fitosanitario

Se realizaron supervisiones semanales para detectar la presencia de plagas y/o Enfermedades.

Las plagas que se presentaron durante la ejecución de la investigación fueron:

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)
- Araña roja (*Tetranychus spp.*)
- Orugas (*Spodoptera exigua*)

Para las cuales se realizó una aplicación preventiva a los 30 dds, con el insecticida de nombre comercial PERFEKTHION S, con ingrediente activo DIMETOATO, para ácaros como "*Tetranychus sp.*"

Se aplicó un insecticida sistémico a los 45 y 60 dds, por la presencia insectos chupadores "*Bemisia tabasi*" con el insecticida de nombre comercial LANCER® con ingrediente activo IMIDACLOPRID.

Se realizaron aplicaciones para gusanos comedores de frutos y hojas barrenadores (*Spodoptera exigua*) a los 65 dds y el insecticida de nombre comercial TIFON, con el ingrediente activo CLORPIRIFOS.

Las enfermedades que se identificaron durante la ejecución de la investigación fueron:

- Mildiú (*Pseudoperonospora cubensis*)
- Oidium (*Erysiphe cichoracearum P*)

Para su control se realizó una primera aplicación preventiva a los 35 dds y dos curativas a los 50 y 57 dds con un fungicida azufrado de nombre comercial SULFO 80PM para mildiu y oídium.

3.16. EVALUACIONES REALIZADAS

Para realizar la toma de datos correspondientes a las evaluaciones de rendimiento y calidad, se realizó inmediatamente tras la recolección, se contaron los frutos totales de cada una de las unidades experimentales.

A continuación se las coloco el total de sandía recolectadas y contabilizadas, en un ambiente protegido del sol, con su debida identificación, realizándose allí la

toma de datos de peso y análisis de calidad externo (medidas longitudinales y ecuatoriales).

Posteriormente se seleccionaron 5 sandías al azar de cada unidad experimental para realizar el análisis de la calidad interna, mediante la apertura del fruto. Hay que recalcar que lo descrito se realizó en cada cosecha, realizándose un total de tres cosechas.

Las evaluaciones realizadas y sometidas a estudio, son los siguientes.

3.16.1. Evaluaciones para el rendimiento del cultivo (K g/ha).

Para esta evaluación se tuvo tres componentes de rendimiento:

3.16.1.1. Número de frutos cosechados totales.

Para el número de frutos acumulado se realizó en relación de “número de frutos cosechados por metro cuadrado”, se contó el total de frutos por cada cosecha por unidad experimental.

3.16.1.2. Peso medio del fruto.

Para poder evaluar el componente de Peso medio de fruto, se tomó el peso con una balanza electrónica que presentaba una sensibilidad de 2 g y cuyo peso máximo era de 50 kg.

3.16.1.3. Rendimiento (kg/ha)

Para poder evaluar el componente de “rendimiento kilogramos por ha” se pesó el rendimiento total por cada unidad experimental.

FOTOGRAFÍA N° 7 **Peso de frutos (kg). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”**



3.16.2. Evaluaciones para la calidad del fruto

3.16.2.1. Perímetro longitudinal (cm)

Para el análisis se tomaron las sandías antes pesadas, y con una cinta métrica convencional se tomaron medidas del perímetro longitudinal (cm).

FOTOGRAFÍA N° 8 Toma de medidas longitudinales (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



3.16.2.2. Perímetro ecuatorial (cm).

Para el análisis se tomaron las sandías antes pesadas, y con una cinta métrica convencional se tomaron medidas del perímetro ecuatorial en centímetros.

FOTOGRAFÍA N° 9 Toma de medidas ecuatorial (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano -Arequipa 2012”

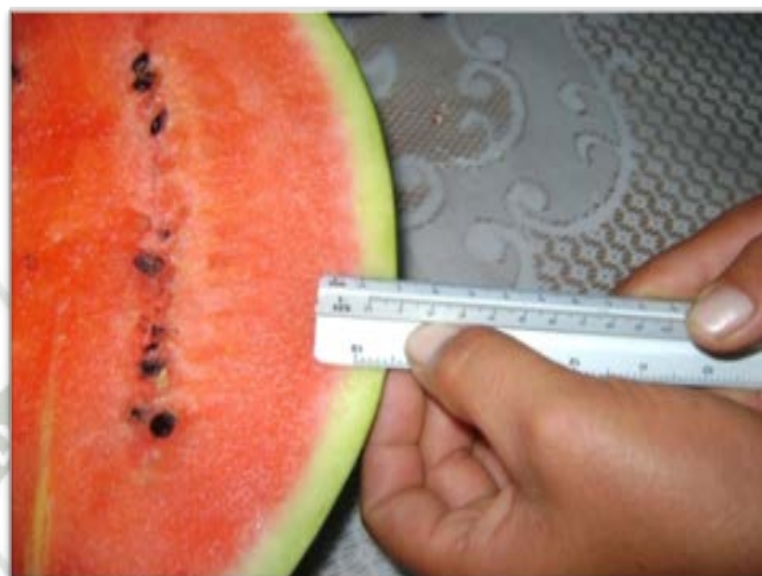


3.16.2.3. Espesor de la corteza (mm).

Se seleccionaron 5 sandías al azar de cada unidad experimental para la toma de datos.

Para la medida del parámetro se realizó un corte transversalmente al fruto, luego se realizó la medición de espesor de la corteza (mm) se realizó mediante el uso de un escalímetro, con una sensibilidad de 0.01 mm. Se tomaron dos medidas por fruto. Uno por cada lado longitudinal.

FOTOGRAFÍA N° 10 Toma de medidas del espesor de la corteza (mm).
“Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



3.16.2.4. Contenido de sólidos solubles.

Para el contenido de sólidos solubles (° Brix) se realizó mediante el uso de un refractómetro, que mide Brix entre 0-35 % y tiene una sensibilidad de 0.2, colocando en el refractómetro unas gotas del jugo de la pulpa de la sandía. La gota de jugo se tomó de la parte central del fruto.

FOTOGRAFÍA N° 11 Contenido de grados brix. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



IV. RESULTADOS

4.1. Resultados para el rendimiento

4.1.1. Número de frutos cosechados/ha.

Los datos registrados para esta evaluación se muestran en el Anexo N° 1. El Cuadro N° 9, nos muestra el análisis de varianza (ANVA) para el número de frutos cosechados/ha, con un nivel de significancia del 0.05.

CUADRO N° 9 ANVA para el número de frutos cosechados/ha. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

FUENTE DE VARIBILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
Bloque	3	0.019	0.006	1.057	3.863	NS
Sustancias Húmicas (H)	1	0.001	0.001	0.208	5.117	NS
Microorganismos eficaces (M)	1	0.000	0.000	0.038	5.117	NS
(H*M)	1	0.000	0.000	0.038	5.117	NS
Error	9	0.053	0.006			
Total	15	0.073				

C.V. 12.66%

En el ANVA, nos indica que no hay diferencias significativas para los factores principales factor H (Sustancias húmicas) y factor M (Microorganismos eficaces), así como también para la interacción (H x M), siendo el número de frutos cosechados para cada tratamiento los siguientes:

T1: 6050 frutos cosechados/ha (Sin Sustancias Húmicas H0 + sin microorganismos eficaces M0)

T2: 6150 frutos cosechados/ha. (Con Sustancias Húmicas H1 + M0)

T3: 5900 frutos cosechados/ha. (H0 + Con Microorganismos Eficaces M1)

T4: 6150 frutos cosechados/ha. (H1 + M1)

4.1.2. Peso medio del fruto.

Los datos registrados para esta evaluación se muestran en el Anexo N° 2. En el Cuadro N°10, nos muestra el análisis de varianza (ANVA) para el peso medio del fruto, con un nivel de significancia del 0.05.

CUADRO N° 10 ANVA para el peso medio del fruto. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

FUENTE DE VARIBILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
Bloque	3	0.398	0.133	5.154	3.863	*
Sustancias Húmicas (H)	1	1.749	1.749	67.965	5.117	**
Microorganismos eficaces (M)	1	1.736	1.736	67.452	5.117	**
H * M	1	0.205	0.205	7.957	5.117	*
Error	9	0.232	0.026			
Total	15	4.319				

C.V. 4.43%

En el ANVA, nos indica que hay diferencias significativas para los factores principales factor H (Sustancias húmicas) y factor M (Microorganismos eficaces), así como también para la interacción (H x M), por lo que se procederá con la prueba de Tuckey para los efectos simples.

CUADRO N° 11 Prueba de Tuckey para el peso medio del fruto (kg). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

• Efectos simples

H en M			
M	H	MEDIA (kg)	
M 0	H 1	3.51	a
	H 0	3.07	b
M 1	H 1	4.39	a
	H 0	3.50	b

M en H			
H	M	MEDIA (kg)	
H 0	M 1	3.50	a
	M 0	3.07	b
H 1	M 1	4.39	a
	M 0	3.51	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Para los efectos simples de H en M, se presenta diferencias significativas en las interacciones del factor H en M 0, donde H 1 en M 0 representan el efecto principal siendo estadísticamente superior al testigo (H 0 en M 0) y para el factor H en M 1, H 1 es estadísticamente superior a H 0, siendo la interacción H 1 en M 1 el que mejor peso registra para todas las interacciones.

En los efectos simples de M en H, se presenta diferencias significativas en las interacciones del factor M en H 0, donde M 1 en H 0 representan el efecto principal siendo estadísticamente superior al testigo (M 0 en H 0) y para el factor M en H 1, M 1 es estadísticamente superior a M 0.

GRÁFICO N° 3 Interacciones H x M para el peso medio del fruto (kg). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

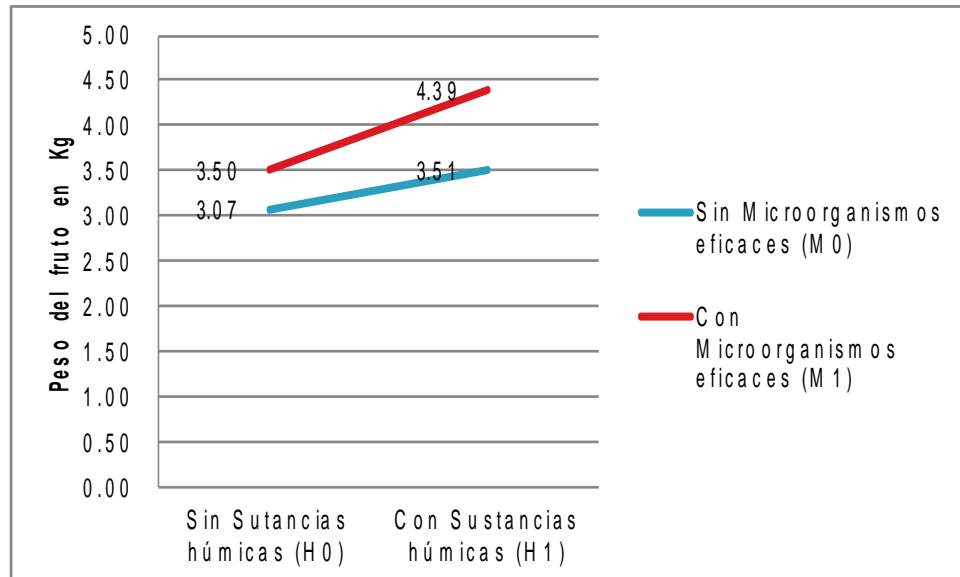
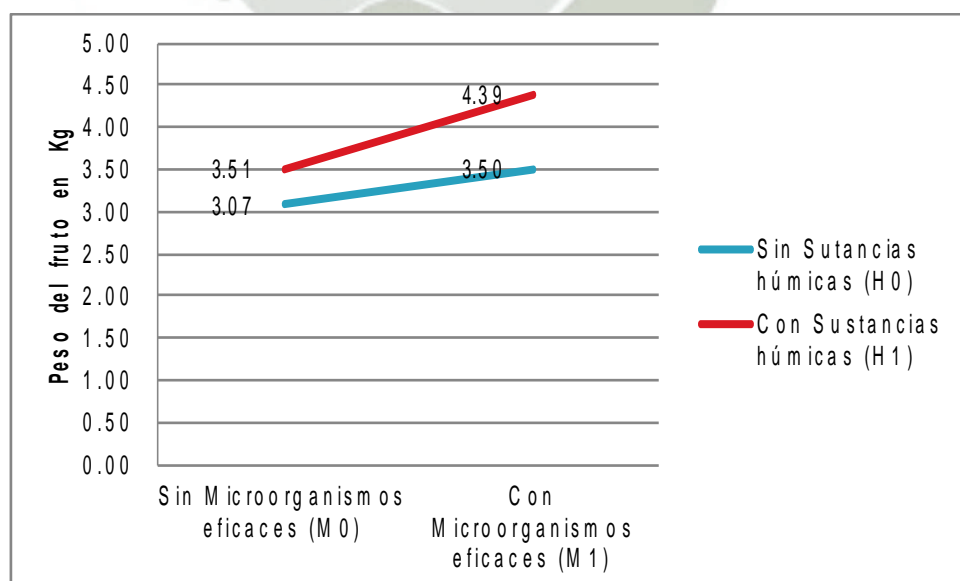


GRÁFICO N° 4 Interacciones M x H para el peso medio del fruto (kg). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



4.1.3. Rendimiento (kg/ha)

Los datos registrados para esta evaluación se muestran en el Anexo N° 3. En el Cuadro N° 12 nos muestra el análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento en Kg/ha, con un nivel de significancia del 0.05

CUADRO N° 12 ANVA para el rendimiento en kg/ha. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

FUENTE DE VARIBILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG.
Bloque	3	81127361.00	27042453.67	3.34	3.863	NS
Sustancias Húmicas (H)	1	87198244.00	87198244.00	10.78	5.117	*
Microorganismos eficaces (M)	1	58982400.00	58982400.00	7.29	5.117	*
(H*M)	1	13741849.00	13741849.00	1.70	5.117	NS
Error	9	72807369.00	8089707.67			
Total	15	313857223.00				

C.V. 12.93%

En el ANVA, nos indica que hay diferencias significativas solo para los factores principales factor H (Sustancias húmicas) y factor M (Microorganismos eficaces), no siendo así para la interacción (H x M), por lo que se procederá con la prueba de Tuckey para los efectos principales.

CUADRO N° 13 Prueba de Tuckey para el Rendimiento en Kg/ha. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

- Efectos principales.

Sustancias Húmicas		
H	MEDIAS Kg/ha	
H1	24328.25	a
H0	19659.25	b

Microorganismos eficaces		
M	MEDIAS Kg/ha	
M1	23913.75	a
M0	20073.75	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Efectos principales: para el factor H, la que fue aplicada con Sustancias húmicas H1 es estadísticamente superior al que no fue tratada con Sustancias Húmicas (H0) , En el factor M, el nivel M1 es estadísticamente superior al nivel M0.

GRÁFICO N° 5 Rendimiento en Kg/ha del factor H. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

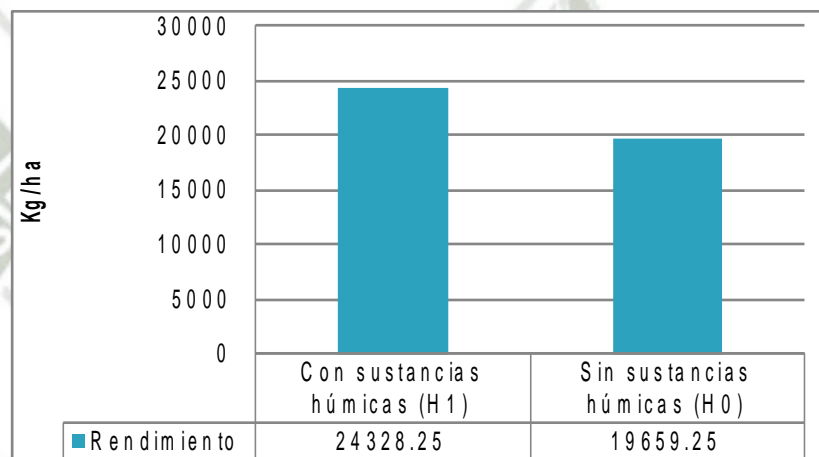
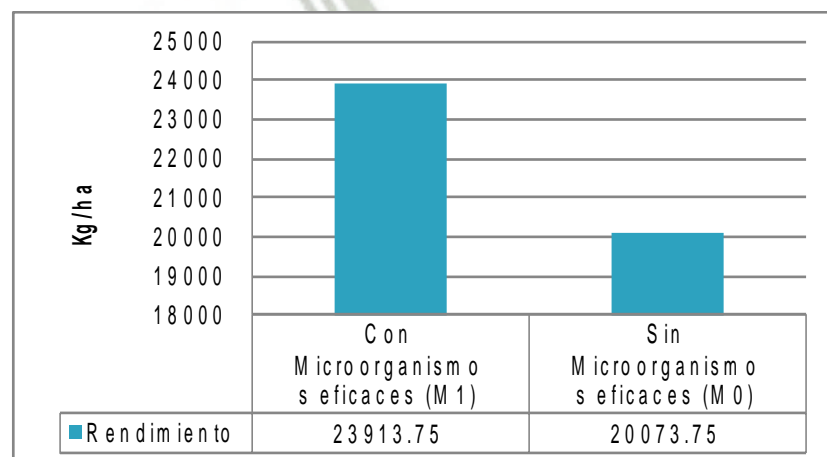


GRÁFICO N° 6 Rendimiento en Kg/ha del factor M. “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



4.2. Resultados para la calidad de fruto.

4.2.1. Perímetro longitudinal (cm)

Los datos registrados para esta evaluación se muestran en el Anexo 4.

El Cuadro N°14 nos muestra el análisis de varianza (ANVA) para el perímetro longitudinal (cm), con un nivel de significancia del 0,05.

CUADRO N° 14 ANVA para el perímetro longitudinal (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

FUENTE DE VARIBILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
Bloque	3	27.59	9.20	2.41	3.863	NS
Sustancias Húmicas (H)	1	59.50	59.50	15.56	5.117	*
Microorganismos eficaces (M)	1	95.21	95.21	24.90	5.117	*
H*M)	1	5.53	5.53	1.45	5.117	NS
Error	9	34.41	3.82			
Total	15	222.24				

C.V. 2.92%

En el ANVA, nos indica que hay diferencias significativas solo para los factores principales factor H (Sustancias húmicas) y factor M (Microorganismos eficaces), no siendo así para la interacción (H x M), por lo que se procederá con la prueba de Tuckey para los efectos principales.

CUADRO N° 15 Prueba de Tuckey para el Perímetro Longitudinal (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

• **Efectos principales.**

Sustancias Húmicas		
H	Medias (cm)	
H 1	68.81	a
H 0	64.96	b

Microorganismos Eficaces		
M	Medias (cm)	
M 1	69.32	a
M 0	64.45	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Efectos principales:

Para el factor H, los tratamientos que fueron aplicadas con Sustancias Húmicas H 1 es estadísticamente superior al que no fue tratada con Sustancias Húmicas (H 0).

En el factor M, los tratamientos que fueron aplicados con microorganismos eficaces M 1, es estadísticamente superior a los tratamientos que no fueron tratadas (M 0).

G R Á F I C O N ° 7 Perímetro longitudinal del factor H (Sustancias Húmicas). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), (en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

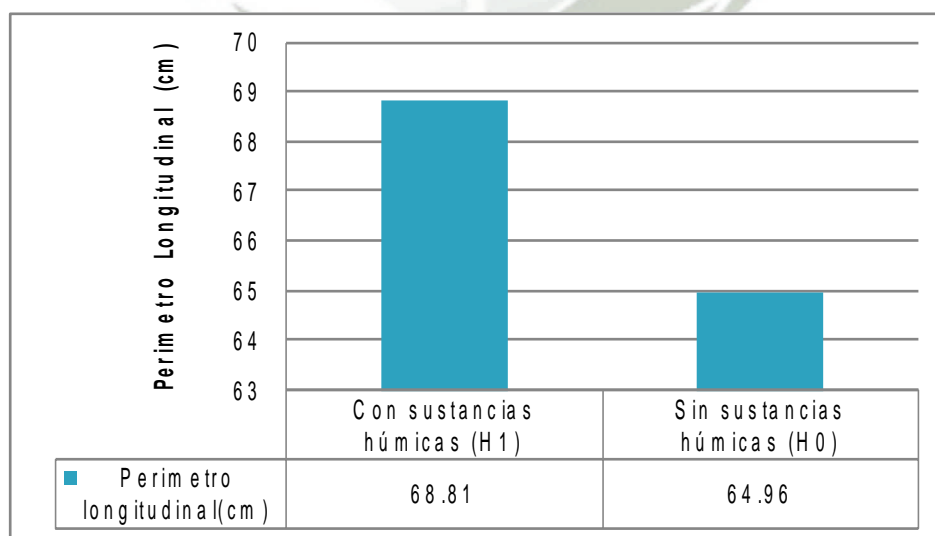
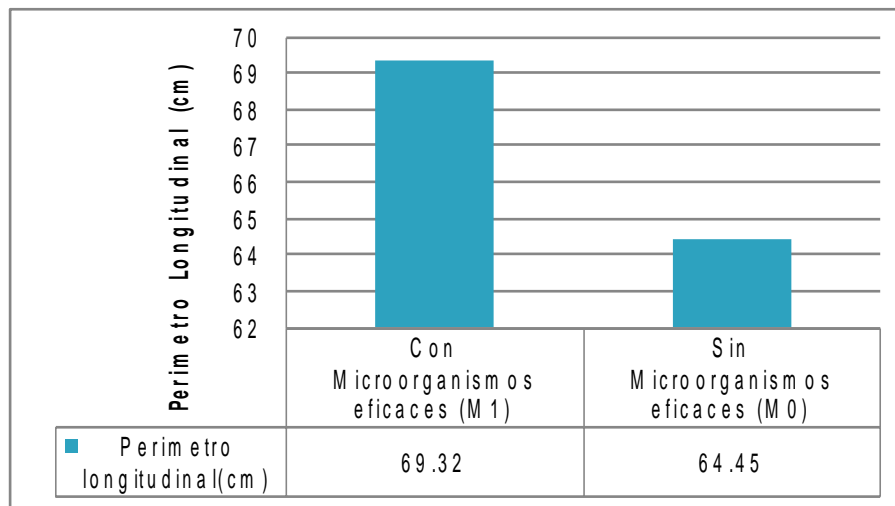


GRÁFICO N° 8 Perímetro longitudinal del factor M (Microorganismos eficaces).
“Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



4.2.2. Perímetro ecuatorial (cm)

Los datos registrados para esta evaluación se muestran en el Anexo N° 5. En el Cuadro N° 16 nos muestra el análisis de varianza (ANVA) para el perímetro ecuatorial (cm), con un nivel de significancia del 0.05.

CUADRO N° 16 ANVA para el perímetro ecuatorial (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

FUENTE DE VARIBILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
Bloque	3	14.95	4.98	3.44	3.863	NS
Sustancias Húmicas (H)	1	77.13	77.13	53.21	5.117	**
Microorganismos eficaces (M)	1	2.40	2.40	1.66	5.117	NS
(H * M)	1	4.26	4.26	2.94	5.117	NS
Error	9	13.04	1.45			
Total	15	111.80				

C.V. 2.16%

En el ANVA, nos indica que hay diferencias significativas solo para el factor principal H (Sustancias húmicas) no siendo así para el factor principal M (Microorganismos eficaces) y para la interacción (H x M), por lo que se procederá con la prueba de Tuckey para el efecto principal del factor H.

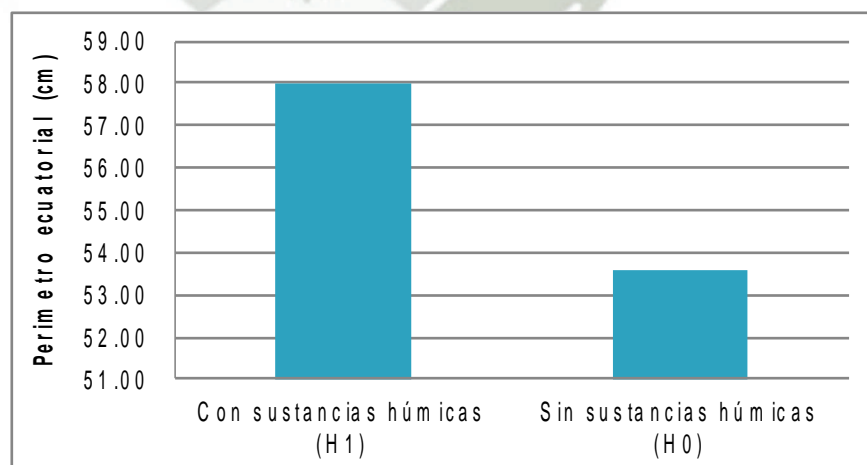
CUADRO N° 17 Prueba de Tuckey para el Perímetro ecuatorial (cm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

- Efectos principales.

Sustancias Húmicas		
H	Medias (cm)	
H1	58.00	a
H0	53.61	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

GRÁFICO N° 9 Perímetro ecuatorial del factor H (Sustancias Húmicas). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



4.2.3. Espesor de la corteza (mm)

Los datos registrados para esta evaluación se muestran en el Anexo N° 6. Los datos registrados para esta evaluación se muestran en el Cuadro N° 18 nos muestra el análisis de varianza (ANVA) para el espesor de corteza, con un nivel de significancia del 0.05.

CUADRO N° 18 ANVA para el espesor de corteza (mm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

FUENTE DE VARIBILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
Bloque	3	0.311	0.104	0.836	3.863	NS
Sustancias Húmicas (H)	1	1.932	1.932	15.554	5.117	**
Microorganismos eficaces (M)	1	0.449	0.449	3.614	5.117	NS
(H * M)	1	0.086	0.086	0.693	5.117	NS
Error	9	1.118	0.124			
Total	15	3.896				

C.V. 3,1%

En el ANVA, nos indica que hay diferencias significativas solo para el factor principal H (Sustancias húmicas) no siendo así para el factor principal M (Microorganismos eficaces) y para la interacción (H x M), por lo que se procederá con la prueba de Tuckey para el efecto principal del factor H.

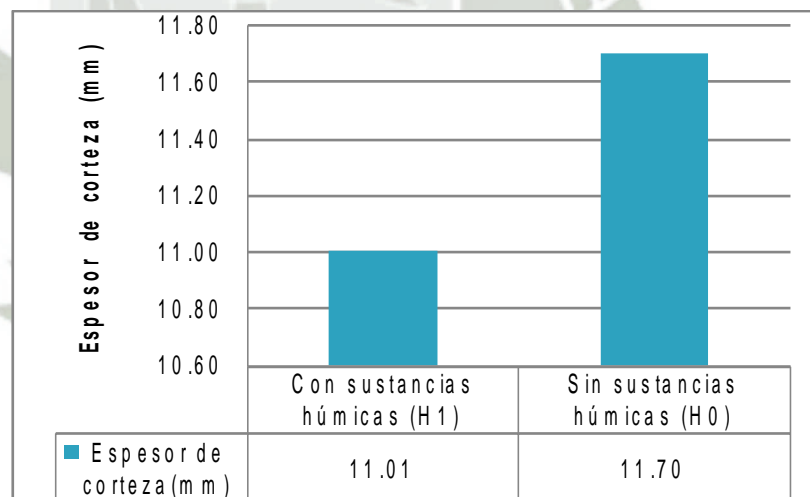
CUADRO N° 19 Prueba de Tuckey para espesor de corteza (mm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

▪ **Efectos principales**

Sustancias Húmicas		
H	Medias	
H1	11.01	a
H0	11.70	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

GRÁFICO N° 10 Espesor de corteza del factor H Sustancias Húmicas (mm). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



4.2.4. Sólidos solubles (°Brix)

Los datos registrados para esta evaluación se muestran en el Anexo N° 7. En el Cuadro N° 20 nos muestra el análisis de varianza (ANVA) para el contenido de Sólidos Solubles (°Brix), con un nivel de significancia del 0.05.

CUADRO N° 20 ANVA para Sólidos Soluble (°Brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

FUENTE DE VARIBILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
Bloque	3	0.056	0.019	0.824	3.863	NS
Sustancias Húmicas (H)	1	1.955	1.955	86.235	5.117	**
Microorganismos eficaces (M)	1	3.127	3.127	137.909	5.117	**
(H * M)	1	0.258	0.258	11.396	5.117	*
Error	9	0.204	0.023			
Total	15	5.601				

C.V. 1.56%

En el ANVA, nos indica que hay diferencias significativas para los factores principales factor H (Sustancias húmicas) y factor M (Microorganismos eficaces), así como también para la interacción (H x M), por lo que se procederá con la prueba de Tuckey para los efectos simples.

CUADRO N° 21 Prueba de Tuckey para el contenido de sólidos solubles (°Brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

H en M			
M	H	MEDIA (Brix°)	
M 0	H 1	9.46	a
	H 0	9.01	b
M 1	H 1	10.6	a
	H 0	9.64	b

M en H			
H	M	MEDIA (Brix°)	
H 0	M 1	9.64	a
	M 0	9.01	b
H 1	M 1	10.6	a
	M 0	9.46	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Para los efectos simples de H en M, se presenta diferencias significativas en las interacciones del factor H en M0, donde H1 en M0 representan el efecto principal siendo estadísticamente superior al que representa al testigo (H0M0) y para el factor H en M1, H1 es estadísticamente superior a H0, siendo la interacción H1 en M1 el que mejor grados °Brix registra para todas las interacciones.

En los efectos simples de M en H, se presenta diferencias significativas en las interacciones del factor M en H0, donde M1 en H0 representan el efecto principal siendo estadísticamente superior al testigo (M0H0) y para el factor M en H1, M1 es estadísticamente superior a M0.

GRÁFICO N° 11 Interacciones H x M para los sólidos solubles (°Brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”

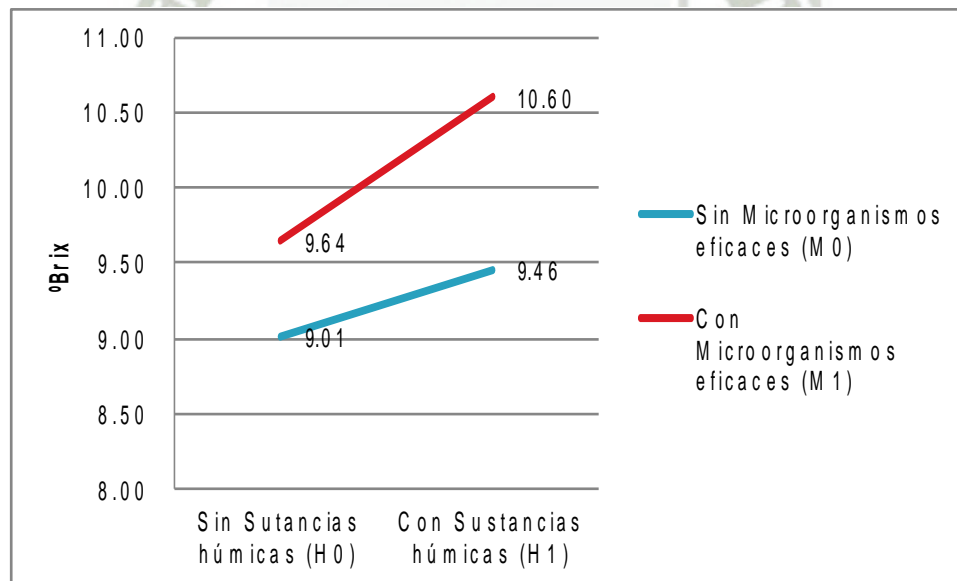
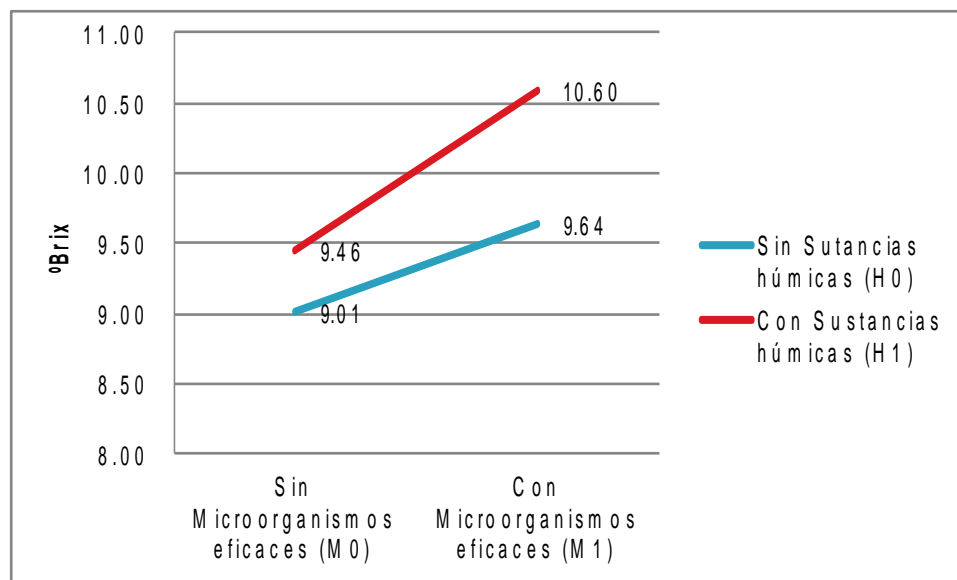


GRÁFICO N° 12 Interacciones M x H para los sólidos solubles (°Brix). “Efectos de la Aplicación de Sustancias Húmicas y Micro-Organismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Cano - Arequipa 2012”



V. DISCUSION

5.1. Para el rendimiento.

5.1.1. Número de frutos cosechados/ha.

No se presentan diferencias significativas para este parámetro de evaluación, siendo igual aplicar o no las Sustancias Húmicas ó Microorganismos eficaces.

5.1.2. Peso medio del fruto.

El peso del fruto está relacionado a la disponibilidad de agua y nutrientes en la que se desarrolló la planta, por lo que la aplicación de Sustancias Húmicas y Microorganismos Eficaces promueve el incremento del peso del fruto, por las cualidades que presentan tales enmiendas, como la de mejorar la capacidad de retención del agua de suelo tal como lo manifiesta **EARTH, 1997**, Para las sustancias húmicas; tienen la propiedad de incrementar la capacidad de retención de humedad del suelo. Y para los Microorganismos eficaces **IDIAF, 2009**, Menciona: Con la aplicación de EM el suelo retiene más agua. Estas afirmaciones coinciden con los resultados obtenidos en la que la aplicación de sustancias Húmicas y Microorganismo eficaces ya sea individualmente o interactuando incrementa el peso medio del fruto que está relacionado a la disponibilidad del agua en la formación del fruto.

Si observamos el ANVA para el peso medio del fruto (Cuadro N° 10) existen diferencias significativas tanto en los efectos principales e interacción.

En la prueba de Tuckey para los efectos simples (Cuadro N° 11) H en M, se observa que H1 (Con sustancias Húmicas) presenta el mejor peso medio del fruto cuando interactúa con M1 (Con Microorganismos Eficaces) con un valor de 4.39 kg, siendo estadísticamente superior a la siguiente interacción. Si observamos la interacción de H1 en M0, que se

le considera como el efecto principal de factor H el peso medio que presenta es de 3.51 kg, es muy similar a la media generada por la interacción entre H0 en M1 que representa el efecto principal del factor M con un valor de 3.50kg, coincide con en ANVA, que sus efectos principales son muy similares, y a su vez estas son estadísticamente superiores a la interacción H0 en M0 que representa al testigo con un valor de 3.07 kg. Tales acontecimientos se visualizan en la Grafico N° 3. Manifestando así que la aplicación de las Sustancias húmicas incrementa el peso medio del fruto en el cultivo de sandía ya sea actuando solo o interactuando con los Microorganismos eficaces donde hay un efecto aditivo entre los dos factores incrementando aún más el peso medio del fruto. Tales efectos del incremento del peso medio del fruto de los Ácidos Húmicos pueden estar relacionados al afecto que tiene en la capacidad de mejorar la capacidad de retención de agua del suelo, como lo mencionamos anteriormente lo dicho por **EARTH, 1997**, Que los ácidos húmicos tiene la propiedad de incrementar la capacidad de retención de humedad del suelo, se estima en términos generales que el humus puede retener agua en una proporción de veinte veces su peso. Tal cualidad de las Sustancias Húmicas permite que la planta disponga de más agua y así disminuir el estrés hídrico del cultivo que generaría una disminución del peso medio del fruto de sandía.

Para los efectos de M en H, se dan similares efectos a los de H en M, donde el mejor tratamiento es la interacción de M1 en H1 con una media generada de 4.39 que es estadísticamente superior a la interacción de M1 en H0 la cual es considerada como efecto principal del factor M con una media de 3.50kg, que a su vez es estadísticamente superior al testigo que está representado por la interacción de M0 en H0 con una media de 3.07 kg, tal comportamiento se puede observar en la Grafico n° 4, que nos pone en manifiesto que hay un efecto positivo en el incremento del peso medio del fruto al aplicar Microorganismo eficaces en el suelo para el cultivo de sandía. Tal acontecimiento esta corroborado por lo dicho por **IDIAF, 2009**, Que menciona que: “Con la aplicación de EM el suelo retiene más agua. Este cambio implica una mejora de los cultivos que

incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos. Esta mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico que aporta EM al suelo, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua”. Tal característica de los Microorganismos Eficaces permite el incremento del peso medio del fruto reduciendo el estrés e incrementando la disponibilidad de agua para el cultivo.

Por lo que se concluye que la aplicación de Sustancias Húmicas y Microorganismos eficaces ya sean solos o en combinación en el suelo, incrementan el peso medio del fruto en el cultivo de sandía, por sus características facultativas de incrementar la capacidad de retención de agua del suelo, siendo mejor este incremento del peso del fruto, cuando se aplican las dos enmiendas juntas en las concentraciones consideradas en este estudio.

5.1.3. Rendimiento

La aplicación de enmiendas orgánicas, que en este caso particular se consideró las Sustancias Húmicas y los Microorganismos eficaces, tienden a mejorar las cualidades físico-químicas y biológicas del suelo, dando como resultado el incremento del rendimiento de los cultivos, tal efecto del incremento del rendimiento fue puesto en manifiesto para el cultivo de sandía de las Sustancias Húmicas por **Mayorga, C. (2009)**: La aplicación de ácidos húmicos -fulvicos durante el desarrollo del fruto se obtiene un aumento significativo del rendimiento, así como también **Reche, J. (1994)**, donde obtuvo resultados al aplicar ácidos húmicos en el cultivo de sandía al momento de la siembra al 2%, mejorando el rendimiento en 12% a comparación del testigo. Y para los Microorganismos eficaces **Hurtado, L. (2001)**: obtuvo al aplicar microorganismos eficaces al cultivo de sandía en la siembra y floración, se produjo un incremento en el rendimiento de sandía de 22tn/ha a

25th/ha. En México. Coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación.

En el ANVA para el rendimiento, se observa que solo hay diferencias significativas en los efectos principales para los Microorganismos Eficaces y las Sustancias Húmicas en cuanto al rendimiento. A pesar que en el anterior parámetro de evaluación de peso medio del fruto existe significancia en la interacción de H*M, siendo contradictorio, esto se da tal vez a que la interacción es muy débil, por lo que en el rendimiento no presenta significancia en la interacción.

Para los resultados de los efectos principales del factor H (Sustancias Húmicas) la aplicación de la misma incrementa el rendimiento de 19,659.25 kg/ha a 24,328.25kg/ha como se muestra en la prueba de Tuckey para los efectos principales (Cuadro No 14) donde H1 es estadísticamente superior a H0 (Grafico n° 8), tal incremento en el rendimiento pueda estar relacionado con las diferentes características que aportan las Sustancias Húmicas ya sea en las cualidades físicas- químicas y biológicas como lo mencionan **Chen y Aviad T et al. (1990)** Donde mencionan que los Ácidos Húmicos tiene la capacidad de: incrementar la capacidad de retención de humedad del suelo, incrementa el desarrollo radical, incremento de absorción de macro elementos y capacidad de intercambio catiónico, también tienen un efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, ya que al ser absorbidas, influyen en varios procesos bioquímicos en la pared celular, a nivel de la membrana celular, o en el citoplasma. Todas estas cualidades aportadas por la aplicación de las Sustancias Húmicas al suelo, favorecen el incremento del rendimiento del cultivo de sandía.

Para el resultado de los efectos principales del factor M (Microorganismos eficaces) M1 (con microorganismos eficaces es estadísticamente superior a M0, coincidiendo con los resultados obtenidos por **Hurtado, L. (2001)** obtuvo al aplicar microorganismos eficaces al cultivo de sandía en la siembra y floración, se produjo un incremento en el rendimiento de sandía de 22tn/ha a 25th/ha, siendo para

nuestra investigación el incremento de 20,073 Tn/ha a 23,914Tn/ha (Gráfico n° 9), este incremento pueda que esté relacionado a las cualidades Físicoquímicas y biológicas que aporta la aplicación de los EM al suelo, como lo mencionan **Piedrabuena, C. (2003)** donde la incorporación de Microorganismos eficaces: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical. Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen. Siendo estas las posibles causas por la que la aplicación de EM en el cultivo de sandía incrementó el rendimiento en esta investigación.

Hay que recalcar que entre las dos enmiendas el que mejores resultados obtuvo fueron las tratadas con sustancias húmicas. Por lo que se concluye que la aplicación en el suelo en los momentos y proporciones considerados en esta investigación de sustancias húmicas o Microorganismos Eficaces, incrementarán el rendimiento del cultivo de sandía.

5.2. Calidad del fruto

5.2.1. Perímetro longitudinal

La forma externa del fruto de la sandía variedad Peacock Improved, según **Valdéz, V. (1999)** es de forma oblonga redonda, en los resultados obtenidos la aplicación de sustancias Húmicas o Microorganismo eficaces producen un fruto más largo que el testigo, si observamos el ANVA para el perímetro longitudinal (Cuadro N° 14), donde solo hay diferencias significativas en los efectos principales de cada factor, si nos

evocamos en la prueba de Tuckey para el perímetro longitudinal (Cuadro N° 15) para el factor H (Sustancias Húmicas) el nivel H1 es estadísticamente superior a H0, manifestando que la aplicación de las Sustancias húmicas incrementa el perímetro longitudinal del fruto de sandía, tal diferencias se observa mejor en la Gráfica N° 10, para el factor M (Microorganismos eficaces) el nivel M1 es estadísticamente superior al Nivel M0, esto nos indica que la aplicación de Microorganismos Eficaces produce frutos de sandía más largos, si lo comparamos con el testigo. **Silva, M. 2009** menciona que la aplicación de ME incrementa el tamaño del fruto. Esto tal vez se deba a las mejores condiciones generadas por la aplicación de EM, siendo similar el efecto por parte de las Sustancias Húmicas.

Por lo que se concluye que la aplicación de sustancias húmicas ó Microorganismos eficaces promueven frutos más largos.

5.2.2. Perímetro ecuatorial

En el ANVA para el perímetro transversal (Cuadro N°13) solo hay diferencias significativas en el factor H (Sustancias Húmicas), si observamos la prueba de Tuckey (Cuadro N° 18) el nivel H1 es estadísticamente superior al nivel H0, generado frutos más anchos la aplicación de sustancias húmicas en el suelo (Grafico N° 9), No hay estudios o antecedentes que corroboren tal acontecimiento por parte de las Sustancias Húmicas. Por lo que concluimos que la aplicación de Sustancias Húmicas en el suelo genera frutos más anchos en el cultivo de sandía en las condiciones dadas en esta investigación. Por lo que se recomienda realizar una investigación más específica.

5.2.3. Espesor de corteza

En este parámetro de evaluación de calidad, el espesor de corteza representa un parámetro cualitativo y cuantitativo que es exhaustivamente investigado por los investigadores, tal como lo manifiestan los ensayos realizados por la **Fundación Cajamar** sobre la

búsqueda de variedades e injertos que presenten un espesor de corteza más delgado.

En los resultados obtenidos en el ANVA para el espesor de corteza, solo hay diferencias significativas en el factor H (Ácidos Húmicos) donde hay una disminución de 11.7 mm para el testigo que se sitúa dentro de la categoría de corteza gruesa a 11.1 mm para el tratamiento tratadas solo con sustancias húmicas que está considerada también como corteza gruesa, pero muy cerca del límite para ser considerada de corteza fina (10 mm) según la clasificación de **Reche, J. 1994**. Esta diferencia de espesor de corteza se observa en la Gráfica N° 10.

Este parámetro tiene una clara dependencia del momento de recolección y evoluciona durante su post-cosecha, reduciendo sus valores (**Fernández, M. 1994**) puede ser que los Ácidos Húmicos tengan un efecto facultativo en la fisiología del cultivo en el desarrollo de los frutos de sandía tal como lo menciona **Chen y Avid, T. 1990**. Las sustancias húmicas también tienen un efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, ya que al ser absorbidas, influyen en varios procesos bioquímicos en la pared celular, a nivel de la membrana celular, o en el citoplasma. Por lo que se concluye que el efecto de las Sustancias húmicas en el espesor de la corteza para el cultivo de sandía es la reducción de la misma por algún efecto facultativo en la fisiología que influye en la pos-cosecha, en las condiciones y concentraciones consideradas en este estudio. Siendo tal afirmación expuesta a estudios posteriores más rigurosos.

5.2.4. Sólidos Solubles

Los sólidos solubles representan en el cultivo de sandía, el contenido de sacarosa en una solución (jugo de la fruta), por lo tanto el dulzor de la misma siendo un parámetro muy importante para la calidad del fruto en cuanto al dulzor, tal como lo menciona **Serrano, 1979**. Citado por **Dominguez, 1989**.

En la prueba de Tuckey para los sólidos solubles (Cuadro N° 21) hay una superioridad estadística por parte de la interacción de H1 * M1 (con Sustancias Húmicas * con Microorganismos Eficaces) con un valor de 10.6 Brix°, si se le compara con el testigo H0 * M0 (sin Sustancias Húmicas * sin Microorganismos Eficaces) con un valor de 9.01 Brix°, hay un considerable incremento en el contenido de sólidos solubles, este incremento considerable puede ser un efecto aditivo por parte de ambos factores tratados en este estudio. Si observamos los efectos principales de cada factor, que son 9.46 Brix° para Sustancias Húmicas y 9.64 Brix° para microorganismos eficaces, existe un incremento de los salidos solubles, pero no superior a la interacción de las misma, es por ello que se manifiesta que existe un efecto aditivo entre ambos factores. Este incremento de los sólidos solubles puede estar relacionado a su capacidad de las enmiendas tratadas en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos como el P, K y Ca, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicales en este estudio de retener los cationes de P, Ca y K, en la rizosfera, tal como lo mencionan **EARTH, 1997** y **Silva, M. 2009**. Estas cualidades de las Sustancias Húmicas y Microorganismos Eficaces de mejorar la disponibilidad de los macro nutrientes como la de P que mejora el sistema radicular y por lo tanto la capacidad de absorción de agua y nutrientes, el K que juega un papel importante en la producción de azúcares y el Ca que permite una maduración adecuada del fruto, son fundamentales para obtener altas mediciones de Brix°, como lo manifiestan **Rincon, L. 1997**. Por este motivo se concluye que la aplicación de Sustancias Húmicas o Microorganismos eficaces ya sea individualmente o en combinación incrementan los grados Brix° del fruto de sandía. Siendo en tratamiento T4 (Sustancias Húmicas * Microorganismos Eficaces) el que mejor contenido de sólidos solubles tuvo.

VI. CONCLUSIONES

- La aplicación de sustancias húmicas o microorganismos eficaces, en las condiciones y concentraciones consideradas en este estudio producen un incremento significativo del rendimiento del cultivo de sandía, habiéndose encontrado 24,328 kg/Ha para H1 (con sustancias húmicas) y 23,913 Kg/Ha (con microorganismos eficaces).
- La aplicación de sustancias húmicas o microorganismos eficaces, en las condiciones y concentraciones consideradas en este estudio produjeron respuestas significativas en perímetro longitudinal entre 68.81 a 69.32 cm para ambas enmiendas y para el perímetro ecuatorial solo la aplicación de sustancias húmicas produce un perímetro ecuatorial más grande que el testigo en 4.39cm.
- Solo la aplicación de sustancias húmicas produjeron un mayor espesor de corteza H1 (con sustancias húmicas se obtuvo 11,01 mm significativamente superior a H0(Sin sustancias húmicas)
- La interacción de H * M (Sustancias húmicas* Microorganismos eficaces)se produce el mejor contenido de sólidos solubles del fruto M1*H1, se obtuvo 10,6 % S.S.T, significativamente superior

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de Sustancias Húmicas y Microorganismos Eficaces en el suelo para incrementar el rendimiento y la calidad del fruto, en las concentraciones consideradas en este estudio para el cultivo de sandía.
- Se recomienda aplicar las Sustancias Húmicas y Microorganismos eficaces juntas al suelo para incrementar el rendimiento y el contenido de sólidos solubles en las concentraciones consideradas en este estudio para el cultivo de sandía.
- Se recomienda realizar estudios más específicos en cuanto al efecto de las enmiendas utilizadas en este estudio. Como el color de pulpa, materia seca.
- Se recomienda evaluar otras concentraciones de las Sustancias Húmicas y Microorganismos eficaces.



VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AIKEN et al. 1995. Humic substances in soil, sediment, and water: geochemistry, isolation and characterization. New York: Wiley.
2. APNAN, 2003. Red de Agricultura natural de para la Región Asia/Pacífico. Manual de Aplicación. (en línea). Consultado: 28 de septiembre de 2009. Disponible en: www.apnam.com.
3. ARBAIZA, A. 2002. Guía Práctica y Manejo de Plagas en 26 cultivos. Edición del Castillo S. A. Chiclayo-Perú.
4. ARBIZÚ, F. 1996. Estudio de la Regulación de la Producción de Sandía (*Citrullus lanatus*) Mediante Aplicación de Tres Sistemas de Podas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 45 p.
5. BARANDAS, O. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths Editor. Oxford University Press. New York. USA. pp. 189 - 202. (Citado en enero de 2010)
6. BIOSCA, A. 2001. Microorganismos Eficientes. Simposium Agricultura orgánica 2001 México, disponible en www.inocuo.tv/Web/Default.aspx
7. CAIP 1996. (Centro Andino de Investigación Pedagógica) Conservación y manejo de suelos y aguas. Cuzco Perú.
8. CEPEDA, N. 1992. Química de Suelos. México Trillas
9. CHEN, Y; AVAID, T. 1990. Effects of humic substances on growth. Israel, The Hebrew University of Jerusalem.
10. CIFUENES, O. 2006. Estudio de la Materia Orgánica Presente en los Suelos de la Vereda Hoya-Tunja

11. **DELGADO, L. 2000.** Archivo general de Documentación, Investigación y Ensayos Guía Descriptiva de Productos AROMED. Graficas Alambra, Granada, España.
12. **DOMINGUEZ, A. 1989.** Tratado de fertilización Edición Mundi-Prensa. Barcelona - España
13. **DORRONSO, C 2004.** <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema02/susthum.htm>. 29 Agosto de 2004
14. **EARTH, E. 1997.** Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganism Research Organization Inc.) Limon. Costa Rica. 16pg.
15. **ENCICLOPEDIA TERRANOVA. 2001.** Producción Agrícola 2. Bogotá Colombia Terranova Editores.
16. **FERNANDEZ, etc. 2005.** Control biológico de enfermedades de plantas.
17. **FERNANDEZ, M. 2003.** Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas de Humus de Lombriz. SANTIAGO-CHILE.
18. **HURTADO, L. 2001.** Microorganismos Eficientes. Simposium Agricultura orgánica. México, disponible en www.inocuo.tv/Web/Default.aspx
19. **IDIAF. 2009.** (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura. (en línea) Consultado: 10 de enero de 2011. Disponible en: <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>
20. **IICA. 1989.** (Instituto de Innovación Científica Agraria) Compendio de Agronomía Tropical. San José, Costa Rica. 927 p
21. **INFOAGRO, 2004.** <http://www.infoagro.com/agricultura/ecologica/agricultura/ecologica>. Asp.30 de agosto de 2000
22. **LORA, G. 1994.** Disponibilidad en el Suelo de Micronutrientes Esenciales para la Planta, Instituto Colombiano Agropecuario, Compendio N°38 Medellín Antioquia Colombia.

23. **MAYORGA, C. 2009** capacidad productiva de sandía (*Citrullus lanatus* l.) bajo el efecto de los ácidos húmicos y fulvicos. Colombia.
24. **MAROTO, J. 2002.** Horticultura Herbacea Especial. Edicion Mundi-Prensa. Barcelona - Españ
25. **MOA, 2003.** Extracto del manual “Microorganismos Eficaces EM en la agricultura Nacional”. Sp.
26. **MONTALVÁN, S. 2007** Proyecto de diversificación económica rural manual de producción de sandía.
27. **OCÉANO, 1999.** Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. España. 875 p.
28. **PEÑAFIEL Y DONOSO 2004.** “Evaluación de Diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (me) en el cultivo de pepino (*Cucumis Sativus*) atar ha- 435”.
29. **PIEDRABUENA, C. 2003.** Microorganismos Eficientes Simposium Agricultura orgánica 2001 México, disponible en [www.inocuo.tv/W eb/Default.aspx](http://www.inocuo.tv/Web/Default.aspx)
30. **PRODUCTOS SUPERB, 2001.** Manual Agrícola Superb. Guatemala. 367 p.
31. **RECHE, J. 1994.** Cultivo de sandía en invernadero. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas. Almería.
32. **RINCON, L. 1997.** Fertilización del melón y sandía en riego por goteo “compendio de horticultura nº 10. Ed . Horticolas S. L. pp 85-56
33. **RODRÍGUEZ, C. 2009.** Microorganismos Eficientes (EM). (en línea). Consultado: 18 de septiembre de 2009. Disponible en: [http://aia.uniandes.edu.co/documentos/articulo % 20em % 20_mmanuel% 20r..pdf](http://aia.uniandes.edu.co/documentos/articulo%20em%20manuel%20r..pdf)
34. **SEAS, F. 2002.** Memorias del Curso la Materia Orgánica del Suelo y sus Aepercusiones ambientales.

35. SILVA, M. 2009. Microbiología General. (en línea). Consultado: 29 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>
36. STEVENSON, F. 1994. Humus Chemistry. Genesis, composition, reactions, Department of Agronomy, University of Illinois, U.S.A.
37. VALDÉS, V. 1991. Cultivo de Hortalizas en Trópicos y Subtrópicos. Santo Domingo, República Dominicana, Carripio. 622 p
38. VISIUNET ECUADOR, 2004.
http://www.organicosecuador.com/beneficos_acidos.html, 29 Agosto de 2004.





ANEXON 1 Tabla de valores de número de frutos cosechados/ha ‘Efectos de la Aplicación de Sustancias Hínicas y Microorganismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la investigación La Cáno—Arequipa 2012’

Sustancias hínicas	Microorganismos Eficaces	NUMERO DE SANDÍAS POR UNIDAD EXPERIMENTAL COSECHADAS						
		Tritamiento	H	BI	BII	BV	Suma	Rondeo
H0	M0	T1	540	740	580	500	2420	6050
H1	M0	T2	620	560	700	580	2460	6150
H0	M1	T3	580	600	530	660	2360	5900
H1	M1	T4	520	740	600	600	2460	6150
		Suma	2260	2640	2400	2400	9700	
		SUMAH=	4780	SUMAH=	4920			
		MEDIAH=	597.5	MEDIAH=	6150			
		SUMAM=	4880	SUMAM=	4820			
		MEDIAM=	600	MEDIAM=	602.5			

ANEXON°2 Tabla de valores de del pesonado del fruto ‘Efectos de la aplicación de sustancias hímicas y microorganismos eficaces dirigidas al suelo, en el rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Irigación La Caro—Arequipa2012’

Sustancias hímicas	Microorganismos Eficaces	PESONEDIOFERUJO						
		Tatamiento	H	BI	BII	BIV	Suma	Promedio
H0	M0	T1	3087	3250	3057	2944	12287	3072
H1	M0	T2	3391	3910	3304	3427	14082	3508
H0	M1	T3	3429	3669	3554	3367	14020	3505
H1	M1	T4	4110	4710	4125	4620	17566	4391
		Suma	13967	15540	14000	14388	57905	
		SUMAH0=	26307	SUMAH1=	31598			
		MEDIAH0=	3278	MEDIAH1=	3950			
		SUMAM0=	26320	SUMAM1=	31515			
		MEDIAM0=	3290	MEDIAM1=	3948			

ANEXON°3 Tabla de valores rendimiento en kg/ha ‘Efectos de la Aplicación de Sustancias Hínicas y MicroOrganismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sarda (*Citrullus lanatus*), en la Irigación La Caro—Arequipa2012’

Sustancias hínicas	Microorganismos Eficaces	RENDIMIENTO(KG/HA)							
		Tritamiento	H	BI	BII	BIV	Suma	Promedio	
HD	M0	T1	164000	2405200	1772800	1648400	7466400	1866600	
HI	M0	T2	2102600	2189400	2312800	1987800	8592600	2148150	
HD	M1	T3	1988800	2201600	1848200	2222400	8261000	2065250	
HI	M1	T4	2137000	3485600	2475200	2772200	10870000	2717500	
		Suma	7868400	10281800	8409000	8630800	35190000		

SUMAH0=	1572400	SUMAH1=	1946600
MEDIAH0=	196925	MEDIAH1=	2432825

SUMAM0=	1609000	SUMAM1=	1913000
MEDIAM0=	2007375	MEDIAM1=	2391375

ANEXON°4 Tabla de valores de parámetro longitudinal. ‘Efectos de la Aplicación de Sustancias Húnicas y MicroOrganismos Eficaces dirigidos al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sarda (*Citrullus lanatus*), en la Irrigación La Caro—Arequipa2012’

Sustancias húnicas	Microorganismos Eficaces	Rendimiento Longitudinal (cm)							
		Tatamiento	H	HI	HIH	BV	Suma	Promedio	
HD	M0	T1	62921	64509	63135	61855	252421	63105	
HI	M0	T2	60848	68924	64797	68576	263144	66786	
HD	M1	T3	66032	68344	67174	65682	267232	66808	
HI	M1	T4	70081	72084	70852	74446	287363	71841	
		Suma	259832	273811	265988	270560	1070161		
		SUMAD=	519663	SUMAH=	50508				
		MEDIAH=	64956693	MEDIAH=	68813491				
		SUMAM=	515566	SUMAM=	554595				
		MEDIAM=	64456642	MEDIAM=	69324142				

ANEXON°5 Tabla de valores del perímetro transversal en cm ‘Efectos de la Aplicación de Sustancias Hínicas y Microorganismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Inimigación La Cárro—Arequipa 2012’

Sustancias hínicas	Microorganismos Eficaces	Rendimiento transversal (cm)							
		Tatamiento	H	HI	BIII	BIV	Suma	Promedio	
H0	M0	T1	52560	53568	52891	51801	210820	52705	
H1	M0	T2	55175	60691	57089	59589	232514	58129	
H0	M1	T3	54606	56016	52643	54786	218051	54513	
H1	M1	T4	56892	58634	57526	58434	231486	57872	
		Suma	219233	228909	220118	224611	892872		
	SUMAH0=	428871	SUMAH1=	464001					
	MEDIAH0=	5360886	MEDIAH1=	58000734					
	SUMAM0=	443334	SUMAM1=	49537					
	MEDIAM0=	5546817	MEDIAM1=	561921477					

ANEXON°6 Tabla de valores del espesor de la corteza en mm ‘Efectos de la Aplicación de Sustancias Húnicas y Microorganismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Inimigación La Cárro—Arequipa 2012’

Sustancias húnicas	Microorganismos Eficaces	Espesor de corteza (mm)							
		Tatamiento	H	HI	III	BV	Suma	Romedio	
H0	M0	T1	11.79	11.79	11.77	11.83	47.19	11.80	
H1	M0	T2	11.19	10.77	11.46	11.57	44.99	11.25	
H0	M1	T3	11.35	11.90	11.50	11.68	46.43	11.61	
H1	M1	T4	11.27	10.01	11.01	10.79	43.07	10.77	
		Suma	45.61	44.47	45.74	45.87	181.68		

SUMAH=	9362	SUMAH=	8806
MEDIAH=	117025	MEDIAH=	110075

SUMAM=	9218	SUMAM=	8950
MEDIAM=	115225	MEDIAM=	111875

ANEXON°7 Tabla de valores del contenido de sólidos solubles (brix), ‘Efectos de la Aplicación de Sustancias Hínicas y Microorganismos Eficaces dirigidas al suelo, en el Rendimiento y calidad del fruto del Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*), en la Inimación La Cárno—Arequipa 2012’

Sustancias hínicas	Microorganismos Eficaces	Contenido de sólidos solubles (Brix)						
		Tratamiento	BI	BI	BIII	BIV	Suma	Rendido
HD	M0	T1	896	887	908	914	3605	901
HI	M0	T2	941	965	923	953	3783	946
HD	M1	T3	975	959	962	961	3857	964
HI	M1	T4	1048	1042	1065	1083	4238	1060
		Suma	3859	3853	3858	3911	15482	

SUNAHD=	7461	SUNAH=	8021
MEDIAHD=	932666667	MEDIAH=	100258333

SUNAM0=	7387	SUNAMI=	8095
MEDIAAM0=	923416667	MEDIAAMI=	101183333